



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
Escuela Politécnica Superior de Linares

## Trabajo Fin de Grado

# **DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO**

**Alumno/a:**     **Martínez Torres, Manuel**

**Tutor:**        **D. Julián Ángel Martínez López**

**Dpto:**         **Dpto. de Ingeniería Mecánica y Minera**

**Septiembre, 2016**

## **INDICE:**

### **0. Resumen**

#### **0. Abstract**

## **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

### **1. Introducción**

#### **1.1. Objetivos y alcance**

#### **1.2. Antecedentes**

#### **1.3. Evaluación de las necesidades del proyecto**

#### **1.4. Metodología**

### **2. Selección de localización**

#### **2.1. Delimitación de la zona de estudio**

#### **2.2. Evaluación del área de estudio**

#### **2.3. Características geológicas**

##### **2.3.1. Naturaleza geología del material existente en la zona de estudio**

##### **2.3.2. Áreas seleccionadas geológicamente**

#### **2.4. Características geográficas o antropogénicas**

##### **2.4.1. Situación respecto a infraestructuras de transporte y comunicaciones**

##### **2.4.2. Situación respecto a espacios naturales protegidos**

##### **2.4.3. Red hidrográfica e infraestructuras hidráulicas**

##### **2.4.4. Yacimientos arqueológicos y patrimonio cultural**

#### **2.5. Áreas propuestas para la localización**

##### **2.5.1. Zona A**

##### **2.5.2. Zona B**

##### **2.5.3. Zona C**

##### **2.5.4. Zona D**

##### **2.5.5. Zona E**

#### **2.6. Propuestas de ubicación y análisis de alternativas**

##### **2.6.1. Localización nº 2 de la zona B**

##### **2.6.2. Localización nº 3 de la zona B**

#### **2.7. Emplazamiento seleccionado**

### **3. Geología del emplazamiento seleccionado**

#### **3.1. Geología**

- 3.2. Unidades litológicas diferenciadas
- 3.3. Geomorfología
- 3.4. Estructura del yacimiento y alteración
- 3.5. Fracturación y discontinuidades
- 3.6. Características geomecánicas
- 3.7. Clasificación de Bieniawski y valor RMR
- 3.8. Estabilidad de taludes
- 3.9. Hidrogeología
- 4. Recursos mineros**
- 4.1. Registro minero
- 4.2. Recursos geológicos
- 4.3. Reservas a explotar
- 4.4. Producción y vida de la explotación
- 5. Selección del método de explotación**
- 5.1. Alternativas al método de explotación
- 5.2. Método de explotación seleccionado
- 6. Selección del método de producción**
- 6.1. Alternativas al método de producción
- 6.2. Método de producción seleccionado
- 7. Diseño de la explotación**
- 7.1. Criterios de diseño
- 7.2. Taludes definidos
- 7.3. Bancos y bermas definidos
- 7.4. Plataformas de trabajo
- 7.5. Plaza de cantera
- 7.6. Pistas y accesos
- 7.7. Desagüe y drenaje de la explotación
- 7.7.1. Diseño de la red de drenaje superficial
- 7.7.2. Cálculo del caudal de diseño
- 7.7.3. Dimensionamiento de las estructuras hidráulicas
- 8. Secuenciación de la explotación**
- 8.1. Labores de preparación
- 8.2. Fases de la explotación
- 9. Medios de producción**
- 9.1. Criterios de diseño de los equipos

- 9.1.1. Producción máxima de diseño
- 9.1.2. Jornada laboral y días laborables anuales
- 9.1.3. Índice de excavabilidad del material
- 9.1.4. Factor de eficiencia y organización
- 9.1.5. Coeficiente de disponibilidad mecánica
- 9.2. Equipo de arranque
- 9.3. Equipos de carga
  - 9.3.1. Retroexcavadora
  - 9.3.2. Pala cargadora
- 9.4. Equipos de transporte
- 9.5. Factor de acoplamiento de equipos
- 9.6. Equipos auxiliares
- 9.7. Maquinaria de taller
- 9.8. Necesidades de personal
- 10. Perforación y voladura tipo**
  - 10.1. Perforación
    - 10.1.1. Equipo de perforación seleccionado
    - 10.1.2. Calidad de la perforación
    - 10.1.3. Metodología de trabajos de perforación
  - 10.2. Explosivos
    - 10.2.1. Justificación del uso de explosivos
    - 10.2.2. Elección del tipo de explosivo
    - 10.2.3. Características de los explosivos seleccionados
  - 10.3. Diseño de voladuras a cielo abierto
    - 10.3.1. Diámetro de los barrenos
    - 10.3.2. La piedra
    - 10.3.3. Altura de banco
    - 10.3.4. Inclinación de los barrenos
    - 10.3.5. Retacado
    - 10.3.6. Sobreperforación
    - 10.3.7. Esquema de perforación
    - 10.3.8. Espaciamiento
    - 10.3.9. Configuración de las cargas
    - 10.3.10. Distribución del explosivo en el barreno
    - 10.3.11. Consumo específico de explosivo



- 10.3.12. Iniciación, cebado, tiempo de retardo y secuencias de encendido
- 10.3.13. Geometría del frente libre
- 10.3.14. Tamaño y forma de la voladura
- 10.3.15. Volumen de expansión disponible
- 10.4. Voladuras tipo
  - 10.4.1. Voladura tipo 1
  - 10.4.2. Voladura tipo 2
  - 10.4.3. Voladura tipo 3
- 10.5. Estudio de vibraciones
  - 10.5.1. Vibraciones en las voladuras tipo
  - 10.5.2. Control de vibraciones
- 10.6. Estudio de proyecciones
  - 10.6.1. Cálculo de la distancia de proyecciones mediante el método sueco
- 10.7. Estudio de fragmentación
  - 10.7.1. Modelo de Kuz-Ram
  - 10.7.2. Influencia del diseño de la voladura sobre el índice de uniformidad
  - 10.7.3. Fragmentación en las voladuras tipo
  - 10.7.4. Curva granulométrica voladuras tipo
  - 10.7.5. Fragmentación secundaria
- 10.8. Metodología de trabajo
  - 10.8.1. Permisos y autorizaciones
  - 10.8.2. Localización y reconocimiento de la zona a volar
  - 10.8.3. Acondicionamiento de la zona a volar
  - 10.8.4. Sentido del avance del banco, replanteo de los barrenos y malla de perforación
  - 10.8.5. Inicio de la perforación
  - 10.8.6. Toma de muestra y referencia topográfica de la muestra y la voladura.
  - 10.8.7. Reconocimiento de los barrenos para el cálculo del explosivo
  - 10.8.8. Cálculo de la voladura y petición a depósito
  - 10.8.9. Acopio de materiales para la voladura
  - 10.8.10. Vaciado del agua del barreno
  - 10.8.11. Recepción del explosivo
  - 10.8.12. Depósito de explosivos
  - 10.8.13. Distribución del explosivo y los detonadores
  - 10.8.14. Chequeo de número de serie
  - 10.8.15. Reunión de seguridad

- 10.8.16. Carga del barreno
- 10.8.17. Retirada y acopio de embalajes
- 10.8.18. Retacado
- 10.8.19. Protecciones adicionales
- 10.8.20. Conexión de los barrenos
- 10.8.21. Extendido de la línea de tiro
- 10.8.22. Colocación de refugio para el disparo
- 10.8.23. Corte de accesos a la voladura
- 10.8.24. Señalización de la voladura
- 10.8.25. Disparo de la voladura
- 10.8.26. Proyecciones, vibraciones y onda aérea
- 10.8.27. Reconocimiento de la voladura
- 10.8.28. Destrucción de explosivos y detonadores
- 10.8.29. Destrucción de los embalajes
- 10.8.30. Finalización de la voladura
- 10.8.31. Inicio de las labores de carga de la voladura

## **11. Planta de tratamiento**

- 11.1. Justificación de la planta de tratamiento
- 11.2. Parámetros de trituración
  - 11.2.1. Dimensión máxima de entrada
  - 11.2.2. Dureza y abrasividad
  - 11.2.3. Humedad, adherencia y plasticidad
  - 11.2.4. Caudal
  - 11.2.5. Razón de reducción
  - 11.2.6. Granulometría del producto de salida
  - 11.2.7. Forma del producto de salida
  - 11.2.8. Robustez y mantenimiento de la maquinaria
- 11.3. Selección de los equipos de la planta de tratamiento
  - 11.3.1. Equipo de trituración primaria
  - 11.3.2. Dimensionamiento del equipo de trituración primaria: machacadora de mandíbulas
  - 11.3.3. Equipo de trituración secundaria
  - 11.3.4. Dimensionamiento del equipo de trituración secundaria: molino impactor de eje horizontal
  - 11.3.5. Equipos de cribado

- 11.3.6. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba primaria
- 11.3.7. Selección de la clasificación secundaria
- 11.3.8. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba secundaria 1ª fase
- 11.3.9. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba secundaria 2ª fase
- 11.3.10. Transportadores de banda
- 11.4. Proceso mineralúrgico
  - 11.4.1. Proceso mineralúrgico 1ª fase de explotación
  - 11.4.2. Proceso mineralúrgico 2ª fase de explotación
  - 11.4.3. Medidas correctoras
- 11.5. Diagrama de Proceso
- 12. Obra civil**
  - 12.1. Accesos y vallado
  - 12.2. Sistema de drenaje
  - 12.3. Cimentaciones
    - 12.3.1. Losa cargadero
    - 12.3.2. Losa de apoyo
    - 12.3.3. Muro de acompañamiento
  - 12.4. Instalaciones auxiliares
- 13. Instalación eléctrica**
  - 13.1. Suministro de energía.
  - 13.2. Características de la instalación
  - 13.3. Fuerza motriz
  - 13.4. Alumbrado
  - 13.5. Potencia total demandada
  - 13.6. Sistema de Instalación
  - 13.7. Normas de instalación próximas a otras canalizaciones
  - 13.8. Accesibilidad de las instalaciones
  - 13.9. Conductores activos
  - 13.10. Conductores de protección
  - 13.11. Identificación de las instalaciones
  - 13.12. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica
  - 13.13. Protección contra sobre intensidades y sobre tensiones
  - 13.14. Protección contra contactos directos e indirectos
  - 13.15. Receptores de alumbrado
  - 13.16. Receptores a motor

- 13.17. Puestas a tierra
- 13.18. Cálculos eléctricos de los diferentes circuitos
- 13.19. Cálculo de conductores
- 13.20. Esquema instalación eléctrica
- 14. Medidas de protección del medio ambiente**
- 14.1. Polvo atmosférico
- 14.2. Ruido
- 14.3. Vibraciones
- 14.4. Efecto visual
- 14.5. Residuos y limpieza
- 15. Plan de ejecución de labores**
- 16. Referencias y bibliografía**
- 16.1. Referencias bibliográficas
- 16.2. Referencias de internet
- 16.3. Referencias legales y normativas

## **ANEXO N° 1: EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

- 1. Introducción**
- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Objetivo del EIA
- 1.3. Legislación aplicable
- 2. Descripción del proyecto**
- 2.1. Localización de la explotación
- 2.2. Materiales a explotar y suelo a ocupar
- 2.3. Componentes que integran la explotación
- 2.3.1. Cantera
- 2.3.2. Planta de tratamiento
- 2.3.3. Instalaciones
- 2.3.4. Accesos
- 3. Selección del emplazamiento**
- 3.1. Criterios de elección
- 3.2. Elección de la localización
- 4. Justificación del proyecto**

- 5. Acciones del proyecto**
  - 5.1. Construcción
  - 5.2. Operación
  - 5.3. Abandono
- 6. Inventario ambiental y descripción de interacciones ecológicas y ambientales claves**
- 7. Identificación, descripción y valoración de impactos**
  - 7.1. Identificación de impactos
  - 7.2. Descripción de impactos
  - 7.3. Valoración cualitativa de impactos
  - 7.4. Tabla cualitativa de impactos
  - 7.5. Análisis de los impactos detectados
  - 7.6. Matriz de Importancia
  - 7.7. Evaluación final
- 8. Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias**
- 9. Programa de vigilancia ambiental**
- 10. Conclusiones**
- 11. Bibliografía**

## **ANEXO Nº 2: PLAN DE RESTAURACIÓN DEL ENTORNO NATURAL (PREN)**

- 1. Objetivo**
- 2. Reglamentación**
- 3. Datos de partida**
  - 3.1. Antecedentes
  - 3.2. Localización
  - 3.3. Materiales a explotar y suelo a ocupar
  - 3.4. Componentes que integran la explotación
    - 3.4.1. Cantera
    - 3.4.2. Planta de tratamiento
    - 3.4.3. Instalaciones
    - 3.4.4. Accesos
    - 3.4.5. Estabilidad de taludes

- 4. PARTE I.: Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras**
  - 4.1. Medio físico
    - 4.1.1. Clima
    - 4.1.2. Edafología
    - 4.1.3. Hidrología subterránea y superficial
    - 4.1.4. Flora
    - 4.1.5. Fauna
    - 4.1.6. Paisaje
  - 4.2. Medio socioeconómico
- 5. PARTE II.: Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales**
  - 5.1. Acondicionamiento del terreno
  - 5.2. Medidas para evitar la erosión
  - 5.3. Protección del paisaje y vegetación
  - 5.4. Restauración de taludes y bermas
  - 5.5. Restauración de la plataforma
  - 5.6. Pantallas verdes
- 6. PARTE III.: Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejos a la investigación y explotación de recursos minerales**
  - 6.1. Retirada de la planta de tratamiento y cribado de áridos
  - 6.2. Retirada de las instalaciones anexas
  - 6.3. Retirada de infraestructuras de drenaje
  - 6.4. Retirada de depósito de combustible
  - 6.5. Señalización
- 7. PARTE IV: Plan de gestión de residuos**
- 8. PARTE V: Calendario de ejecución**
- 9. PARTE VI: Coste estimado de los trabajos**

### **ANEXO N° 3: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- 1. Datos del proyecto**
  - 1.1. Objeto del estudio
  - 1.2. Situación y descripción del proyecto

- 1.3. Presupuesto estimado, plazo de ejecución y número de trabajadores
- 1.4. Accesos, servicios públicos y acometidas
- 1.5. Centro asistencial más próximo
- 1.6. Aplicación de la seguridad en el proyecto
- 2. Aplicación de la seguridad en el proyecto**
  - 2.1. Perforación
    - 2.1.1. Descripción de los trabajos
    - 2.1.2. Actuaciones previas
    - 2.1.3. Circulación de personal en las inmediaciones
    - 2.1.4. Riesgos más frecuentes
    - 2.1.5. Medidas de seguridad
      - 2.1.5.1. Previas al arranque de la maquinaria
      - 2.1.5.2. En el arranque de la maquinaria
      - 2.1.5.3. Después del arranque de la maquinaria
      - 2.1.5.4. En los desplazamientos de la maquinaria
      - 2.1.5.5. Durante la perforación
      - 2.1.5.6. Al finalizar la perforación
      - 2.1.5.7. En el mantenimiento y servicio
    - 2.1.6. Protecciones personales
  - 2.2. Voladuras
    - 2.2.1. Descripción de los trabajos
    - 2.2.2. Actuaciones previas
    - 2.2.3. Circulación en las inmediaciones de la zona de la voladura
    - 2.2.4. Riesgos más frecuentes
    - 2.2.5. Medidas de seguridad
      - 2.2.5.1. Personal
      - 2.2.5.2. Transporte interno
      - 2.2.5.3. Carga de barrenos
      - 2.2.5.4. Preparación del cebo
      - 2.2.5.5. Durante la carga de barrenos
      - 2.2.5.6. En el retacado del barreno
      - 2.2.5.7. En la preparación de la pega eléctrica. Riesgos
      - 2.2.5.8. En el disparo
      - 2.2.5.9. Posterior al disparo
      - 2.2.5.10. Caso de barrenos fallidos

- 2.2.5.11. Destrucción del explosivo
- 2.2.6. Protecciones personales
- 2.3. Carga y transporte a cielo abierto
  - 2.3.1. Descripción de los trabajos
  - 2.3.2. Actuaciones previas
  - 2.3.3. Circulación en la explotación
  - 2.3.4. Riesgos más frecuentes
  - 2.3.5. Protecciones personales
  - 2.3.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria
  - 2.3.7. Normas de seguridad para la pala cargadora
  - 2.3.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora
  - 2.3.9. Carga de material sobre volquetes
  - 2.3.10. Transporte de material mediante volquetes
  - 2.3.11. Protecciones personales
- 2.4. Movimiento de tierras
  - 2.4.1. Descripción de los trabajos
  - 2.4.2. Actuaciones previas
  - 2.4.3. Circulación en la obra
  - 2.4.4. Riesgos más frecuentes
  - 2.4.5. Protecciones personales
  - 2.4.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria
  - 2.4.7. Normas de seguridad para la pala cargadora
  - 2.4.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora
  - 2.4.9. Carga de material sobre camiones
  - 2.4.10. Transporte de material mediante volquetes
  - 2.4.11. Protecciones personales
- 2.5. Realización de pistas y accesos
  - 2.5.1. Descripción de los trabajos
  - 2.5.2. Actuaciones previas
  - 2.5.3. Circulación en la zona de las pistas
  - 2.5.4. Riesgos más frecuentes
  - 2.5.5. Medidas generales
  - 2.5.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria
  - 2.5.7. Normas de seguridad para la pala cargadora
  - 2.5.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora



- 2.5.9. Carga de material sobre camiones
- 2.5.10. Protecciones personales
- 2.6. Relleno de la explotación
  - 2.6.1. Descripción de los trabajos
  - 2.6.2. Actuaciones previas
  - 2.6.3. Circulación en la obra
  - 2.6.4. Riesgos más frecuentes
  - 2.6.5. Protecciones personales
  - 2.6.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria
  - 2.6.7. Normas de seguridad para la pala cargadora
  - 2.6.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora
  - 2.6.9. Transporte de material mediante volquetes
  - 2.6.10. Vertido de material mediante volquetes
  - 2.6.11. Protecciones personales
- 2.7. Planta de tratamiento
  - 2.7.1. Descripción de los trabajos
  - 2.7.2. Actuaciones previas
  - 2.7.3. Circulación en la planta
  - 2.7.4. Riesgos más frecuentes
  - 2.7.5. Protecciones personales
  - 2.7.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria
    - 2.7.6.1. Durante la puesta en marcha
    - 2.7.6.2. Durante el funcionamiento
    - 2.7.6.3. Medidas para la instalación
    - 2.7.6.4. Mantenimiento y servicio
  - 2.7.7. Protecciones personales
- 3. Instalaciones adicionales**
  - 3.1. Instalaciones para uso del personal
    - 3.1.1. Instalaciones sanitarias
    - 3.1.2. Dotación del vestuario
    - 3.1.3. Normas generales de conservación y limpieza
  - 3.2. Instalación contra incendios
  - 3.3. Instalación eléctrica
    - 3.3.1. Riesgos más frecuentes
    - 3.3.2. Normas básicas de seguridad

- 3.3.3. Protecciones colectivas
- 3.4. Instalaciones de combustibles
- 3.4.1. Descripción de los trabajos
- 3.4.2. Riesgos más frecuentes
- 3.4.3. Normas básicas de seguridad
- 4. Herramientas manuales y medios auxiliares**
- 4.1. Herramientas manuales
- 4.1.1. Riesgos más frecuentes
- 4.1.2. Normas básicas de seguridad
- 4.1.3. Protecciones personales
- 4.1.4. Protecciones colectivas
- 4.2. Medios auxiliares
- 4.2.1. Descripción de los medios auxiliares
- 4.2.2. Riesgos más frecuentes
- 4.2.3. Normas básicas de Seguridad
- 4.2.4. Protecciones personales
- 4.2.5. Protecciones colectivas
- 5. Organización preventivas**
- 6. Plan de emergencia**
- 6.1. Medios de evacuación y salvamento
- 6.2. Sistemas de comunicación, alerta y alarma
- 7. Libro de incidencias**
- 8. Actualización del documento de seguridad y salud**
- 9. Plan de seguridad**
- 10. Pliego de condiciones**
- 10.1. Disposiciones legales de aplicación
- 10.2. Condiciones generales
- 10.2.1. Propiedad
- 10.2.2. Contratista
- 10.3. Organización general de la seguridad en la explotación
- 10.3.1. Reconocimientos médicos
- 10.3.2. Botiquín de primeros auxilios
- 10.3.3. Comité de seguridad y salud
- 10.3.4. Índices de control de accidentes
- 10.3.5. Partes

- 10.3.6. Libro de incidencias
- 10.4. Formación del personal
- 10.5. Coordinador de seguridad y salud
- 10.6. Requisitos a cumplir por las instalaciones de higiene sanitarias y locales provisionales de obra
  - 10.6.1. Botiquín
  - 10.6.2. Vestuarios
  - 10.6.3. Retretes, lavabos y duchas
  - 10.6.4. Abastecimiento de agua
- 10.7. Normas técnicas a cumplir por las prendas de protección personal
- 10.8. Prevención de riesgos higiénicos
  - 10.8.1. Ruido
  - 10.8.2. Polvo
  - 10.8.3. Iluminación
- 11. Presupuesto económico**
  - 11.1. Precios unitarios
  - 11.2. Mediciones
  - 11.3. Presupuesto final

#### **ANEXO Nº 4: INFORME CALCULO ELÉCTRICO DE LA INSTALACION**

- 1. Descripción del proyecto**
  - 1.1. Parámetros generales del proyecto
  - 1.2. Parámetros de cálculo del cableado
  - 1.3. Listado de cargas
    - 1.3.1. Cargas genéricas
    - 1.3.2. Tomas de corriente
    - 1.3.3. Distribución de la iluminación
    - 1.3.4. Cargas del motor
- 2. Diseño general de la instalación**
  - 2.1. Listado de aparamenta
    - 2.1.1. Transformador de MT/BT
    - 2.1.2. Juego de barras y cuadros de BT
    - 2.1.3. Interruptor automático

- 2.1.4. Programa de cables
- 2.1.5. Cable de MT
- 2.1.6. Protector de sobretensiones
- 3. Notas de cálculo**
- 3.1. Circuitos de la fuente
- 3.1.1. Circuito Fuente 43
- 3.2. Sobretensiones circuitos de pararrayos
- 3.2.1. Circuito Limitador de sobretensión 44
- 3.3. Circuitos de carga genérica
- 3.3.1. Circuito Oficinas
- 3.3.2. Circuito Vestuarios
- 3.4. Circuitos de carga de la iluminación
- 3.4.1. Circuito torre iluminación
- 3.5. Circuitos de carga de las tomas de corriente
- 3.5.1. Circuito toma auxiliar cinta
- 3.5.2. Circuito toma auxiliar trituradora
- 3.5.3. Circuito toma corriente almacén
- 3.6. Conjunto del regulador de arranque
- 3.6.1. Circuito Trituradora
- 3.6.2. Circuito Criba
- 3.6.3. Circuito Cinta
- 3.7. Circuitos del juego de barras
- 3.7.1. Circuito WC 8

## **ANEXO N° 5: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

- 1. Comercialización y ventas**
- 2. Análisis económico**
- 2.1. Previsión de inversiones
- 2.1.1. Costes de capital fijo
- 2.1.2. Costes de capital circulante
- 2.1.3. Resumen de inversiones
- 2.2. Ingresos anuales por ventas
- 2.3. Previsión gastos anuales y costes de operación

- 2.3.1. Costes directos
- 2.3.2. Resumen de los costes directos/variables
- 2.3.3. Costes fijos / Indirectos
- 2.3.4. Resumen costes fijos / indirectos
- 2.4. Previsión de cuenta de resultados simplificada
- 3. Plan de financiación**
- 4. Análisis de rentabilidad**
- 5. Conclusiones de viabilidad**
- 5.1. Viabilidad técnica
- 5.2. Viabilidad económica y financiera

## **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

- 1. Situación y trazado A-32
- 2. Explotaciones existentes
- 3. Area de estudio delimitada
- 4. Entorno geológico área de estudio
- 5. Areas geológicas seleccionadas
- 6. Areas seleccionadas por infraestructuras de transporte
- 7. Espacios protegidos y vías pecuarias
- 8. Dominio público hidráulico
- 9. Yacimientos arqueológicos
- 10. Areas desestimadas
- 11. Zonas propuestas a estudio
- 12. Localizaciones propuestas
- 13. Emplazamiento seleccionado
- 14. Geología del emplazamiento
- 15. Topografía y limites autorización
- 16. Perfiles y cubicación 1
- 17. Perfiles y cubicación 2
- 18. Accesos y vallado
- 19. Red drenaje
- 20. Fase 0
- 21. Fase 1

- 22. Fase 2
- 23. Fase 3
- 24. Fase 4
- 25. Fase 5
- 26. Cubicación
- 27. Estado final explotación
- 28. Restauración
- 29. Revegetación y clausura
- 30. Planta de tratamiento
- 31. Diagrama de procesos 1
- 32. Diagrama de procesos 2
- 33. Cimentación losa de apoyo
- 34. Esquema eléctrico
- 35. Voladura tipo 1
- 36. Voladura tipo 2

### **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **1. Pliego de condiciones generales**

- 1.1. Disposiciones generales
- 1.2. Condiciones facultativas
  - 1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas
  - 1.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista
  - 1.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares
  - 1.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas
- 1.3. Condiciones económicas
  - 1.3.1. Principio general
  - 1.3.2. Fianzas
  - 1.3.3. De los precios
  - 1.3.4. Obras de administración
  - 1.3.5. De la valoración y abono de los trabajos
  - 1.3.6. De las indemnizaciones mutuas
  - 1.3.7. Varios

- 2. Pliego de condiciones particulares**
- 2.1. Pliego de condiciones de índole técnica
  - 2.1.1. De las características de los materiales
  - 2.1.2. Ejecución de las obras
- 2.2. Pliego de condiciones de índole facultativa
- 2.3. Pliego de condiciones de índole económica
- 2.4. Pliego de condiciones de índole legal

#### **DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO**

- 1. Cuadro de precios**
- 2. Mediciones**
- 3. Presupuesto parcial**
- 4. Presupuesto total**

## LISTADO DE FIGURAS MEMORIA

|               |                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| Figura nº 1:  | Traza A-32 Tramo: Torreperogil-Villacarrillo                           |
| Figura nº 2:  | Explotaciones existentes en la zona                                    |
| Figura nº 3:  | Delimitación del área de estudio                                       |
| Figura nº 4:  | Área de estudio, trazado tramo A-32 y entorno geológico                |
| Figura nº 5:  | Área geológica seleccionada en función de los materiales               |
| Figura nº 6:  | Área idónea por infraestructuras de transporte                         |
| Figura nº 7:  | Área de estudio y espacios protegidos en la zona                       |
| Figura nº 8:  | Área de estudio y vías pecuarias existentes                            |
| Figura nº 9:  | Zonas con riesgo de inundación (100 años) y dominio público hidráulico |
| Figura nº 10: | Yacimientos arqueológicos registrados en la zona                       |
| Figura nº 11: | Área de estudio y zonas desestimadas                                   |
| Figura nº 12: | Área de estudio y zonas propuestas a estudio                           |
| Figura nº 13: | Zona A y localizaciones posibles                                       |
| Figura nº 14: | Fotografía localización nº 1 en la Zona A                              |
| Figura nº 15: | Fotografía localización nº 3 en la Zona A                              |
| Figura nº 16: | Zona B y localizaciones posibles                                       |
| Figura nº 17: | Fotografía localización nº 1 en la Zona B                              |
| Figura nº 18: | Fotografía localización nº 2 en la Zona B                              |
| Figura nº 19: | Fotografía localización nº 2 en la Zona B                              |
| Figura nº 20: | Zonas C sin localizaciones consideradas                                |
| Figura nº 21: | Zona D y localización descartada                                       |
| Figura nº 22: | Fotografía localización descartada en Zona D                           |
| Figura nº 23: | Zona E y localizaciones descartadas                                    |
| Figura nº 24: | Emplazamiento localización nº 2 en la Zona B                           |
| Figura nº 25: | Fotografía detalle localización nº 2 en la Zona B                      |
| Figura nº 26: | Detalle frente localización nº 2 en la Zona B                          |
| Figura nº 27: | Emplazamiento localización nº 3 en la Zona B                           |
| Figura nº 28: | Fotografía detalle localización nº 3 en la Zona B                      |
| Figura nº 29: | Geología del emplazamiento                                             |
| Figura nº 30: | Corte geológico de la zona y columna estratigráfica                    |
| Figura nº 31: | Esquema paleográfico de la zona                                        |
| Figura nº 32: | Estructura del yacimiento zona superior                                |
| Figura nº 33: | Estructura del yacimiento zona inferior                                |
| Figura nº 34: | Detalle meteorización grado II                                         |
| Figura nº 35: | Detalle meteorización grado III                                        |
| Figura nº 36: | Detalle meteorización grado IV-V                                       |
| Figura nº 37: | Fracturadas parcialmente mineralizadas en las dolomías                 |



- Figura nº 38: Nivel freático y selección de ábaco de Hoek y Bray
- Figura nº 39: Cálculo del factor de seguridad talud banco trabajo con el ábaco de Hoek y Bray
- Figura nº 40: Cálculo del factor de seguridad talud final explotación con el ábaco de Hoek y Bray
- Figura nº 42: Entorno hidrológico y acuíferos de la zona
- Figura nº 43: Límites de explotación y perfiles realizados
- Figura nº 44: Perfiles obtenidos
- Figura nº 45: Esquema explotación en ladera
- Figura nº 46: Pistas de transporte y acceso
- Figura nº 47: Red de drenaje de la explotación
- Figura nº 48: Subcuencas hidrográficas con afección a la explotación
- Figura nº 49: Mapa Isolíneas del coef. de variación y valor medio máxima precipitación diaria anual
- Figura nº 50: Mapa Isolíneas (I1 / Id)
- Figura nº 51: Mapa Isolíneas coeficiente corrector umbral de escorrentía
- Figura nº 52: Dimensiones de la cuneta
- Figura nº 53: Dimensiones de la balsa de decantación
- Figura nº 54: Fase 0 de explotación
- Figura nº 55: Fase 1 de explotación
- Figura nº 56: Fase 2 de explotación
- Figura nº 57: Fase 3 de explotación
- Figura nº 58: Fase 4 de explotación
- Figura nº 59: Fase 5 de explotación
- Figura nº 60: Índice de excavabilidad de las rocas Franklin (1974)
- Figura nº 61: Equipo de perforación Smartroc T35 de Atlas Copco
- Figura nº 62: Características técnicas del equipo Smartroc T35 de Atlas Copco
- Figura nº 63: Dimensiones del equipo Smartroc T35 de Atlas Copco
- Figura nº 64: Ciclos de tiempo de operación de equipos retroexcavadores de Caterpillar
- Figura nº 65: Equipo de carga retroexcavadora sobre orugas modelo 320E de Caterpillar
- Figura nº 66: Selección de cazo para retroexcavadora 320E de Caterpillar
- Figura nº 67: Alcance máximo retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar
- Figura nº 68: Características técnicas retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar
- Figura nº 69: Dimensiones retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar
- Figura nº 70: Pala cargadora modelo WA 470 de Komatsu
- Figura nº 71: Características técnicas pala cargadora modelo WA 470 de Komatsu
- Figura nº 72: Características técnicas camión-dumper modelo TGS 33.480 6x4 BB de MAN
- Figura nº 73: Equipo de transporte camión-dumper modelo TGS 33.480 6x4 BB de MAN.
- Figura nº 74: Acoplamiento y tiempos de espera equipos de carga y transporte
- Figura nº 75: Características técnicas vehículo de transporte modelo Mitsubishi L-200
- Figura nº 76 : Características técnicas camión de servicio modelo Nissan Atleon 56.15

- Figura nº 77 : Camión de servicio modelo Nissan Atleon 56.15. portacontenedores y contenedores para diferentes utilidades ( cisterna de gasoil, cajon-pluma y cisterna para riego)
- Figura nº 78: Martillo hidráulico modelo GH9 de NPK
- Figura nº 79: Bomba de achique con motor diesel modelo Heidra 80 de TST
- Figura nº 80: Compresor de aire
- Figura nº 81: Equipo de soldadura
- Figura nº 82: Grupo electrógeno
- Figura nº 83: Torre de iluminación
- Figura nº 84: Estructura de personal
- Figura nº 85: Selección del sistema de perforación.
- Figura nº 86: Comparativa de precios de los explosivos industriales
- Figura nº 87: Características explosivo Riogel Troner
- Figura nº 88: Características explosivo Rioxam LD
- Figura nº 89: Características de una voladura a cielo abierto.
- Figura nº 90: Perforación vertical vs perforación inclinada
- Figura nº 91: Esquemas de perforación más usuales
- Figura nº 92: Esquema voladura Tipo 1
- Figura nº 93: Secuencia de detonación voladura Tipo 1
- Figura nº 94: Esquema voladura Tipo 2
- Figura nº 95: Secuencia detonación voladura Tipo 2
- Figura nº 96: Gráfico carga-distancia, selección del tipo de estudio
- Figura nº 97: Tabla carga distancia voladuras tipo
- Figura nº 98: Curva granulométrica voladuras tipo
- Figura nº 99: Factor de reducción.
- Figura nº 100: Curvas elección tipo de equipo trituración primaria
- Figura nº 101: Porcentaje de paso en función del Dmax para trituradoras
- Figura nº 102: Equipo de trituración primaria Sandvik CJ211
- Figura nº 103: Curva granulométrica producida por el equipo de trituración primaria Sandvik CJ211
- Figura nº 104: Equipo de trituración secundaria Sandvik CI512
- Figura nº 105: Curva granulométrica producida por equipo de trituración secundaria Sandvik CI512
- Figura nº 106: Criba primaria CVT-1025 de Triman Minerals
- Figura nº 107: Criba primaria CVT-1235 de Triman Minerals
- Figura nº 108: Curva granulométrica a la salida del equipo Lokotrack LT1213
- Figura nº 109: Criba Lokotrack ST352 de Metso
- Figura nº 110: Esquema de cinta transportadora
- Figura nº 111: Cinta transportadora seleccionada

- Figura nº 112: Diagrama proceso 1ª fase de explotación configuración para suelo seleccionado
- Figura nº 113: Diagrama proceso 1ª fase de explotación configuración para suelo seleccionado y zahorra ZA(25)
- Figura nº 114: Diagrama proceso 2ª fase de explotación
- Figura nº 115: Fotografía estado actual del acceso a la explotación
- Figura nº 116: Ejemplos panel informativo
- Figura nº 117: Vallado cinagético perimetral
- Figura nº 118: Dimensiones de la cuneta
- Figura nº 119: Dimensiones de la balsa de decantación
- Figura nº 120: Detalle losa cargadero
- Figura nº 121: Módulo prefabricado oficina
- Figura nº 122: Módulo prefabricado vestuarios
- Figura nº 123: Módulo prefabricado sanitario
- Figura nº 124: Módulo taller-almacén
- Figura nº 125: Depósito abastecimiento agua
- Figura nº 126: Fosa séptica saneamiento
- Figura nº 127: Esquema unifilar
- Figura nº 128: Plan de ejecución

## LISTADO DE TABLAS MEMORIA

|              |                                                                                |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Tabla nº 1:  | Materiales A-32 Tramo: Torreperogil-Villacarrillo                              |
| Tabla nº 2:  | Materiales A-32                                                                |
| Tabla nº 3:  | Explotaciones de la zona y distancia al centro de la traza                     |
| Tabla nº 4:  | Arroyos zona de estudio                                                        |
| Tabla nº 5:  | Escala de meteorización ISRM (1977)                                            |
| Tabla nº 6:  | Discontinuidades                                                               |
| Tabla nº 7:  | Características físicas y mecánicas de la roca                                 |
| Tabla nº 8:  | Cálculo del RMR                                                                |
| Tabla nº 9:  | Ajuste del valor RMR por orientación de las discontinuidades                   |
| Tabla nº 10: | Clasificación del macizo rocoso mediante RMR                                   |
| Tabla nº 11: | Características yacimiento                                                     |
| Tabla nº 12: | Datos de cálculo de los taludes mediante ábaco de Hoek y Bray                  |
| Tabla nº 13: | Coordenadas Permiso de Investigación                                           |
| Tabla nº 14: | Coordenadas Autorización de Explotación                                        |
| Tabla nº 15: | Volumen de reservas a explotar                                                 |
| Tabla nº 16: | Producción de la explotación                                                   |
| Tabla nº 16: | Superficie subcuencas hidrográficas con afección a la explotación              |
| Tabla nº 17: | Pendiente subcuencas hidrográficas con afección a la explotación               |
| Tabla nº 18: | Tiempo de concentración subcuencas hidrográficas con afección a la explotación |
| Tabla nº 19: | Intensidad máxima para el tiempo de concentración                              |
| Tabla nº 20: | Estimación inicial del umbral de escorrentía P0                                |
| Tabla nº 21: | Calificación de suelos para determinar el umbral de escorrentía P0             |
| Tabla nº 22: | Escorrentía de subcuencas hidrográficas con afección a la explotación          |
| Tabla nº 23: | Caudal de subcuencas hidrográficas con afección a la explotación               |
| Tabla nº 24: | Dimensiones de las cunetas por subcuencas                                      |
| Tabla nº 25: | Volumen excavado cuñas fase 1                                                  |
| Tabla nº 26: | Volumen excavado fase 2                                                        |
| Tabla nº 27: | Volumen excavado fase 3                                                        |
| Tabla nº 28: | Volumen excavado fase 4                                                        |
| Tabla nº 29: | Volumen excavado fase 5                                                        |
| Tabla nº 30: | Distribución de la producción                                                  |
| Tabla nº 31: | Duración de las fases de explotación                                           |
| Tabla nº 32: | Producción estimada                                                            |
| Tabla nº 33: | Factores de eficiencia y organización                                          |
| Tabla nº 34: | Coeficientes de disponibilidad mecánica                                        |
| Tabla nº 35: | Factores de llenado del cucharón en función del material.                      |
| Tabla nº 36: | Capacidad de cazo en función del modelo de retroexcavadoras Caterpillar        |

|              |                                                           |
|--------------|-----------------------------------------------------------|
| Tabla nº 37: | Característica de la voladura Tipo 1                      |
| Tabla nº 38: | Tiempos secuencia detonación voladura Tipo 1              |
| Tabla nº 39: | Características voladura Tipo 2                           |
| Tabla nº 40: | Tiempo secuencia detonación voladura Tipo 2               |
| Tabla nº 41: | Instalaciones existentes, grupo y distancia               |
| Tabla nº 42: | Carga corregida                                           |
| Tabla nº 43: | Cálculos cargas corregidas                                |
| Tabla nº 44: | Variables del factor de roca                              |
| Tabla nº 45: | Influencia de las variables de diseño sobre el valor de u |
| Tabla nº 46: | Modelo de Kuz-Ram para las voladuras tipo                 |
| Tabla nº 47: | Características granulométricas de la zahorra ZA(25)      |
| Tabla nº 48: | Características equipo de trituración primaria            |
| Tabla nº 49: | Características equipo de trituración secundaria          |
| Tabla nº 50: | Capacidad Básica                                          |
| Tabla nº 51: | Factor de rechazo                                         |
| Tabla nº 52: | Factor de semitamaño                                      |
| Tabla nº 53: | Factor de eficiencia                                      |
| Tabla nº 54: | Factor de agua de riego                                   |
| Tabla nº 55: | Factor de lajas                                           |
| Tabla nº 56: | Factor de área libre de paso                              |
| Tabla nº 57: | Factor de área libre de malla para distintos materiales   |
| Tabla nº 58: | Producción de cintas.                                     |
| Tabla nº 59: | Cálculo valor potencia N1                                 |
| Tabla nº 60: | Cálculo valor potencia N2                                 |
| Tabla nº 61: | Cálculo valor potencia N3                                 |
| Tabla nº 62: | Características cinta transportadora                      |
| Tabla nº 63: | Características losa cargadero                            |
| Tabla nº 64: | Potencia total demandada                                  |
| Tabla nº 65: | Electrodos puesta tierra                                  |
| Tabla nº 66: | Conductores puesta tierra                                 |
| Tabla nº 67: | Potencia comercial instalada                              |
| Tabla nº 68: | Cálculo conductores                                       |

## **0. Resumen**

En el presente proyecto se determina el diseño y desarrollo integro de una explotación minera para producción de áridos, destinados fundamentalmente al abastecimiento en las obras de construcción de la autovía A-32.

En el mismo se recoge desde el proceso de selección del emplazamiento idóneo, el diseño de la explotación y de su planta de tratamiento de áridos, estudio de seguridad, como aspectos mediambientales tales como su evaluación de impacto mediambiental y plan de restauración, finalizando con su estudio de viabilidad económica. Se tratapor tanto de un proyecto integral que abarca la actividad minera y empresarial desde su inicio hasta su fin.

## **0. Abstract**

In the present project design and integrated development of mining for aggregates production , mainly destined to supply in the construction of the A- 32 is determined.

The same is collected from the process of selecting a suitable location , the design of the holding and its treatment plant aggregates, safety study , as certain environmental aspects such as assessment mediambiental impact and restoration plan , ending with his economic feasibility study . Tratapor is both a comprehensive project covering mining and business from its beginning to its end.

## **DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**

## **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

### **1. Introducción**

#### **1.1. Objetivos y alcance**

El presente proyecto pretende como objetivo abordar cada uno de los pasos necesarios en el diseño completo de una cantera para suministro de áridos durante la ejecución de la Autovía A-32. El diseño se centrará en los tramos Torreperogil - Villacarrillo, a su paso por la provincia de Jaén.

Este documento se desarrollará con arreglo a los pasos siguientes:

- Evaluación de las necesidades de la obra (Autovía A-32).
- Estudio de los posibles emplazamientos y selección del emplazamiento más idóneo.
- Estudio medioambiental.
- Diseño y selección del método de explotación de la cantera.
- Diseño de su planta de trituración y cribado y demás elementos que la integren.
- Confección del estudio de seguridad y del programa de mantenimiento.
- Diseño del plan de restauración de la explotación.
- Memoria económica y estudio de viabilidad de la explotación.

#### **1.2. Antecedentes**

Actualmente, la conexión por carretera entre las provincias de Jaén y Albacete se produce mediante el eje Linares-Albacete, que se desarrolla a través de la N-322.

Si nos centramos en la N-322 a su paso por la provincia de Jaén, ésta concentra intensidades de tráfico importantes entre las localidades de Linares y Torreperogil y su intensidad va decreciendo conforme nos aproximamos a Villanueva de la Reina. Además, el tráfico de largo recorrido es poco importante, siendo mucho más relevante el tráfico en trayectos cortos, principalmente entre las poblaciones que se encuentran en la Loma de



Úbeda. Con respecto al nivel de crecimiento de tráfico en la N-322 se observó un importante crecimiento paulatino en los últimos años.



**Figura nº 1 : Traza A-32 Tramo: Torreperogil-Villacarrillo**

Así, a partir de la necesidad de una conexión rápida y fluida desde el noreste de Andalucía y el Levante Español, que conectara los ejes Sevilla-Bailen y Albacete-Valencia, se planteó la necesidad de la construcción de la futura Autovía A-32 Linares-Albacete. Los estudios iniciales para la realización de la misma comenzaron en 2003 con el Estudio informativo EI.1-E-107 "Autovía A-32. Linares-Albacete". Así, la construcción de la autovía supondría una mayor captación del tráfico de largo recorrido entre Andalucía y el Levante y además proporcionaría una mayor fluidez al tráfico rodado en la Loma de Úbeda. Posteriormente con la Aprobación Provisional del Estudio Informativo en 2005, se definió el trazado definitivo por el que discurriría y se dividió para su ejecución en diferentes tramos.

Para el objeto de nuestro proyecto nos centraremos en el tramo de la A-32 que discurre entre las poblaciones de Torreperogil y Villacarrillo (Figura nº1).

Es indudable, que la construcción de una infraestructura viaria, como en nuestro caso de una autovía, lleva acarreada la necesidad de suministro de un gran volumen de áridos. A su vez, plantea la necesidad de que la distancia de transporte de dicho material,

desde el origen al punto de utilización, sea lo más reducida posible a fin de economizar costos.

Centrándonos nuevamente en el tramo Torreperogil-Villacarrillo, podemos observar (Figura nº 2) elevadas distancias existentes entre las diferentes explotaciones activas en la zona y el trazado del tramo en cuestión.

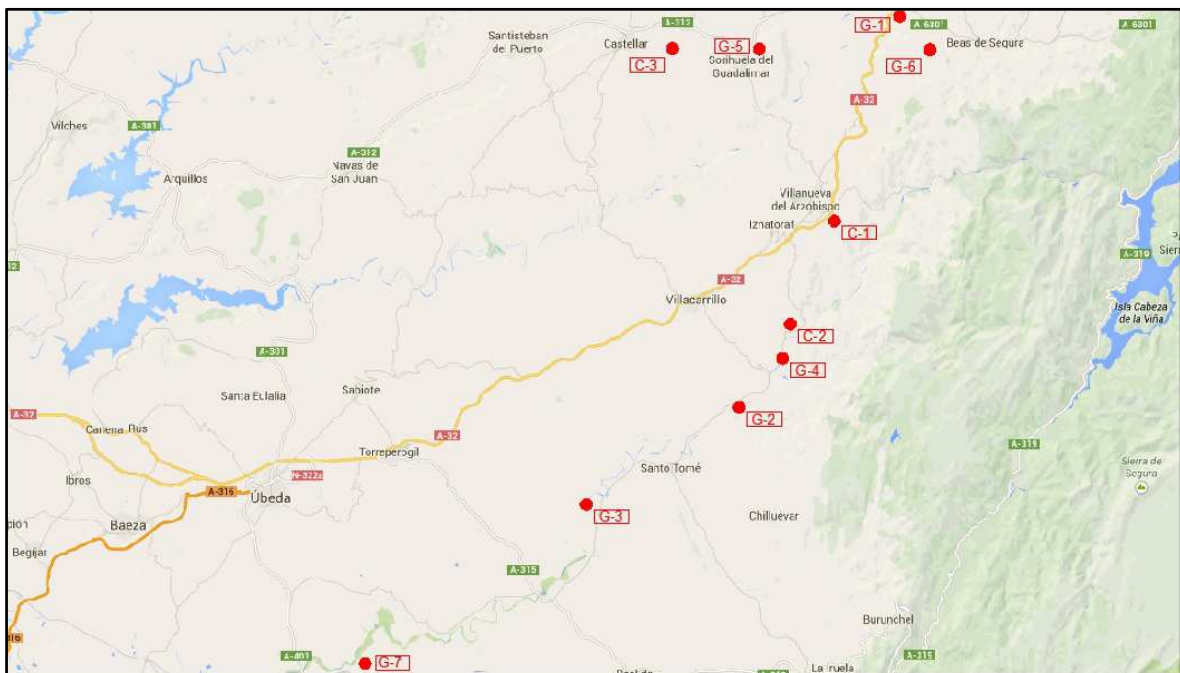


**Figura nº 2 : Explotaciones existentes en la zona**

Ante esta situación, se plantea la búsqueda y estudio de una explotación alternativa a las existentes, que pueda suministrar los materiales requeridos en la ejecución de la autovía, con distancias de transporte inferiores y por consiguiente a un menor coste.

### **1.3. Evaluación de las necesidades del proyecto**

Para la evaluación de las necesidades de nuestro Proyecto nos remitimos al proyecto del tramo en estudio, es decir: "Proyecto de Construcción de la Autovía A-32. Tramo: Torreperogil-Villacarrillo".

En el estudio de dicho proyecto aparecen reflejados suelos y áridos, que no siendo posible su obtención mediante excavación en la traza o por préstamos, deben ser suministrados desde explotaciones cercanas. A su vez, aparecen indicados los requisitos y características a cumplir por los mismos.

Así obtenemos principalmente tres tipos de materiales diferenciados:

- **Suelo procedente de cantera para formar suelo estabilizado S-EST3** en explanada: La estabilización in situ tipo S-EST3 se realizará necesariamente con cemento y los suelos procedentes de la traza no son aptos para dicha estabilización, lo que motiva que la totalidad de los suelos a estabilizar necesariamente procedan de cantera. Deberán cumplir los requisitos del artículo 512 del PG-3.
- **Suelo seleccionado de CBR>20** para cuñas de transición en trasdos de estructuras y obras de fábrica.
- **Zahorra artificial ZA(25)**, para firmes tipo 231.

Resumiendo las cantidades obtenidas, obtenemos:

| <b>Tramo</b><br><b>Material</b> | <b>Torreperogil</b><br>-<br><b>Villacarrillo</b> |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| Suelo para S-EST3               | 126.766 m <sup>3</sup>                           |
| Suelo Seleccionado              | 32.238 m <sup>3</sup>                            |
| ZA(25)                          | 76.819 m <sup>3</sup>                            |

**Tabla nº 1 : Materiales A-32 Tramo: Torreperogil-Villacarrillo**

Lo que representa un volumen total entre los diferentes materiales de 235.823 m<sup>3</sup>.

Accesoriamente, a través de esta explotación se pueden proporcionar materiales también al siguiente tramo de la A-32 en su tramo Villacarrillo - Villanueva del Arzobispo, con lo que potencialmente las cantidades obtenidas pueden elevarse, obteniéndose:

| <b>Tramo</b><br><b>Material</b> | <b>Torreperogil</b><br><b>-</b><br><b>Villacarrillo</b> | <b>Villacarrillo</b><br><b>-</b><br><b>Villanueva del</b><br><b>Arzobispo</b> | <b>Total</b>           |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Suelo para S-EST3               | 126.766 m <sup>3</sup>                                  | 155.073 m <sup>3</sup>                                                        | 281.839 m <sup>3</sup> |
| Suelo Seleccionado              | 32.238 m <sup>3</sup>                                   | 30.859 m <sup>3</sup>                                                         | 63.097 m <sup>3</sup>  |
| ZA(25)                          | 76.819 m <sup>3</sup>                                   | 80.908 m <sup>3</sup>                                                         | 157.726 m <sup>3</sup> |

**Tabla nº 2 : Materiales A-32**

Lo que representa un volumen total entre los diferentes materiales de 502.661 m<sup>3</sup>.

Dichos volúmenes totales se tomarán como base mínima para la selección y diseño de nuestra explotación.

#### **1.4. Metodología**

Los datos geológicos y medioambientales deber ser la base de la realización de un estudio previo y de un inventario de áridos. Un inventario de áridos consiste básicamente en definir las explotaciones potenciales de áridos en las proximidades de la zona de demanda. Se tendrán en cuenta los espacios protegidos por razones ecológicas, vías de comunicación, suelo urbanizable, agrícola, impacto visual, etc.

Todo ello debe hacerse tomando en consideración la demanda de áridos previsible en cantidad y calidad, así como las características geológicas, geotécnicas y tecnológicas de los áridos de las zonas seleccionadas. Un buen inventario contemplará la posición del nivel freático respecto de una futura explotación, así como los planes de restauración de las explotaciones para su integración después del abandono.

De acuerdo con estas premisas, en primer lugar definiremos el área de estudio donde evaluar las posibles localizaciones. Seguidamente, analizaremos tanto las características geológicas como las geográficas de la zona delimitada anteriormente y se seleccionarán los posibles emplazamientos.

Por último, realizaremos un análisis de cada una de las alternativas previamente seleccionadas y se procederá a seleccionar el emplazamiento que se considere más idóneo, con la debida justificación de la solución adoptada.

## **2. Selección de localización**

### **2.1. Delimitación de la zona de estudio**

Para definir el área sobre la que realizar nuestro estudio nos centraremos primero sobre el eje que conforma la traza proyectada por la que discurre el tramo. Sobre este eje, se dispondrá un área que rodeará a dicha traza y estará delimitada por las diferentes explotaciones existentes en la zona con las distancias menor a dicha traza, dado que si la distancia no es inferior a la explotaciones existentes no será posible competir económicamente con las mismas.

Procedemos en primer lugar a una recopilación de todas las explotaciones activas e inactivas existentes en la zona, incluyendo las distancia existente desde las mismas al centro de la traza. Los datos obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:

| <b>Nº</b> | <b>Nombre</b>         | <b>Distancia Centro Taza<br/>(km)</b> | <b>Situación</b> |
|-----------|-----------------------|---------------------------------------|------------------|
| G-1       | Áridos El Cornicabral | 34,5                                  | Activa           |
| G-2       | Hormigones Veracruz   | 21,2                                  | Activa           |
| G-3       | Áridos Peña           | 26,3                                  | Activa           |
| G-4       | Áridos La Vega        | 20,3                                  | Activa           |
| G-5       | Gravera de Sorihuela  | 36,8                                  | Activa           |
| G-6       | Áridos Río Beas       | 36,1                                  | Activa           |
| G-7       | Gravera Juan Arias    | 34,4                                  | Activa           |
| C-1       | Agriáridos            | 20,9                                  | Activa           |
| C-2       | Ctra Mogón p.k.6      | 21,2                                  | Inactiva         |
| C-3       | Áridos Anaya          | 34                                    | Activa           |

**Tabla nº 3 : Explotaciones de la zona y distancia al centro de la traza**



Atendiendo a la metodología propuesta se ha determinado como distancia límite la proporcionada por la explotación Áridos La Vega, cuya distancia es de 20,3 km al centro de la traza. A partir de esta distancia y teniendo en cuenta los diferentes accidentes topográficos y las línea de comunicación existentes (caminos y carreteras), podemos delimitar el área geográfica denominada como zona de estudio (Figura nº3) y que comprende una superficie aproximada de 378,6 km<sup>2</sup>.

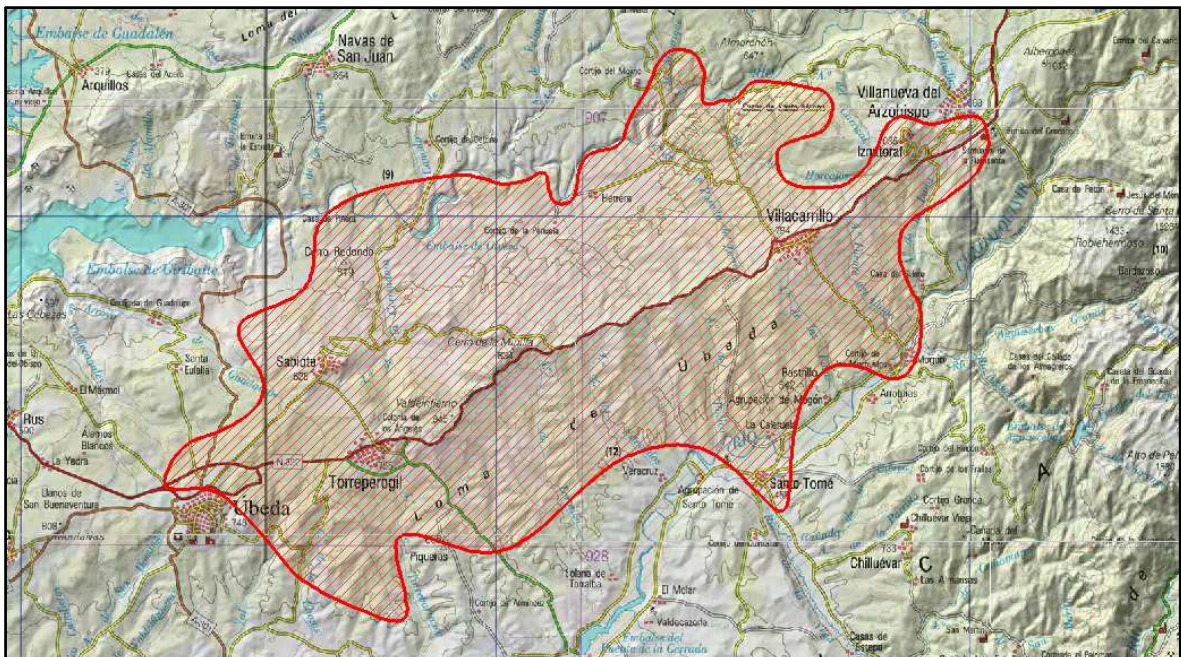


**Figura nº 3 : Delimitación del área de estudio**

## **2.2. Evaluación del área de estudio**

Una vez definida el área de estudio, se procede a continuación a realizar una evaluación pormenorizada del área, para lo que se tendrán en cuenta factores intrínsecos como las características geológicas o hidrogeológicas, junto con factores geográficos o antropogénicos como son las infraestructuras de transporte o las áreas protegidas ya sean naturales o arqueológicas. El estudio de estos factores se realizará de forma independiente y posteriormente se finalizará con el análisis global de los mismo, procediendo a la selección de los emplazamientos idóneos para la implantación de una futura explotación.

### **2.3. Características geológicas**

Se evalúan a continuación las características geológicas de los materiales existentes en la zona de estudio. Seguidamente se procederá a delimitar las zonas dentro del área de estudio que se consideren idóneas para la implantación de nuestra explotación.

La documentación utilizada en su elaboración ha consistido en:

- Mapas geológicos, publicados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a escala E 1/50.000 (Hojas nº 906 Úbeda y nº 907 Villacarrillo).
- Mapa de Rocas Industriales por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a escala E 1/200.000 (Hojas nº 70 Linares y nº 71 Villacarrillo).

Además de la cartografía digital proporcionada a través del navegador cartográfico del IGME mediante su aplicación GEOVEO.

#### **2.3.1. Naturaleza geológica del material existente en la zona de estudio**

Geológicamente hablando el área de estudio se encuentra enclavada dentro de la región que comprende el curso alto del río Guadalquivir, se corresponde en líneas generales con el extremo NE de la Cuenca Neógena del Guadalquivir. Y concretamente se halla centrada en la parte más oriental de la denominada Loma de Úbeda.

Dicha área se encuentra delimitada en su perímetro por elementos de tipo mecánico, del tipo de grandes fallas y mantos de cabalgamiento, a los que están asociados a su vez los cursos de los ríos Guadalimar y Guadalquivir.

Así, el área de estudio se encuentran tres unidades principales, asociadas a estas unidades morfológicas:

- Las formas tabulares de curso del río Guadalimar, que discurren de NE a O.
- Los relieves suaves de la Loma de Úbeda en el centro.

- La depresión del Guadalquivir, que discurre de E a SO.

Si bien, se puede decir que estas unidades tienen una clara génesis geológica y prácticamente coinciden con el esquema tectónico regional. Encontrándose en el punto de encuentro de las tres grandes unidades geológicas peninsulares: Escudo Hespérico, Depresión Neógena del Guadalquivir y Prebético Externo.

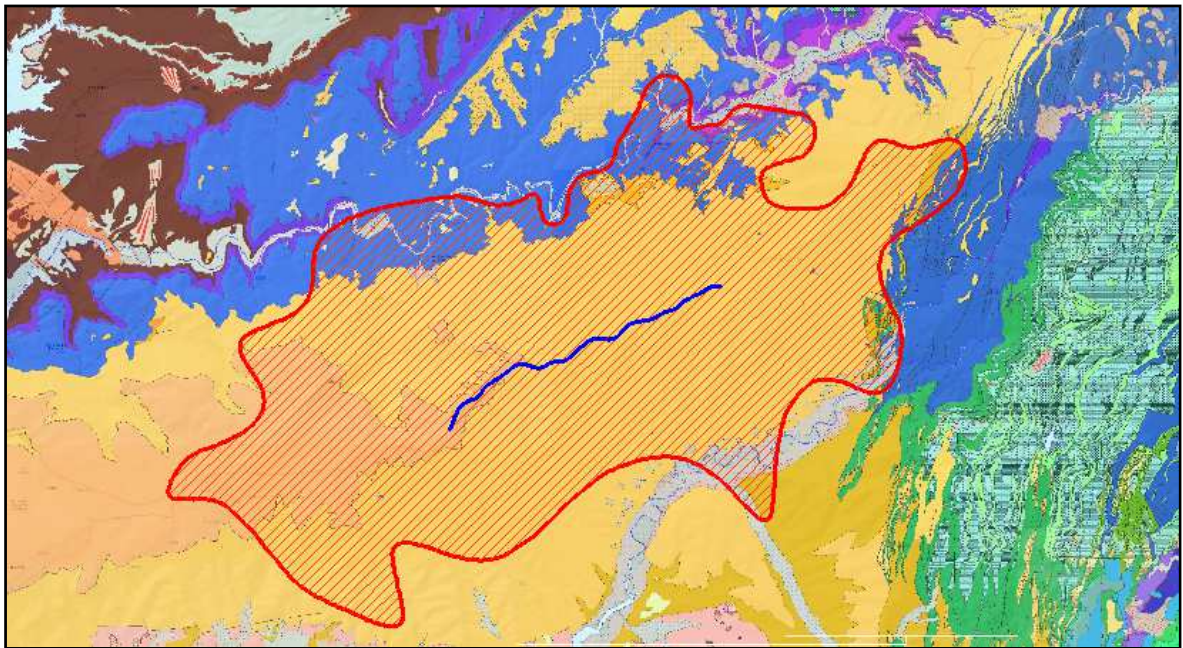


**Figura nº 4 : Área de estudio, trazado tramo A-32 y entorno geológico**

Por otra parte, se puede observar que el sustrato rocoso de la zona está formado por rocas sedimentarias deformadas y fracturadas por la orogenia alpina. Que afloran de forma intermitente, especialmente en los fondos de valle de la red de drenaje superficial, cuyo encajamiento ha desmantelado la cobertera sedimentaria post-alpina. Estos materiales se corresponden a edad Triásica, Jurásica y Cretácica. Si bien, los materiales de edad Jurásica y Cretácica afloran ampliamente en áreas alejadas hacia el Este de la zona de estudio y conforman los relieves de las Sierras de Cazorla y Segura; no obstante, al N del área de estudio llegan a tocarse puntalmente materiales del Jurásico que se corresponden con el valle del Guadalimar. Los depósitos triásicos a cretácicos prácticamente no llegan a aflorar dentro del área de estudio.



### Materiales del Mioceno:

La práctica totalidad de los materiales que se encuentran en área de estudio corresponden a los depósitos detríticos post-alpinos del Mioceno. Y están formados principalmente por arcillas pardas, arcillas margosas grises, margas e intercalaciones tabulares de areniscas y calizas blanquecinas. Estas se disponen de forma discordante sobre cualquiera de los materiales mesozoicos mediante discordancia erosiva.

Su origen se corresponde con sedimentos detríticos marinos, depositados durante un proceso de transgresión en una plataforma en la que no existían accidentes geográficos notables. Estos materiales constituyen un conjunto litológico relativamente homogéneo y constante, lo que refleja unas condiciones de sedimentación estables, los estratos se disponen de forma subhorizontal, presentando un diaclasado subvertical según dos familias y con un espaciado a macroescala de 0.4 a 0.6 m que facilita la alteración superficial de estos materiales.

En conjunto son materiales impermeables pero a través de algunos bancos de areniscas se pueden dar una permeabilidad intergranular, que puede originar niveles colgados de agua, aunque siempre de muy poca importancia.

Dentro de estos materiales podemos caracterizar tres tramos, pertenecientes a tres periodos distintos del desarrollo del terreno de la cuenca, pero que están íntimamente ligados:

- Tramo Inferior: de carácter detrítico de tamaño de grano más grueso, constituido por areniscas calcáreas y calizas bioclásticas de aspecto brechoide, de tonos blanquecinos, con disposición en bancos decimétricos individualizados.
- Tramo Intermedio: muy potente de margas grises blanquecinas con esporádicos bancos centimétricos de areniscas, más abundantes a techo, que dan paso al último tramo compuesto por areniscas calcáreas y calizas, con intercalaciones margosas blanquecinas.
- Tramo Superior: constituido por estratos de areniscas intercalados entre las margas, formando niveles flyschoides con varios metros de espesor que a su vez

alternan con otros de margas algo detríticas de aspecto masivo. El conjunto muestra tonos marrones claros blanquecinos.

#### Materiales del Jurásico:

Con respecto a los afloramientos de materiales del Jurásico, estos son pertenecientes al Lías y aparecen en la parte N del área de estudio. Estos se corresponden con la formación calizo-dolomítica denominada formación Beas de Segura, la cual se extiende desde Navas de San Juan hasta Cazorla.

Dentro de la gran uniformidad que presentan "a priori" estos materiales, se pueden distinguir dos tramos:

- Tramo Inferior: constituido por tres gruesas barras de dolomías finamente romboédricas, con estratificación muy tableada e incluso varvadas, separadas por dos tramos de margas dolomíticas, dolomías margosas y arcillas verdes, rojas y violáceas.
- Tramo Superior: que puede distinguirse por un aumento progresivo de los tramos blandos y la reducción de espesor de las barras dolomíticas. En el techo visible, aparece una barra calcárea blanca de 5 m de espesor.

#### Materiales del Cuaternario:

Los afloramientos de materiales del Cuaternario dentro del área de estudio se encuentran principalmente localizados en el valle del Guadalquivir, en las inmediaciones de Mogón y Santo Tomé. Estos materiales pertenecen al Pleistoceno y se corresponden con las terrazas de los ríos Guadalquivir y Guadalimar.

Dentro de los mismos se puede apreciar tres niveles diferenciados sólo morfológicamente. Los tres niveles presentan depósitos bien rodados, heterométricos y con ausencia total de grandes bloques, la naturaleza de los cantos es dolomítica. Sólo llama la atención en el nivel superior la aparición de unos limos rojos y una elevada pendiente.

Los recubrimientos cuaternarios existentes en la zona central del área de estudio son los pertenecientes a rellenos sedimentarios de fondo de valle, constituidos por arcillas y arcillas arenosas procedentes de la alteración de los materiales miocénicos de la zona. Son susceptibles a los cambios de humedad pudiendo ser removilizados con gran facilidad, tanto por el viento cuando se desecan así como por las aguas de carácter torrencial. Esta propiedad junto con su baja consolidación les hace susceptibles de presentar fenómenos de reptación y flujo.

### **2.3.2. Áreas seleccionadas geológicamente:**

Dado que la futura explotación debe satisfacer la demanda de los materiales anteriormente indicados (suelo procedente de cantera para formar suelo estabilizado S-EST3, suelo seleccionado de CBR>20 y zahorra artificial ZA25), la selección de la localización se debe centrar en las zonas donde exista afloramiento de materiales capaces de proporcionar los mismos.

Es por lo cual que nos centraremos en las áreas donde existan afloramientos de materiales calizos, dolomíticos o granulares (gravas y arenas) los cuales se corresponden con una composición y granulometría acorde con las exigencias de nuestro proyecto.

Por tanto nos centraremos en materiales pertenecientes al Jurásico (calizas y dolomías), Cuaternario (gravas y arenas) y al tramo inferior del Mioceno (conglomerados y areniscas).

Los afloramientos de materiales del Jurásico, pertenecientes al Lías, aparecen en la parte N del área de estudio. Estos se corresponden con la formación calizo-dolomítica denominada formación Beas de Segura. Están constituidos por gruesas barras de dolomías finamente romboédricas, con estratificación muy tableada con un aumento progresivo de los tramos blandos y la reducción de espesor de las barras dolomíticas hacia techo, donde es visible aparece una barra calcárea blanca de 5 m de espesor.

Los afloramientos de materiales del Cuaternario, pertenecientes al Pleistoceno, se encuentran principalmente localizados en el valle del Guadalquivir, en las inmediaciones de Mogón y Santo Tomé. Estos materiales se corresponden con las terrazas de los ríos

Guadalquivir y Guadalimar. Los niveles presentan depósitos bien rodados, heterométricos y con ausencia total de grandes bloques, la naturaleza de los cantos es dolomítica.

Los afloramientos de materiales correspondientes al tramo inferior del Mioceno en el área de estudio se corresponden con materiales formados por conglomerados y areniscas calcáreas con escasas intercalaciones de margas pertenecientes a un abanico deltáico, se corresponden con época Tortonense. Se encuentran principalmente localizados en una franja paralela al valle del Guadalimar, cercano a núcleo urbano de Villacarrillo.

Considerando como idóneas estas áreas, reflejamos a continuación las mismas dentro del área de estudio seleccionada (Figura nº 5).

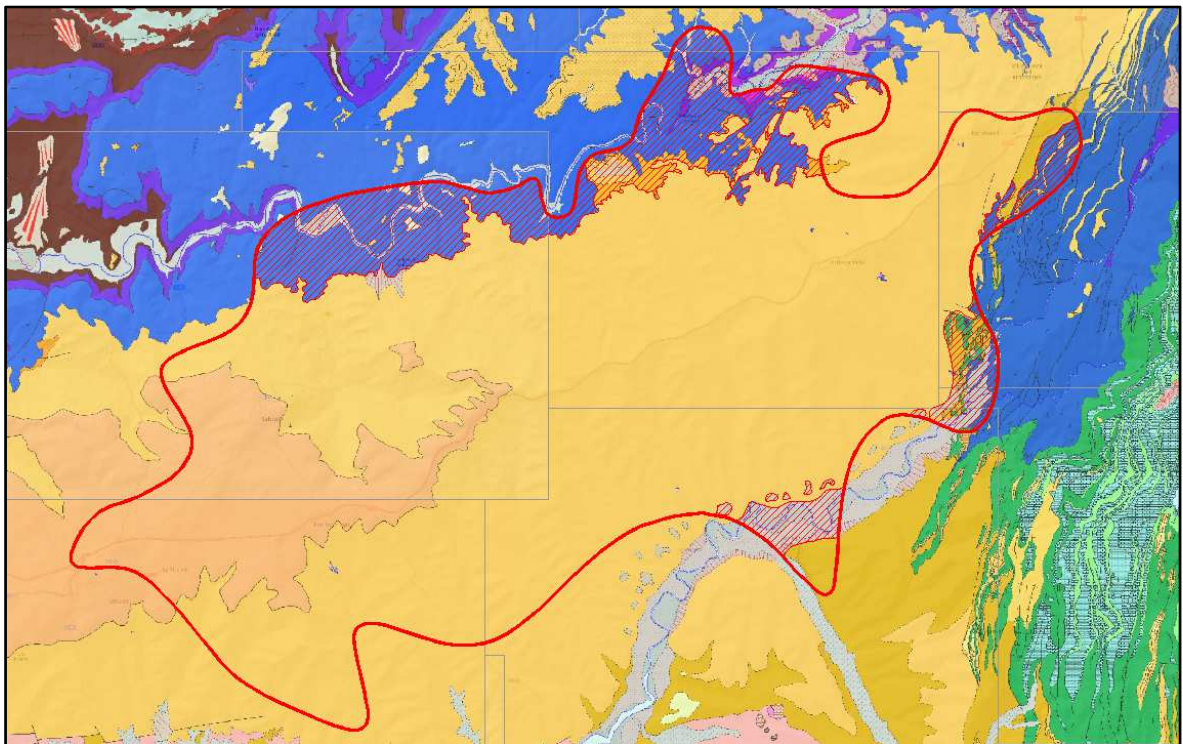


**Figura nº 5 : Área geológica seleccionada en función de los materiales**

Lo que reduce el área de estudio a un área cercana a los 62 km<sup>2</sup> de extensión.

## **2.4. Características geográficas o antropogénicas**

Se procede a continuación a la evaluación de las características geográficas o de origen antropogénico, que serán analizadas de forma independiente, delimitando para cada una las zonas dentro del área de estudio que se consideren idóneas para la implantación de nuestra explotación.

Así, desde el punto de vista puramente geográfico el área de estudio se encuentra situada a lo largo de la Loma de Úbeda, la cual está delimitada al NO por las estribaciones orientales de Sierra Morena y el Valle del río Guadalimar, y por el SE por las Sierras de Cazorla y Segura y la depresión producida por el río Guadalquivir.

### **2.4.1. Situación respecto a infraestructuras de transporte y comunicaciones**

Procedemos a la evaluación del área de estudio desde el punto de vista de las infraestructuras de transporte existentes en dicha zona. Para lo cual las áreas que tengan acceso a una carretera o camino asfaltado en un radio de 1000 m serán consideradas viables. Siendo las áreas que no tengan acceso a una pista asfaltada en menos de 1000 m descartadas, dadas las dificultades de habilitar una pista de ancho suficiente que permita el cruce de camiones con seguridad y teniendo en cuenta el coste de realización de la misma.

Una analizada la topografía existente de la zona y una vez limitada la distancia hasta una pista asfaltada (1.000 m), el área idónea por infraestructuras de transporte dentro de nuestra área estudio se muestra a continuación (Figura nº 6) se corresponde con el área no sombreada situada dentro del área de estudio:

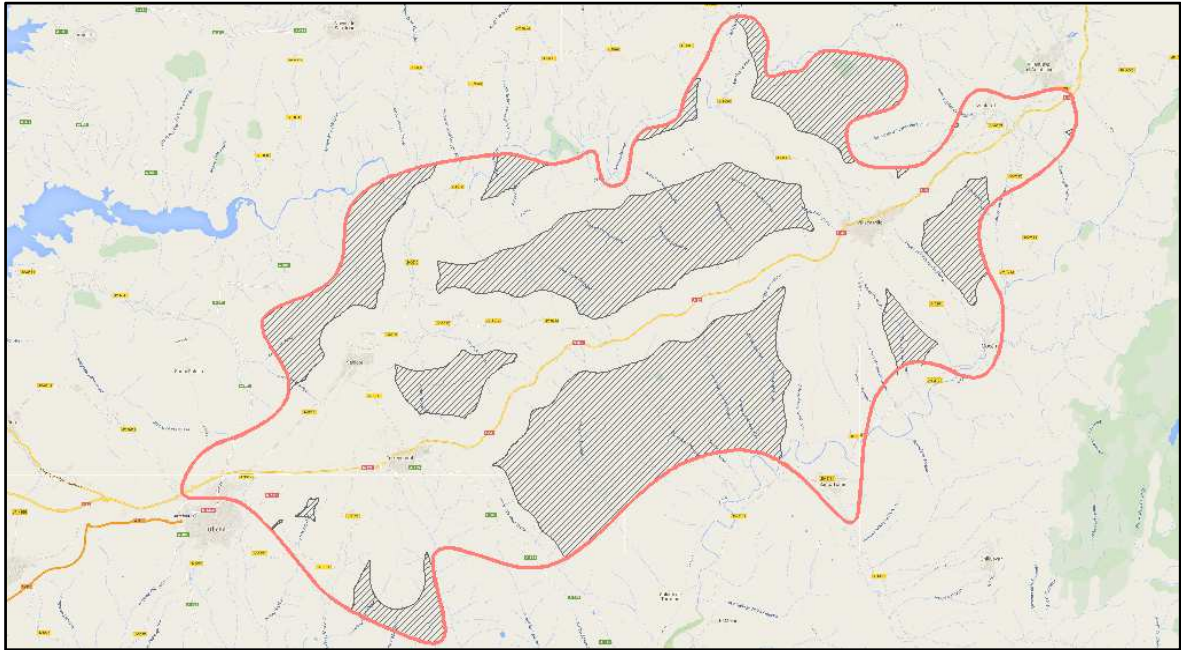


**Figura nº 6 : Área idónea por infraestructuras de transporte**

El área disponible se ve reducida con los parámetros seleccionados hasta los 238,7 km<sup>2</sup>.

#### **2.4.2. Situación respecto a espacios naturales protegidos**

En este apartado, se realizará una evaluación de la situación del área de estudio respecto a la existencia de espacios protegidos. Se contemplarán en primer lugar los diversos tipos de protección ambiental establecidas, como son los montes públicos, los monumentos naturales o geológicos, los espacios protegidos de la red natura 2000, los parques naturales o las reservas de la biosfera.

Para su estudio se ha utilizado el Visor OGC de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), en donde se encuentran recopilados los datos correspondientes al inventario de Vías Pecuarias, el catálogo de Montes Públicos de Andalucía y la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA) confeccionado por la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Del resultado del estudio de las áreas protegidas situadas en el interior del área de estudio se puede observar (Figura nº 7) que nos encontramos en un área



eminentemente agrícola, enclavada entre varios parques naturales (Sierra Magina, Cazorla Segura y las Villas y Despeñaperros) y sin una elevada densidad de población. Pese a lo cual, no existen áreas dotadas de protección medioambiental, salvo los cauces de los dos ríos que limitan el área (río Guadalimar al norte y el Guadalquivir al sur). Lo que es derivado principalmente por el uso agrícola, cultivo de olivar tradicional, de la práctica totalidad del área de estudio.

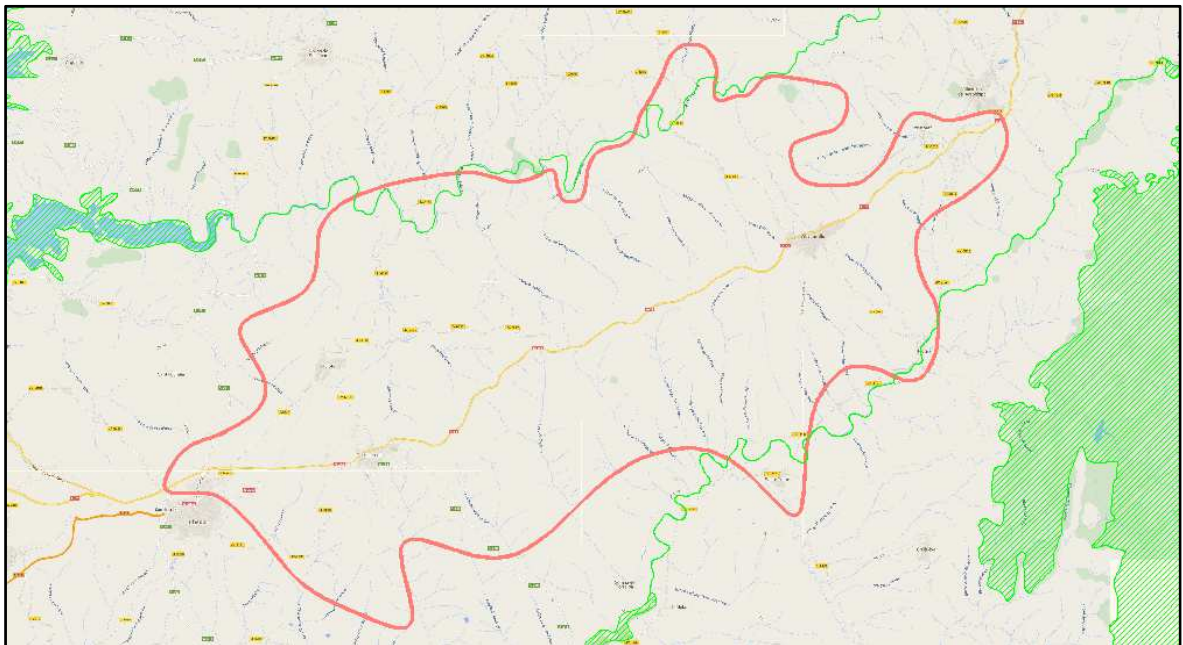


**Figura nº 7 : Área de estudio y espacios protegidos en la zona**

Separadamente estudiaremos las vías pecuarias que atraviesan la zona de estudio (Figura nº8). Donde podemos apreciar dos ejes diferenciados en las mismas, un primer eje que discurre de este a oeste relacionado tanto con los dos ríos principales de la zona (Guadalimar y Guadalquivir) como con el eje de la N-322 y otro de norte a sur relacionado con las dos poblaciones importantes de la zona de estudio (Torreperogil y Villacarrillo).

Se puede apreciar que dado el carácter puramente agrícola de la zona, la densidad en el número de vías pecuarias es significativamente inferior, con relación a zonas cercanas (sureste) donde tradicionalmente la existencia de explotaciones ganaderas ha sido mayor.

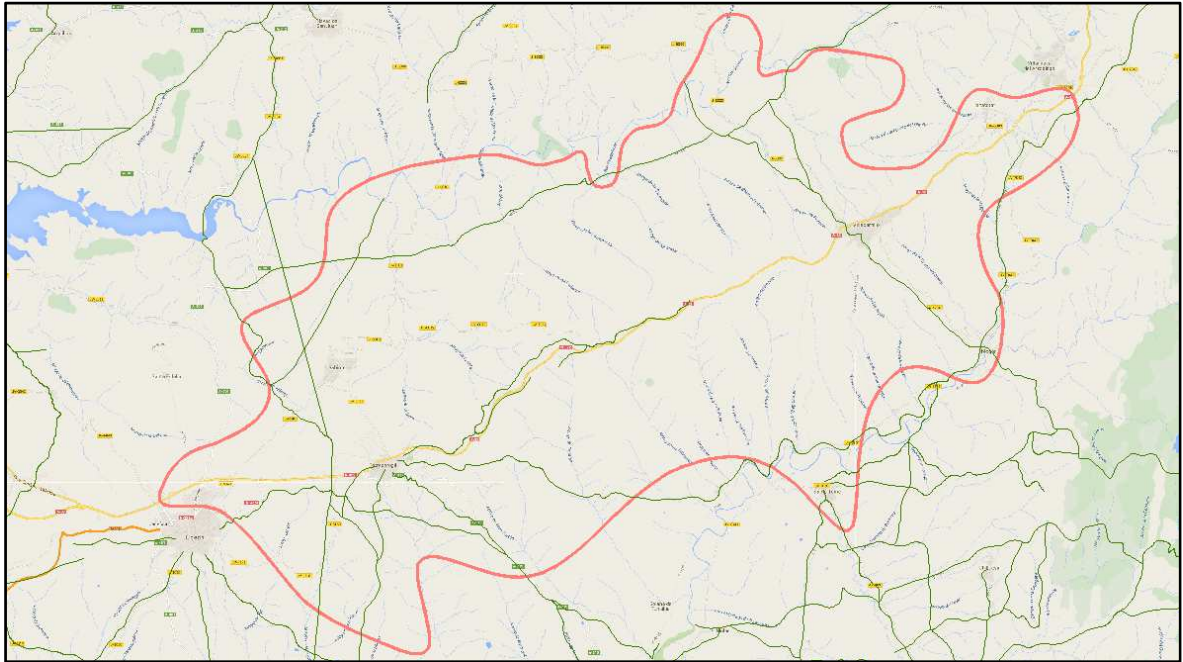


**Figura nº 8 : Área de estudio y vías pecuarias existentes**

#### **2.4.3. Red hidrográfica e infraestructuras hidráulicas**

La zona de estudio se encuentra enmarcada dentro de la influencia de dos ríos importantes, al NO por el río Guadalimar y al SE por el río Guadalquivir. Discurriendo entre ambas cuencas se encuentra la elevación de la loma de Úbeda, la cual presenta laderas disimétricas, con la del Guadalquivir más abrupta y algo más tendida la del Guadalimar.

La red de arroyos se encaja a lo largo de la loma, presentando un carácter claramente estacional con variaciones de caudal muy importantes y muy sensibles frente a las precipitaciones de carácter torrencial. A continuación se recoge una tabla con los arroyos con nombre que pertenecientes a los ríos Guadalimar y Guadalquivir se encuentran en la zona de estudio:



| <b>Arroyos Río Guadalquivir</b> | <b>Arroyos Río Guadalimar</b>   |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Arroyo del Barranco             | Arroyo de Sabiote               |
| Arroyo de la Lana               | Arroyo de la Rata               |
| Arroyo de la Melgareja          | Arroyo de las Cañadas           |
| Arroyo de la Fuente del Álamo   | Arroyo Ron                      |
| Arroyo de las Pozas             | Arroyo de los Guzmanes          |
| Arroyo de Juana Garrido         | Arroyo del Mostazar             |
| Arroyo del Retamar              | Arroyo de la Rinconada          |
| Arroyo del Barranco Lobo        | Arroyo del Herrera              |
| Arroyo del Pocico               | Arroyo de la Noria de Román     |
| Arroyo de las Erijuelas         | Arroyo del Pozuelo              |
| Arroyo de los turruñuelos       | Arroyo de la Fuente del Olmillo |
| Arroyo de la Noria              | Arroyo de las Quebradas         |
| Arroyo de los Estetados         |                                 |
| Arroyo de Torralba              |                                 |
| Arroyo de Vado Cortijo          |                                 |
| Arroyo de Torrebaranco          |                                 |
| Arroyo de las Chozas            |                                 |
| Arroyo del Val                  |                                 |

**Tabla nº 4 : Arroyos zona de estudio**

Dado el carácter claramente estacional del caudal de estos arroyos y las variaciones muy importantes asociadas a precipitaciones de carácter torrencial, continuaremos evaluando principalmente el riesgo potencial de inundación. Estudiaremos por tanto el área discriminando las zonas con una probabilidad media de inundación de 100 años y evitando a su vez las zonas que se encuentre dentro del dominio público hidráulico, para lo cual tomaremos como referencia la zona de flujo referente.

Para su estudio se ha utilizado la aplicación SNCZI - Inventario de Presas y Embalses del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en donde se

recogen todos los mapas de peligrosidad de inundaciones realizados por el Área de Medio Ambiente y por las Comunidades Autónomas dentro de sus competencias.

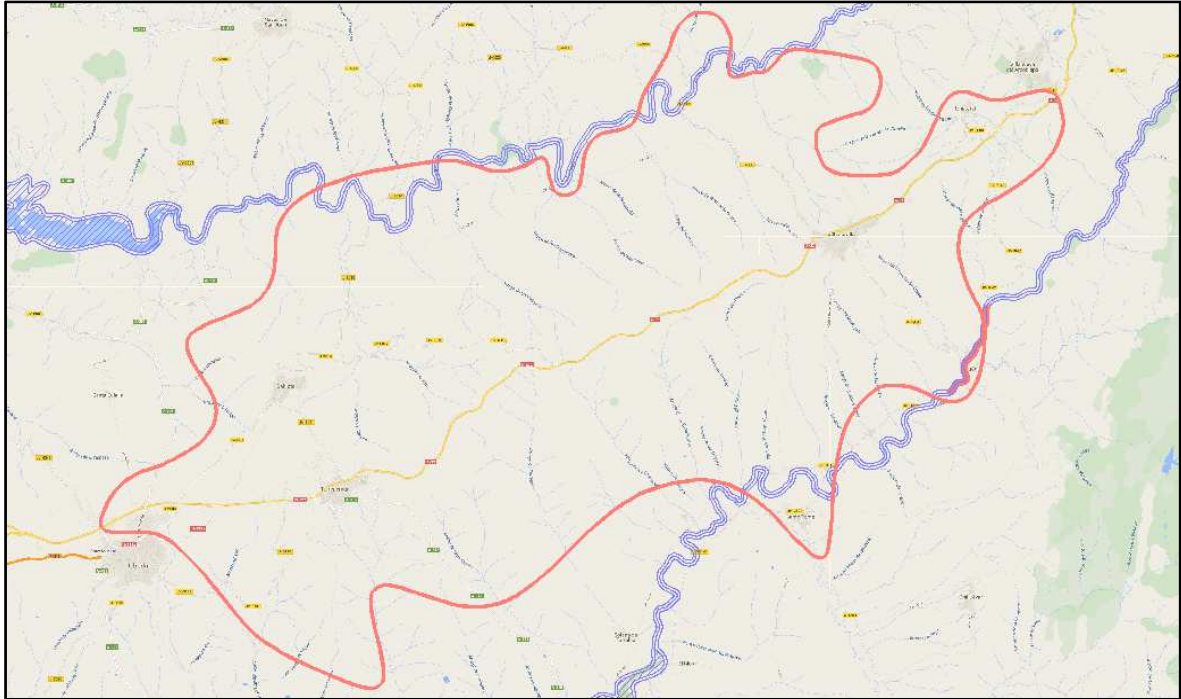


**Figura nº 9 : Zonas con riesgo de inundación (100 años) y dominio público hidráulico**

Una vez realizada la evaluación de la cartografía existente (Figura nº9), podemos observar la existencia de una área de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs). Este área se corresponde con el Río Guadalquivir a su paso por la población de Mogón, con una longitud establecida de 3.61 km y se encuentra recogida para mayor información en la Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundación (EPRI) realizadas por las autoridades competentes en materias de aguas con el código ES050 APSFR AG014.

#### **2.4.4. Yacimientos arqueológicos y patrimonio cultural**

Para la realización de la evaluación de los yacimientos arqueológicos y patrimonio cultural existente en el área de estudio se ha procedido a una recopilación de los datos existentes en la Base de Datos de Patrimonio Inmueble de Andalucía (BDI), perteneciente al Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico dependiente de la Junta de Andalucía.

A partir de esta base de datos se permite la consulta en el Sistema de Gestión e Información de los Bienes Culturales de Andalucía (MOSAICO). Lo que nos ha permitido realizar consultas específicas sobre patrimonio arqueológico, arquitectónico y etnológico. En dicha base de datos se incluyen los bienes que forman parte del Catálogo General de Patrimonio Histórico y otros inmuebles sin protección jurídica, procedentes generalmente de inventarios arqueológicos.

En dicha evaluación se han recogido cada uno de los registros existentes en los términos municipales que pertenecen a nuestra área de estudio (Úbeda, Sabiote, Villacarrillo, Torreperogil, Iznatoraf, Castellar y Santo Tomé).

En total se han recopilado 306 registros pertenecientes tanto al ámbito arquitectónico como arqueológico. De este número total se han suprimido primeramente los pertenecientes a registros arquitectónicos, dado que se sitúan en el interior de las poblaciones y en segundo lugar los registros que no se encuentren dentro del área de estudio. Reduciéndose así a 36 el número total de yacimientos arqueológicos, los cuales quedan reflejados a continuación (Figura nº 10) y que serían los que nos afectarían en nuestro estudio.

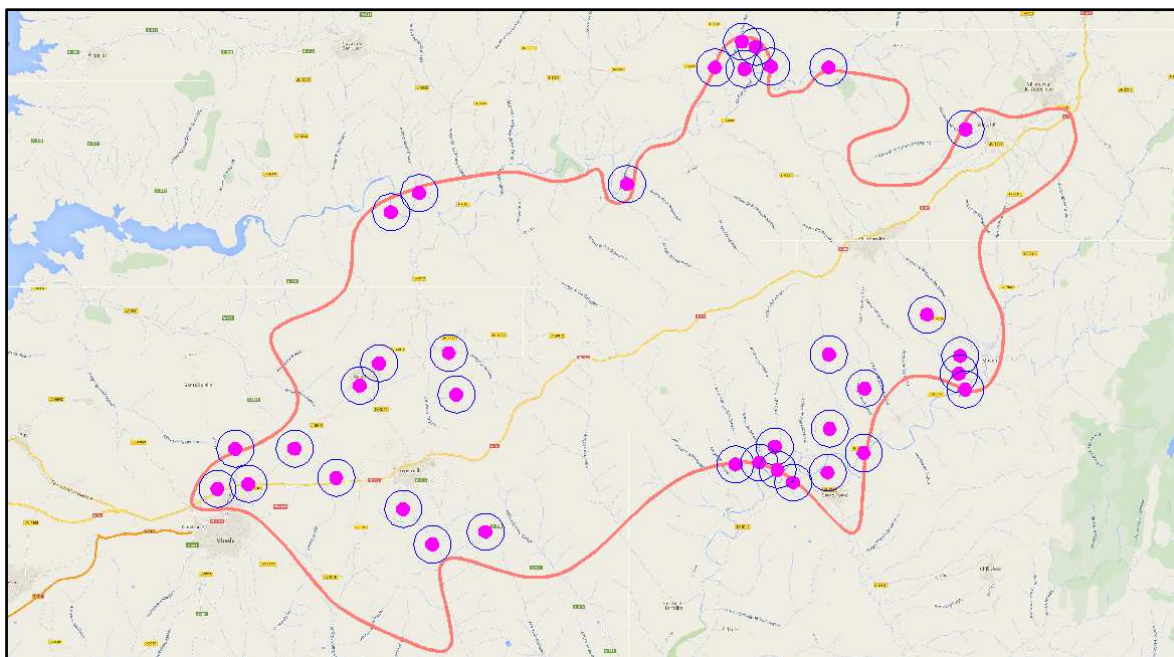


**Figura nº 10 : Yacimientos arqueológicos registrados en la zona**

Estos yacimientos serán tenidos en consideración a la hora de seleccionar la localizaciones propicias para la implantación de nuestra explotación.

## 2.5. Áreas propuestas para la localización

Una vez analizado cada uno de los factores, tanto geológicos como geográficos, y una vez desestimadas, para cada uno de ellos, las extensiones que se han considerado como no aptas. Se procede a plasmar estas zonas no aptas para cada factor en una capa independiente. Así al superponer sobre el área de estudio delimitada todas las capas a la vez, nos proporcionará las zonas libres donde se considera no existe interferencia para ningún factor estudiado. Considerando estas zonas libres como las zonas propuestas para la posible localización de nuestra explotación (Figura nº11 ), en verde la localización aproximada de las vías pecuarias que atraviesan las áreas consideradas aptas.

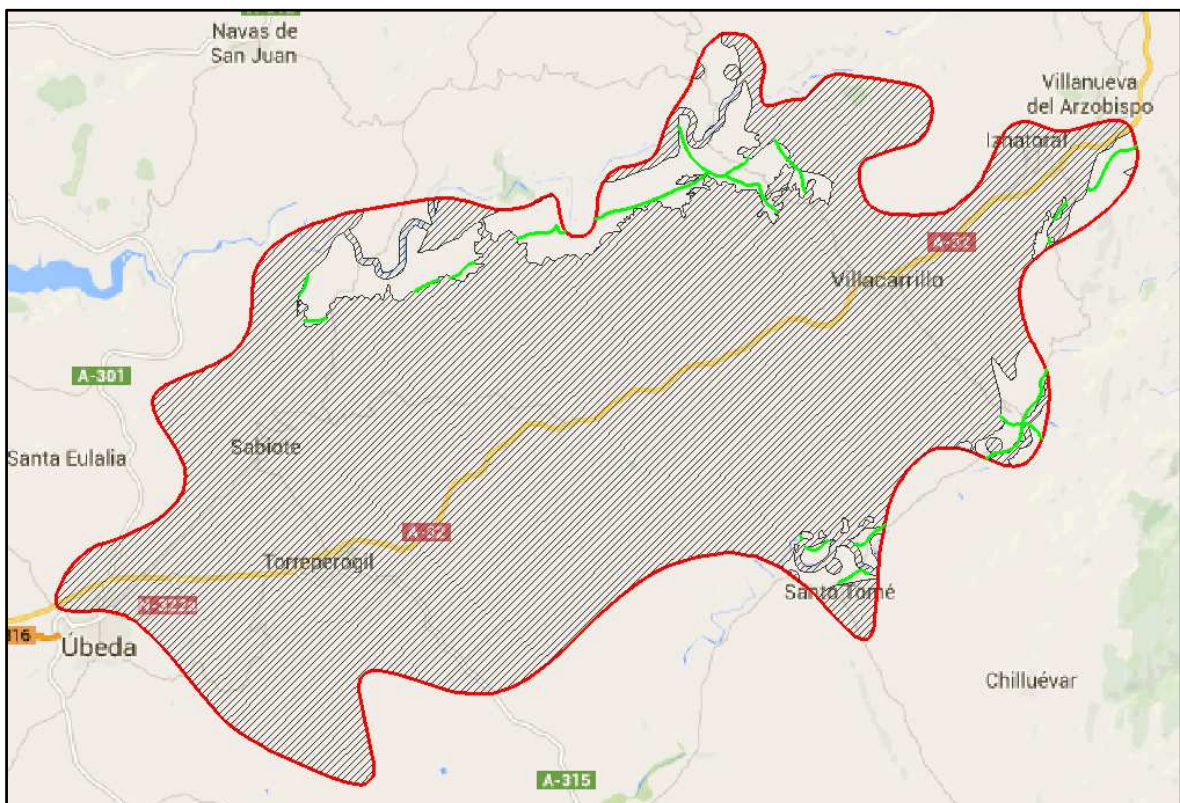


**Figura nº 11 : Área de estudio y zonas desestimadas**



Una vez determinadas las áreas no aptas como emplazamiento procedemos a examinar cada una de las áreas consideradas "a priori" como aptas, definiendo en cinco partes las mismas.

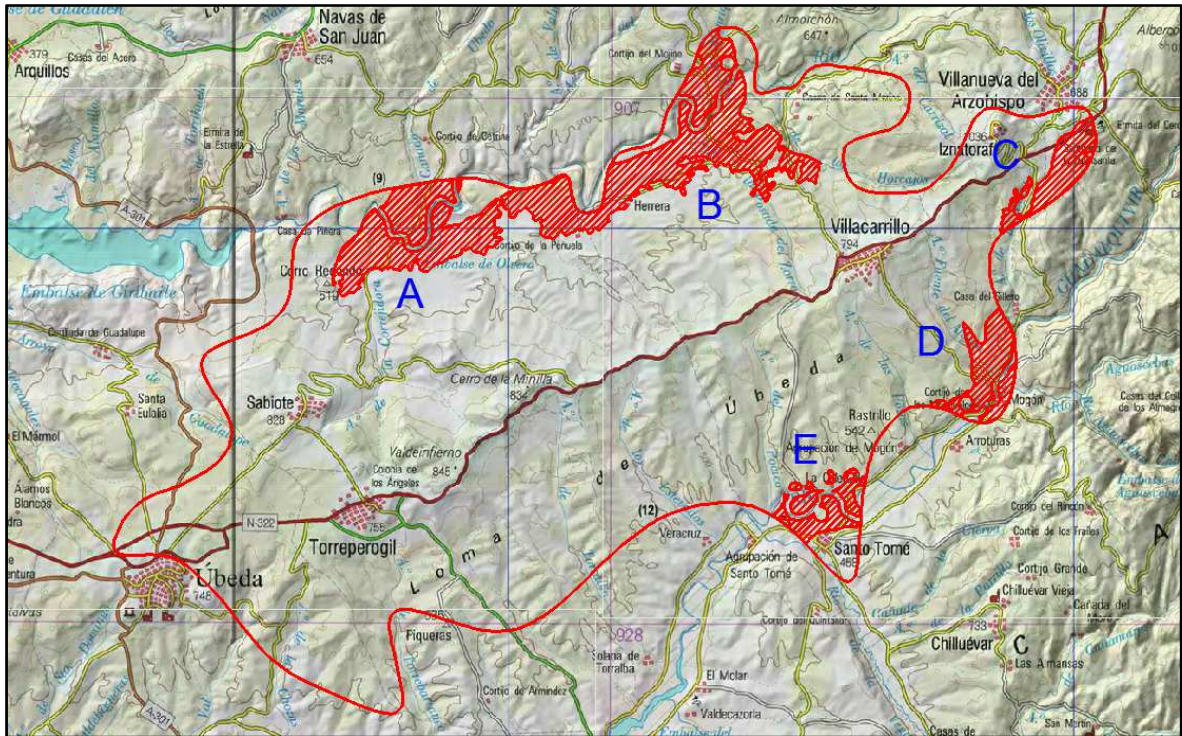


**Figura nº 12 : Área de estudio y zonas propuestas a estudio**

De los factores estudiados anteriormente se han obtenido cinco áreas consideradas como aptas, las cuales comentaremos y examinaremos a continuación.

### 2.5.1. Zona A

Esta zona se sitúa contigua al curso del río Guadalquivir, en la zona aledaña al embalse de Olvera y al arroyo Ron. En esta zona se buscan afloramientos calizos y dolomíticos que conforman la parte alta de la formación Beas de Segura, correspondientes al Jurásico. Dentro de esta zona se han seleccionado tres localizaciones:

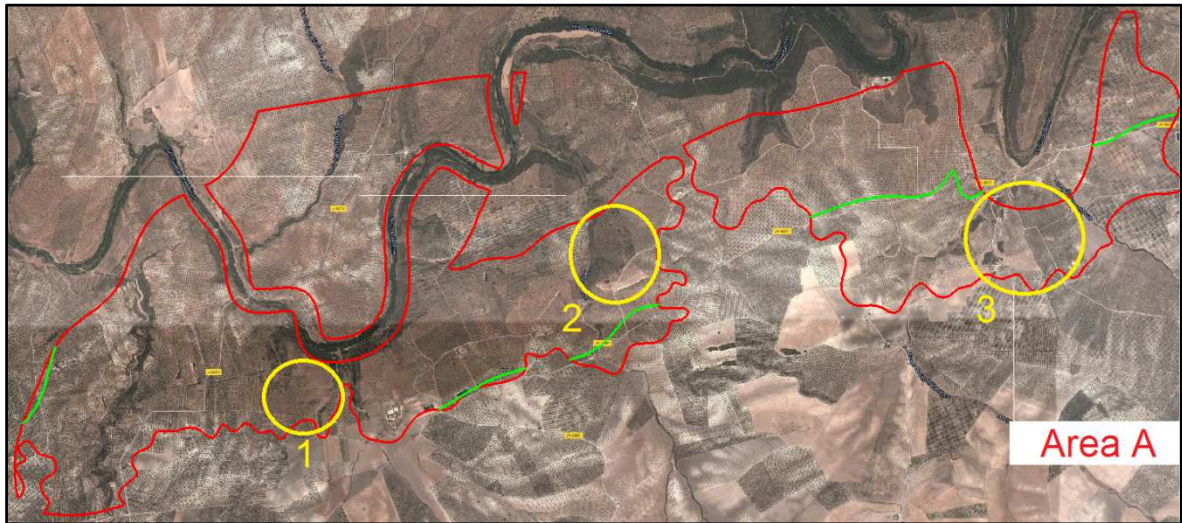


**Figura nº 13 : Zona A y localizaciones posibles**

- Localización nº 1: Una vez examinada se ha descartado ya que está compuesta por una alternancia de estratos dolomíticos alterados de escasa potencia con predominio de materiales arcillosos. Además se encuentra situada dentro de una explotación ganadera.



**Figura nº 14 : Fotografía localización nº 1 en la Zona A**

- Localización nº 2: Una vez examinada se ha descartado ya que al igual que la anterior está compuesta por una alternancia de estratos dolomíticos muy alterado de escasa potencia con materiales arcillosos. Esta no se encuentra en explotación ni ganadera ni agrícola, pero se encuentra justo en el barranco del arroyo Ron.



- Localización nº 3: Situada a los pies de la carretera JV-6001, se trata de una alternancia de estratos dolomíticos muy alterados y de escasa potencia con materiales arcillosos, el afloramiento se corresponde con la erosión provocada por el arroyo de los Guzmanes. El afloramiento mayor que se prolonga a lo largo del barranco no es de mucha entidad y está franqueado tanto por un cortijo como por cultivos de olivar. Por estos motivos, por la escasa calidad de los materiales y por su reducida extensión y volumen también se ha optado por descartar esta localización.



*Figura nº 15 : Fotografía localización nº 3 en la Zona A*

### **2.5.2. Zona B**

Esta zona está situada por la intersección formada por el eje que proporciona el curso del río Guadalimar y por el eje que forma la traza de la carretera comarcal A-6203, se encuentra entre los términos municipales de Villacarrillo y Santisteban del Puerto. En esta zona se buscan tanto los afloramientos calizos y dolomíticos que conforman la parte alta de la formación Beas de Segura, correspondientes al Jurásico, como los afloramientos de conglomerados y areniscas calcáreas correspondientes al tramo inferior del Mioceno. Dentro de esta zona se han seleccionado tres localizaciones:



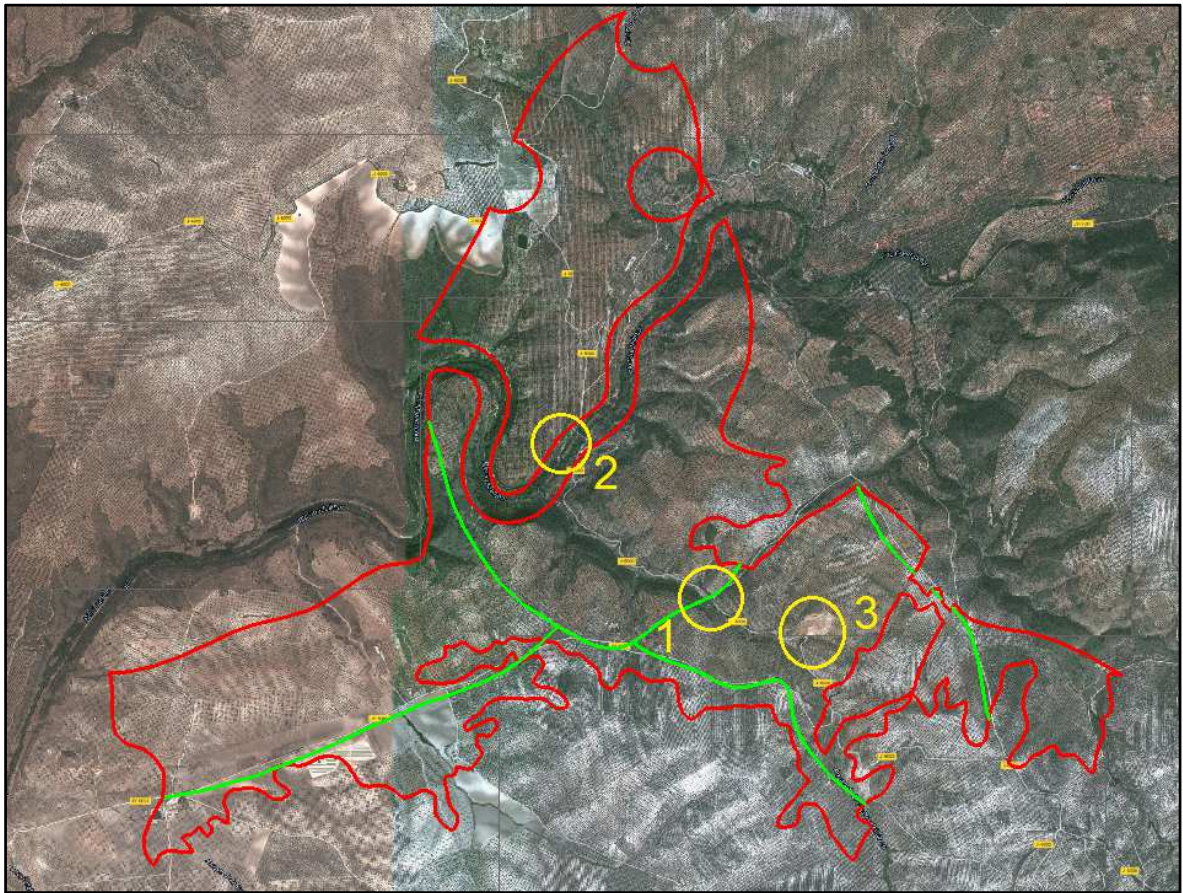


**Figura nº 16 : Zona B y localizaciones posibles**

- Localización nº 1: Se trata de una antigua gravera inactiva, situada en la carretera comarcal A-6203 a su paso por el paraje Venta de los Cepos, junto al arroyo de la Pasada del Zarco. Existen antiguas instalaciones ya derruidas y abandonadas. Se descarta ya que encuentra enclavada justo dentro del deslinde una vía pecuaria.



**Figura nº 17 : Fotografía localización nº 1 en la Zona B**

- Localización nº 2: Se trata de una cantera abandonada que explotaba calizas alteradas y también gravas del río Guadalimar. Está situada en la confluencia de la carretera comarcal A-6203 con el río Guadalimar, junto al paraje de Casa de la Torquilla. Si bien se descarta la explotación de las gravas, ya que se encontrarían dentro del área de influencia del río Guadalimar, se considera interesante el afloramiento carbonatado. Por lo que a priori, se considera esta localización como apta para el emplazamiento de nuestra explotación.



**Figura nº 18 : Fotografía localización nº 2 en la Zona B**

- Localización nº 3: Se un afloramiento carbonatado formado por conglomerados y areniscas. Se sitúa la carretera comarcal A-6203 en el p.k. 6, en el paraje denominado Cortijo del Santísimo, en el término municipal de



Villacarrillo. Se observa de este afloramiento que cuenta con una potencia cercana a los 20 m y una extensión superior a las 6 hectáreas, por lo que contaría con un volumen de explotación suficiente a nuestros requerimientos. Por lo que a priori, se considera esta localización como apta para el emplazamiento de nuestra explotación.



**Figura nº 19 : Fotografía localización nº 2 en la Zona B**

### **2.5.3. Zona C**

Esta zona se sitúa en el margen derecho de la N-322 dirección Villanueva del Arzobispo, en un área cercana al Santuario de la Fuensanta. Si bien linda con una explotación ya existente, en esta zona no existe ningún afloramiento significativo de materiales idóneos para la implantación de una cantera, de hecho toda la zona delimitada está cultivada de olivar, salvo el margen izquierda de un camino y es porque se corresponde con una vía pecuaria. Por tanto no se selecciona ninguna localización en la presente zona y se da por descartada la misma.

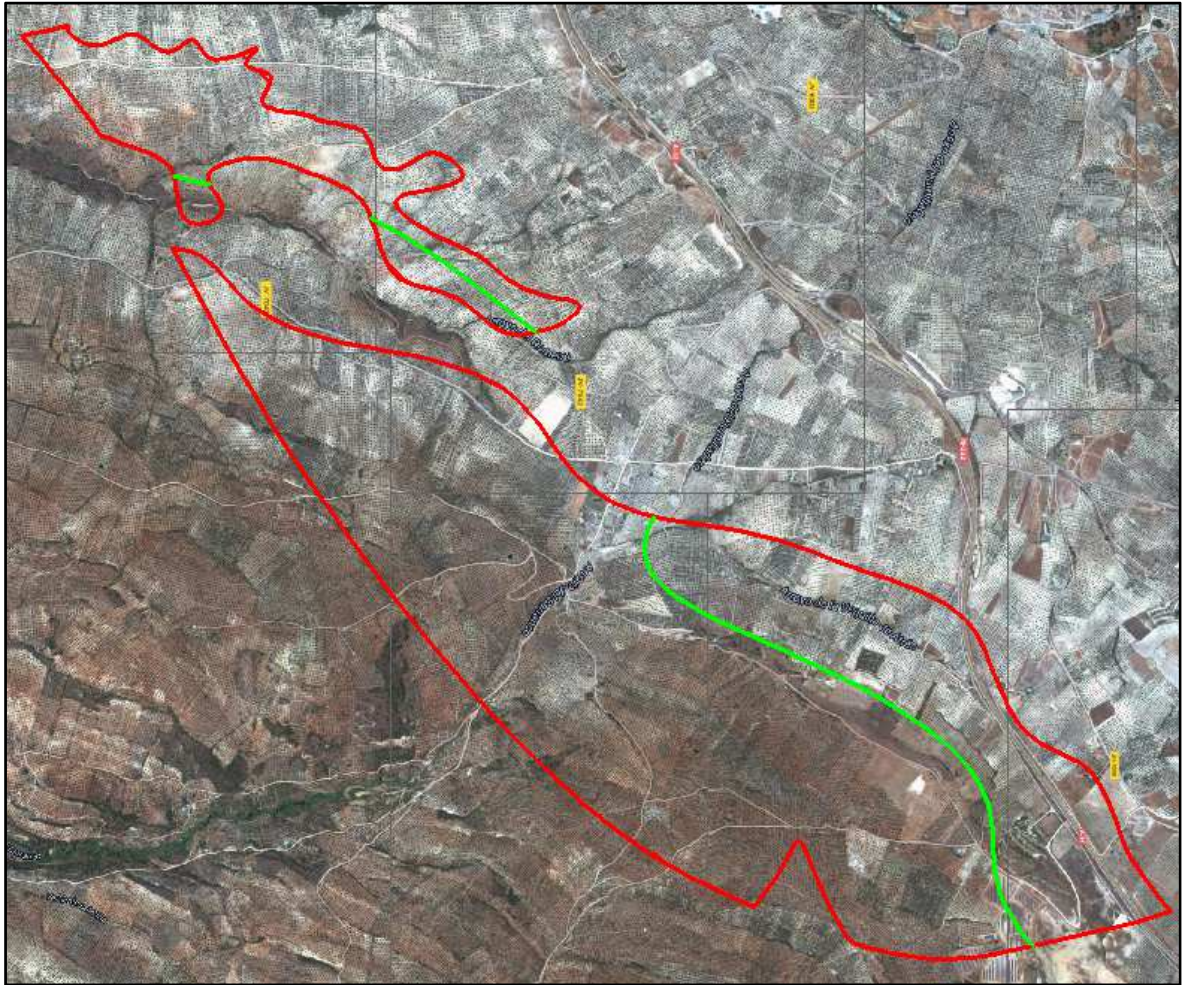


**Figura nº 20 : Zonas C sin localizaciones consideradas**

#### **2.5.4. Zona D**

Esta zona está situada junto a la población de Mogón y en ella se trata de encontrar afloramientos de gravas y arenas de las antiguas terrazas del río Guadalquivir. Cercana a esta zona por su parte sur se encuentra una explotación activa que explota gravas de estas terrazas, sin embargo dentro del área sólo existe los restos de una antigua gravera inactiva utilizada actualmente como vertedero y sin reservas aparentes (círculo amarillo y fotografía adjunta). En la zona se sitúa el núcleo urbano de Mogón, un área de huertas y el resto se completa con zonas cultivadas de olivar. Por tanto esta zona se descarta y no se selecciona ninguna localización.



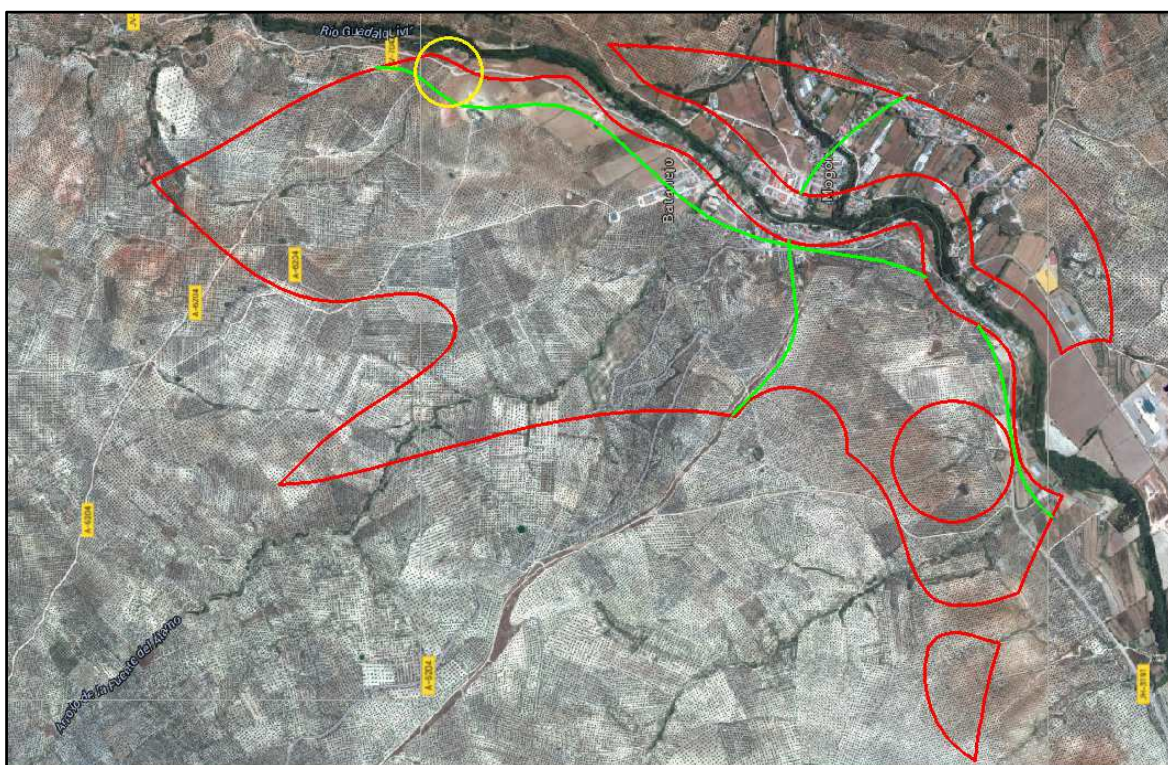


**Figura nº 21 : Zona D y localización descartada**



**Figura nº 22 : Fotografía localización descartada en Zona D**

### 2.5.5. Zona E

Esta zona se sitúa aledaña al núcleo urbano de Santo Tomé, se trata también de encontrar afloramientos de gravas y arenas de las antiguas terrazas del río Guadalquivir.



Si bien en el interior de la zona seleccionada existen los restos de una antigua explotación de estas gravas (círculo 1), hoy en día sin reservas, mantiene la fábrica de prefabricados asociada anteriormente a ella. Por su parte existe una localización (círculo 2) formada por un afloramiento de gravas y arenas limpias, que por sus reducidas dimensiones y dificultad de acceso al enclave por parte de camiones (ya que se encuentra en un camino estrecho franqueado por viviendas) obligan a descartarlo como posible localización.

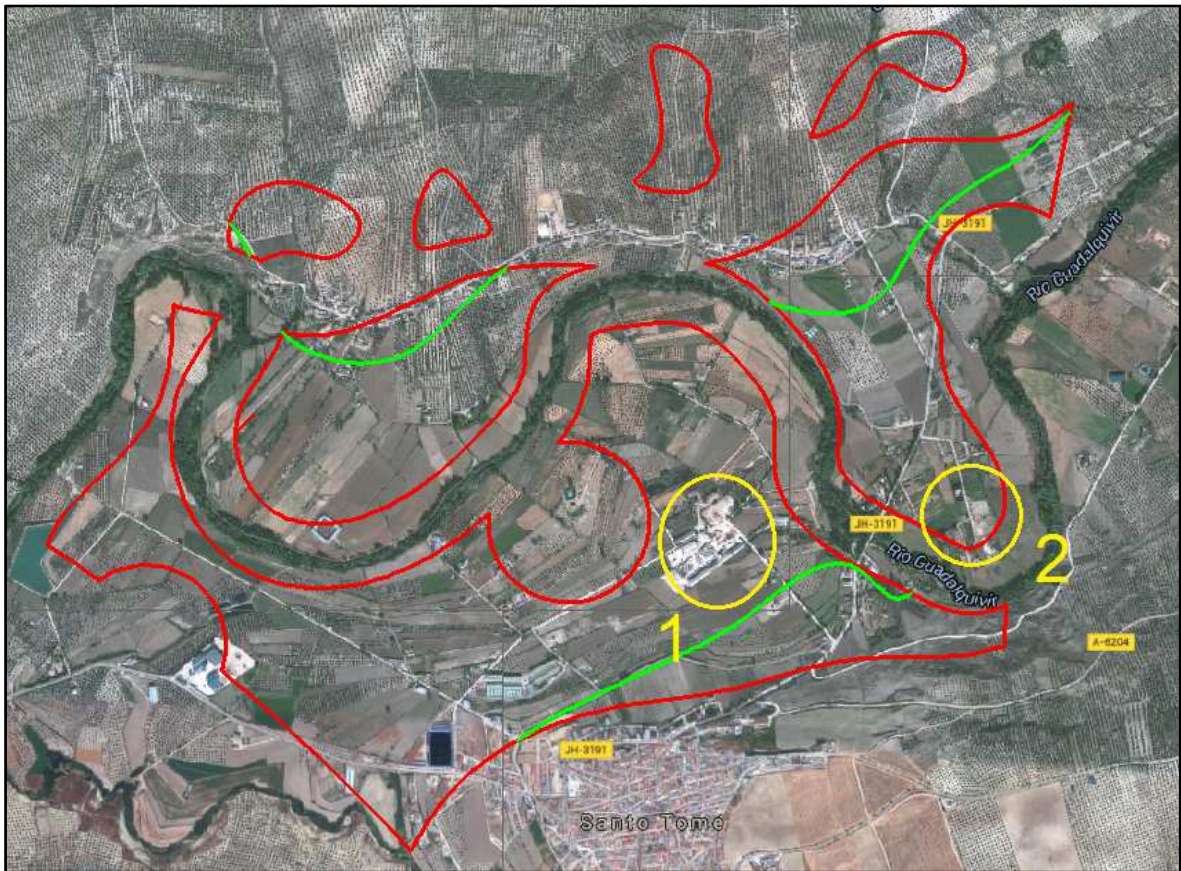


**Figura nº 23 : Zona E y localizaciones descartadas**

## **2.6. Propuestas de ubicación y análisis de alternativas**

Una vez realizada una primera selección de emplazamientos posibles para nuestra explotación, se procede a realizar un estudio más detallado de las localizaciones definidas como aptas, es decir:

- Localización nº 2 de la Zona B.
- Localización nº 3 de la Zona B.



En este estudio más detallado se procederá a evaluar características intrínsecas del yacimiento, como son:

- Naturaleza del afloramiento.
- Nivel freático regional.
- Estado tensional y distribución de diaclasas y fracturas en el macizo rocoso.
- Propiedades de los materiales.
- Cobertera.

#### **2.6.1. Localización nº 2 de la zona B**

- Naturaleza del afloramiento:

El afloramiento se sitúa paralelo al cauce del río Guadalimar, el cual con la erosión ha dejado al descubierto un escarpe de material más competente. Este está constituido por un paquete horizontal de calizas alteradas de tonalidades rojizas con alguna intercalación arcillosa.

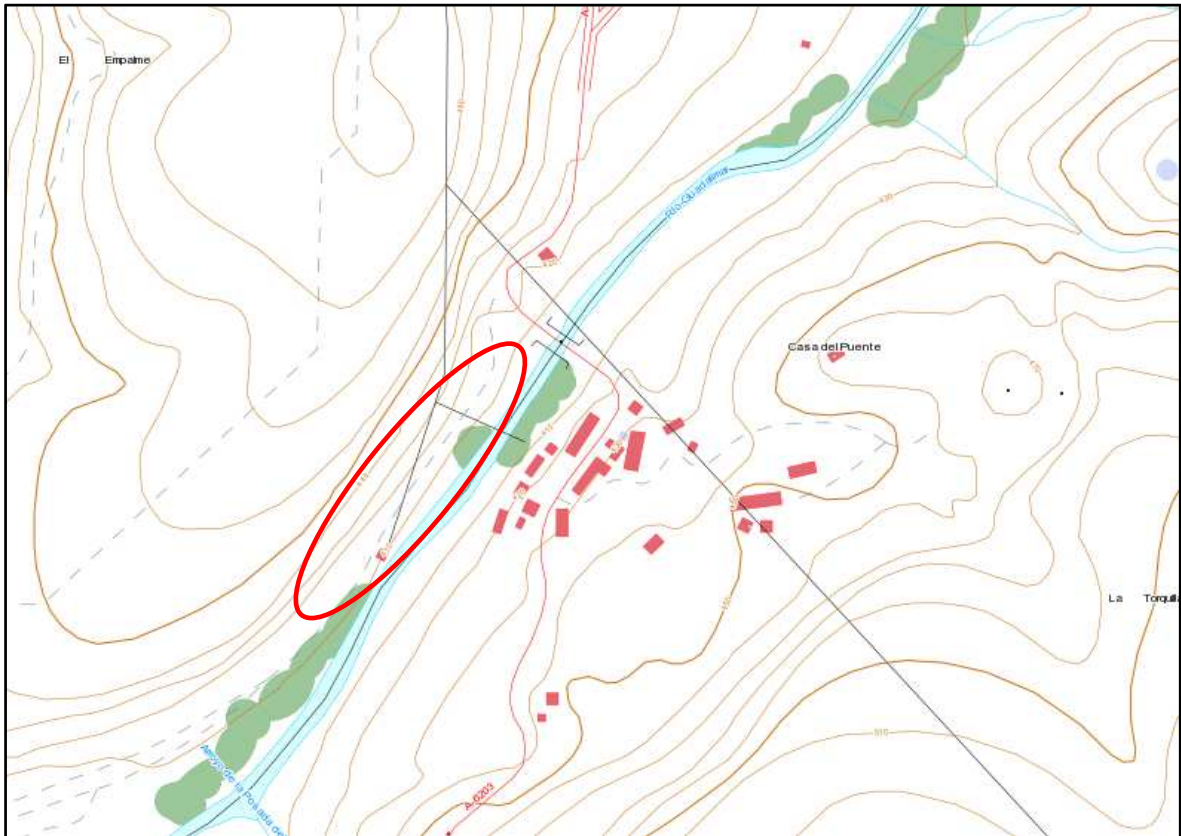


**Figura nº 24 : Emplazamiento localización nº 2 en la Zona B**

Se observa un frente claro de longitud superior a los 200 m, la potencia media del mismo es de 30 m y un fondo estimado en 30 m. Resultando de estas medidas una suposición de reservas probables de entorno a 180.000 m<sup>3</sup> de material.

La geometría del afloramiento y su cercanía al cauce del río Guadalimar, condicionan una disposición alargada de la explotación con un largo frente de cantera y la imposibilidad de disponer de una plaza de cantera amplia que permita la movilidad y una disposición segura de los equipos.



**Figura nº 25 : Fotografía detalle localización nº 2 en la Zona B**



**Figura nº 26 : Detalle frente localización nº 2 en la Zona B**

- Estado tensional y distribución de diaclasas y fracturas en el macizo rocoso:

Si bien la disposición de los estratos es horizontal, sin presencia de plegamientos, se ha observado a lo largo del frente la presencia de zonas con existencia de familias de juntas en forma de cuñas, lo cual produce numerosos derrumbes, comprometiendo la estabilidad del frente.

- Propiedades de los materiales:

Las propiedades de los materiales se ajustan sobradamente a las necesidades establecidas en el proyecto de la Autovía A-32, en la que se recoge que los áridos utilizados deben cumplir los artículos 510, 511 y 512 de las Prescripciones Técnicas Generales (PG-3) y las actualizaciones de los mismos por la Orden FOM/891/2004 (BOE 6 d abril de 2004).

- Nivel freático regional:

El nivel freático del afloramiento se encuentra situado a nivel del río Guadalimar cuyo cauce está situado a escasos metros. Se han detectado pequeñas surgencias colgadas en algunos puntos del frente del afloramiento, sin entidad suficiente y sólo después de largos periodos de lluvias. No se considera necesaria la utilización de sistemas de bombeo.

- Cobertera:

La cobertera está compuesta por materiales arcillosos no utilizables con una potencia media de 10 m y una capa de suelo agrícola con una profundidad media de 1 m. Siendo este último susceptible de reutilización.

### **2.6.2. Localización nº 3 de la zona B**

- Naturaleza del afloramiento:

El afloramiento se sitúa paralelo a la carretera comarcal A-6203 a la altura del punto kilométrico 6. Este está constituido por un paquete de calizas y dolomías con cierto grado de alteración de tonalidades rojizas, de disposición horizontal y con alguna intercalación arcillosa.



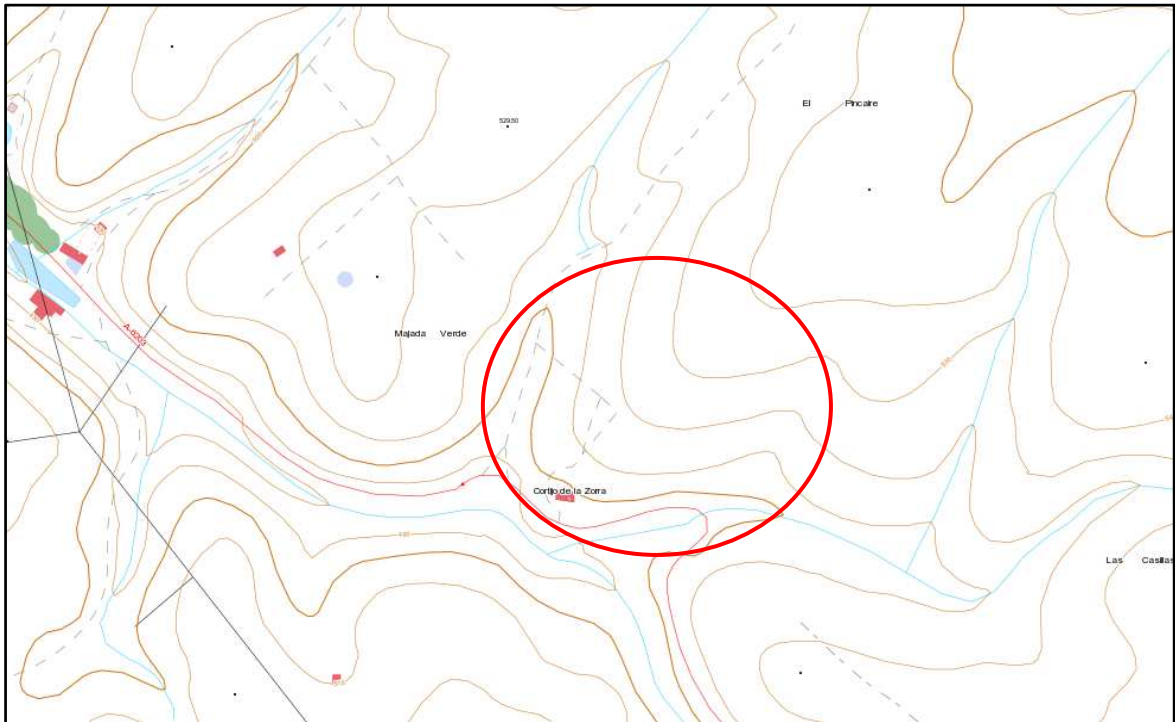


**Figura nº 27 : Emplazamiento localización nº 3 en la Zona B**

Se observa un afloramiento con un área superior a las 8 hectáreas (cubierto en una pequeña zona por cultivo de olivar) y la potencia mínima del mismo es de 10 m. Resultando de estas medidas una suposición de reservas probables superiores a 1.000.000 m<sup>3</sup> de material.

La geometría del afloramiento permiten disponer de una plaza de cantera amplia que permita la movilidad y una disposición segura de los equipos.





**Figura nº 28 : Fotografía detalle localización nº 3 en la Zona B**

- Estado tensional y distribución de diaclasas y fracturas en el macizo rocoso:

La disposición de los materiales es horizontal, los materiales están alterados pero no se ha aprecian familias de diaclasas o fracturas de carácter significativo.

- Propiedades de los materiales:

Las propiedades de los materiales se ajustan sobradamente a las necesidades establecidas en el proyecto de la Autovía A-32, en la que se recoge que los áridos utilizados deben cumplir los artículos 510, 511 y 512 de las Prescripciones Técnicas Generales (PG-3) y las actualizaciones de los mismos por la Orden FOM/891/2004 (BOE 6 d abril de 2004).

- Nivel freático regional:

El nivel freático en el afloramiento se encuentra situado muy por debajo del nivel inferior de diseño que tendría una hipotética explotación en dicha localización. No se han

detectado ningún tipo de surgencia dentro del área estimada de esta localización. No se considera por tanto necesaria la utilización de sistemas de bombeo.

- Cobertera:

La cobertera está compuesta en una gran parte de la superficie de la localización por un suelo vegetal con una potencia inferior a 1 metro y en el resto por un suelo agrícola con una profundidad media de 1 m, ambos serían susceptibles de reutilización.

## 2.7. Emplazamiento seleccionado

Una vez analizados los pros y contras de las localizaciones anteriormente seleccionadas se ha optado por seleccionar a la **Localización nº3 de la zona B**, a partir de este momento se le denominará "Majada Verde", ya que es el nombre que recibe este paraje. La decisión de la selección del mismo está fundamentada en:

- La localización nº 2 presentaría dificultades de estabilidad de materiales en el frente de explotación.
- La localización nº 2 presenta por su geometría dificultades en la disposición de las instalaciones, en el transporte interior y por ende en la seguridad de la explotación.
- La localización nº 2 presenta un elevado volumen de cobertera, con la dificultad que su acopio originaría.
- La localización nº 2 presenta un volumen de reservas probables muy inferior a la localización nº 3.
- La localización nº 3 presentaría una geometría más idónea para el diseño de explotación.
- La localización nº 3 tiene un reducido volumen de cobertera y con posibilidad de acopio para la misma.
- La localización nº3 presenta un elevado volumen de reservas probables, superior al estimado de proyecto.
- La localización nº3 se encuentra situado a 2.6 km más cerca del centro de la traza del tramo en cuestión de la A-32 y del núcleo urbano de Villacarrillo, los potenciales consumidores del material de la explotación.

### 3. Geología del emplazamiento seleccionado

#### 3.1. Geología

Geológicamente hablando el emplazamiento seleccionado se encuentra enclavado dentro de la región que comprende el curso alto del río Guadalimar, se corresponde en líneas generales con el extremo NE de la Cuenca Neógena del Guadalimar. El área del emplazamiento se encuentra asociada a la unidad morfológica que conforman las formas tabulares de curso del río Guadalimar, que discurren de NE a O.

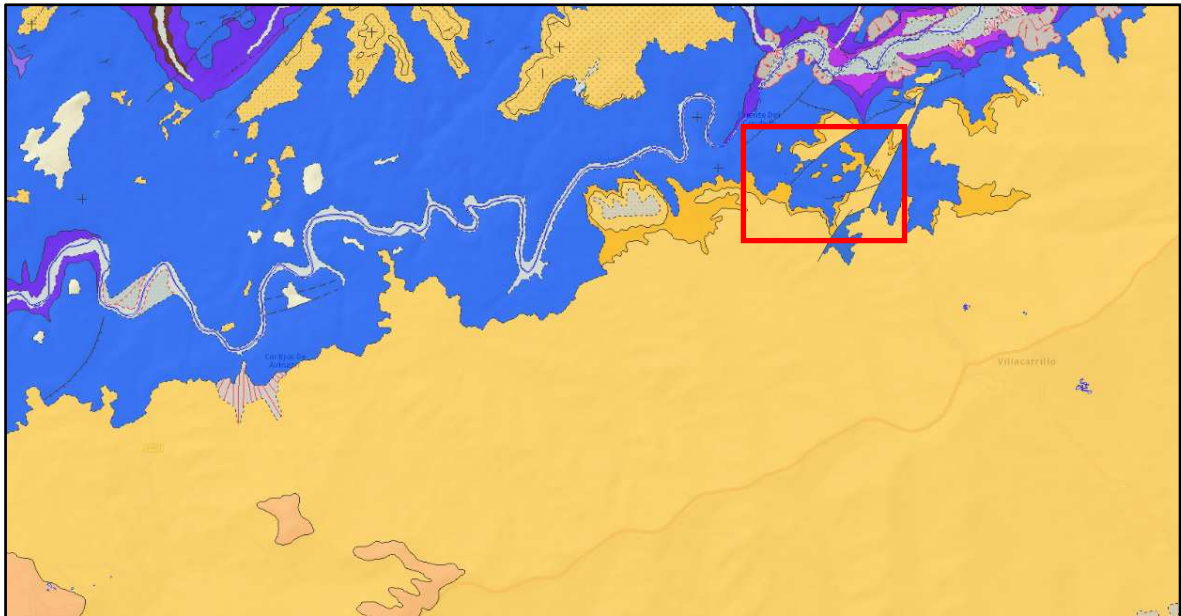


**Figura nº 29 : Geología del emplazamiento**

El sustrato rocoso de la zona está formado por rocas sedimentarias de edad Jurásica deformadas y fracturadas por la orogenia alpina. Que afloran especialmente en los fondos de valle de la red de drenaje superficial, cuyo encajamiento ha desmantelado la cobertera sedimentaria post-alpina.

### 3.2. Unidades litológicas diferenciadas

Con respecto a los materiales existentes en el emplazamiento estos se corresponden con la formación calizo-dolomítica denominada formación Beas de Segura. Son materiales de edad Jurásica, más concretamente pertenecientes al Lías.

El afloramiento se corresponde con el tramo superior de dicha formación y está constituido por gruesas barras de dolomías finamente romboédricas, con estratificación muy tableada y en su techo aparece una barra calcárea blanca.

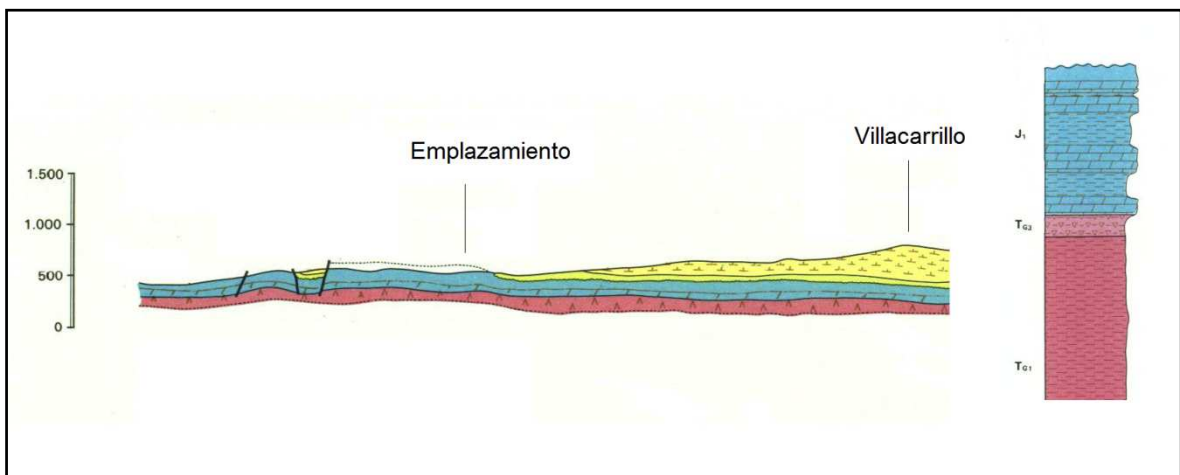


*Figura nº 30 : Corte geológico de la zona y columna estratigráfica*

### 3.3. Geomorfología

La estructura geomorfológica del área que rodea el emplazamiento se encuentra controlada en primera aproximación por la distribución estructural de los diferentes materiales existente así como por su disposición estratigráfica.

Así desde el punto de vista geomorfológico, todo el área se puede englobar en dos partes, una caracterizada por la presencia de zonas elevadas que dan relieves de lomas, denominados por los materiales Miocenos dispuestos subhorizontalmente, y otra correspondiente a las áreas con relieve más pronunciados con el encajamiento de la red de drenaje superficial, perteneciente a los afloramientos de materiales jurásicos.

En esta red de drenaje se instalan arroyos progresivamente más encajados, perpendiculares al colector principal el río Guadalimar; estos arroyos tienen escasa bifurcación y una pendiente longitudinal notable (4-5%) a lo largo de su curso.

En la parte alta de estos valles secundarios la pendiente media de las laderas es del 10% con forma convexa en la divisoria y cóncava junto al cauce, por el contrario en la parte baja de los valles la pendiente es bastante mayor (hasta del 20-22%), lo que sobrepasa el ángulo de equilibrio de los suelo eluvio-coluviales cuando se saturan, produciendo fenómenos de deslizamientos o reptaciones.

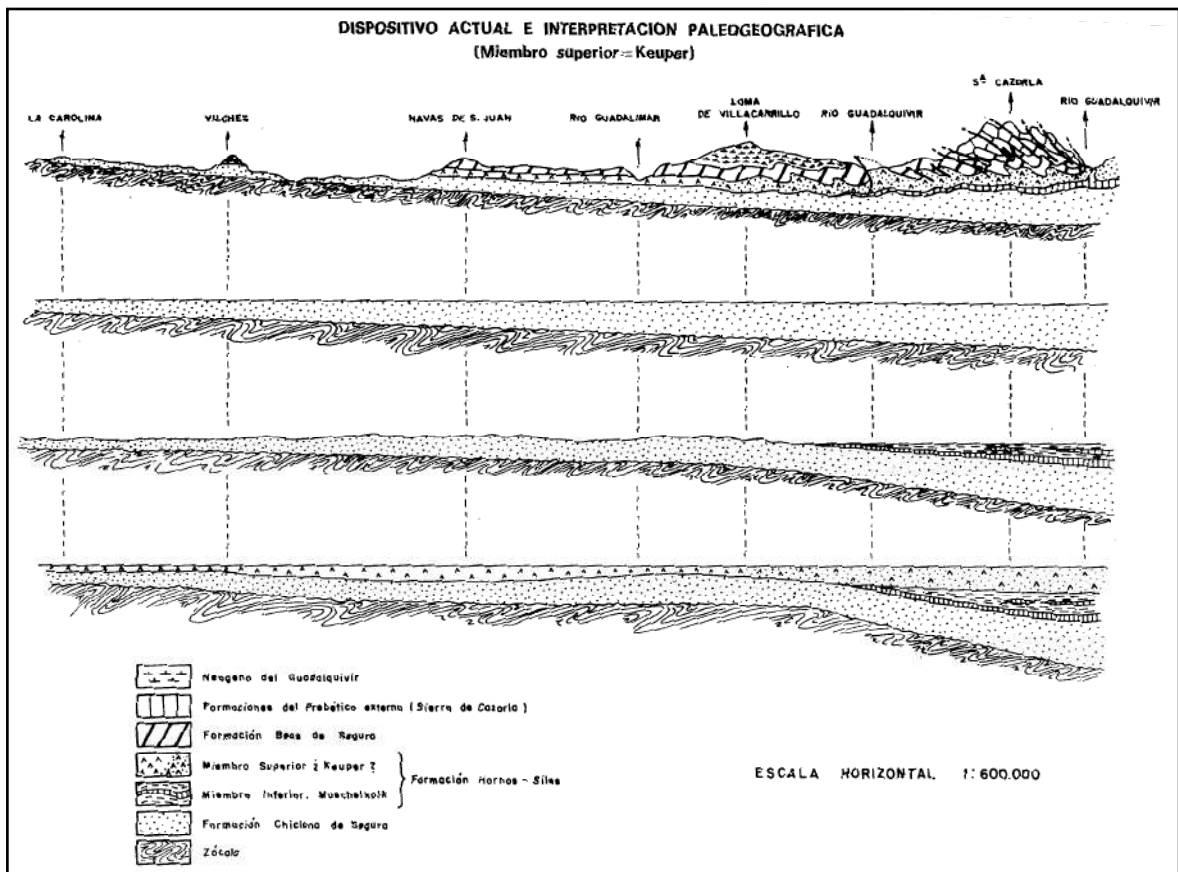


**Figura nº 31 : Esquema paleográfico de la zona**

### 3.4. Estructura del yacimiento y alteración

La ladera que constituye nuestro emplazamiento tiene una orientación Sur, con una pendiente del 27% (15°).



La cota de partida de nuestro yacimiento (límites autorizados) se sitúa en torno a los 495 m.s.n.m. alcanzando en su cota superior los 540 m.s.n.m.

Por su parte, la estructura del yacimiento está conformada por estratos de dolomías, alternando zonas más alteradas (estratos b y d) con zonas más competentes (estratos c y e). Las más competentes tienen una potencia de alrededor de 1 m y las menos competentes oscilan entre 1.5 y 4 metros. Respecto a su dirección todas las capas tienen una dirección 20° Noreste y con un buzamiento de unos 10° hacia el Norte, hacia el interior de la ladera, lo que contribuye a la estabilidad de la misma.

Por último, el suelo existente en el emplazamiento está constituido fundamentalmente por la alteración y meteorización de las dolomías en superficie, no superando una potencia de 50 cm (zona a).



**Figura nº 32 : Estructura del yacimiento zona superior**



**Figura nº 33 : Estructura del yacimiento zona inferior**

Con respecto a la meteorización y alteración de la roca influyen tanto en la resistencia de la matriz rocosa como en la resistencia al corte que se puede movilizar en el plano de las juntas. A partir de los taludes y catas existentes en el emplazamiento se ha estudiado la meteorización de estas unidades, obteniéndose una estimación cuantitativa del grado de meteorización.

Para la caracterización del grado de meteorización del macizo rocoso se ha utilizado la escala de la ISRM (1.977), que permite la caracterización del grado de meteorización se puede aplicar tanto a cortes de taludes, afloramientos y sondajes.

| Grado | Símbolo | Descripción            | Meteorización<br>% roca<br>descompuesta | Descripción                                                                                                                                                                                                          |
|-------|---------|------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I a   | F       | Sana o fresca          | -                                       | Sin signos visibles de alteración en la roca matriz                                                                                                                                                                  |
| I b   |         |                        |                                         | Débil decoloración en las discontinuidades principales                                                                                                                                                               |
| II    | SW      | Ligeramente alterada   | < 10 %                                  | Con decoloración general, indicando la alteración de la roca matriz y las discontinuidades                                                                                                                           |
| III   | MW      | Moderadamente alterada | 10 - 50 %                               | Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo o bien como bloques o núcleos sanos                     |
| IV    | HW      | Altamente alterada     | 50 - 90 %                               | Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo o bien como bloques o núcleos sanos                       |
| V     | CS      | Completamente alterada | > 90 %                                  | Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. La estructura original del macizo está todavía fundamentalmente intacta.                                                                                    |
| VI    | RS      | Suelo residual         | 100 %                                   | Todo el material rocoso se ha convertido en suelo. Se han destruido la estructura del macizo y del material. Se ha producido un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transportado de modo significativo. |

**Tabla nº 5 : Escala de meteorización ISRM (1977)**

Como se ha comentado anteriormente la estructura del yacimiento está compuesta por estratos dolomíticos fracturados en distinto grado y alternando niveles más competentes con niveles más alterados.

Así tenemos un grado de alteración tipo II en los niveles más competentes y saneados, observados en una cata situada en la zona superior del yacimiento y en el frente existente actualmente.

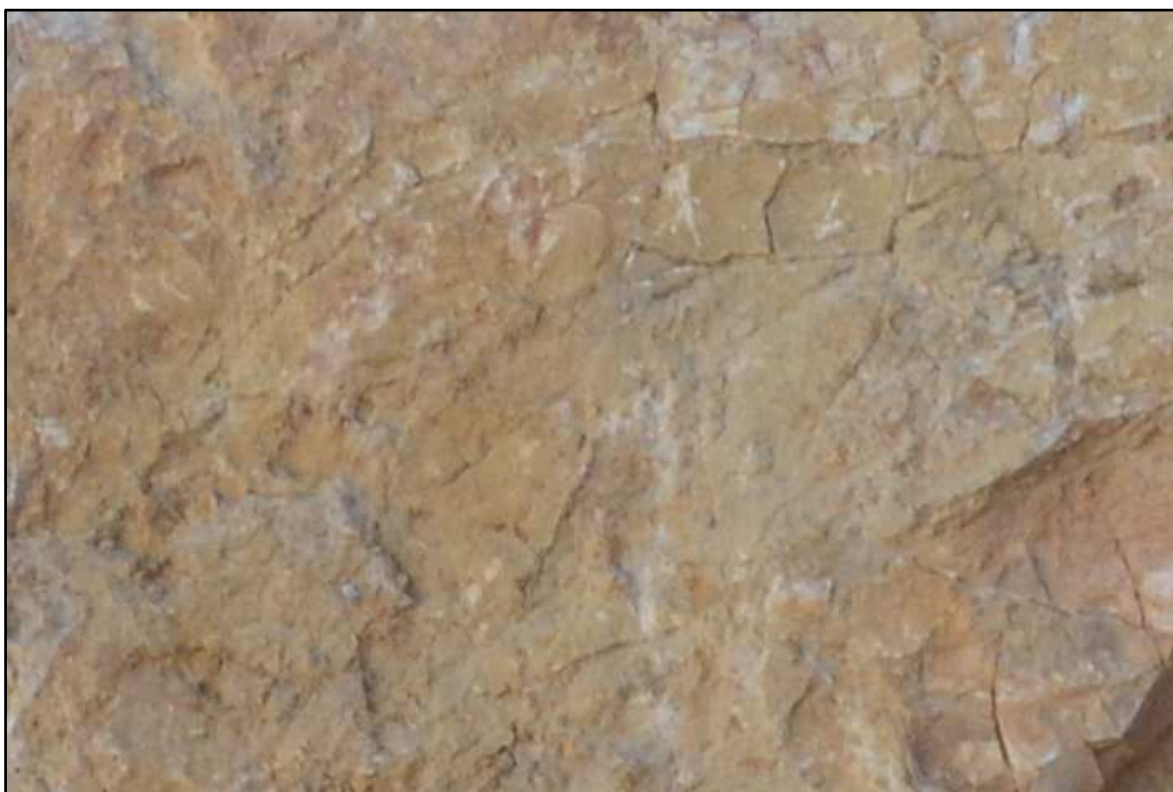


***Figura nº 34 : Detalle meteorización grado II***

En los niveles intercalados a los anteriores, menos competentes, se observa un grado de alteración tipo III, este se observa en sólo en el frente existente, pero dada la alternancia es previsible la existencia de más niveles al ascender en cota en el yacimiento.





**Figura nº 35 : Detalle meteorización grado III**

Por último, se observa que la zona más cercana a la superficie, inmediatamente por debajo de la zona de suelo presenta un grado de alteración entre tipo IV y V, fruto de la meteorización. La misma es observable en el frente y en la cata existente, y se prevé que se extienda por toda la extensión del yacimiento.



**Figura nº 36 : Detalle meteorización grado IV-V**



### 3.5. Fracturación y discontinuidades

El afloramiento presenta un grado de fracturación medio y la misma está originada por dos motivos:

- Fracturas Tectónicas: Este tipo de fracturas tienen su origen en la orogenia alpina de la zona y se aprecia por fallas limítrofes con el área del emplazamiento. Este tipo de fracturas aumentan la permeabilidad del macizo.
- Fracturas Diagenéticas: Estas fracturas se originan por la dolomitización de los materiales que dan lugar a una reducción en su volumen. Se generan esfuerzos de tensión sobre la roca que producen el fracturamiento de la misma.

Si bien, en algunos estratos parte de estas fracturas están parcialmente mineralizadas, dándose en la superficie de las fracturas una mineralización secundaria parcial de calcita, lo que contribuye a aumentar la competencia de estos estratos.



**Figura nº 37 : Fracturadas parcialmente mineralizadas en las dolomías**

En cuanto a las discontinuidades, la discontinuidad principal que afecta al macizo rocoso es la estratificación So. Se ha observado en campo que el macizo rocoso está afectado además de la estratificación, por 2 familias de juntas principales denominadas

J1 y J2. En la siguiente tabla se recogen las discontinuidades principales con la orientación según la dirección de buzamiento y buzamiento.

| Discontinuidad | Dirección | Buzamiento |
|----------------|-----------|------------|
| So             | 20°NE     | 10°N       |
| J1             | 30°NE     | 90°        |
| J2             | 15°NO     | 90°        |

**Tabla nº 6 : Discontinuidades**

### **3.6. Características geomecánicas**

Para determinas las características geomecánicas sería fundamental la realización de ensayos a la roca intacta, tanto de campo como de laboratorio. Si bien, ante la imposibilidad de acceder a la información recogida en dichos ensayos, se ha optado por seleccionar los valores medios para dichos materiales recopilados en las tablas existentes del Instituto Geológico y Minero de España, además de la información recogida en canteras de similares características del entorno.

| CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LA ROCA |                        |
|------------------------------------------------|------------------------|
| Densidad                                       | 2450 kg/m <sup>3</sup> |
| Módulo de Young                                | 25 GPa                 |
| Coefficiente de Poisson                        | 0.14                   |
| Porosidad                                      | 2.1 %                  |
| Resistencia a compresión simple                | 107.5 MPa              |
| Resistencia a tracción                         | 4.25 MPa               |
| Resistencia a flexión                          | 10 MPa                 |
| Angulo de fricción                             | 35 °                   |

**Tabla nº 7 : Características físicas y mecánicas de la roca**

### 3.7. Clasificación de Bieniawski y valor RMR

A la hora de realizar la clasificación geomecánica del macizo rocoso de nuestro yacimiento se ha aplicado la clasificación de Bieniawski en la versión actual (Bieniawski, 1989).

Para determinar la calidad del macizo rocoso, se debería diferenciar y determinar por zonas lo más homogéneas posibles. En nuestro caso y debido a la falta de datos, se determinado el mismo como si de un todo homogéneo se tratase y con las características geomecánicas anteriormente mencionadas.

El índice que define esta clasificación es el denominado RMR (Rock Mass Rating), que evalúa la calidad del macizo rocoso a partir de cinco parámetros (Tabla nº8).

| PARAMETROS |                                | ESCALA DE VALORES                                               |                                                           |                                                                           |                                                                   |                                                                                        |                                                                             |         |        |
|------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| 1          | Resistencia de la roca intacta | Bajo carga puntual                                              | >10 MPa                                                   | 4-10 MPa                                                                  | 2-4 MPa                                                           | 1-2 MPa                                                                                | Para estos valores es preferible la resistencia a compresión simple         |         |        |
|            |                                | A compresión simple                                             | >250 MPa                                                  | 100-250 MPa                                                               | 50-100 MPa                                                        | 25-50 MPa                                                                              | 5-25 MPa                                                                    | 1-5 MPa | <1 MPa |
|            | VALOR                          |                                                                 | 15                                                        | 12                                                                        | 7                                                                 | 4                                                                                      | 2                                                                           | 1       | 0      |
| 2          | R.Q.D.                         |                                                                 | 90%-100%                                                  | 75%-90%                                                                   | 50%-75%                                                           | 25%-50%                                                                                | <25%                                                                        |         |        |
|            | VALOR                          |                                                                 | 20                                                        | 17                                                                        | 13                                                                | 8                                                                                      | 5                                                                           |         |        |
| 3          | ESPACIADO DE LAS JUNTAS        |                                                                 | >2 m                                                      | 0,6-2 m                                                                   | 200-600 mm                                                        | 60-200 mm                                                                              | <60 mm                                                                      |         |        |
|            | VALOR                          |                                                                 | 20                                                        | 15                                                                        | 10                                                                | 8                                                                                      | 5                                                                           |         |        |
| 4          | CONDICION DE LAS JUNTAS        |                                                                 | Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, roca labios sana. | Ligeramente rugosa separación <1 mm, roca labios ligeramente meteorizada. | Ligeramente rugosa separación <1 mm, roca labios muy meteorizada. | Espejo o falla o relleno de espesor <5 mm, o juntas abiertas 1-5 mm, juntas continuas. | Relleno blando de espesor >5 mm, o juntas abiertas >5 mm, juntas continuas. |         |        |
|            | VALOR                          |                                                                 | 30                                                        | 25                                                                        | 20                                                                | 10                                                                                     | 0                                                                           |         |        |
| 5          | AGUA                           | FLUJO EN CADA 10 m DE TUNEL, o bien                             | Ninguno                                                   | <10 l/min                                                                 | 10-25 l/min                                                       | 25-125 l/min                                                                           | >125 l/min                                                                  |         |        |
|            |                                | Relación presión del agua en la junta/tensión principal máxima. | 0                                                         | <0,1                                                                      | 0,1-0,2                                                           | 0,2-0,5                                                                                | >0,5                                                                        |         |        |
|            |                                | CONDICIONES GENERALES                                           | Completamente seco                                        | Manchas de humedad                                                        | Muy húmedo.                                                       | Goteo.                                                                                 | Fijo de agua.                                                               |         |        |
|            |                                | VALOR                                                           | 15                                                        | 10                                                                        | 7                                                                 | 4                                                                                      | 0                                                                           |         |        |

Tabla nº 8 : Cálculo del RMR

Para nuestro yacimiento se han asignado los siguientes valores:

- Resistencia a compresión simple: se ha determinado un valor de 107.5 MPa.
- RQD: se ha determinado un valor de entre 25 y 50 %.

- Frecuencia de juntas: el espaciado de las juntas es del orden de 15 - 20 cm.
- Condición de las juntas: se determina que la continuidad de las juntas es inferior a los 10 metros, la abertura de las misma inferior a los 5 mm, son de tipo ondulado y con presencia de relleno blando (se ha considerado el caso más desfavorable) y con alteración moderada del material)
- Parámetro por presencia de agua: se ha considerado como terreno seco, sin presencia de agua.

En base a estos datos se ha determinado un índice RMR básico, obteniéndose un valor de 82.

Este valor, para el posterior diseño de los taludes se debe modificar en función de un último parámetro, la orientación de las discontinuidades.

| Orientación del rumbo y buzamiento de las discontinuidades |                 | Muy favorable | Favorable | Regular | Desfavorable | Muy Desfavorable |
|------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-----------|---------|--------------|------------------|
| Valores                                                    | Túneles y minas | 0             | -2        | -5      | -10          | -12              |
|                                                            | Cimentaciones   | 0             | -2        | -7      | -15          | -25              |
|                                                            | Taludes         | 0             | -5        | -25     | -50          | -60              |

**Tabla nº 9 : Ajuste del valor RMR por orientación de las discontinuidades**

Si consideramos que la orientación de las discontinuidades tiene un valor regular, se obtiene un valor final del RMR corregido del macizo rocoso de 57.

El valor RMR corregido permite clasificar los macizos rocosos en cinco categorías:

| Valor total del RMR | 81 - 100  | 61 - 80   | 41 - 60   | 21 - 40   | < 20     |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Clase               | I         | II        | III       | IV        | V        |
| Descripción         | Muy bueno | Bueno     | Medio     | Malo      | Muy malo |
| Cohesión (kPa)      | > 400     | 300 - 400 | 200 - 300 | 100 - 200 | < 100    |
| Angulo de fricción  | > 45°     | 35° - 45° | 25° - 35° | 15° - 25° | < 15°    |

**Tabla nº 10 : Clasificación del macizo rocoso mediante RMR**

En base a esta clasificación definimos el macizo rocoso de nuestro yacimiento como macizo Clase III, roca Media, con una cohesión entre 200-300 kPa y un ángulo de fricción entre 25° y 35°. Concretando para estos valores para futuros cálculos en:

| CARACTERISTICAS YACIMIENTO |       |
|----------------------------|-------|
| Valor total del RMR        | 57    |
| Clase                      | III   |
| Descripción                | Medio |
| Cohesión (kPa)             | 200   |
| Angulo de fricción         | 35°   |

**Tabla nº 11 : Características yacimiento**

Debemos tener en cuenta que esta caracterización del yacimiento es muy general, a escala más localizada puede verse afectado por una serie de variables podrían afectar de forma puntual al macizo rocoso, empeorando localmente su calidad geomecánica:

- Flujos de agua fisurales a favor de los contactos litológicos debidos a la estratificación, así como a favor de algunas familias de juntas subverticales.
- Rellenos blandos locales de discontinuidades, principalmente en la estratificación, que pueden favorecer el movimiento de bloques y cuñas.

Estas circunstancias deberán ir valorándose en obra dado su carácter eminentemente local.

### **3.8. Estabilidad de taludes**

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto no solamente es un aspecto de fundamental importancia, sino que es una de las claves de la viabilidad del proyecto, su seguridad y su rentabilidad.



Los taludes naturales en roca están sujetos de forma permanente a procesos de inestabilidad provocados por la acción de agentes erosivos. En los excavados además, también se les une la propia geometría del talud artificial. Otro factor que también influye en la estabilidad es la sismicidad natural o provocada por las voladuras realizadas para excavar dicho talud.

Para evaluar la estabilidad de un talud, primero debemos evaluar los principales mecanismos de rotura del mismo, que son:

- Rotura plana: se produce a favor de una única familia de planos de rotura que buzan en el mismo sentido que el talud y con dirección sensiblemente paralela a la del frente del talud.
- Rotura en cuña: se dan en la intersección de dos familias de planos de discontinuidad de diferente orientación, formándose una línea de inmersión a favor del talud.
- Rotura por vuelco: el buzamiento de los planos de fracturación es contrario al del propio talud, lo que provoca una división del macizo rocoso en bloques independientes que van cayendo por acción de la gravedad.
- Rotura circular: es aquella en la que la superficie de deslizamiento es asimilable a una superficie cilíndrica cuya sección transversal se asemeja a un arco de círculo.

En nuestro caso, los materiales son homogéneos, con cierto grado de alteración, en toda la potencia que conforma nuestra explotación y sólo presentan una estratificación subhorizontal. Los otros planos de rotura existentes no tiene una dirección paralela a la dirección del talud .

Por tanto, el tipo de rotura que puede darse en el talud de nuestra explotación será el de rotura circular.

Este tipo de rotura se suele producir en terrenos homogéneos, ya sea suelos o rocas fracturadas, sin direcciones preferenciales de deslizamiento, en los que además ha

de cumplirse la condición de que el tamaño de las partículas de suelo o roca sea pequeño en comparación con el tamaño del talud.

Los métodos para el análisis de estabilidad son muy diversos, y la mayoría se basan en comparar las fuerzas que favorecen el movimiento de la masa de materiales a través de una hipotética superficie de rotura y las fuerzas resistentes estabilizadoras.

En cualquier caso, estos cálculos son bastante complejos y no dejan de ser aproximaciones a la realidad. Por lo cual, como de forma macroscópica este depósito se puede asemejar a un material con propiedades geotécnicas homogéneas, se utilizará para el cálculo del Factor de Seguridad del talud, el Método de Hoek & Bray, que expone un método gráfico por medio de ábacos para roturas circulares, que nos permite una primera estimación del Factor de Seguridad de manera conservadora.

Los ábacos de Hoek y Bray (1977) proporcionan un límite inferior del factor de seguridad, asumiendo que las tensiones normales en la superficie de deslizamiento se concentran en un solo punto. Los ábacos se construyen bajo las siguientes premisas:

- El material constitutivo del talud se considera homogéneo en toda la extensión del mismo.
- El círculo de rotura se hace pasar siempre por el pie del talud.
- Se considera la existencia de una grieta de tracción que puede estar situada por encima o por debajo de la cresta del talud.

Se calcula un valor adimensional, que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$a = \frac{C}{(\gamma \cdot H \cdot \tan \Phi)}$$

Siendo:

$\gamma$  = Peso específico (N/m<sup>3</sup>).

$H$  = Altura del talud (m).

$C$  = Cohesión (N/m<sup>2</sup>).

$\Phi$  = Ángulo de rozamiento interno.

A partir del valor del coeficiente adimensional obtenido, seleccionamos en un primer ábaco las condiciones que presenta el talud respecto al nivel freático, lo que nos indicará el ábaco a utilizar posteriormente.

Para nuestro caso, seleccionaremos en el ábaco la situación que consideramos más desfavorable posible. Es decir, consideramos que el terreno está saturado y con el nivel freático aflorando a pie del talud, con el terreno parcialmente saturado de agua, lo que nos determinará a usar el ábaco número 2.

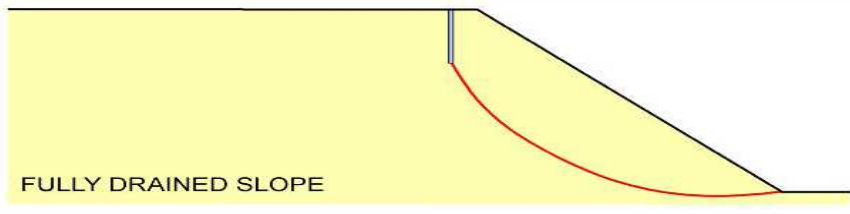
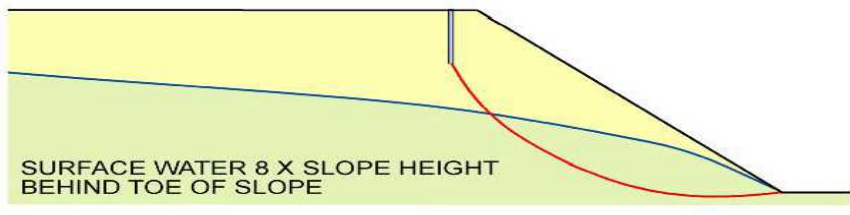
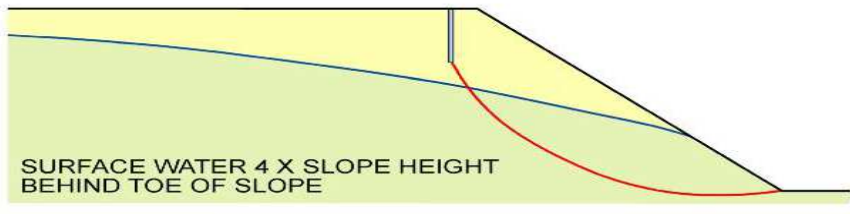
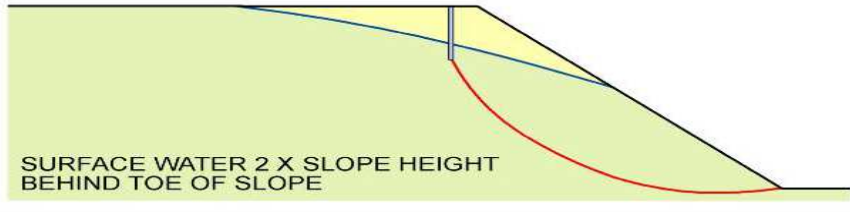
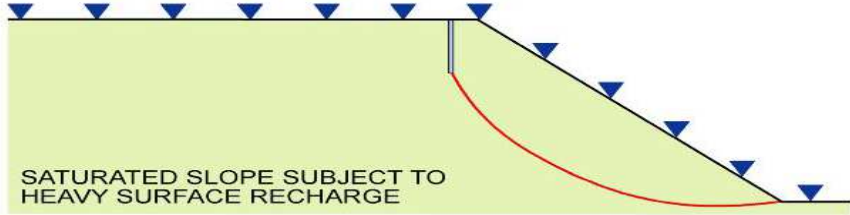
| GROUNDWATER FLOW CONDITIONS                                                                                                                        | CHART NUMBERS |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  <p>FULLY DRAINED SLOPE</p>                                     | <b>1</b>      |
|  <p>SURFACE WATER 8 X SLOPE HEIGHT<br/>BEHIND TOE OF SLOPE</p> | <b>2</b>      |
|  <p>SURFACE WATER 4 X SLOPE HEIGHT<br/>BEHIND TOE OF SLOPE</p> | <b>3</b>      |
|  <p>SURFACE WATER 2 X SLOPE HEIGHT<br/>BEHIND TOE OF SLOPE</p> | <b>4</b>      |
|  <p>SATURATED SLOPE SUBJECT TO<br/>HEAVY SURFACE RECHARGE</p>  | <b>5</b>      |

Figura nº 38 : Nivel freático y selección de ábaco de Hoek y Bray

Utilizaremos este ábaco número 2 de Hoek y Bray como procedimiento para determinar el factor de seguridad tanto para el talud tipo utilizado en los bancos de trabajo, como para el talud final de la explotación. En la siguiente tabla aparecen los datos de cálculo para cada uno de taludes:

|                              | Talud de bancos de trabajo | Talud final explotación   |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Angulo del talud             | 80°                        | 35 °                      |
| Altura talud                 | 10 m                       | 35 m                      |
| Cohesión aparente            | 200.000 kg/m <sup>2</sup>  | 200.000 kg/m <sup>2</sup> |
| Angulo de rozamiento interno | 35°                        | 35°                       |
| Densidad del material        | 2450 kg/m <sup>3</sup>     | 2450 kg/m <sup>3</sup>    |

**Figura nº 12 : Datos de cálculo de los taludes mediante ábaco de Hoek y Bray**

Procedemos al cálculo a partir de estos datos, obteniéndose unos valores del coeficiente adimensional de Hoek y Bray de:

- Talud de bancos de trabajo: se obtiene un valor de 1,16 que una vez introducido en el ábaco nº 2 nos proporciona el factor de seguridad F:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{tg}\Phi / F = 0.21 & \longrightarrow & F = 3.33 \\
 C / (Y \cdot H \cdot F) = 0.24 & \longrightarrow & F = 3.40
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} \text{tg}\Phi / F = 0.21 \\ C / (Y \cdot H \cdot F) = 0.24 \end{array}} \right\} \longrightarrow \text{Talud estable}$$

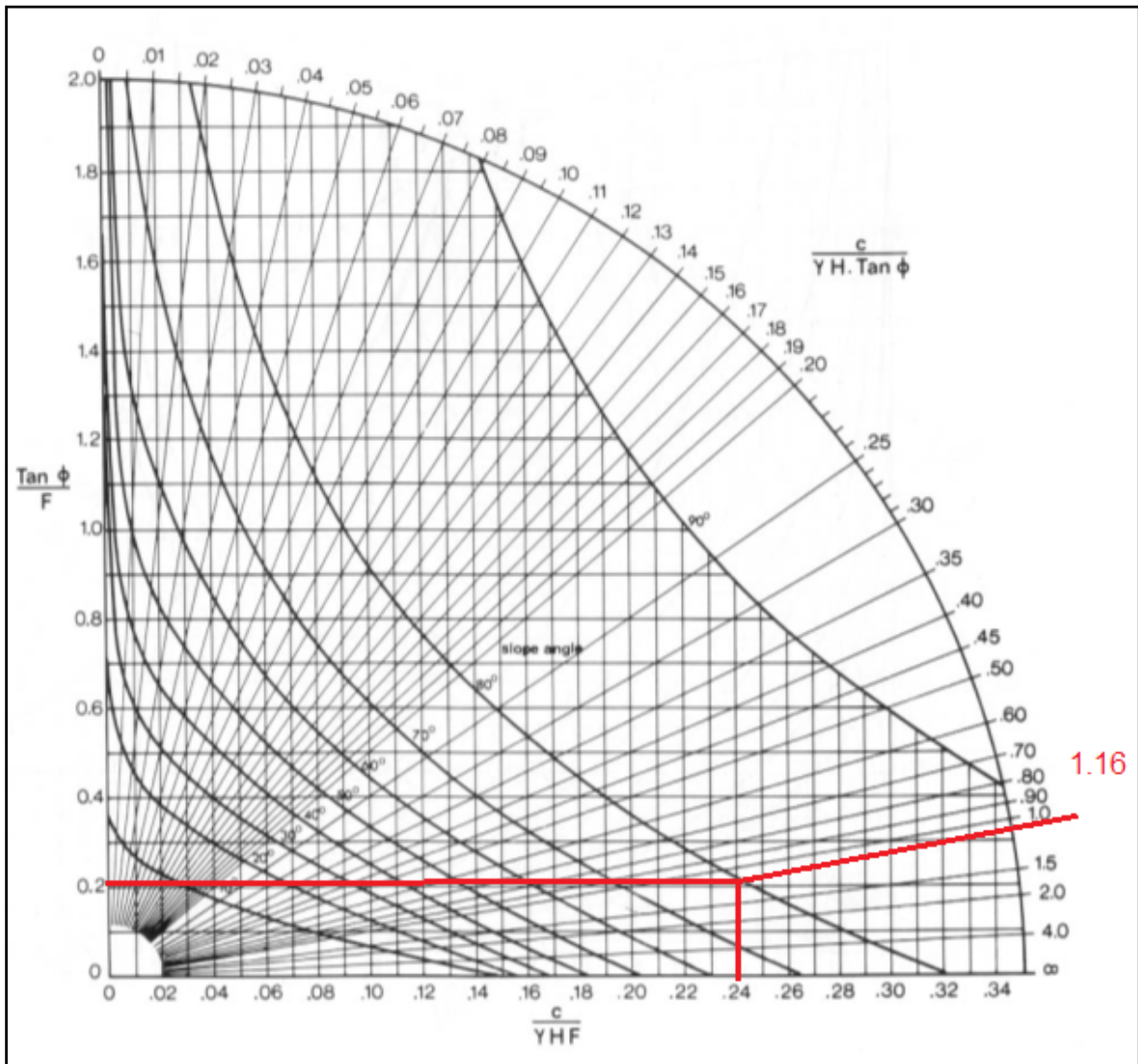


Figura nº 39 : Cálculo del factor de seguridad talud banco trabajo con el ábaco de Hoek y Bray

- Talud final explotación: se obtiene un valor de 0.33 que una vez introducido en el ábaco nº 2 nos proporciona el factor de seguridad F:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{tg}\Phi / F = 0.25 & \longrightarrow & F = 2.80 \\
 C / (Y \cdot H \cdot F) = 0.084 & \longrightarrow & F = 2.77
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} \text{tg}\Phi / F = 0.25 \\ C / (Y \cdot H \cdot F) = 0.084 \end{array}} \right\} \longrightarrow \text{Talud estable}$$



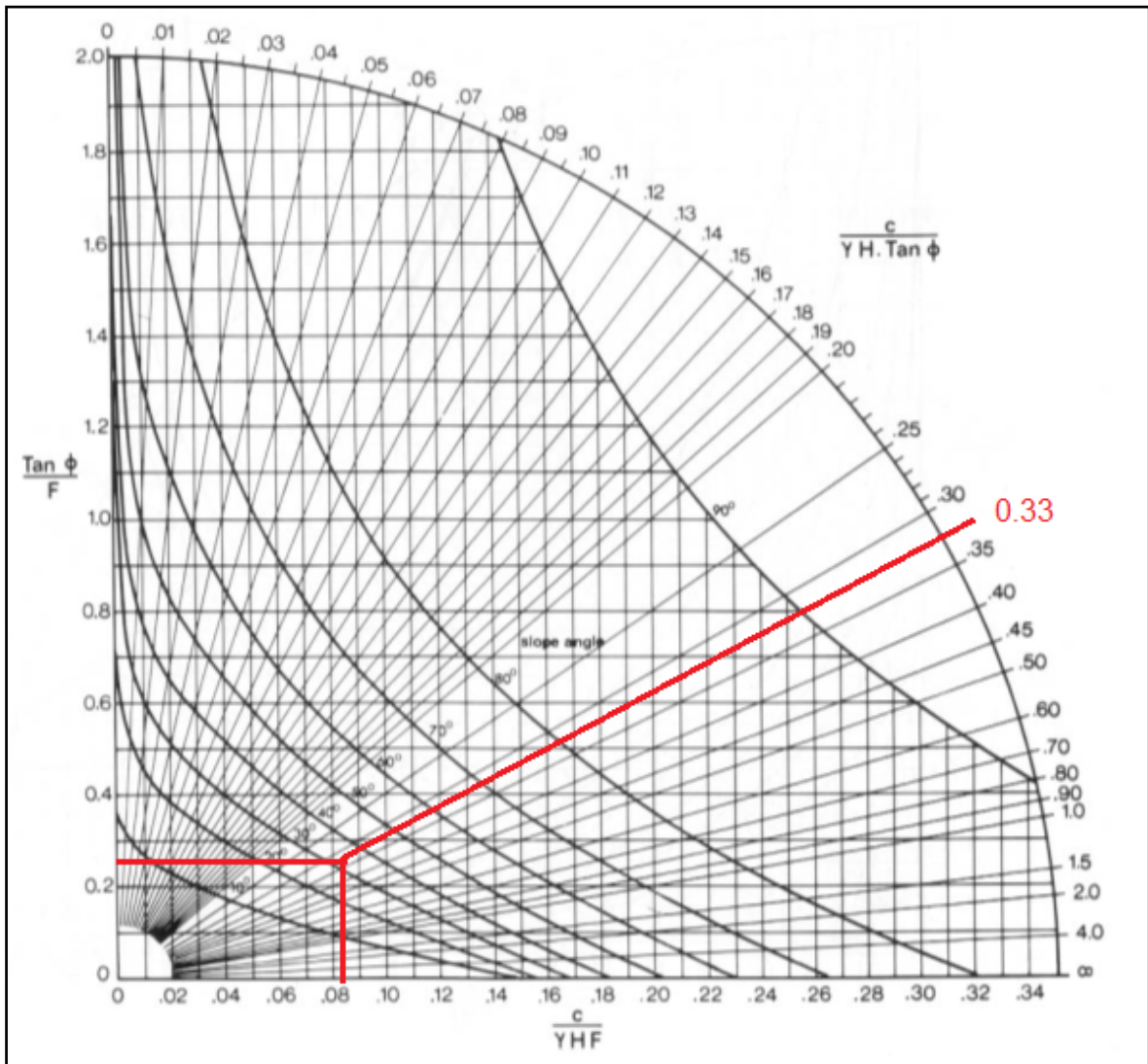


**Figura nº 40 : Cálculo del factor de seguridad talud final explotación con el ábaco de Hoek y Bray**

En geotecnia, el riesgo de colapso de un talud se mide en términos del llamado coeficiente de seguridad F, que es la relación entre el conjunto de las fuerzas resistentes y las desestabilizadoras que provocarían la rotura del talud. La selección de un valor de F mayor implica una disminución de riesgo, pero supone en general taludes más tendidos.

El valor  $F = 1$  señala la frontera en la cual un talud es, o deja de ser, estable. La necesidad de utilizar valores de  $F > 1$  surge como consecuencia de los siguientes factores:

- La posible existencia de características geológicas y/o estructuras adversas que puedan afectar a la estabilidad del talud y que no han sido detectadas en el estudio geotécnico.
- Posibles errores en los ensayos de caracterización de los materiales del macizo.
- La variabilidad de las propiedades de los materiales dentro del macizo en estudio.
- La determinación y variabilidad estacional de las presiones de agua en el talud.
- Errores derivados de los supuestos de rotura utilizados.
- Errores de cálculo.

En la práctica, los valores que se adoptan varían en función de las consecuencias que resultarían de un colapso, así como del nivel de confianza en los datos utilizados. La experiencia considera que, debido a las elevadas implicaciones económicas, la selección de un coeficiente de seguridad  $F$  próximo a 1,3 puede ser adecuado para taludes cuya estabilidad no se considere a largo plazo, mientras que si tales condiciones son críticas o permanentes,  $F$  debe ser del orden de 1,5 a 1,6, valores que son superiores a los mínimos establecidos en la normativa española vigente.

En nuestro caso, tal y como se puede observar el Factor de Seguridad ( $F$ ) supera a la unidad ampliamente en ambos casos por lo que se deduce que tanto el talud de los bancos de trabajo como el talud final de explotación resultante son estables.

### **3.9. Hidrogeología**

Comenzaremos primeramente el análisis de la hidrogeología de la zona del emplazamiento comentando la hidrología superficial existente en la zona, continuando con el análisis de los sistemas de acuíferos y finalizando con la caracterización hidrogeológica de los materiales existentes.

#### Hidrología superficial:

El emplazamiento, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentra enmarcado dentro de la influencia del río Guadalimar y la elevación de la loma de Úbeda.

La red de arroyada se encaja a lo largo de la loma presentando un carácter claramente estacional, con variaciones de caudal muy importantes y muy sensibles frente a las precipitaciones de carácter torrencial. Estas variaciones extremas hacen que el encajamiento de la red sea profundo y acarcavado y que en las cabeceras de los arroyos por socavación se produzcan fenómenos de deslizamiento.

El régimen climático de la zona es de Mediterráneo-Continental con un valor del índice de Thornthwaite dentro del tipo seco-subhúmedo. De los datos del balance hídrico en l/m<sup>2</sup> recopilados en las estaciones climáticas existentes en la zona, se deduce que el nivel superficial del suelo se encuentra totalmente desecado desde mediados de abril hasta la segunda decena de septiembre, lo que supone que cualquier tormenta de verano o principio de otoño producirá: en un primer momento una erosión profunda en los cauces, por cuanto el tiempo de concentración es mínimo dada la configuración de las cuencas secundarias, y si es persistente (varios días lluviosos en otoño) la saturación de suelo superficial (2-3 m) y la reactivación de los deslizamientos y reptaciones.

#### Sistemas Acuíferos:

Dentro de la zona del emplazamiento se distinguen dos sistemas acuíferos diferenciados:

- Acuífero de Úbeda: Este se situaría más al Oeste, limítrofe con el emplazamiento. Se correspondería con la Loma de Úbeda. A nivel regional se ubica entre el borde de la Meseta, la Depresión Neógena del Guadalquivir y las estribaciones septentrionales de las Cordilleras Béticas. Se encuentra atravesado por una red hidrográfica de arroyos que vierten hacia el norte siendo tributarios del Guadalimar o hacia el sur siendo tributarios del Guadalquivir. Está constituido, en términos generales, por una serie detrítica de hasta 40 metros de espesor formada por bancos de areniscas bioclásticas y calcarenitas que intercalan ocasionalmente capas margosas. El acuífero aflora de forma continua en 100 km<sup>2</sup> apoyándose sobre margas impermeables. Los recursos totales estimados son 14 hm<sup>3</sup>/año y el agua se destina fundamentalmente a regadíos.
- Acuífero carbonatado de la depresión del Alto Guadalquivir: A este pertenecerían los materiales del afloramiento. El mismo encuentra localizado entre la Loma de

Úbeda y el límite Sur de los afloramientos paleozoicos de Sierra Morena. El río Guadalimar está encajado en su parte Sur y regionalmente constituye el borde Mesozoico de la Meseta. Está constituido por un paquete calizo-dolomítico, en estratos bien tableados de color gris-amarillento, se dispone sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación está bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas. El flujo de agua discurre aproximadamente N-S, la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos y por el río Guadalimar, se estima en 12-15 hm<sup>3</sup>/año.

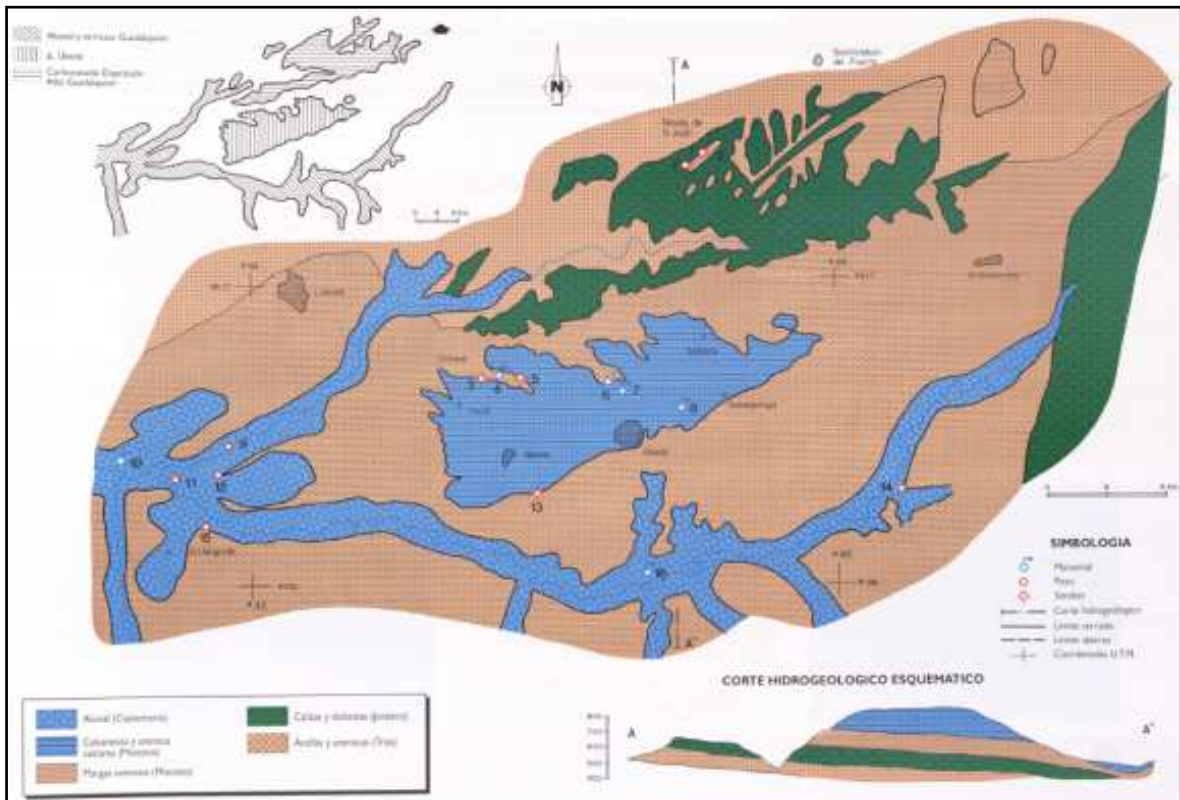


**Figura nº 41 : Entorno hidrológico y acuíferos de la zona**

#### Caracterización hidrogeológica de los materiales:

Así pues, los materiales existentes en el afloramiento se corresponderían con el ya mencionado paquete calizo-dolomítico del Jurásico, en estratos bien tableados sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación se encuentra bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas.

Así toda la zona donde se encuentra el emplazamiento, aledaña al curso del río Guadalimar, presenta una permeabilidad elevada y con caudales más o menos significativos, derivados de los materiales atravesados, calizas y dolomías.

Si bien, como conclusión no se han detectado ningún tipo de surgencia dentro de la zona prevista de emplazamiento, ni detectado el nivel freático en las catas existentes en el terreno.

#### **4. Recursos mineros**

##### **4.1. Registro minero**

El área donde se sitúa nuestra futura explotación fue utilizada, antes del 2009, por los propietarios de la zona para abastecerse esporádicamente de zahorras para los caminos circundantes.

Es en 2009, cuando a nombre de Sacyr S.A.U. se inicia el procedimiento para la concesión de un permiso de investigación para recursos de la sección C, con el nombre de Majada Verde, con una extensión de 6 cuadrículas mineras. El perímetro que delimita esta superficie se encuentra definido por las siguientes coordenadas U.T.M. (Huso 30):

| Orden | Longitud         | Latitud          | X (UTM)    | Y (UTM)     | HUSO |
|-------|------------------|------------------|------------|-------------|------|
| 1     | 3° 8' 00,000" W  | 38° 9' 20,000" W | 488317,935 | 4223153,071 | 30   |
| 2     | 3° 7' 00,000 " W | 38° 9' 20,000" W | 489778,193 | 4223151,103 | 30   |
| 3     | 3° 7' 00,000 " W | 38° 8' 40,000" W | 489776,643 | 4221918,236 | 30   |
| 4     | 3° 8' 00,000" W  | 38° 8' 40,000" W | 488316,163 | 4221920,204 | 30   |
| 5     | 3° 8' 00,000" W  | 38° 9' 20,000" W | 488317,935 | 4223153,071 | 30   |

**Tabla nº 13 : Coordenadas Permiso de Investigación**

Posteriormente en este mismo año, a nombre de UTE Autovía A-32 Villacarrillo se inicia el procedimiento de autorización de explotación. Otorgándose el mismo con fecha 2 de junio de 2010, con un periodo de vigencia de 5 años. La extensión al amparo de esta autorización de explotación es de 74.300 m<sup>2</sup> (7.43 ha) y su perímetro se encuentra definido por las siguientes coordenadas U.T.M. (Huso 30 ):



| Orden | Longitud         | Latitud           | X (UTM)  | Y (UTM)   | HUSO |
|-------|------------------|-------------------|----------|-----------|------|
| 1     | 3° 7' 43,7615" W | 38° 8' 53,3463" W | 488712,0 | 4222331,0 | 30   |
| 2     | 3° 7' 42,6952" W | 38° 8' 54,5181" W | 488738,0 | 4222364,0 | 30   |
| 3     | 3° 7' 40,0700" W | 38° 8' 56,8543" W | 488802,0 | 4222439,0 | 30   |
| 4     | 3° 7' 39,9626" W | 38° 8' 57,9262" W | 488829,0 | 4222472,0 | 30   |
| 5     | 3° 7' 34,8997" W | 38° 9' 00,5586" W | 488928,0 | 4222553,0 | 30   |
| 6     | 3° 7' 33,3396" W | 38° 9' 01,2092" W | 488966,0 | 4222573,0 | 30   |
| 7     | 3° 7' 28,6545" W | 38° 9' 00,4355" W | 489080,0 | 4222549,0 | 30   |
| 8     | 3° 7' 27,2148" W | 38° 8' 59,4313" W | 489115,0 | 4222518,0 | 30   |
| 9     | 3° 7' 26,7194" W | 38° 8' 58,0042" W | 489127,0 | 4222474,0 | 30   |
| 10    | 3° 7' 27,4571" W | 38° 8' 56,9328" W | 489109,0 | 4222441,0 | 30   |
| 11    | 3° 7' 27,9470" W | 38° 8' 55,0829" W | 489097,0 | 4222384,0 | 30   |
| 12    | 3° 7' 31,3524" W | 38° 8' 52,4188" W | 489014,0 | 4222302,0 | 30   |
| 13    | 3° 7' 36,7365" W | 38° 8' 53,6135" W | 488883,0 | 4222339,0 | 30   |
| 14    | 3° 7' 39,9411" W | 38° 8' 53,6100" W | 488805,0 | 4222339,0 | 30   |
| 15    | 3° 7' 43,5967" W | 38° 8' 53,0869" W | 488716,0 | 4222323,0 | 30   |

**Tabla nº 14 : Coordenadas Autorización de Explotación**

Posteriormente a la autorización de explotación, en esta superficie sólo se han realizado pequeñas y puntuales labores de extracción de material, más bien para el acondicionado una pequeña plaza de cantera y habilitar la zona de acceso. También se ha realizado el vallado el perimetral de toda la superficie.

La superficie total (7.43 ha) se encuentra situada en su totalidad sobre el polígono catastral 4, comprendiendo las parcelas 37, 40, 41 y 42, pertenecientes al municipio de Villacarrillo (Jaén).

#### **4.2. Recursos geológicos**

Los recursos geológicos objeto de esta explotación son un afloramiento de dolomías y calizas, estos recursos son clasificados dentro del marco del Reglamento General para el Régimen de la Minería como recursos de la Sección A.

El fin primordial de la explotación el de beneficiar el recurso geológico que constituyen estas dolomías y calizas utilizándose como áridos para construcción.

El volumen total de material susceptible de ser aprovechado, que constituye el afloramiento al amparo de la autorización de explotación, es de aproximadamente unos 1.500.000 m<sup>3</sup>.

Este material, será arrancado, cargado y transportado hasta la planta de trituración y clasificación situada en las instalaciones de la cantera.

Los productos obtenidos, resultantes del tratamiento del material, serán transportados hasta los distintos puntos de destino, o bien se utilizarán para la fabricación de hormigones, aglomerados asfálticos y materiales de construcción entre otros usos. El área de comercialización del producto se encuentra en las comarcas de La Loma y del Condado.

#### **4.3. Reservas a explotar**

De la totalidad de la superficie al amparo de la autorización de explotación, que es de 74.300 m<sup>2</sup> (7.43 ha), se ha propuesto un diseño de explotación en el que se extraerá la totalidad del material de la superficie autorizada.

Para determinar las reservas a explotar se ha realizado una cubicación partiendo de la topografía disponible y por los perfiles finales diseñados resultantes de la extracción de material de la explotación. A este volumen total se le sustrae el volumen determinado por la capa de tierra vegetal.

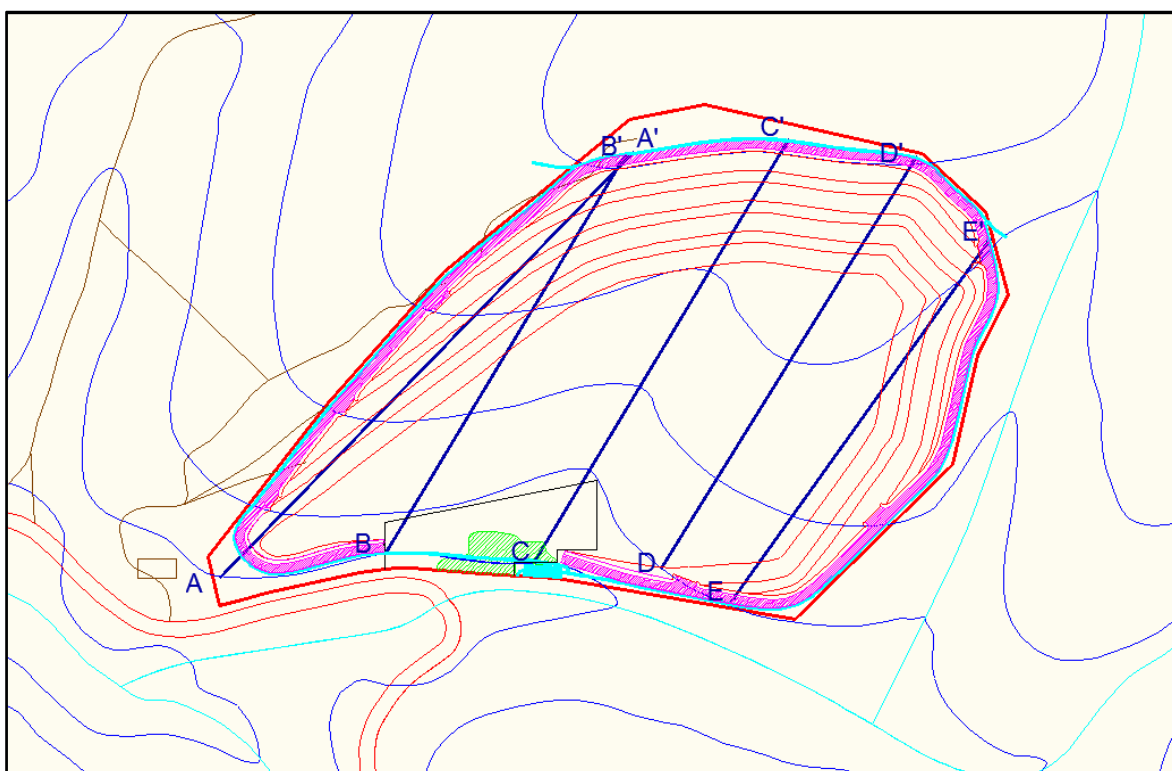


**Figura nº 43 : Límites de explotación y perfiles realizados**

A continuación se muestran los perfiles obtenidos en función del diseño de la explotación:

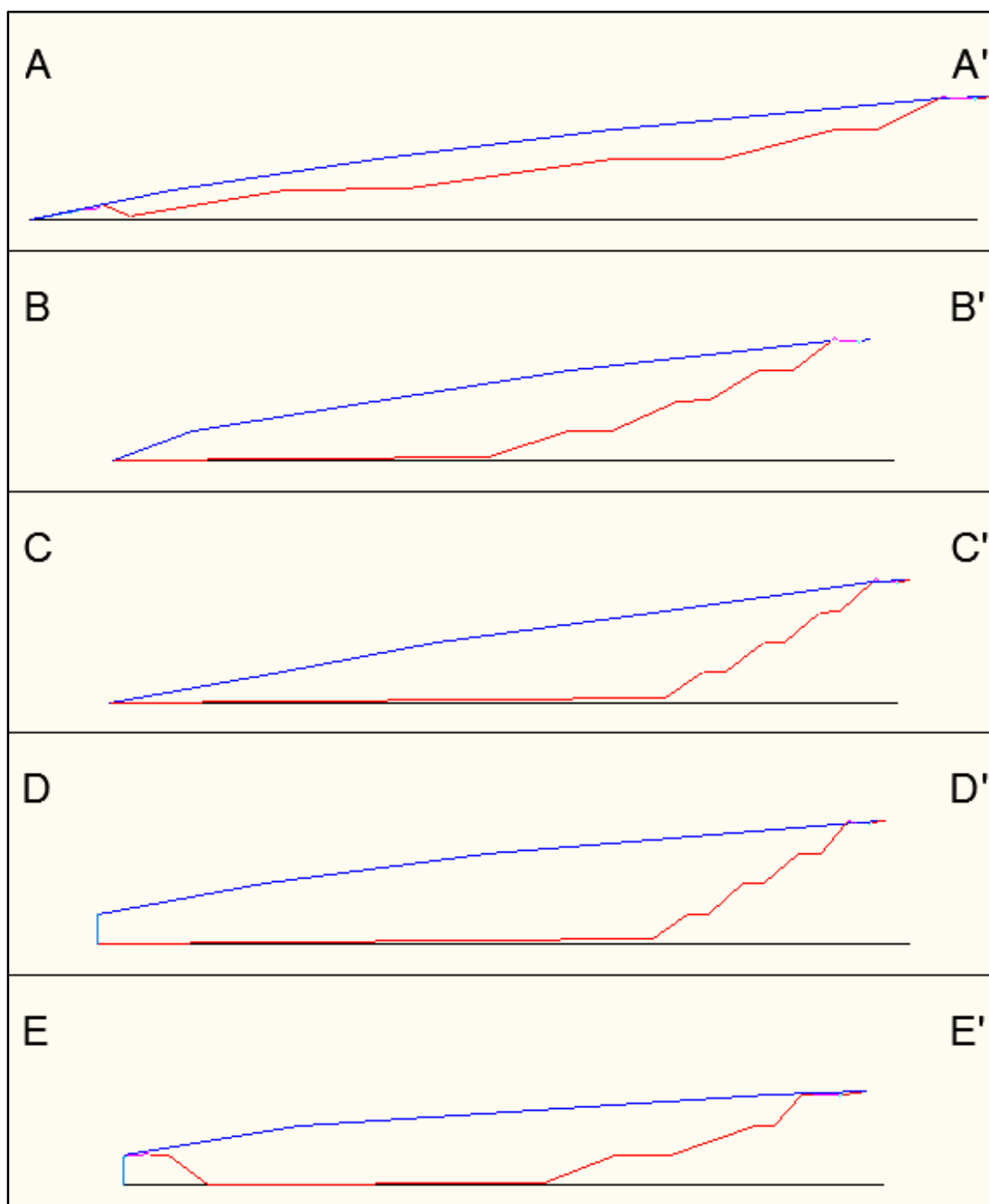


**Figura nº 44 : Perfiles obtenidos**

Los volúmenes obtenidos se muestran a continuación:

|                |              | DISTANCIAS (m) |               |        | VOLUMEN<br>(m³) |
|----------------|--------------|----------------|---------------|--------|-----------------|
| PERFIL         | AREA<br>(m²) | MAX            | MIN           | MEDIA  |                 |
| 0              | 0            | 16,46          | 0             | 8,23   | 9662,84         |
| a              | 2348,2       |                |               |        |                 |
| b              | 3587,75      | 87,52          | 0             | 43,76  | 129878,59       |
| c              | 3876,07      | 86,46          | 79,17         | 82,815 | 309058,13       |
|                |              | 68,92          | 68,45         | 68,685 | 318803,49       |
| d              | 5406,99      | 58,48          | 40,47         | 49,475 | 226175,21       |
| e              | 3736,02      |                |               |        |                 |
| 0              | 0            | 41,58          | 0             | 20,79  | 38835,93        |
|                |              |                | VOLUMEN       |        | 1.032.414,19 m³ |
| Tierra vegetal |              |                | 59781,26      | 0,5    | 29.890,63       |
|                |              |                | VOLUMEN TOTAL |        | 1.002.523,56 m³ |

**Tabla nº 15 : Volumen de reservas a explotar**

Lo que nos proporciona un volumen total de reservas de **1.002.523,56 m<sup>3</sup>**, lo que constituye un volumen superior al impuesto en la evaluación de necesidades del proyecto apartado 1.3.

#### 4.4. Producción y vida de la explotación

La producción requerida a la explotación vendrá dada por las necesidades de la obra en ejecución de la autovía A-32. Esta tiene según su planificación un periodo de 24 meses para ejecutar las partidas en las que es necesario el aporte de nuestra explotación, en dicho periodo será necesario suministrar alrededor de 500.000 m<sup>3</sup> de material.



Es por tanto necesario dimensionar la explotación para suministrar la mitad de las reservas en dicho periodo de 24 meses, y dada la demanda de la zona rebajar, a partir del término de la A-32 ajustar la producción de la explotación entre los 150.000 m<sup>3</sup> y los 50.000 m<sup>3</sup> de material, en por las crecientes labores de restauración, lo que supondría un horizonte de vida de nuestra explotación de 5 años más.

La producción resultante se puede resumir en la siguiente tabla:

| AÑO | PRODUCCIÓN<br>m <sup>3</sup> |
|-----|------------------------------|
| 1   | 251.336,5                    |
| 2   | 251.336,5                    |
| 3   | 150.000                      |
| 4   | 125.000                      |
| 5   | 100.000                      |
| 6   | 75.000                       |
| 7   | 49.850,56                    |

**Tabla nº 16 : Producción de la explotación**

## **5. Selección del método de explotación**

Es necesario en un primer lugar definir el método de explotación con el que se desarrollaran los trabajos de explotación. La selección del método de explotación en un punto crucial que marcará todo el desarrollo posterior de nuestra explotación, tanto a nivel de diseño, equipos necesarios, como sus costes derivados.

Dada la topografía de nuestro emplazamiento y el entorno que rodeará nuestra explotación las alternativas existentes al método de explotación deberán basarse en los distintos métodos para explotaciones de cantera en ladera.

En un primer lugar se enumerarán las alternativas existentes y posteriormente se comentará el método de producción seleccionado.

### 5.1. Alternativas al método de explotación

Al alternativas existentes para el método de explotación de cantera en ladera se clasifican en función de la dirección en la que se realian los trabajos de excavación, pueden distinguirse las siguientes alternativas:

- Avance frontal y frente de trabajo de altura creciente: Es la alternativa más frecuente por la facilidad de apertura de las canteras y a la mínima distancia de transporte inicial hasta la planta de tratamiento. El frente es progresivamente más alto, por lo que es inviable proceder a la restauración de los taludes hasta que no finalice la explotación. En este tipo de explotación el frente de trabajo está siempre activo, salvo en alguna pequeña zona.
- Excavación descendente y abandono del talud final en bancos altos: Permite iniciar la restauración con antelación y desde los bancos superiores hasta los de menor cota. Se requiere una definición previa del talud final y, consecuentemente, un proyecto a largo plazo. Por otra parte exige constituir toda la infraestructura viaria para acceder a los niveles superiores desde el principio y obliga a una mayor distancia de transporte en los primeros años de la cantera.
- Avance lateral y abandono del talud final: Se puede llevar a cabo cuando la cantera tiene un desarrollo transversal reducido, profundizándose poco en la ladera, pero con un avance lateral amplio. En este tipo de explotación permite recuperar taludes finales una vez excavado el hueco inicial, así como efectuar rellenos parciales. Por otra parte mantiene de forma constante la distancia de transporte siempre que la instalación se encuentre en el centro de la corrida de la cantera.
- Excavación troncocónica con pérdida de macizo de protección: Este tipo de explotación en nuestro caso no es viable dadas las dimensiones de la ladera y nuestra explotación.

## **5.2. Método de explotación seleccionado**

En una primera etapa se compatibilizará los métodos de explotación de avance frontal y frente de trabajo de altura creciente con la apertura de nuevos bancos en la parte superior de la explotación a fin de iniciar la explotación por el método de excavación descendente y abandono del talud final. Se selecciona este sistema para permitir el inicio de la explotación y poder configurar una plaza de cantera suficiente, ya que la actual no permitiría una explotación segura y racional.

Posteriormente en una segunda etapa de la explotación se utilizará únicamente el método de explotación de excavación descendente y abandono del talud final en bancos altos. Lo que nos permitirá iniciar la restauración con antelación y desde los bancos superiores hasta los de menor cota.

## **6. Selección del método de producción**

Tras la selección del método de explotación aplicable a nuestra explotación de áridos, es necesario establecer el sistema de producción que se utilizará y que estará constituido por los diferentes equipo de arranque, carga y transporte. En función de estos, será necesario posteriormente definir los equipos de servicios.

En un primer lugar se enumerarán las alternativas posibles y posteriormente se comentará el método de producción seleccionado.

### **6.1. Alternativas al método de producción**

Según la continuidad del ciclo básico, se diferencian los siguientes sistemas:

- Sistema totalmente discontinuo: La operación de arranque, con o sin voladura, se lleva a cabo con equipos discontinuos y el transporte se efectúa con volquetes mineros. Es el sistema más implantado debido a su gran flexibilidad y versatilidad.

- Sistema mixto con trituradora estacionaria dentro de la cantera: Una parte de la operación se realiza con medios semejantes al sistema anterior, hasta una trituradora instalada dentro de la explotación con la que se consigue una granulometría adecuada para poder efectuar desde ese punto el transporte continuo por cintas.
- Sistema mixto con trituradora semimóvil dentro de la cantera: Conceptualmente es igual al sistema anterior, pero con mayor flexibilidad, ya que la trituradora puede cambiarse de emplazamiento cada cierto tiempo, invirtiendo en estos traslados varios días o semanas.
- Sistema continuo con trituradora móvil y arranque discontinuo: En este sistema se prescinde del transporte con volquetes, ya que la trituradora móvil acompaña constantemente por el tajo el equipo de arranque y carga discontinuo.
- Sistema de transporte mixto y arranque continuo: Es una variante de la tercera alternativa, donde se sustituye el arranque discontinuo por un minador continuo. Es un sistema poco utilizado, aunque algunas canteras lo aplican.
- Sistema de arranque y transporte continuos: Es el sistema que presenta mayor porcentaje de electrificación, puesto que todas las unidades a excepción de las auxiliares, van accionadas por motores eléctricos.

A su vez, en cada uno de esos sistemas, la maquinaria utilizada puede ser distinta pues, por ejemplo, en el arranque continuo es posible emplear minadores y, en el transporte continuo, cintas transportadoras convencionales, cintas de alta pendiente, etc.

## **6.2. Método de producción seleccionado**

El sistema de producción seleccionado estará basado en un sistema totalmente discontinuo, con arranque con voladura, carga mediante retroexcavadora y transporte mediante volquetes mineros. Es el sistema más implantado debido a su gran flexibilidad y versatilidad.

Si bien para los bancos inferiores se utilizará un sistema mixto con trituradora semimóvil dentro de la cantera. Así la trituradora será cargada por la retroexcavadora y el transporte se realizará mediante cintas transportadoras.

## 7. Diseño de la explotación

En función del método de explotación seleccionado y el método de producción procedemos al diseño propiamente dicho de la explotación. En este diseño se deben definir los parámetros geométricos principales de nuestra explotación. Así, debemos definir los términos como son:

- Banco: es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril y/o mineral, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.
- Altura de banco: es la distancia vertical entre dos niveles o, lo que es lo mismo, desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.
- Talud de banco: es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco.
- Talud de trabajo: es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es, en consecuencia, una pendiente provisional de la excavación.
- Límites finales de la explotación: son aquellas situaciones espaciales hasta las que se realizan las excavaciones. El límite vertical determina el fondo final de la explotación y los límites laterales los taludes finales de la misma.
- Talud final de explotación: es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.
- Bermas: son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la excavación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de



un talud y las condiciones de seguridad frente a deslizamientos o caídas de piedras.

- Pistas: son las estructuras viarias dentro de una explotación a través de las cuales se extraen los materiales, o se efectúan los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de la misma. Se caracterizan por su anchura, su pendiente y su perfil.
- Ángulo de reposo del material: es el talud máximo para el que es estable sin deslizar el material suelto que lo constituye y en condiciones de drenaje total, después de vertido.

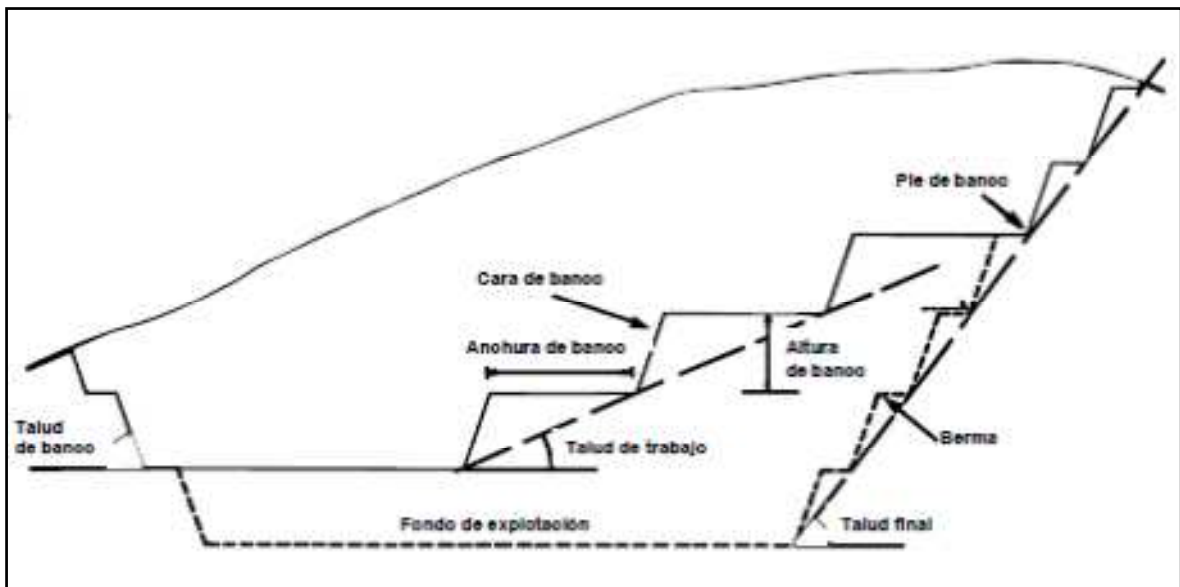


*Figura nº 45 : Esquema explotación en ladera*

### 7.1. Criterios de diseño

En el procedimiento para realizar la explotación queda definido por la aplicación de unos parámetros o criterios de diseño de la excavación, que permitan alcanzar las producciones programadas, de la forma más económica posible, en las máximas condiciones de seguridad y conforme a la normativa vigente.

En nuestro caso aplicaremos para el diseño de nuestra explotación la Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad

correspondiente al Desarrollo de Labores en Trabajos a Cielo Abierto I.T.C.07.1.04 de Orden de 16 de abril de 1990.

## **7.2. Taludes definidos**

Se diseñaran los taludes teniendo en cuenta el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera I.T.C. 07.1.03 (1.2.- Altura y taludes del banco).

Teniendo en cuenta que nuestra explotación se realizará con la utilización de explosivos y la carga será independiente del mismo. La norma permite una altura máxima del frente de trabajo será de 20 metros. En casos especiales, la Autoridad minera podrá aprobar alturas superiores, que nunca excederán de los 30 metros. Determina que el talud del frente será el necesario para asegurar su estabilidad. Cuando la perforación se realice desde la parte superior del frente hasta su pie, su talud podrá ser vertical. Y en ningún caso se permitirán taludes invertidos.

Además, en la pared del talud resultante se permitirá una altura máxima de 40 metros sin necesidad de bermas, siempre que el frente resultante sea estable y no sobrepase la vertical. En el caso de que la explotación continuase progresando a niveles inferiores, deberá dejarse la correspondiente berma de seguridad.

Si se realizara la excavación con medios mecánicos mediante retroexcavadora, la altura máxima del frente será el alcance del brazo de la máquina o altura de ataque.

En función de estas premisas se ha optado por definir una altura máxima del frente de trabajo de 10 metros. Lo cual permitiría tanto un arranque de material mediante la utilización de explosivos, como un arranque mecánico mediante retroexcavadora, si las condiciones del material lo permitiesen. Esta altura máxima de alcance con el cazo de una retroexcavadora de 10 metros es la usual para cualquier retroexcavadora media de uso común en cantera.

En cuanto al ángulo del talud de banco definido tanto en el caso de arranque con explosivos o con medios mecánicos será de 80°, con este ángulo se garantiza la estabilidad del frente para este tipo de material.

Con respecto a la altura máxima del frente y al ángulo final de la explotación en fase de abandono y restauración será definido en el correspondiente plan de restauración que se encuentra en el Anexo nº 2 de este proyecto.

### **7.3. Bancos y bermas definidos**

Una vez definidas las pendientes estables de los taludes generales, se pasa a estudiar la geometría de los bancos, que dependerá de la configuración de los taludes y su orientación relativa respecto a la estratificación o familias de discontinuidades dominantes.

Se diseñan los bancos y bermas teniendo en cuenta el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera I.T.C. 07.1.03 (1.3.- Formación de bancos. Bermas).

Según la norma cuando el espesor del material a extraer sea superior a la altura máxima permitida, la explotación será realizada por niveles formando bancos; dicha explotación será descendente.

Dado que la altura máxima de frente ya definida en el punto anterior, la topografía del área y la extensión de nuestra explotación, en la cual se ha determinado una potencia de roca explotable cercana a los 36 metros, se han determinado una configuración con 3 bancos, cada uno de los cuales contará con un frente de 10 metros de altura y un talud de 80°.

En la norma se determina que en una explotación por banqueo se dejarán bermas con el fin de evitar que posibles desprendimientos de frentes activos o no activos caigan sobre lugares de trabajo y/o pistas situados a niveles inferiores. Las bermas definitivas se proyectarán como resultado de un estudio geotécnico que determine el talud final estable y para que pueda ser utilizada para la circulación de vehículos, debe poder cumplir lo reglamentado sobre pistas.

En nuestro caso dada la altura máxima del frente y la naturaleza competente de la roca no es necesaria la realización de bermas entre bancos, si bien la anchura de banco mínima entre frentes no será inferior a 6 m.

#### **7.4. Plataformas de trabajo**

Se diseñan las plataformas de trabajo teniendo en cuenta el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera I.T.C. 07.1.03 (1.4.- Plataformas de trabajo).

Según la misma, la plataforma de trabajo deberá ser lo suficientemente amplia para permitir que los medios mecánicos (perforadoras, volquetes y retroexcavadoras) maniobren con facilidad, sin aproximarse innecesariamente al frente de arranque y manteniendo una distancia mínima de 5 metros al borde del banco, en el desarrollo normal del trabajo.

En situaciones especiales, como la iniciación de plataformas o limitaciones de amplitud de éstas por diversas causas en las que se presenten riesgos de vuelco o caídas, se colocarán topes o barreras no franqueables en condiciones normales de trabajo.

La superficie de la plataforma de trabajo debe ser regular de modo que permita la fácil maniobra de la maquinaria, su estabilidad y un desagüe eficaz. Se prestará especial atención a la conservación y limpieza de los drenajes existentes para evitar encharcamientos, así como a la restauración de la superficie de la plataforma, eliminando baches blandones, roderas, etc. Se retirarán las piedras descalzadas de los taludes o caídas de las cajas de los vehículos.

Además, en caso de actividad nocturna, las plataformas de trabajo deben estar dotadas con el sistema de iluminación adecuado al trabajo a desarrollar.

Teniendo en cuenta estas premisas y considerando que en nuestro método de explotación seleccionado, los trabajos de perforación se van a realizar en plataformas distintas a las de carga y transporte, alternando sucesivamente las labores. Definiremos

tanto la plataforma mínima en la que se desarrollaran labores de perforación, como la plataforma mínima en la que se desarrollaran labores de carga y transporte.

Dado el desfase existente en el desarrollo de la explotación entre los distintos bancos, la plataforma que dispondrá de menor espacio será la que ocupe el equipo de perforación, y dentro de este la situación mínima se dará en las labores destinadas a configurar el talud definitivo de abandono para posterior restauración.

Definida la plataforma con labores de perforación más desfavorable y teniendo en cuenta la longitud media tipo de los equipos de perforación en 9 metros, más el margen de seguridad de 5 metros establecido, se ha optado por definir un ancho mínimo de la plataforma de trabajo en 14 metros.

En el caso de la plataforma con labores de carga y transporte, tendremos en cuenta que las labores de transporte se realizarán en un sólo sentido de marcha, realizados por camión volquete común de anchura 2.5 metros y la carga mediante una retroexcavadora de tamaño medio no superior a 30 toneladas con una longitud media tipo no superior a 11 metros. En base a esta configuración, definimos nuestra plataforma de trabajo mínima para labores de carga y transporte con una anchura mínima de 21.5 metros.

Además todas las plataformas de trabajo se realizarán, para facilitar el drenaje de las aguas de escorrentía con un desnivel del 1% en dirección Sur y 1% en dirección Este u Oeste, permitiendo la evacuación de las aguas en los cauces cercanos.

## **7.5. Plaza de cantera**

La plaza de cantera se situará a la cota 500 m.s.n.m., cota que se encuentra 1.00 metros por encima de la rasante de la carretera A-6203 a la altura del punto de acceso a la explotación, permitiéndose así un fácil acceso desde la misma.

Al mismo tiempo esta cota impide la entrada de aguas provenientes del arroyo cercano que discurre entre las zonas conocidas como Majada Verde y Las Casillas, y de las propias provenientes de la cuneta de la carretera.



Al igual que las diferentes plataformas de trabajo, esta se realizará con cierto desnivel para permitir el drenaje de las aguas de escorrentía, se determina un desnivel del 1% en dirección Sur y 1% en dirección Este, permitiendo así la evacuación de las aguas por la esquina Sureste de la explotación, la más cercana al cauce antes mencionado.

## **7.6. Pistas y accesos**

Debemos tener en cuenta que las características de las pistas y de los accesos son diferentes. Ya que mientras en las pistas la circulación es habitual y continua, en uno o dos sentidos y a marcha rápida. En los accesos sin embargo, que se utilizan de forma eventual y exclusivamente para el acceso a sus tajos de las máquinas que efectúan el arranque u operaciones auxiliares, la circulación es mínima y a velocidad mucho más lenta.

En nuestro caso, dadas las características de nuestra explotación se definirán sólo pistas, dado que el acceso a los diferentes tajos se realizará a través de las mismas.

Se crearán dos pistas principales:

- La pista que transcurrirá por el borde Este de la cantera entre los niveles 500.00 y 540.00, se realizará en roca sobre el propio material de la explotación. Su longitud será de 483,50 metros, sentido será ascendente y su trazado no variará a lo largo de la vida de la cantera.
- La pista que discurrirá por el borde Oeste de la cantera entre los niveles 500.00 y 540.00, aprovechará en una pequeña parte un camino existente en la actualidad. Su longitud será de 477,40 metros, sentido será descendente y su trazado no variará a lo largo de la vida de la cantera.

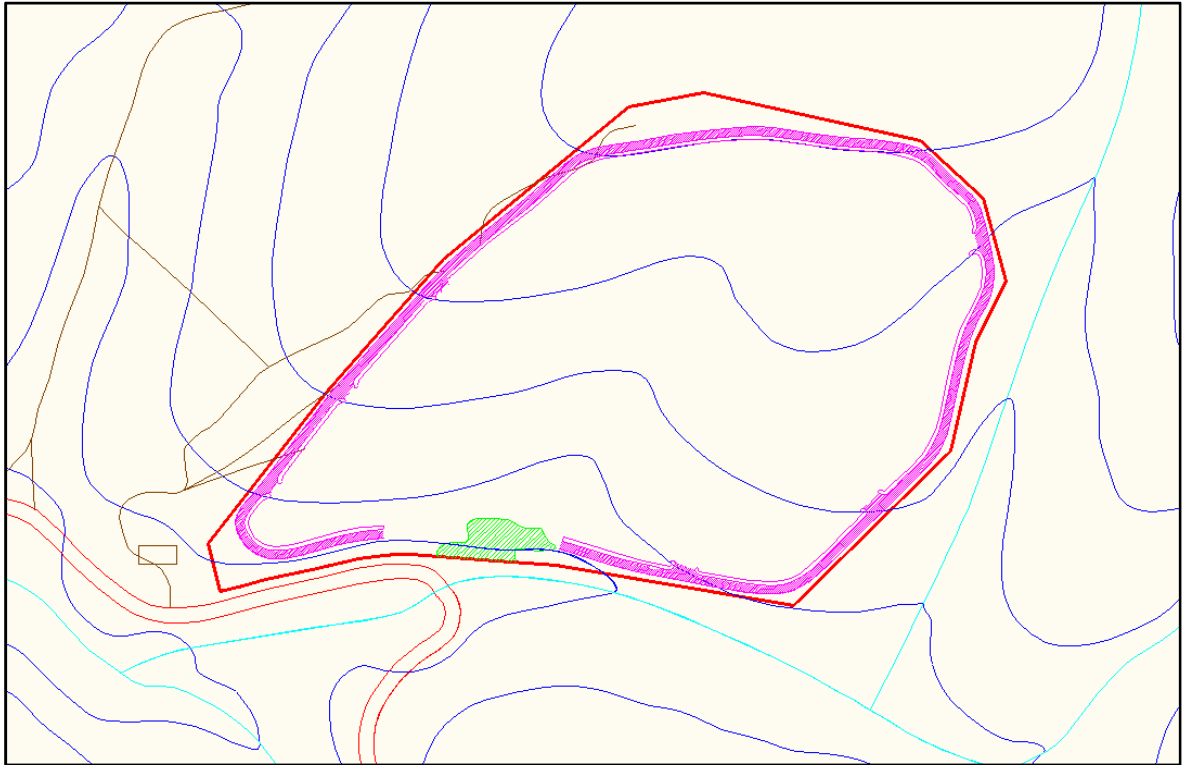


**Figura nº 46 : Pistas de transporte y acceso**

Como mencionábamos anteriormente, si las pistas se pueden definir como los caminos destinados a la circulación habitual de los vehículos de transporte de materiales y del resto de equipos de forma más esporádica. Estas deberán ser diseñadas de tal manera que puedan garantizar la seguridad de las labores tanto de arranque como de transporte del material. Se tendrán en cuenta una serie de factores importantes como son el firme, la anchura, la pendiente, los radios de curva, los peraltes, etc..

- Anchura:

Según el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Mineral, en su I.T.C. 07.1.03 (1.5.1.- Anchura de calzadas en pistas y accesos) la anchura mínima de la calzada de una pista de un sólo carril será vez y media la del vehículo de mayor anchura que se prevea que vaya a circular por ella.

$$A = 1,5 \times a$$

Donde “A” representa la anchura total en metros y “a” la anchura en metros del vehículo de mayor anchura.

A la hora de diseñar el trazado de las pistas se ha optado por la utilización de pistas de un sólo sentido de marcha para aumentar la seguridad. Así se diseñado una red perimetral a la explotación compuesta de dos pistas de circulación, una de ascenso y otra de descenso, situadas una a cada lateral de las plataformas de trabajo.

Estas pistas proporcionará acceso a cada uno de las plataformas, contándose así con dos pistas de acceso a cada banco de trabajo, uno de entrada y otro de salida.

Con estas premisas y teniendo en cuenta que en la explotación no circulará maquinaria de anchura superior a 3.08 metros (ver apartado 9.3.1.), las pistas se construirán con una anchura no inferior a 4.62 metros. A esta anchura de pista se le añadirá un arcén elevado de protección entre el borde de la pista y la parte superior del talud de 2 m como medida de seguridad.

Además dada la geometría de la explotación y el trazado de las pistas, no será necesaria la realización de apartaderos, ya que la visibilidad será buena en todo momento.

La sección transversal de la pista tendrá un diseño con determinada convexidad, a dos aguas, para que la evacuación de la escorrentía sea la adecuada hacia las cunetas o bordes laterales de los viales.

- Pendientes:

Respecto a las pendientes máximas, estas se encuentran reguladas en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en su I.T.C. 07.1.03. (1.5.2.- Pendientes).

Según esta norma, las pendientes longitudinales medias de las pistas no sobrepasarán el 10%, con máximos puntuales del 15%. Habrá casos especiales a accesos o tajos en los que se podrá superar este límite sin sobrepasar el 20%, siempre y cuando un vehículo en las condiciones reales más desfavorables, pueda arrancar y remontar a plena carga, además se deberán adoptar medidas específicas de seguridad.

En nuestro caso, por el diseño de las pistas podemos diferenciar dos pendientes diferentes. Una de ascenso con una pendiente longitudinal media del 8.27% y la pista de descenso con una pendiente longitudinal del 8.37%, ambas con zonas puntuales con pendientes cercanas al 10%.

La pendiente transversal será la suficiente para garantizar la adecuada evacuación del agua de escorrentía hacia las cunetas o los bordes laterales de los viales.

En los tramos de gran longitud y fuerte pendiente es aconsejable disponer de “pistas de frenado” para evitar el fallo en el sistema de frenado y en las que se tiene una rampa de pendiente pronunciada contraria y una superficie que opone una elevada resistencia a la rodadura. Debido a las características de longitud y pendiente de las pistas que tendrá nuestra explotación no se justifica la necesidad de disponer de pistas de frenado, por lo tanto no se construirán pistas de frenado en la cantera.

- Curvas:

Se encuentra reguladas en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en su I.T.C. 07.1.03. (1.5.3.- Curvas).

Así, el radio mínimo admisible será aquel que puedan realizar los vehículos sin necesidad de efectuar maniobras especiales; no se permitirán peraltes inversos.

Los radios de curvatura, en planta, deben ser capaces de garantizar el giro de los vehículos y maquinaria de mayores dimensiones que circulen por ella, garantizándose que es capaz de hacerlo sin riesgo alguno con dichas condiciones de diseño. Por tanto para que las curvas no supongan una limitación en seguridad y producción deben tener un radio mínimo de 20 metros.

- Sobreancho:

Los volquetes ocupan en las curvas una anchura mayor que en las rectas, ya que sus ruedas traseras no siguen exactamente el movimiento de las delanteras debido a la rigidez del chasis y, además, existe una tendencia de los conductores a no mantenerse en su carril.

Es por tanto necesario disponer de un sobreancho, que será función del radio de la curva y de la longitud del camión, siendo su expresión:

$$S = L^2 / (2r)$$

Donde:

S = Sobreancho de cada carril en metros.

L = Distancia entre ejes del volquete en metros.

R = Radio de la curva en metros.

Para nuestro caso:

$$S = L^2 / (2r) = 8^2 / (2 \times 20) = 1.60 \text{ m}$$

Se considerará por tanto un sobreancho no inferior a 1.60 metros en las curvas.

- Peraltes:

Por último, las curvas deberán ser peraltadas para poder contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, que puede llegar a producir desplazamientos transversales e incluso vuelcos inesperados. La expresión para su cálculo es:

$$e = (v^2 / 127R) - f$$

Donde:

e = Peralte recomendado en %.

v = velocidad de diseño en km/h.

R = Radio de la curva en metros.

f = factor de fricción.

Para nuestro caso:

$$e = (v^2 / 127R) - f = (25^2 / 127 \cdot 20) - 0.18 = 6\%$$



Se considerará por tanto un peralte en las curvas del 6%.

Aún cuando los vehículos no superen la velocidad de 25 Km/h se deberá suavizar la transición curva-recta por motivos de seguridad. Así, en las uniones de tramos con diferentes peraltes es preciso establecer una longitud de pista en la que el peralte variará de forma gradual, esta es la denominada “zona de transición”.

- Bombeo y convexidad:

La sección transversal de la pista debe estar diseñada con un determinado bombeo, es decir, a dos aguas, con el fin de conseguir una evacuación efectiva de la escorrentía hacia las cunetas o bordes laterales. Los valores más usuales de dichas pendientes transversales varían entre un 2 % y un 4 %. Para nuestro caso, dado el terreno, será suficiente con un bombeo en las pistas de un 2%

En las curvas, la pendiente transversal de la superficie es la que corresponde al peralte y se dispone, por tanto en todos los casos, a una sola agua. La transición entre las pendientes o bombeos de las alineaciones rectas y los peraltes en curva se hará de forma gradual con una variación lineal de pendientes.

- Visibilidad en curvas y cambios de rasante:

Un factor importante que debe considerarse, tanto en las curvas como en los cambios de rasante, es la distancia de visibilidad de parada, es decir, aquella necesaria para que un vehículo pueda detenerse, sin deceleraciones inadmisibles, antes de llegar a chocar con cualquier obstáculo que pueda hallarse en su camino.

En nuestro caso, debido al diseño del trazado, no existen cambios de rasante ni curvas sin visibilidad. Por lo que no será necesario tener en cuenta en el diseño la distancia de visibilidad de parada.

- Construcción:

Las pistas serán construidas sobre los materiales de la explotación. En el diseño y construcción del firme de las pistas se tendrán en cuenta todos los aspectos referentes a

la calidad de la superficie de rodadura, así como la estabilidad, no sólo de la propia plataforma, sino también la de los propios vehículos que vayan a circular por ellas y las posibilidades de frenado de los mismos.

- Conservación:

Se tendrá en cuenta labores de conservación de las pistas, que según el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Mineral, en su I.T.C. 07.1.03 (1.5.4.- Conservación) deben consistir en:

Realizar un mantenimiento sistemático y periódico de las pistas, de modo que se conserven en todo momento en buenas condiciones de seguridad. Se recogerá en una disposición interna de seguridad las condiciones y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.

Se prestará especial atención a la conservación y limpieza de los drenajes existentes para evitar encharcamientos, así como a la restauración de la superficie de rodadura, eliminando baches, blandones, roderas, etc. Se retirarán las piedras descalzadas de los taludes o caídas de las cajas de los vehículos.

En tiempo seco, se efectuarán riegos periódicos con el fin de reducir la emisión de polvo que pueda limitar la visibilidad y la contaminación.

Y si se hubieran producido circunstancias que alteren peligrosamente las condiciones de circulación de una pista, deberá establecerse un plan de reparación de la misma y fijar normas de circulación específicas aplicables en el tiempo que dure la reparación.

Asimismo, deberá preverse la conservación y reposición periódica de las señales de tráfico establecidas.

## **7.7. Desagüe y drenaje de la explotación**

Al pie de la explotación, paralelo a la carretera A-6203 y al lado Sur de nuestra explotación, se encuentra el arroyo de la Posada del Zarco, tributario del río Guadalimar que a su vez lo es del río Guadalquivir.

El arroyo de la Posada del Zarco se trata de un arroyo de escaso caudal, de carácter estacionario, intermitente, de corto recorrido y pendiente pronunciada.

La actividad extractiva afectaría a la calidad de las aguas de este arroyo, debido al arrastre de polvo y finos por las aguas de escorrentía. Por este motivo será necesaria la realización de una balsa de decantación que evite este aporte al cauce. Por otra parte no está prevista la utilización de ningún tipo de sustancia contaminante a lo largo del proceso productivo.

La cantidad de agua que se aportará al arroyo y del río Guadalimar no se verá afectada, puesto que las aguas de escorrentía se derivarán por gravedad desde dicha balsa de decantación al barranco contiguo, el cual tributa a escasos metros en el citado arroyo.

#### **7.7.1. Diseño de la red de drenaje superficial**

La red de drenaje durante la fase extractiva de la cantera estará constituida por los siguientes elementos:

- Cuneta perimetral Este superior: Será excavada a lo largo del nivel superior, cota aproximada de inicio 540 m.s.n.m., de la pista Este de sentido ascendente de transporte y comunicará con el cauce del barranco situado en el exterior de la explotación situado al Este. Su longitud será de 135,50 metros. A lo largo de la vida de la explotación esta cuneta recogerá la escorrentía de las aguas que entren en la explotación de la parte superior de la cuenca unitaria de la que forma parte la explotación. Dichas aguas se evacuarán sin necesidad de pasar por la balsa de decantación de la explotación. Esta cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación hacia el Este del 1%.
- Cuneta perimetral Oeste superior: Será excavada a lo largo del nivel superior, cota de arranque aproximada 540 m.s.n.m., de la pista Oeste de sentido descendente de transporte y comunicará con el cauce del barranco situado en el exterior de la explotación situado al Oeste. Su longitud será de 135,50 metros. A lo largo de la vida

de la explotación esta cuneta recogerá la escorrentía de las aguas que entren en la explotación de la parte superior de la cuenca unitaria de la que forma parte la explotación. . Dichas aguas se evacuarán sin necesidad de pasar por la balsa de decantación de la explotación. Esta cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación hacia el Oeste del 1% en su parte superior y en el tramo descendente la inclinación de la pista de transporte.

- Cuneta perimetral Este inferior: Será excavada a lo largo de la pista Este de transporte sentido ascendente, desde la intersección con la cuenta perimetral Este superior, descendiendo paralela a la pista por los diferentes bancos de la explotación. Su longitud será de 371,20 metros. A lo largo de la vida de la explotación esta cuneta recogerá todas las aguas recogidas en los diferentes bancos y plaza de cantera. Dichas aguas se conducirán a la balsa de decantación. La cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación en su parte descendente semejante a la pista de transporte y en la parte baja, hacia el Sur del 1% y al Este del 1% donde se sitúa la balsa de decantación. Una vez que las aguas estén libres de impurezas, se verterán al cauce del barranco anexo.
- Cuneta perimetral Oeste inferior: Será excavada a lo largo de la pista Oeste de transporte sentido descendente, desde la intersección con la cuenta perimetral Oeste superior, descendiendo paralela a la pista por los diferentes bancos de la explotación. Su longitud será de 457,28 metros. A lo largo de la vida de la explotación esta cuneta recogerá todas las aguas recogidas en los diferentes bancos y plaza de cantera. Dichas aguas se conducirán a la balsa de decantación. La cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación en su parte descendente semejante a la pista de transporte y en la parte baja, hacia el Sur del 1% y al Este del 1% donde se sitúa la balsa de decantación. Una vez que las aguas estén libres de impurezas, se verterán al cauce del barranco anexo.
- Balsa de decantación: Se situará en la zona Sureste de la explotación, junto al cauce del barranco anexo. Esta permitirá retener las aguas de escorrentía de la explotación durante el periodo suficiente para que se produzca la decantación de los sólidos que arrastran en suspensión, minimizando la turbidez de las aguas de vertido, y posibilitando el almacenamiento de esos materiales hasta que se realice la limpieza de dichas estructuras.

Para el mantenimiento y limpieza tanto las cunetas como la balsa se diseñará de tal forma que permita la limpieza. Los sólidos decantados de la balsa se retirarán periódicamente, la limpieza se hará con una periodicidad semestral y después de lluvias intensas. El diseño de la balsa deberá permitir el acceso de una retroexcavadora de tamaño pequeño para la limpieza y retirada de los sedimentos.

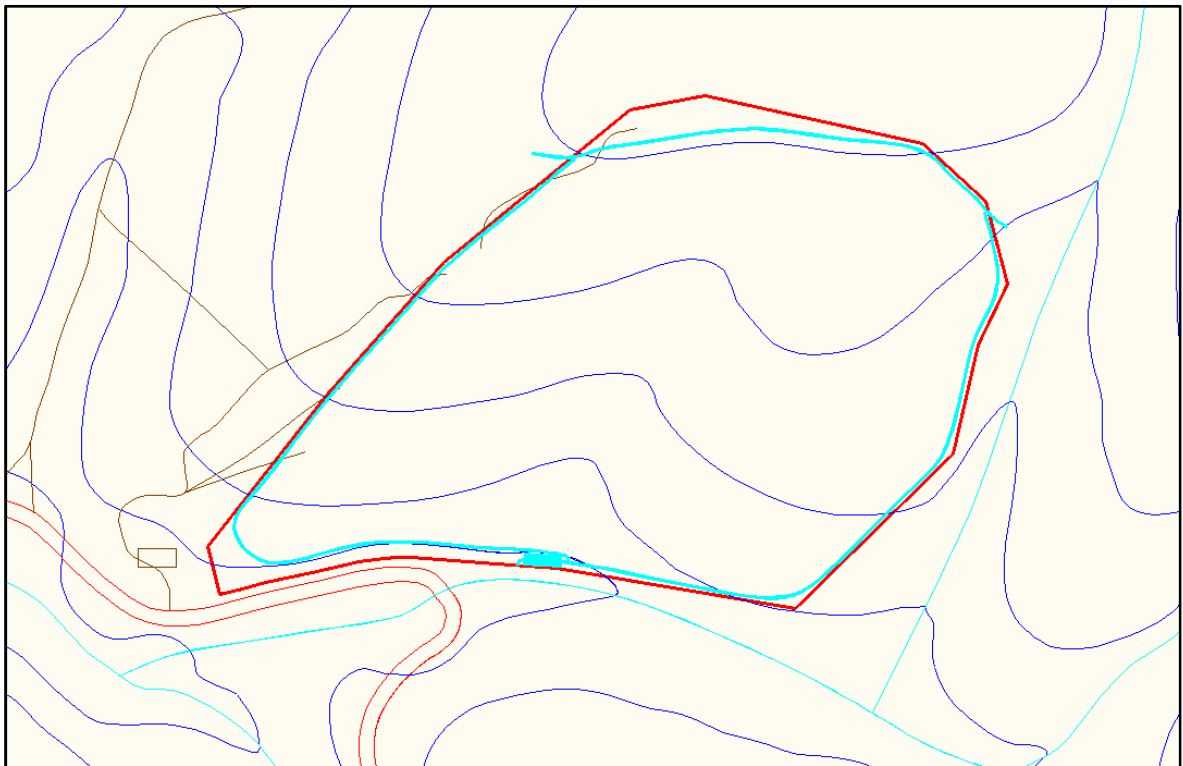


*Figura nº 47 : Red de drenaje de la explotación*

#### **7.7.2. Cálculo del caudal de diseño**

Para el cálculo de las precipitaciones máximas se ha utilizado el manual de cálculo del Ministerio de Fomento, 2001 "Máximas lluvias diarias en la España peninsular" y la Instrucción 5.2-I.C. (MOPU, 1990).

Para la determinación de los caudales punta se utilizará el método racional, contemplado en la instrucción y mayoritariamente empleado en proyectos de obras públicas y de vertederos.



En primer lugar se determina la superficie de las diferentes subcuencas que vierten sus aguas a través de nuestra explotación. La cuenca total en una aproximación conservadora se sitúa en las 27 Ha (0.27 km<sup>2</sup>), formada por las tres subcuencas siguientes:

| DENOMINACIÓN | SUPERFICIE (Ha) |
|--------------|-----------------|
| C1           | 15.5            |
| C2           | 6.5             |
| C3           | 5               |

**Tabla nº 16 : Superficie subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**



**Figura nº 48 : Subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**

Para cada subcuenca de afección se determina la pendiente media que se corresponde con:

$$Pendiente J = \frac{(cota\ max - cota\ min)}{long}$$

Obteniéndose unos valores de:

| DENOMINACIÓN | COTA MAX<br>(m) | COTA MIN<br>(m) | LONGITUD<br>(m) | PENDIENTE<br>(%) |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| C1           | 570             | 520             | 751             | 6.7              |
| C2           | 581             | 530             | 879             | 5.8              |
| C3           | 531             | 498             | 208             | 15.9             |

**Tabla nº 17 : Pendiente subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**

Se determina a continuación el tiempo de concentración  $t_c$  necesario para cada subcuenca, que se corresponde con:

$$t_c = 0,3 \cdot \left( \frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0.76}$$

Obteniéndose un valor de:

| DENOMINACIÓN | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h) |
|--------------|-----------------------------|
| C1           | 0.40                        |
| C2           | 0.47                        |
| C3           | 0.13                        |

**Tabla nº 18 : Tiempo de concentración subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**

Calculamos a continuación, de forma común a las tres subcuentas, la precipitación máxima diaria para el emplazamiento de nuestra explotación a partir del coeficiente de variación  $c_v$  y el valor medio de la máxima precipitación diaria anual  $\dot{P}$ , a partir de los mapas de isolíneas del manual mencionado.

A partir de estos valores y del periodo de retorno  $T$  seleccionado, en nuestro caso 50 años, se determina un factor de amplificación  $K_T$ . Lo que nos permite calcular la precipitación máxima diaria  $P$ , según la expresión:

$$P = K_T \cdot \dot{P}$$

Para nuestro caso obtenemos los siguientes valores:

- coeficiente de variación  $c_v = 0.38$
- máxima precipitación diaria anual  $\dot{P} = 45$
- periodo de retorno  $T = 50$  años
- factor de amplificación  $K_T = 2.052$

Lo que nos proporciona una precipitación máxima diaria de:

$$P = K_T \cdot \dot{P} = 2.052 \cdot 45 = 92.34 \text{ mm/día}$$

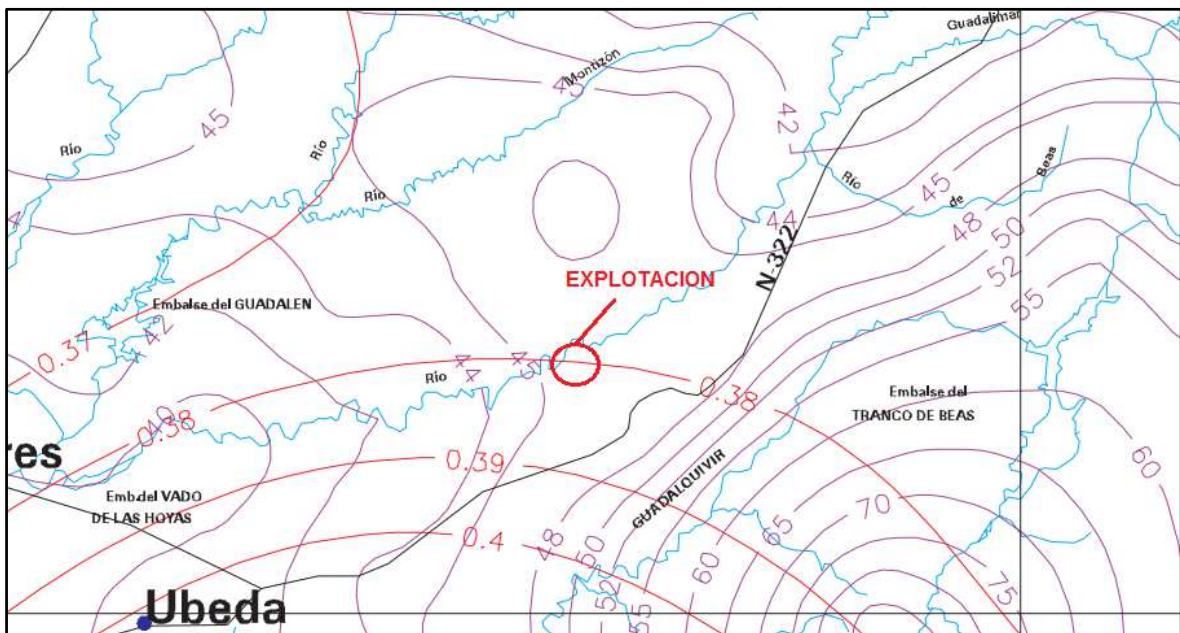


**Figura nº 49 : Mapa Isolíneas del coef. de variación y valor medio máxima precipitación diaria anual.**

A partir de la precipitación máxima diaria determinamos la intensidad máxima diaria  $I_d$ , a partir de:

$$I_d = P/24 = \frac{92.34}{24} = 3.85 \text{ mm/hora}$$

Se determina ahora la intensidad máxima para cualquier intervalo  $t$ , de nuevo para cada subcuenca, a partir de la intensidad máxima diaria, el mapa adjunto de isohietas ( $I_1/I_d$ ) del manual (MOPU, 1990) y de la expresión:

$$I_t = I_d \cdot \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Obteniéndose un valor de:

| DENOMINACIÓN | TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h) | INTENSIDAD MÁXIMA $I_t$ (mm/hora) |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| C1           | 0.40                        | 60.21                             |
| C2           | 0.47                        | 55.33                             |
| C3           | 0.13                        | 104.59                            |

**Tabla nº 19 : Intensidad máxima para el tiempo de concentración**

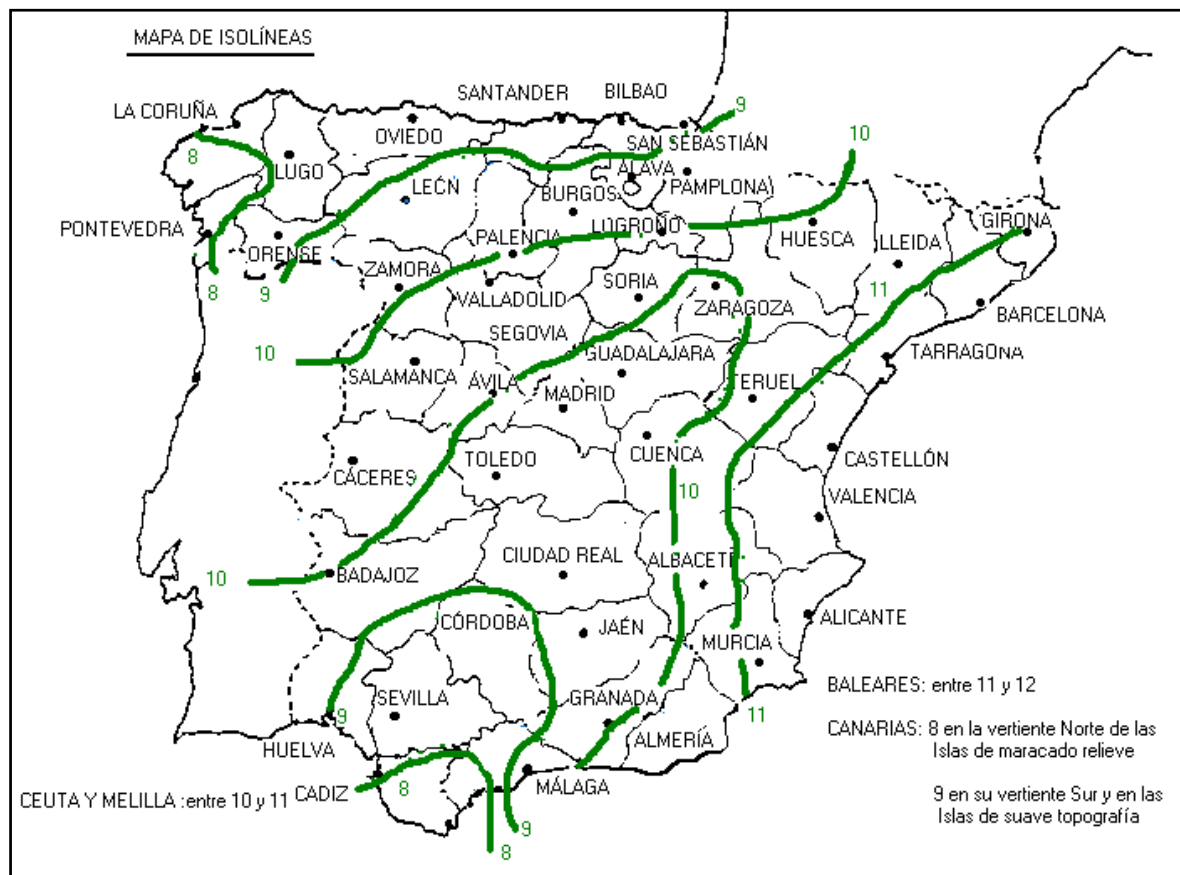


**Figura nº 50 : Mapa Isolíneas ( $I_1 / I_d$ ).**

Se calcula a continuación, de nuevo para cada subcuenca, el coeficiente de escorrentía  $C$  a partir de la precipitación media diaria  $P$  anteriormente determinada y del umbral de escorrentía  $P_o$  recogido de las tablas de la instrucción (MOPU, 1991),

debidamente corregido según el mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía adjunto y de la expresión:

$$C = \frac{(P - P_0) \cdot (P + 23 \cdot P_0)}{(P + 11 \cdot P_0)^2}$$

Seleccionamos primero el umbral de escorrentía  $P_0$  a partir de la tabla de la instrucción siguiente:

| USO DE LA TIERRA                                | PENDIENTE (%) | CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS | GRUPO DE SUELO |    |    |    |
|-------------------------------------------------|---------------|------------------------------|----------------|----|----|----|
| Barbecho                                        | >3            | R                            | 15             | 8  | 6  | 4  |
|                                                 |               | N                            | 17             | 11 | 8  | 6  |
|                                                 | <3            | R/N                          | 20             | 14 | 11 | 8  |
| Cultivos en hilera                              | >3            | R                            | 23             | 13 | 8  | 6  |
|                                                 |               | N                            | 25             | 16 | 11 | 8  |
|                                                 | <3            | R/N                          | 28             | 19 | 14 | 11 |
| Cereales de invierno                            | >3            | R                            | 29             | 17 | 10 | 8  |
|                                                 |               | N                            | 32             | 19 | 12 | 10 |
|                                                 | <3            | R/N                          | 34             | 21 | 14 | 12 |
| Rotación de cultivos pobres                     | >3            | R                            | 26             | 15 | 9  | 6  |
|                                                 |               | N                            | 28             | 17 | 11 | 8  |
|                                                 | <3            | R/N                          | 30             | 19 | 13 | 8  |
| Rotación de cultivos densos                     | >3            | R                            | 37             | 20 | 12 | 9  |
|                                                 |               | N                            | 42             | 23 | 14 | 11 |
|                                                 | <3            | R/N                          | 47             | 25 | 16 | 13 |
| Praderas                                        | >3            | Pobre                        | 24             | 14 | 8  | 6  |
|                                                 |               | Media                        | 53             | 23 | 14 | 9  |
|                                                 |               | Buena                        | *              | 33 | 18 | 13 |
|                                                 |               | Muy buena                    | *              | 41 | 22 | 15 |
|                                                 | <3            | Pobre                        | 58             | 25 | 12 | 7  |
|                                                 |               | Media                        | *              | 35 | 17 | 10 |
|                                                 |               | Buena                        | *              | *  | 22 | 14 |
|                                                 |               | Muy buena                    | *              | *  | 25 | 16 |
| Plantaciones regulares aprovechamiento forestal | >3            | Pobre                        | 62             | 26 | 15 | 10 |
|                                                 |               | Media                        | *              | 34 | 19 | 14 |
|                                                 |               | Buena                        | *              | 42 | 22 | 15 |
|                                                 | <3            | Pobre                        | *              | 34 | 19 | 14 |
|                                                 |               | Media                        | *              | 42 | 22 | 15 |
|                                                 |               | Buena                        | *              | 50 | 25 | 16 |
| Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)    |               | Muy clara                    | 40             | 17 | 8  | 5  |
|                                                 |               | Clara                        | 60             | 24 | 14 | 10 |
|                                                 |               | Media                        | *              | 34 | 22 | 16 |
|                                                 |               | Espesa                       | *              | 47 | 31 | 23 |
|                                                 |               | Muy espesa                   | *              | 65 | 43 | 33 |

**Tabla nº 20 : Estimación inicial del umbral de escorrentía  $P_0$  .**

En base al tipo de terreno existente seleccionado de la siguiente tabla de la instrucción:

| GRUPO | INFILTRACION | POTENCIA                                    | TEXTURA                                   | DRENAJE           |
|-------|--------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| A     | Rápida       | Grande                                      | Arenosa Arenosa-limosa                    | Perfecto          |
| B     | Moderada     | Media a grande                              | Franco-arenosa                            | Bueno a moderado  |
|       |              |                                             | Franca                                    |                   |
|       |              |                                             | Franco-arcillosa-arenosa                  |                   |
|       |              |                                             | Franco-limosa                             |                   |
| C     | Lenta        | Media a pequeña                             | Franco-arcillosa<br>Franco-arcillo-limosa | Imperfecto        |
|       |              |                                             | Arcillo-arenosa                           |                   |
| D     | Muy lenta    | Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla | Arcillosa                                 | Pobre o muy pobre |

**Tabla nº 21 : Calificación de suelos para determinar el umbral de escorrentía  $P_0$ .**

Y por último aplicando el factor de corrección al umbral de escorrentía a partir del mapa de isolíneas de la instrucción:

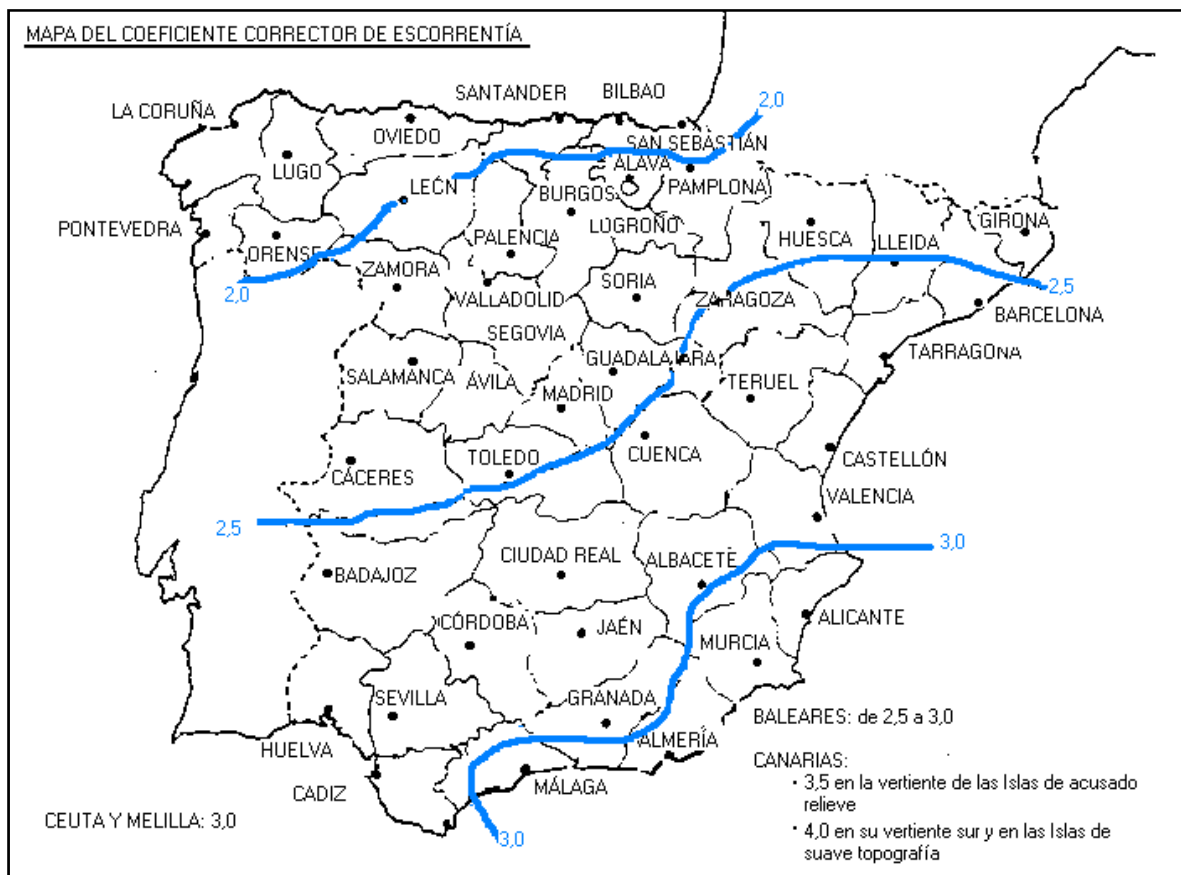


**Figura nº 51 : Mapa Isolíneas coeficiente corrector umbral de escorrentía.**



Obteniéndose unos valores de:

| Denominación | P     | Pendiente (%) | Uso terreno | Grupo suelo | Umbral escorrentía | Factor corrección | Escorrentía C |
|--------------|-------|---------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------|
| C1           | 92.34 | 6.7           | 751         | B           | 17                 | 2.75              | 0.14          |
| C2           | 92.34 | 5.8           | 879         | B           | 17                 | 2.75              | 0.14          |
| C3           | 92.34 | 15.9          | 208         | C           | 6                  | 2.75              | 0.48          |

**Tabla nº 22 : Escorrentía de subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**

Finalmente se puede calcular el caudal punta  $Q$  (m<sup>3</sup>/s) para cada subcuenca a partir de la expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

C = coeficiente de escorrentía.

I = máxima intensidad media (mm/hora).

A = superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>).

En la instrucción 5.2.-I.C. (MOPU, 1990) aparece esta fórmula pero divide por 3 en vez de dividir por 3.6, eso incluye enmascarado un factor de corrección, aumentando un 20%. En nuestro caso utilizaremos la recogida en la instrucción. Quedando así un caudal punta de:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3}$$

Obteniéndose unos valores de:

| Denominación | I <sub>t</sub> (mm/h) | Escorrentía C | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Q (m <sup>3</sup> /seg) |
|--------------|-----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|
| C1           | 60.21                 | 0.14          | 0.155                         | 0.45                    |
| C2           | 55.33                 | 0.14          | 0.065                         | 0.17                    |
| C3           | 104.59                | 0.48          | 0.05                          | 0.83                    |

**Tabla nº 23 : Caudal de subcuencas hidrográficas con afección a la explotación**

Se obtiene así el caudal punta de diseño para la explotación en el supuesto de que en la cuenca no se produjera acumulación de agua en ningún momento.

### 7.7.3. Dimensionamiento de las estructuras hidráulicas

Se procede a calcular las dimensiones necesarias tanto para las cunetas de drenaje como para la balsa de decantación:

- Cunetas:

Se determinarán sus dimensiones con un resguardo del 15% y utilizaremos para su cálculo la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = k \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Donde:

K = coeficiente de rugosidad, en nuestro caso K=60 correspondiente al hormigón.

R = perímetro mojado en m

S = Sección en m<sup>2</sup>

J = Pendiente en m/m

Como la sección S como el perímetro mojado P pueden ponerse en función de la altura de la cuneta, se puede despejar H.

A partir de los datos de caudales máximos y tomando una cuneta de sección trapezoidal, con altura H, de base menor también H y con laterales a 45°, se han calculado las dimensiones teóricas de las cunetas de drenaje para cada una de las subcuencas:

| Descripción | Pendiente<br>i | Caudal<br>m <sup>3</sup> /s | Coef.<br>K | Altura<br>m | Base menor<br>m | Base mayor<br>m |
|-------------|----------------|-----------------------------|------------|-------------|-----------------|-----------------|
| C1          | 0.01           | 0,45                        | 60         | 0.40        | 0.40            | 1.20            |
| C2          | 0,01           | 0.17                        | 60         | 0.275       | 0.275           | 0.825           |
| C3          | 0.1            | 0.83                        | 60         | 0.325       | 0.325           | 0.975           |

**Tabla nº 24 : Dimensiones de las cunetas por subcuencas**

Esta son dimensiones teóricas, por facilidad de ejecución se procederá a realizar todas la cunetas con las dimensiones definidas para la subcuenca C1, es decir:

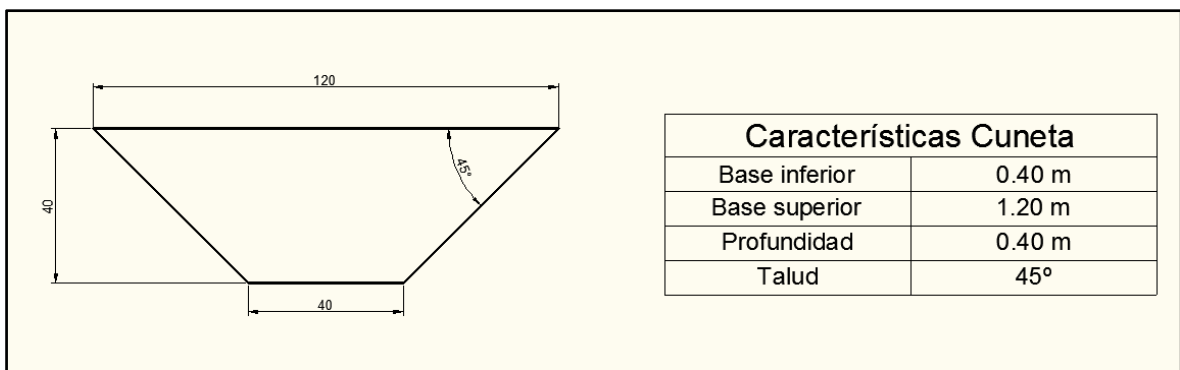


**Figura nº 52 : Dimensiones de la cuneta**

- Balsa de decantación:

En primer lugar se ha considerado que el tamaño de las partículas que han de depositarse en las balsas de decantación es de 0,1 mm de diámetro. Teniendo en cuenta la Ley de Stokes:

$$v_s = \frac{2r^2(\rho_0 - \rho)g}{9\eta}$$

Siendo:

$v_s$  = velocidad de sedimentación

$r$  = radio de la partícula

$g$  = gravedad

$\rho$  = densidad del fluido

$\rho_0$  = densidad de la partícula

$\eta$  = viscosidad del fluido

En este caso, y con los datos anteriores la velocidad de sedimentación para el tamaño de partícula indicado es de 0,0079 m/s. A partir de la velocidad de sedimentación y del caudal de entrada se obtiene la superficie mínima de la balsa de decantación  $A_s$ :

$$A_s = \frac{Q}{v_s} = \frac{0.83}{0.0079} = 105.06 \text{ m}^2$$

Se determina la velocidad crítica de arrastre  $v_c$ , que se recomienda tenga un valor entre 0.2 y 0.4 m/s, para nuestro caso seleccionaremos un valor  $v_c$  de 0,2 m/s. Con este valor se determinará la sección mínima teórica de la balsa  $A_t$ , teniendo en cuenta que la lámina de agua no puede superar 0.75 metros de altura, por tanto:

$$A_t = \frac{Q}{v_c} = \frac{0.83}{0.2} = 4.15 \text{ m}^2$$

Si definimos la altura máxima de la lámina de agua en 0.75 metros, nos proporciona un valor de la anchura de la balsa de decantación de 5.50 metros.

En función de los datos obtenido se dimensiona la balsa de decantación que deberá recoger las aguas de la explotación. Las dimensiones resultantes son:

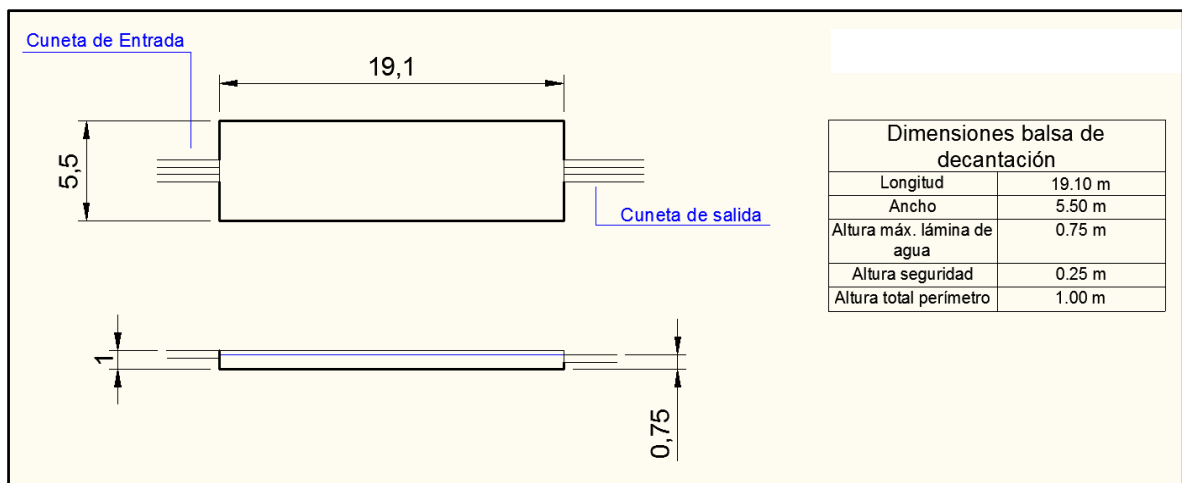


**Figura nº 53 : Dimensiones de la balsa de decantación**

## **8. Secuenciación de la explotación**

Cada periodo de la vida de una explotación, ya sea antes de la puesta en producción, durante la misma y una vez concluida la misma, está caracterizada por una serie de labores determinadas que son específicas para cada explotación.

A continuación se especifican cada una de las labores y la secuenciación necesaria de las mismas.

### **8.1. Labores de preparación**

La secuencia cronológica de las labores de preparación necesarias para el inicio de la actividad extractiva en nuestra explotación serán las siguientes:

- Señalización de la explotación y sus accesos por pista y carretera.
- Cercado del perímetro del perímetro a explotar.
- Creación de la pista Este y acondicionamiento de la pista Oeste.
- Realización del sistema de drenaje y balsa de drenaje.
- Acondicionamiento de la plataforma que albergará la planta de tratamiento, los acopios y la balsa de decantación.
- Trasplantado y retirada de las especies arbustivas.
- Retirada de la tierra vegetal correspondiente a superficie a explotar.
- Creación de las pantallas vegetales con la tierra vegetal retirada.
- Creación de los accesos a los diferentes niveles y ejecución de la cuña de arranque de los diferentes tajos en toda su longitud.

El perímetro de la explotación será convenientemente vallado y señalizado, antes de comenzar su excavación, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Además, se realizará una zanja de drenaje a lo largo del perímetro de la superficie explotar con la finalidad de mantener fuera del hueco las aguas de escorrentía superficial. La longitud del vallado que se utilizará será de aproximadamente 1.250 metros.

Esta fase de trabajos de preparación incluye también la creación, adaptación y nivelación de las pistas de transporte, todos los puntos singulares del circuito de transporte de material, equipos y personas deberán estar perfectamente señalizados.

El volumen de tierra vegetal retirado durante las labores de preparación será de 18.653,31 m<sup>3</sup>, correspondiente a la superficie a explotar. Este volumen de material es suficiente para la creación de las pantallas vegetales proyectadas en el entorno de la futura cantera y para su posterior utilización en la restauración de la explotación.

Dado el diseño de la explotación y la topografía del emplazamiento, se realizarán los acceso a todos los niveles, realizando en su totalidad todos los arranques de tajo a su nivel definitivo. Esto es debido a que en la fase de explotación se comenzarán simultáneamente por el nivel superior y el nivel inferior. Con esto se consigue que entre el pie del desmonte y la cabeza del frente de explotación el arranque del nivel queda como berma de seguridad que impida que los posibles desprendimientos o corrimientos del nivel superior caigan sobre la explotación y se permite a su vez la posibilidad de acceso de la maquinaria a cualquier punto con seguridad. La nivelación de los arranque de los bancos es muy importante tanto para el posterior resultado de las voladuras como por razones de seguridad.

Para nuestra explotación es de suma importancia el correcto desarrollo de las operaciones de desmonte, no solo para conseguir un coste bajo de las mismas, sino también para permitir que los frentes sean lo más estables posible dándoles un talud apropiado en función de las características geomecánicas determinadas anteriormente y además para protegerlos de la acción erosiva de las aguas mediante la construcción de cunetas de guarda para la escorrentía.

## **8.2. Fases de la explotación**

El desarrollo de la explotación requerirá una serie de fases a lo largo de su vida prevista. En las que, partiendo de la situación actual, primero se acondicione y dote a la cantera de la infraestructura necesaria para poder realizar la explotación, continuando en las siguientes fases con una explotación acorde con el planteamiento del proyecto



realizado, con las particularidades concretas de cada zona de la cantera. A continuación se realiza una exposición de las fases previstas:

- Fase 0: Presenta el estado actual del área de explotación. En la figura siguiente se presenta en sombreado rojo el área que constituye el frente de cantera actual y la extensión de la plaza de cantera. La línea roja delimita la extensión que dispone de autorización para su explotación.

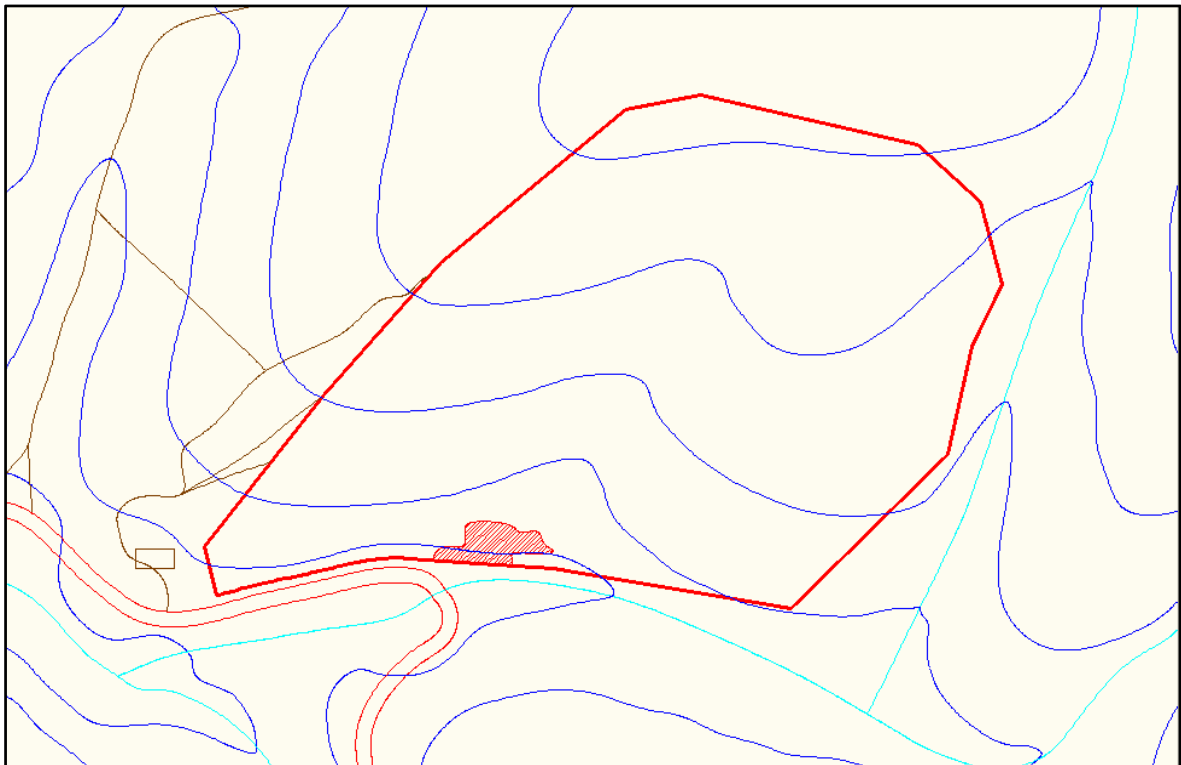


*Figura nº 54 : Fase 0 de explotación*

- Fase 1:

En esta fase se realizarán los trabajos contemplados como labores previas (apartado anterior). Así, una vez completada la señalización y el cercado perimetral, se comenzará a ejecutar las pistas junto con el sistema de drenaje.

Seguidamente se realizará el talado o trasplanto de las especies arbustivas que lo permitan y posteriormente se retirará la tierra vegetal de la superficie a explotar mediante bulldozer, realizándose el acopio de la misma en la parte Sur de la explotación,

realizándose con la tierra vegetal una barrera visual entre el límite de la explotación y la zona al sur de las pistas.

A continuación se ampliará y acondicionará la plaza de cantera existente en la actualidad instalándose los equipos de la planta de tratamiento (sombreado verde).

Por último se ejecutarán los accesos a los diferentes niveles y se comenzará excavando la cuña de arranque de estos en toda su longitud (sombreado verde), actuando estos como bermas de seguridad.

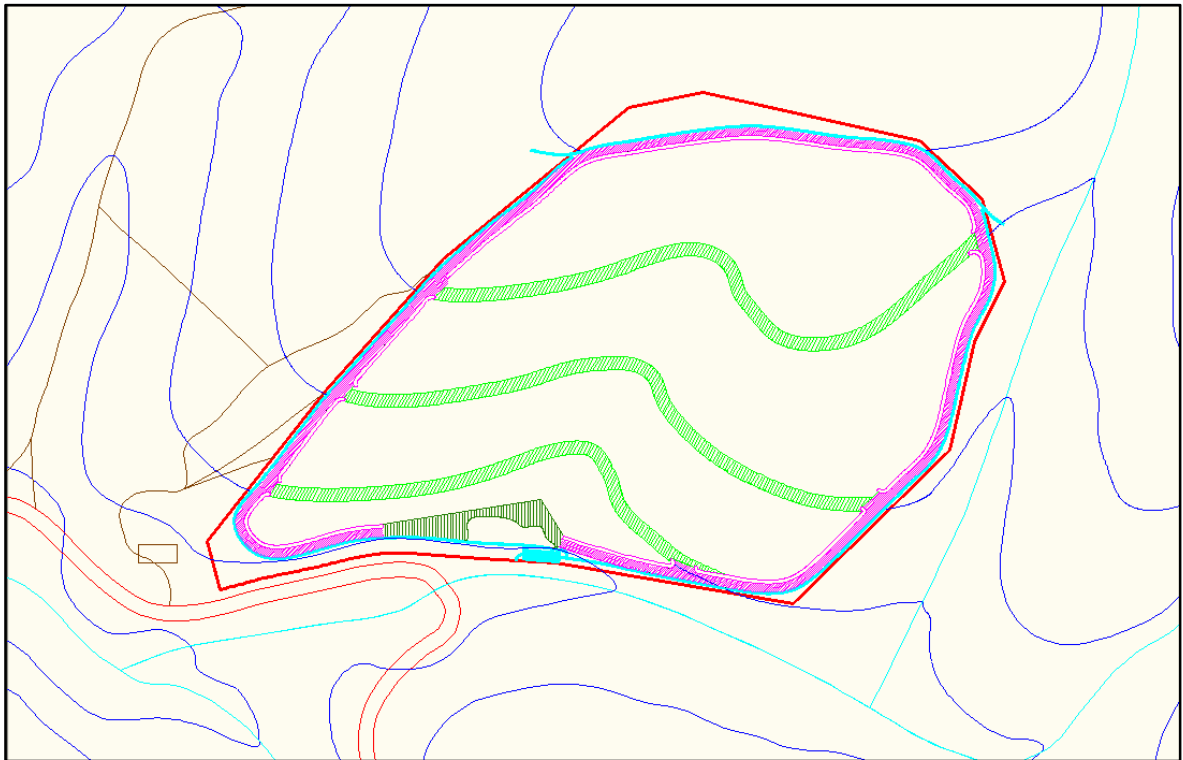


**Figura nº 55 : Fase 1 de explotación**

En la siguiente tabla se recogen las cuñas de arranque de banco, con sus cotas y volumen excavado. Este material podrá ser tratado directamente en la planta de tratamiento ya instalada anteriormente.

| CUÑA BANCO    | LONGITUD<br>(m) | AREA MEDIA<br>(m <sup>2</sup> ) | VOLUMEN<br>(m <sup>3</sup> ) |
|---------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------|
| Cota 530      | 328,52          | 2,084                           | 684,64                       |
| Cota 520      | 310,35          | 2,87                            | 890,70                       |
| Cota 510      | 276,67          | 4,00                            | 1106,68                      |
| VOLUMEN TOTAL |                 |                                 | 2682,02 m <sup>3</sup>       |

**Tabla nº 25 : Volumen excavado cuñas fase 1**

La duración estimada de esta fase es de 3 meses.

- Fase 2:

En la segunda fase se explotarán simultáneamente tanto el nivel 4 situado a cota 530 m.s.n.m. como el nivel 1 situado a cota 500 m.s.n.m. de plaza de cantera. Si bien la explotación se diseña como una explotación bajo el método de excavación descendente dado que la extensión de la plaza de cantera actual es insuficiente es necesaria su ampliación mediante la explotación de avance frontal con frente de altura creciente, hasta alcanzar una plaza de cantera con la extensión suficiente como para garantizar la seguridad y permitir tanto la realización de acopios como un transporte y circulación segura. Se avanza en la explotación del nivel 1 hasta alcanzar la berma constituida por la cuña de arranque del nivel 2 a cota 510 m.s.n.m.

Por este motivo, se ejecutan en la fase 1 los accesos a los dos niveles intermedios y se excavan sus cuñas de arranque en toda su longitud, para actuar como bermas de seguridad entre los dos frentes de trabajo activos.

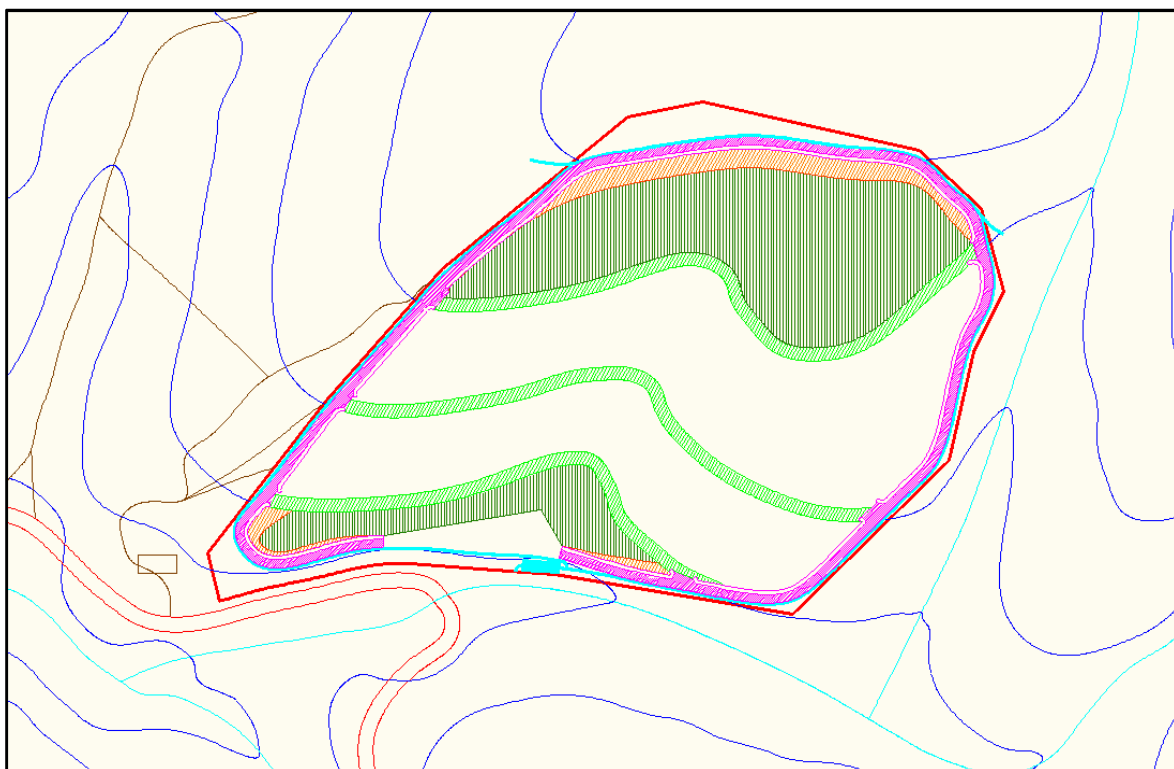


**Figura nº 56 : Fase 2 de explotación**

En la siguiente tabla se recogen por bancos el volumen excavado:

| FASE 2  |                           | DISTANCIAS (m) |       |        | VOLUMEN<br>(m <sup>3</sup> )    |
|---------|---------------------------|----------------|-------|--------|---------------------------------|
| PERFIL  | AREA<br>(m <sup>2</sup> ) | MAX            | MIN   | MEDIA  |                                 |
| 0       | 0                         | 16,46          | 0     | 8,23   | 2.205,93                        |
| a       | 536,07                    |                |       |        | 22.331,60                       |
| b       | 484,57                    | 86,46          | 79,17 | 82,815 | 43.551,17                       |
| c       | 567,2                     |                |       |        | 37.685,06                       |
| d       | 530,13                    | 58,48          | 40,47 | 49,475 | 13.190,53                       |
| e       | 3,09                      |                |       |        | 32,12                           |
| 0       | 0                         | 41,58          | 0     | 20,79  |                                 |
| VOLUMEN |                           |                |       |        | <b>118.996,40 m<sup>3</sup></b> |

**Tabla nº 26 : Volumen excavado fase 2**

La duración estimada de esta fase es de 5 meses y 1 semana.

- Fase 3:

En la tercera fase se explotará exclusivamente bajo el método de excavación descendente, comenzando por el nivel 3 de cota 520 m.s.n.m.

La explotación puede realizarse alternativamente por dos frentes del banco, esta forma se garantiza la existencia de dos frentes de trabajo activos y permitiendo la carga y transporte en uno mientras en el otro se está realizando la perforación.

Conforme se llegue al punto final del nivel, se realizará el talud final de abandono de banco diseñado y se comenzará con las labores determinadas en su restauración.

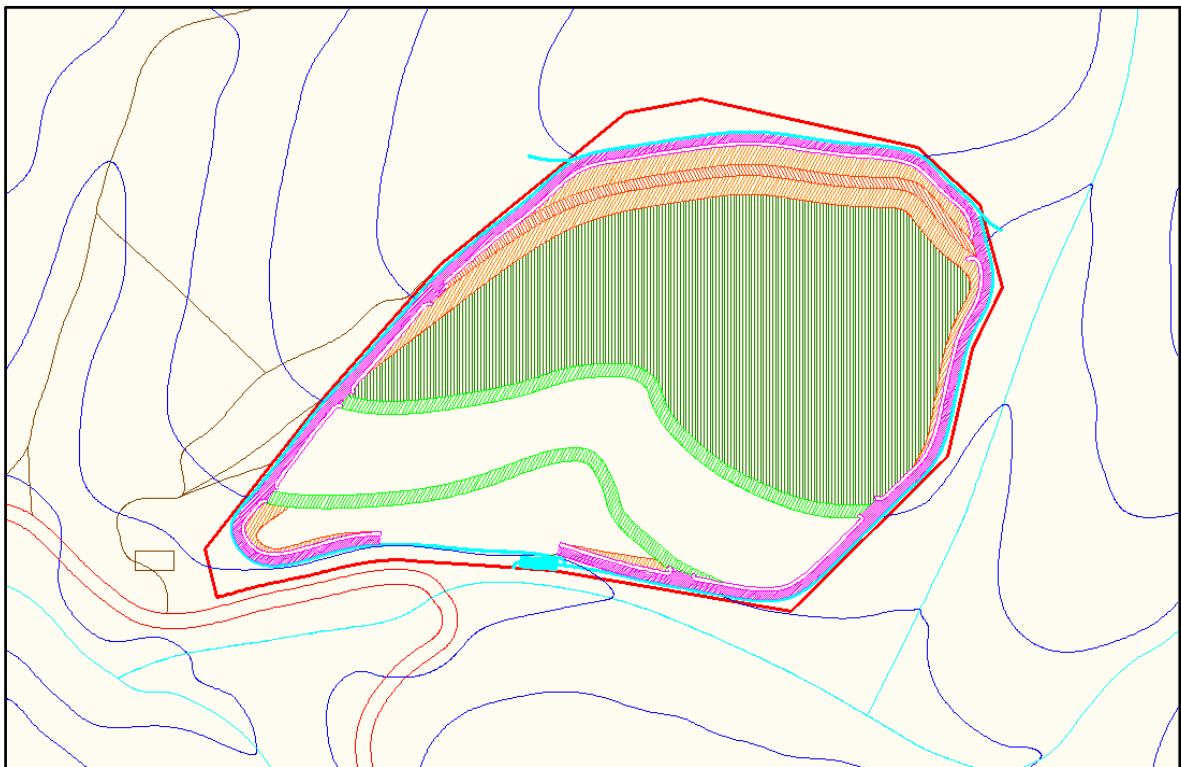


**Figura nº 57 : Fase 3 de explotación**

En la siguiente tabla se recogen por bancos el volumen excavado:

| FASE 3 |                           | DISTANCIAS (m) |       |                | VOLUMEN<br>(m <sup>3</sup> )    |
|--------|---------------------------|----------------|-------|----------------|---------------------------------|
| PERFIL | AREA<br>(m <sup>2</sup> ) | MAX            | MIN   | MEDIA          |                                 |
| 0      | 0                         | 16,46          | 0     | 8,23           | 3.780,20                        |
| a      | 918,64                    |                |       |                | 39.037,20                       |
| b      | 865,51                    | 86,46          | 79,17 | 82,815         | 70.929,39                       |
| c      | 847,45                    |                |       |                | 75.121,47                       |
| d      | 1339,97                   | 58,48          | 40,47 | 49,475         | 53.787,74                       |
| e      | 834,37                    |                |       |                | 8.673,28                        |
| 0      | 0                         | 41,58          | 0     | 20,79          |                                 |
|        |                           |                |       | <b>VOLUMEN</b> | <b>251.329,28 m<sup>3</sup></b> |

**Tabla n° 27 : Volumen excavado fase 3**

La duración estimada de esta fase es de 11 meses y 2 semanas.

#### Fase 4:

En la cuarta fase se continúa explotando de igual forma que en la fase 3, continuamos con el nivel 2 de cota 510 m.s.n.m.

Conforme se llegue al punto final del nivel, se realizará el talud final de abandono de banco diseñado y se comenzará con las labores determinadas en su restauración.



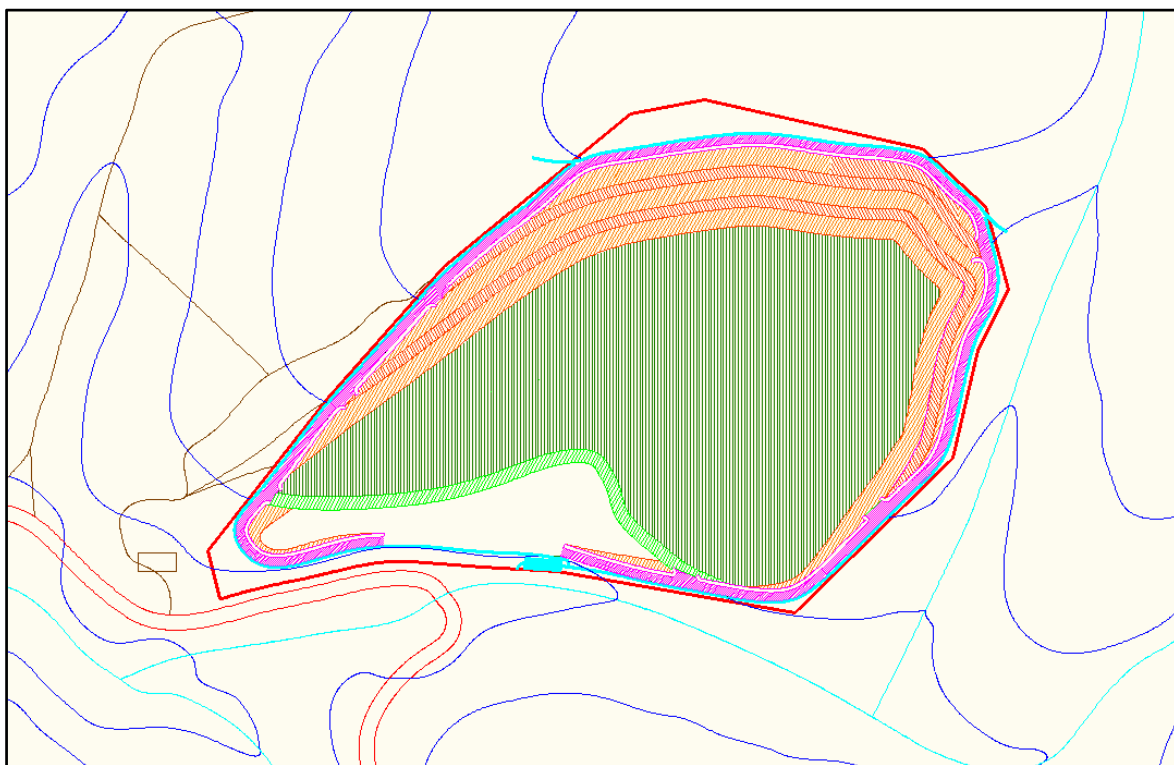


**Figura nº 58 : Fase 4 de explotación**

En la siguiente tabla se recogen por bancos el volumen excavado:

| FASE 4  |                           | DISTANCIAS (m) |       |        | VOLUMEN<br>(m <sup>3</sup> ) |
|---------|---------------------------|----------------|-------|--------|------------------------------|
| PERFIL  | AREA<br>(m <sup>2</sup> ) | MAX            | MIN   | MEDIA  |                              |
| 0       | 0                         | 16,46          | 0     | 8,23   | 3.121,52                     |
| a       | 758,57                    |                |       |        | 42.659,44                    |
| b       | 1191,13                   | 87,52          | 0     | 43,76  | 101.935,33                   |
| c       | 1270,63                   | 86,46          | 79,17 | 82,815 | 105.824,70                   |
| d       | 1810,82                   | 68,92          | 68,45 | 68,685 | 85.892,81                    |
| e       | 1661,35                   | 58,48          | 40,47 | 49,475 | 17.269,73                    |
| 0       | 0                         | 41,58          | 0     | 20,79  |                              |
| VOLUMEN |                           |                |       |        | <b>356.703,51</b>            |

**Tabla nº 28 : Volumen excavado fase 4**

La duración estimada de esta fase es de 23 meses y 3 semanas.

- Fase 5:

En la fase 5 se explotará el resto del nivel 1 a cota 500 m.s.n.m., el cual se paró la explotación en la fase 1, este banco se explotará hasta alcanzar el punto de arranque del talud final de la explotación.

Una vez concluida la explotación de este nivel se da por concluida la explotación y se iniciarán las labores de restauración finales de la explotación. Esta sólo se dará por clausurada cuando se completen todas las labores de restauración y de desmantelamiento de la planta de tratamiento.

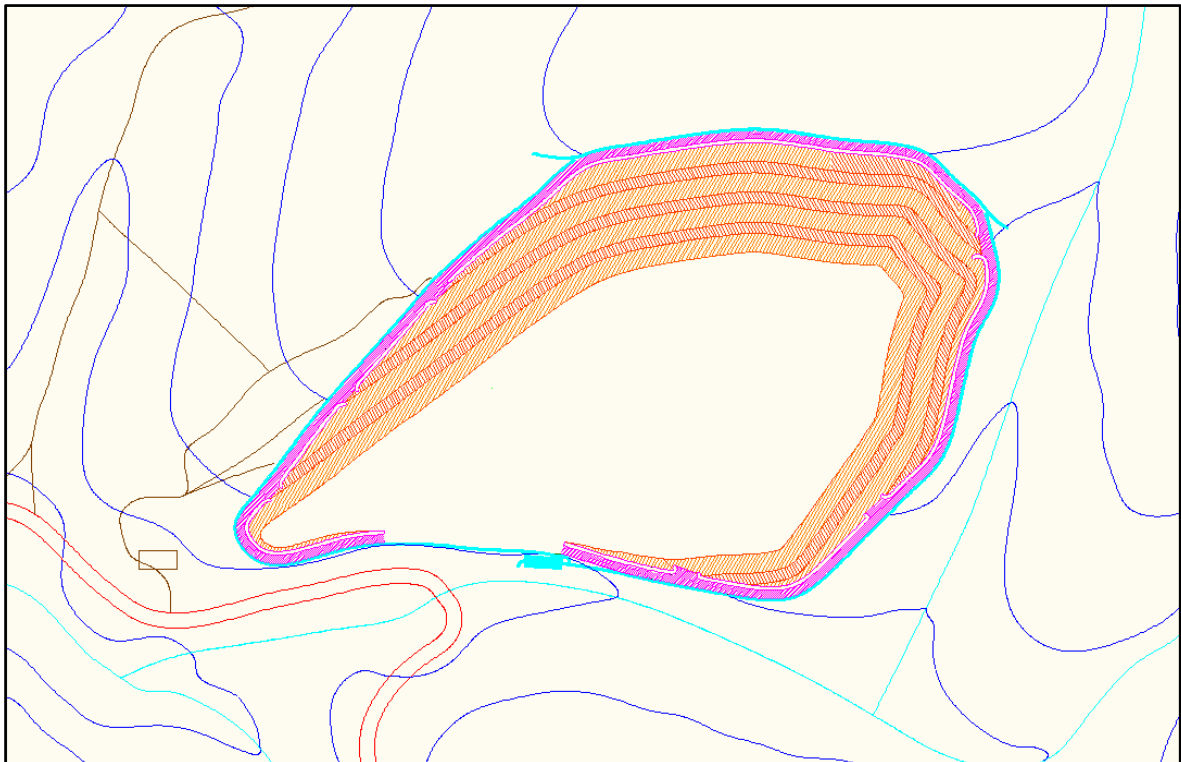


**Figura nº 59 : Fase 5 de explotación**

En la siguiente tabla se recogen por bancos el volumen excavado:

| FASE 5  |                           | DISTANCIAS (m) |       |        | VOLUMEN<br>(m <sup>3</sup> ) |
|---------|---------------------------|----------------|-------|--------|------------------------------|
| PERFIL  | AREA<br>(m <sup>2</sup> ) | MAX            | MIN   | MEDIA  |                              |
| 0       | 0                         | 16,46          | 0     | 8,23   | 520,59                       |
| a       | 126,51                    |                |       |        | 25.443,81                    |
| b       | 1036,37                   | 86,46          | 79,17 | 82,815 | 91.787,18                    |
| c       | 1180,31                   |                |       |        | 99.513,75                    |
| d       | 1717,375                  | 58,48          | 40,47 | 49,475 | 72.728,37                    |
| e       | 1222,63                   |                |       |        | 12.709,24                    |
| 0       | 0                         | 41,58          | 0     | 20,79  |                              |
| VOLUMEN |                           |                |       |        | 302.702,94 m <sup>3</sup>    |

**Tabla n° 29 : Volumen excavado fase 5**

La duración estimada de esta fase es de 43 meses y 2 semanas.

Distribuyéndose la producción de acuerdo con la siguiente tabla:

| AÑO | Fase 1   | Fase 2     | Fase 3     | Fase 4     | Fase 5     | TOTAL<br>(m <sup>3</sup> )  |
|-----|----------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|
| 1   | 2.682,02 | 107.924,05 | 140.730,43 |            |            | 251.336,50                  |
| 2   |          |            | 100.943,83 | 150.392,67 |            | 251.336,50                  |
| 3   |          |            |            | 150.000,00 |            | 150.000,00                  |
| 4   |          |            |            | 47.147,59  | 77.852,41  | 125.000,00                  |
| 5   |          |            |            |            | 100.000,00 | 100.000,00                  |
| 6   |          |            |            |            | 75.000,00  | 75.000,00                   |
| 7   |          |            |            |            | 49.850,56  | 49.850,56                   |
|     | 2.682,02 | 107.924,05 | 241.674,26 | 347.540,26 | 302.702,97 | 1.002.523,56 m <sup>3</sup> |

**Tabla n° 30 : Distribución de la producción**

De acuerdo a esta distribución de la producción se obtiene una planificación temporal de acuerdo a la siguiente tabla:

| AÑO | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4 | Fase 5 | TOTAL<br>(mes) |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| 1   | 0,13   | 5,15   | 6,72   |        |        | 12             |
| 2   |        |        | 4,82   | 7,18   |        | 12             |
| 3   |        |        |        | 12,00  |        | 12             |
| 4   |        |        |        | 4,53   | 7,47   | 12             |
| 5   |        |        |        |        | 12     | 12             |
| 6   |        |        |        |        | 12     | 12             |
| 7   |        |        |        |        | 12     | 12             |
|     | 0,13   | 5,15   | 11,54  | 23,71  | 43,47  | 84 meses       |

**Tabla nº 31 : Duración de las fases de explotación**

## **9. Medios de producción**

### **9.1. Criterios de diseño de los equipos**

Una vez que se han determinado las fases, el ritmo de producción a obtener y se han definido el método de explotación, se procede al dimensionado de los equipos que compondrán la explotación, tanto en medios humanos como de maquinaria, acorde con una serie de criterios previos como son:

- La producción máxima de diseño.
- La jornada laboral y días laborables anuales.
- El índice de excavabilidad del material.
- El factor de eficiencia y organización.
- El coeficiente de disponibilidad mecánica.

#### **9.1.1. Producción máxima de diseño**

Para el dimensionamiento de los equipos es imprescindible definir el volumen máximo de diseño. En nuestro caso se seleccionará una producción de diseño de acuerdo con las solicitudes de producción reflejadas en el punto 4.4. de la presente memoria.

| AÑO          | Producción sobre banco<br>(m <sup>3</sup> ) | Producción todo uno<br>(m <sup>3</sup> ) | Producción en peso<br>(tn) |
|--------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 1            | 251.336,50                                  | 384.859,02                               | 615.774,43                 |
| 2            | 251.336,50                                  | 384.859,02                               | 615.774,43                 |
| 3            | 150.000,00                                  | 229.687,50                               | 367.500,00                 |
| 4            | 125.000,00                                  | 191.406,25                               | 306.250,00                 |
| 5            | 100.000,00                                  | 153.125,00                               | 245.000,00                 |
| 6            | 75.000,00                                   | 114.843,75                               | 183.750,00                 |
| 7            | 49.850,56                                   | 76.333,67                                | 122.133,87                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>1.002.523,56</b>                         | <b>1.535.114,20</b>                      | <b>2.456.182,72</b>        |

**Tabla nº 32 : Producción estimada**

Se opta por considerar la producción máxima de diseño de nuestra explotación a la correspondiente a los dos primeros años de vida de la misma, es decir unas 615.775 tn/año, ver tabla nº 32. Si bien esta producción sólo se presenta en los dos primeros años de vida de la explotación, a partir del tercero la producción cae hasta un 40%, se ha considerado su elección como producción de diseño como factor de seguridad para los restantes años de explotación y para posibilitar la ampliación de producción en esos años ante posibles solicitudes por parte de los clientes.

Al plantearse una producción de 615.775 toneladas anuales, se establece un grado de aprovechamiento conservador en un 95 % de acuerdo al conocimiento del lugar y a la experiencia que se tiene de explotaciones similares, al objeto de proceder con suficiente factor de seguridad a la hora de dimensionar la explotación. Obteniéndose así una producción de diseño final de 648.184 toneladas/año.

### **9.1.2. Jornada laboral y días laborables anuales**

Para definir la jornada laboral y los días laborables anuales se ha seleccionado el Calendario Laboral para la Construcción de la Provincia de Jaén, recogido en el B.O.P de Jaén con fecha 23 de marzo de 2015.

De donde se desprende la existencia de un total de 244 días laborables o 1.952 horas laborables, con un cómputo total para el trabajador de 1.736 horas laborables (incluyendo festivos y 168 horas o 21 días por vacaciones).

A efectos de dimensionar la mano de obra y la maquinaria necesarias para obtener las producciones requeridas, se prevé la siguiente efectividad de las jornadas laborales expuestas:

Periodo invernal:

- Periodo de trabajo: (Diciembre / Marzo)
- Duración: 4 meses
- Días laborables: 78 días
- Coeficiente climatológico: 90 %
- Coeficiente de asistencia / efectividad de producción: 88 %
- Jornadas de producción estimadas en el periodo: 61 días
- Duración Jornada laboral: 8 horas/día
- Horas de producción en el periodo: 488 horas

Periodo estival:

- Periodo de trabajo: (Abril - 17 Junio / 14 Agosto - Noviembre)
- Duración: 6 meses
- Días laborables: 126
- Coeficiente climatológico: 99 %
- Coeficiente de asistencia / efectividad de producción: 99 %
- Jornadas de producción estimadas en el periodo: 123 días
- Duración Jornada laboral: 8 horas/día
- Horas de producción en el periodo: 984 horas

Periodo estival con reducción de jornada:

- Periodo de trabajo: (18 Junio / 13 Agosto)
- Duración: 2 meses
- Días laborables: 40
- Coeficiente climatológico: 99 %
- Coeficiente de asistencia / efectividad de producción: 99 %



- Jornadas de producción estimadas en el periodo: 39 días
- Duración Jornada laboral: 7 horas/día
- Horas de producción en el periodo: 273 horas

En definitiva, de acuerdo con lo expuesto, en un periodo anual de 244 jornadas laborales, a efectos de dimensionamiento de las labores de producción consideraremos que tenemos:

- Durante los dos primeros años de explotación se considerarán 2 turnos de trabajo computando un total de:

Nº días efectivos de producción al año: 223 días

Nº horas efectivas de producción por turno: 1.745 horas

Nº horas efectivas de producción por año: 3.490 horas

- Durante el resto de años de la explotación se considerará 1 turno de trabajo computando un total de:

Nº días efectivos de producción al año: 223 días

Nº horas efectivas de producción por año: 1.745 horas

### **9.1.3. Índice de excavabilidad del material**

Para seleccionar el método de arranque y el tipo de equipo necesario partimos del índice de excavabilidad de la roca definido por Franklin en 1974. Mediante el cual, utilizando un ábaco se puede realizar una aproximación sencilla al método de arranque necesario para el macizo en cuestión, simplemente conociendo el espaciamiento de las discontinuidades y la resistencia a compresión simple del macizo, figura nº 60. Así para nuestro caso, si introducimos los datos en dicho ábaco obtenemos que el método idóneo para el arranque del material de nuestra explotación se debe realizar mediante la utilización de voladuras de esponjamiento.

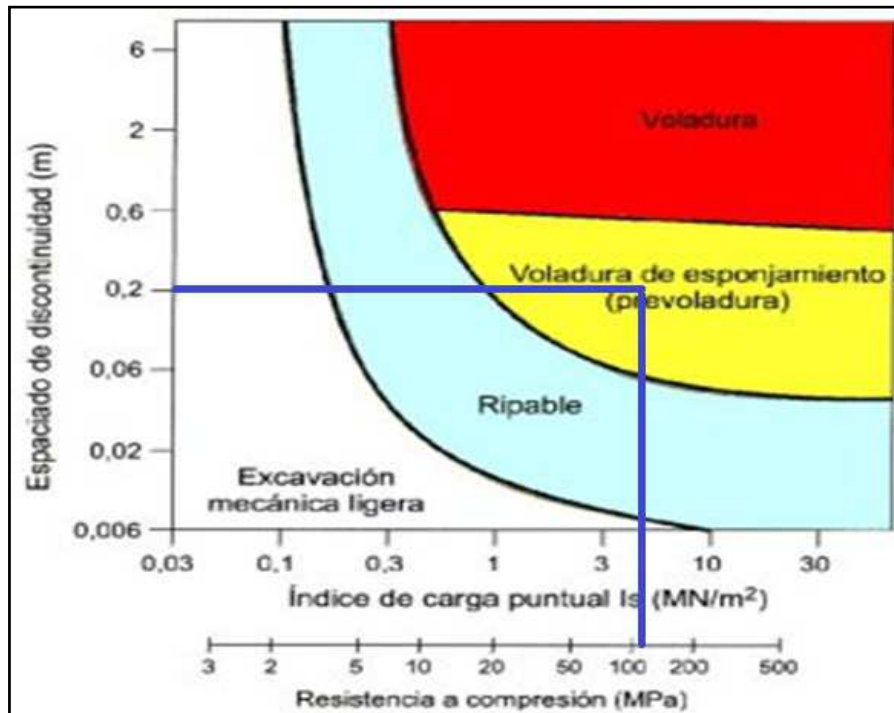


*Figura nº 60 : Índice de excavabilidad de las rocas Franklin (1974).*

#### 9.1.4. Factor de eficiencia y organización

Para el cálculo de las producciones medias de los equipos que realizan el ciclo de explotación, se deben tener en cuenta tanto el ritmo de extracción anual, como las pérdidas de tiempo o retrasos característicos de cualquier operación. La configuración de estas pérdidas de tiempo se basan en la utilización efectiva de los factores de eficiencia y organización.

Así, para el cálculo de maquinaria minera, se parte de la producción media que puede dar un equipo a lo largo de un periodo de tiempo dilatado. Cada equipo debe considerarse como parte de un sistema, y como tal, queda sometido a pérdidas de tiempo debidas a deficiencias en la dirección, supervisión, condiciones de trabajo, equilibrado entre unidades, clima, etc. Estas pérdidas de tiempo son los que caracterizan el factor conocido como eficiencia en la operación.

En la tabla nº 33, se especifican los factores de eficiencia y organización típicos en explotaciones similares, que son los mismos que se van a aplicar a la hora de calcular los equipos.

| <b>Equipo</b>      | <b>Coef. de eficiencia y organización<br/>%</b> |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| Perforadoras       | 85                                              |
| Retroexcavadoras   | 92                                              |
| Palas cargadoras   | 92                                              |
| Camiones-dúmpers   | 90                                              |
| Planta tratamiento | 95                                              |

**Tabla nº 33 : Factores de eficiencia y organización**

#### **9.1.5. Coeficiente de disponibilidad mecánica**

Para el cálculo también se debe tener en cuenta la disponibilidad mecánica y la disposición de los equipos para actuar durante el tiempo programado, es decir, hay que considerar las pérdidas de horas de trabajo debidas a averías intempestivas y a reparaciones programadas y rutinas de mantenimiento. En la tabla nº 34 se especifican los coeficientes de disponibilidad habituales en tales situaciones, los cuales han sido obtenidos de la experiencia adquirida en otras explotaciones.

| <b>Equipo</b>      | <b>Coef. de disponibilidad mecánica<br/>%</b> |
|--------------------|-----------------------------------------------|
| Perforadoras       | 80                                            |
| Retroexcavadoras   | 85                                            |
| Palas cargadoras   | 85                                            |
| Camiones-dúmpers   | 85                                            |
| Planta tratamiento | 85                                            |

**Tabla nº 34 : Coeficientes de disponibilidad mecánica**

#### **9.2. Equipo de arranque**

Dada la tipología del material y del macizo de nuestra explotación, el arranque deberá realizarse mediante perforación y voladura. Es por tanto necesario seleccionar el equipo de perforación idóneo, para lo cual tendremos en cuenta tanto la altura total de los barrenos a perforar y el diámetro seleccionado de perforación, ver apartados nº 7.2,

10.1.3. Y 10.1.4. No es tan importante en la elección del equipo la velocidad de perforación, ya que el ritmos de producción que proporcionan los equipos de perforación actuales es muy superior a los requerimientos de nuestra explotación.

En nuestro caso la capacidad de perforación será superior a 12 metros y el diámetro de perforación será de 89 mm.

Dentro de la gran cantidad de equipos de perforación existentes en el mercado, nos hemos decantado por un equipo Smartroc T35 de Atlas Copco, provisto de partillo en cabeza tipo Cop 2540+ y varillaje tipo T45 que permite diámetros de perforación entre 64 y 115 mm y una profundidad máxima de 21 metros en diámetro 89 mm, ver figuras nº 61 y 62 .



**Figura nº 61 : Equipo de perforación Smartroc T35 de Atlas Copco.**

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| HOLE RANGE                                                                        |               |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|------------|
| Recommended hole range                                                            |               | Metric    | Imperial   |
| SmartROC T35                                                                      | T38, T45, T51 | 64–115 mm | 2 ½"– 4 ½" |
| SmartROC T40                                                                      | T45, T51      | 76–127 mm | 3"–5"      |
| Hydraulic rod handling system for max hole depth, with 3,6 m (12') extension rods |               | Metric    | Imperial   |
| SmartROC T35                                                                      | T38, T45, T51 | 28 m      | 92'        |
| SmartROC T40                                                                      | T45, T51      | 28 m      | 92'        |

| ENGINE                                                                                                        |  |        |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|----------|
| Caterpillar turbo charged, diesel engine, CAT C7.1, 3/EU Stage IIIA and Tier 4 Final/EU stage IV and Add Blue |  | Metric | Imperial |
| Power rating at 2200 rpm                                                                                      |  | 168 kW | 225 HP   |

| AIR CONDITIONER      |  |         |          |
|----------------------|--|---------|----------|
|                      |  | Metric  | Imperial |
| Refrigerant          |  | R134a   |          |
| Cooling capacity     |  | 5,5 kW  |          |
| Fan suction capacity |  | 125 l/s | 265 cfm  |

| HYDRAULIC ROCK DRILL |              |              |         |                         |           |                  |         |              |               |        |
|----------------------|--------------|--------------|---------|-------------------------|-----------|------------------|---------|--------------|---------------|--------|
| Rock drill           | Drill rig    | Impact power |         | Hydraulic pressure, max |           | Impact rate, max |         | Torque, max  | Weight approx |        |
| COP 1840+            | SmartROC T35 | 20 kW        | 26.8 hp | 230 bar                 | 3 335 psi | 42–50 Hz         | 1180 Nm | 870 lbf/ft   | 175 kg        | 385 lb |
| COP 1840EX+          |              |              |         |                         |           |                  |         |              | 230 kg        | 507 lb |
| COP 2540+            |              | 23 kW        | 30.8 hp | 230 bar                 | 3 335 psi | 55–70 Hz         | 1180 Nm | 870 lbf/ft   | 175 kg        | 385 lb |
| COP 2540EX+          |              |              |         |                         |           |                  |         |              | 230 kg        | 507 lb |
| COP 2560+            | SmartROC T40 | 25 kW        | 33.5 hp | 230 bar                 | 3 335 psi | 44–53 Hz         | 1810 Nm | 1 335 lbf/ft | 187 kg        | 412 lb |
| COP 2560EX+          |              |              |         |                         |           |                  |         |              | 249 kg        | 549 lb |

| FEED                                                                                                      |  |          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------|------------|
| Hydraulic cylinder feed with hose guide and double drill steel support with movable lower guide/dust hood |  | Metric   | Imperial   |
| Feed extension                                                                                            |  | 1 400 mm | 4' 7"      |
| Feed rate, max                                                                                            |  | 0.92 m/s | 184 ft/min |
| Feed force, max                                                                                           |  | 20 kN    | 4 400 lbf  |
| Tractive pull, max                                                                                        |  | 20 kN    | 4 400 lbf  |
| SmartROC T35/ SmartROC T40                                                                                |  | Metric   | Imperial   |
| Total length                                                                                              |  | 7 440 mm | 24' 5"     |
| Travel length                                                                                             |  | 4 240 mm | 14'        |

| COMPRESSOR                                                   |  |          |          |
|--------------------------------------------------------------|--|----------|----------|
| Atlas Copco QIS K-36-C111 GD, screw compressor, SmartROC T35 |  | Metric   | Imperial |
| Working pressure, max                                        |  | 10.5 bar | 152 psi  |
| FAD, at normal working pressure                              |  | 127 l/s  | 270 cfm  |
| Atlas Copco QIS K-36-C111 GD, screw compressor, SmartROC T40 |  | Metric   | Imperial |
| Working pressure, max                                        |  | 10.5 bar | 152 psi  |
| FAD, at normal working pressure                              |  | 153 l/s  | 325 cfm  |

**Figura nº 62 : Características técnicas del equipo Smartroc T35 de Atlas Copco.**

Es importante señalar la anchura del equipo, para el diseño de la anchura de pistas y accesos de la explotación. En nuestro caso el equipo de perforación Smartroc T35 tiene un ancho de 2.49 metros con tejas de 330 mm, ver figura nº 63 .

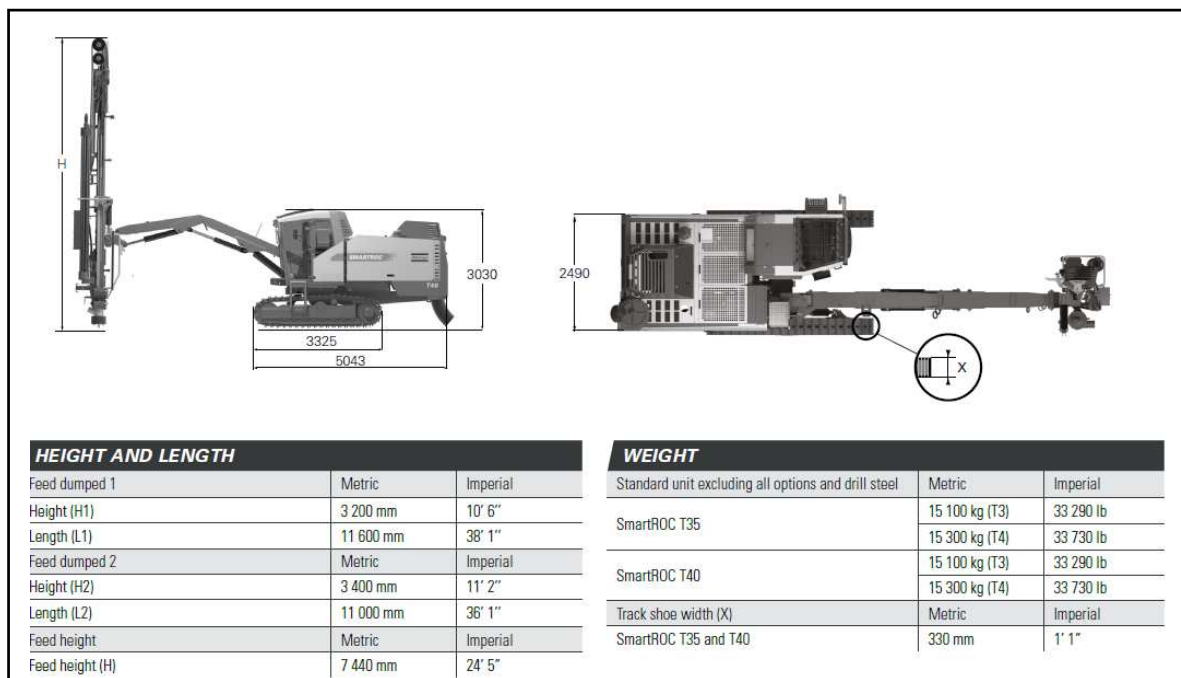


**Figura nº 63 : Dimensiones del equipo Smartroc T35 de Atlas Copco.**

### 9.3. Equipos de carga

Para la selección de los equipos de carga diferenciaremos entre el equipo de carga en el frente de cantera y el equipo de carga necesario en la plaza de cantera para la carga del material procedente de la planta de tratamiento o de los acopios.

#### 9.3.1. Retroexcavadora

Para la selección del equipo de carga en el frente se ha optado por la elección de uno o varios equipos retroexcavadores hidráulicos sobre cadenas. Estos equipos permiten tanto la carga del material de voladura, el saneamiento y limpieza del frente después de las voladuras, como la posibilidad de realizar la excavación directamente si el material lo permitiese.

Para la selección de la retroexcavadora idónea es preciso determinar una serie de condicionantes propios de nuestra explotación. Así partimos de los siguientes condicionantes definidos previamente en esta memoria:

- Carga de material a transportar anualmente: 648.184 toneladas.
- Altura máxima de alcance mínima: 9 m.



Teniendo en cuenta estos condicionantes, la necesidad de garantizar esta producción (una merma en la producción afectaría a nuestro principal cliente y produciría retrasos en la ejecución de la autovía) y la diferencia de producción solicitada a partir del tercer año de la explotación, nos conduce a seleccionar dos equipos, retroexcavadoras sobre cadenas, con las que cumplir con solvencia la producción para los dos primeros años y posteriormente prescindir de un equipo y continuar la explotación con uno sólo.

Para el proceso de selección de equipos de carga utilizaremos el Manual de Rendimiento de Equipos de Caterpillar de 2012. En el cual seguiremos una serie de pasos generales que nos conducirán a la definición del equipo más idóneo para nuestra explotación independientemente de la marca del equipo a utilizar. En nuestro caso por la facilidad para encontrar catálogos e información seleccionaremos los equipos de la marca Caterpillar.

En primer lugar, comenzamos definiendo el factor de llenado del cucharón del equipo en función del material a cargar, según la tabla nº 35, consideramos que al ser necesaria sólo una voladura de esponjamiento o prevoladura dadas las características de nuestro macizo la fragmentación de la roca de voladura será de media a buena por lo que el factor de llenado seleccionado será del 90%.

| FACTORES DE LLENADO DEL CUCHARÓN      |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| <b>Material suelto</b>                | <b>Factor de llenado</b> |
| Áridos húmedos mezclados              | 95-100%                  |
| Áridos uniformes hasta de 3 mm (1/8") | 95-100                   |
| 3 mm-9 mm (1/8"-3/8")                 | 90-95                    |
| 12 mm-20 mm (1/2"-3/4")               | 85-90                    |
| 24 mm (1") y más                      | 85-90                    |
| <b>Roca de voladura</b>               |                          |
| Buena                                 | 80-95%                   |
| Media                                 | 75-90                    |
| Mala                                  | 60-75                    |
| <b>Otros</b>                          |                          |
| Mezclas de roca y tierra              | 100-120%                 |
| Marga húmeda                          | 100-110                  |
| Tierra vegetal, piedras, raíces       | 80-100                   |
| Materiales cementados                 | 85-95                    |

**Tabla nº 35 : Factores de llenado del cucharón en función del material.**

En segundo lugar procedemos a definir el tiempo de ciclo, el ciclo de excavación de una retroexcavadora consta de cuatro partes: carga del cucharón, giro con carga, descarga del cucharón y giro sin carga. El tiempo total del ciclo de la retroexcavadora dependerá del tamaño de la maquina y de las condiciones de trabajo.

Según la tabla figura nº 64, tomando una preselección de equipos típicos para una explotación similar y tomando un tiempo para una rapidez promedio definida por el tipo de material, definimos un tiempo de ciclo medio de 20 segundos o lo que es lo mismo 0.33 minutos.

| TABLA PARA CALCULAR TIEMPOS DE CICLO |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      |                 |
|--------------------------------------|--------------------------|------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|------|-------------|------|------|------|--------|------|-----------------|
| TIEMPO DE CICLO                      | TAMAÑO DE MÁQUINA        |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | TIEMPO DE CICLO |
|                                      | 307C<br>308D CR<br>CR S8 | 311D | M312<br>M313C<br>M313D<br>312D | M315C<br>M316C<br>M315D<br>315D L | M318C<br>3190 L<br>3190 LN | M322C<br>M322D<br>3200<br>3200 RR<br>321D CR<br>323D | 324D | 328D<br>LCR | 329D | 336D | 345D | 365C L | 385C |                 |
| 10 SEG.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      | N/A         |      |      |      |        |      | 0,17 min.       |
| 15                                   |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      | N/A         |      |      |      |        |      | 0,25 min.       |
| 20 seg.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      | N/A         |      |      |      |        |      | 0,33 min.       |
| 25                                   |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,42 min.       |
| 30 seg.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,50 min.       |
| 35                                   |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,58 min.       |
| 40 seg.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,67 min.       |
| 45                                   |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,75 min.       |
| 50 seg.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,83 min.       |
| 55                                   |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 0,92 min.       |
| 60 seg.                              |                          |      |                                |                                   |                            |                                                      |      |             |      |      |      |        |      | 1,0 min.        |

N/A = No aplicable

Rapidez  
máxima

Rapidez  
máxima  
práctica

Zona  
típica

Lento

CLAVE

A — Excelente  
B — Muy buena  
C — Promedio  
D — Mala  
E — Severa

Figura nº 64 : Ciclos de tiempo de operación de equipos retroexcavadores de Caterpillar.

Calculamos ahora el tiempo de ciclo efectivo, para lo cual dividimos el tiempo de ciclo por el factor de eficiencia y organización y el coeficiente de disponibilidad mecánica definidos en los puntos 9.1.4 y 9.1.5 de la memoria. Así obtenemos:

$$\text{ciclo efectivo} = \frac{\text{tiempo ciclo}}{\text{Fac. eficiencia} \times \text{coef. disponibilidad}}$$

$$\text{ciclo efectivo} = \frac{0.33 \text{ min}}{0.92 \cdot 0.85} = 0.42 \text{ min}$$

Definimos a continuación el número de ciclos efectivos por hora:

$$n^{\circ} \text{ ciclos efectivos} = \frac{60 \text{ min}}{0.42 \text{ min/ciclo}} = 143 \text{ ciclos/hora}$$

Definimos a continuación la producción necesaria a garantizar, que vendrá dada en función de la producción de diseño, la densidad del material volado, las horas de trabajo efectivas de producción y el factor de llenado del cazo. Así obtenemos:

$$\text{Produccion necesaria} = \frac{648.184 \text{ tn}}{1745 \text{ h}} \times \frac{m^3}{1.6 \text{ tn}} \times \frac{1}{0.90} = 257.95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si esta producción la dividimos entre los ciclos efectivos por hora antes calculados, obtenemos el volumen de cazo necesario, así obtenemos:

$$\text{Volumen de cazo} = \frac{257.95 \text{ m}^3/\text{h}}{143 \text{ ciclo/h}} = 1.8 \text{ m}^3$$

Este sería el volumen de cazo para un sólo equipo, como se ha comentado anteriormente se ha optado por la opción de tener dos equipos, por lo que el volumen de cazo necesario sería de 0.90 m<sup>3</sup>.

Por otra parte el volumen de cazo seleccionado para los equipos deberá satisfacer las necesidades de producción a partir del segundo año de vida de la explotación, en el que sólo estará en funcionamiento un equipo y en el que la producción caerá en un 40%. Por lo que será necesario un volumen de cazo mínimo de:

$$\text{Volumen de cazo mínimo} = 1.8 \text{ m}^3 \cdot 60 \% = 1.08 \text{ m}^3$$

A continuación comparando la gama de cucharones y equipos que se recogen en el Manual de Rendimiento de Caterpillar, ver tabla nº 36, obtenemos que para la configuración de excavación necesaria y una capacidad mínima de 1.08 m<sup>3</sup> de cazo, podemos utilizar equipos a partir del modelo 320E de Caterpillar en adelante.

| Modelo                                          | Tipo de cucharón                                           | Disponible en: | Familia de cucharón | Ancho de corte con puntas largas |      | Capacidad colmado |      | Radio de plegado |      | Tamaño de GET | Puntas | Peso del cucharón sin puntas |      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------------|------|-------------------|------|------------------|------|---------------|--------|------------------------------|------|
|                                                 |                                                            |                |                     | mm                               | pulg | m³                | yd³  | mm               | pulg |               |        | kg                           | lb   |
| <b>320D, 320D RR, 321D LCR, 324D (continúa)</b> | Rendimiento del sujetapasador — servicio pesado para rocas | NACD           | B                   | 610                              | 24   | 0,44              | 0,57 | 1671             | 66   | K90           | 3      | 666                          | 1469 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 762                              | 30   | 0,60              | 0,79 | 1671             | 66   | K90           | 4      | 772                          | 1702 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 914                              | 36   | 0,76              | 1,00 | 1671             | 66   | K90           | 5      | 850                          | 1874 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1067                             | 42   | 0,93              | 1,22 | 1671             | 66   | K90           | 5      | 914                          | 2015 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1219                             | 48   | 1,11              | 1,45 | 1671             | 66   | K90           | 6      | 994                          | 2191 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1372                             | 54   | 1,28              | 1,67 | 1671             | 66   | K90           | 7      | 1074                         | 2367 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 610                              | 24   | 0,44              | 0,57 | 1671             | 66   | K90           | 3      | 716                          | 1578 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 762                              | 30   | 0,60              | 0,79 | 1671             | 66   | K90           | 4      | 832                          | 1833 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1067                             | 42   | 0,93              | 1,22 | 1671             | 66   | K90           | 5      | 994                          | 2190 |
|                                                 | Potencia de                                                | NACD           | B                   | 918                              | 36   | 0,79              | 1,03 | 1458             | 57   | K90           | 5      | 811                          | 1788 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1072                             | 42   | 0,96              | 1,26 | 1458             | 57   | K90           | 5      | 875                          | 1930 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1224                             | 48   | 1,14              | 1,49 | 1458             | 57   | K90           | 6      | 954                          | 2102 |
|                                                 | Limpieza de zanjas                                         | NACD           | B                   | 1524                             | 60   | 1,02              | 1,33 | 1139             | 45   | BOCE          | BOCE   | 726                          | 1601 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1830                             | 72   | 1,24              | 1,63 | 1139             | 45   | BOCE          | BOCE   | 823                          | 1815 |
|                                                 | Limpieza de zanjas — Inclinación                           | NACD           | B                   | 1524                             | 60   | 0,86              | 1,12 | —                | —    | BOCE          | BOCE   | 1032                         | 2275 |
|                                                 |                                                            | NACD           | B                   | 1829                             | 72   | 0,96              | 1,25 | —                | —    | BOCE          | BOCE   | 1104                         | 2433 |
|                                                 | Excavación                                                 | APD            | B                   | 972                              | 38   | 0,80              | 1,05 | 1477             | 58   | K80           | 5      | 610                          | 1340 |
|                                                 |                                                            | APD            | B                   | 1092                             | 43   | 0,90              | 1,18 | 1477             | 58   | K80           | 5      | 647                          | 1430 |
|                                                 |                                                            | APD            | B                   | 1150                             | 45   | 1,00              | 1,31 | 1477             | 58   | K80           | 6      | 666                          | 1470 |
|                                                 |                                                            | APD            | B                   | 1320                             | 52   | 1,10              | 1,44 | 1477             | 58   | K90           | 5      | 873                          | 1920 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 450                              | 18   | 0,28              | 0,37 | 1537             | 60   | K80           | 3      | 498                          | 1098 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 600                              | 24   | 0,44              | 0,58 | 1537             | 60   | K80           | 3      | 585                          | 1290 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 750                              | 30   | 0,59              | 0,77 | 1537             | 60   | K80           | 3      | 577                          | 1275 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1000                             | 39   | 0,86              | 1,12 | 1537             | 60   | K80           | 4      | 677                          | 1495 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1200                             | 47   | 1,08              | 1,41 | 1537             | 60   | K80           | 5      | 757                          | 1670 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1250                             | 49   | 1,13              | 1,48 | 1537             | 60   | K80           | 5      | 774                          | 1710 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1300                             | 51   | 1,19              | 1,56 | 1537             | 60   | K80           | 5      | 792                          | 1450 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1400                             | 55   | 1,30              | 1,70 | 1537             | 60   | K80           | 5      | 827                          | 1825 |
|                                                 |                                                            | EAME           | B                   | 1500                             | 59   | 1,41              | 1,84 | 1537             | 60   | K80           | 5      | 862                          | 1905 |
|                                                 |                                                            | CJL/APD        | B                   | 972                              | 38   | 0,80              | 1,00 | 1490             | 59   | J300          | 5      | 589                          | 1299 |

**Tabla nº 36 : Capacidad de cazo en función del modelo de retroexcavadoras Caterpillar.**

Una vez examinadas las características de los equipos que permiten la utilización de este tamaño de cazos y que por configuración nos permiten alcanzar la altura máxima requerida, se ha procedido a seleccionar dos equipos Caterpillar 320E L, figura nº 65.

Comprobando la hoja de características de este equipo, nos permite seleccionar un cazo de excavación para una densidad del todo-uno de material de 1.8 tn/m³ (debería ser 1.6 tn/m³, pero en las tablas sólo se contempla densidades de 1.5 y 1.8 tn/m³) y una configuración de brazo-pluma que permita un alcance en altura suficiente, de una capacidad de 1.30 m³.

La configuración final de los dos equipos está conformada por un equipo 320E L de Caterpillar con una pluma de alcance HD de 5.7 m y un brazo R2.5B1 ES de 2.5 m, figura nº, dicha configuración permite una altura máxima suficiente de 9.24 m, figuras nº 66 y 67.



Figura nº 65 : Equipo de carga retroexcavadora sobre orugas modelo 320E de Caterpillar.

| Especificaciones y compatibilidad del cucharón de la 320E L |           |         |           |      |         |                  |         |                               |         |                   |   |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---------|-----------|------|---------|------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------|---|
|                                                             | Varillaje | Anchura | Capacidad | Peso | Llenado | Pluma de alcance |         | Pluma de dos piezas ajustable |         | Alcance muy largo |   |
|                                                             |           | mm      | m³        | kg   | %       | R2.9 HD          | R2.5 HD | R2.9 ES                       | R2.5 HD | 6,28 m            |   |
| Sin acoplamiento rápido                                     |           |         |           |      |         |                  |         |                               |         |                   |   |
| Servicio general (GD)                                       | B         | 600     | 0,46      | 549  | 100%    | ●                | ●       | ●                             | ●       |                   |   |
|                                                             | B         | 750     | 0,64      | 620  | 100%    | ●                | ●       | ●                             | ●       |                   |   |
|                                                             | B         | 900     | 0,81      | 666  | 100%    | ●                | ●       | ●                             | ●       |                   |   |
|                                                             | B         | 1200    | 1,19      | 800  | 100%    | ⊙                | ⊙       | ⊙                             | ⊙       |                   |   |
|                                                             | B         | 1300    | 1,3       | 832  | 100%    | ⊙                | ⊙       | ⊙                             | ⊙       |                   |   |
|                                                             | B         | 1400    | 1,43      | 867  | 100%    | ⊖                | ⊙       | ⊖                             | ⊖       |                   |   |
| Servicio pesado (HD)                                        | B         | 1050    | 1         | 879  | 100%    | ●                | ●       | ●                             | ●       |                   |   |
|                                                             | B         | 1200    | 1,19      | 906  | 100%    | ⊙                | ●       | ⊖                             | ⊙       |                   |   |
|                                                             | B         | 1200    | 1,19      | 917  | 100%    | ⊙                | ●       | ⊖                             | ⊙       |                   |   |
|                                                             | B         | 1300    | 1,3       | 960  | 100%    | ⊖                | ⊙       | ⊖                             | ⊖       |                   |   |
| Servicio en condiciones severas (SD)                        |           | B       | 1200      | 1,19 | 1000    | 90%              | ⊙       | ●                             | ⊙       | ●                 |   |
| Para limpieza fluvial (CC)                                  | Abatible  | A       | 1800      | 0,61 | 723     | N/D              |         |                               |         |                   | ✓ |
|                                                             | Rígido    | A       | 1800      | 0,63 | 490     | N/D              |         |                               |         |                   | ✓ |
|                                                             | Rígido    | A       | 2000      | 0,83 | 560     | N/D              |         |                               |         |                   | ✓ |
| Carga máxima empuñable (carga útil + cucharón)              |           |         |           |      | kg      | 3115             | 3355    | 2895                          | 3150    | 915               |   |

Figura nº 66 : Selección de cazo para retroexcavadora 320E de Caterpillar.



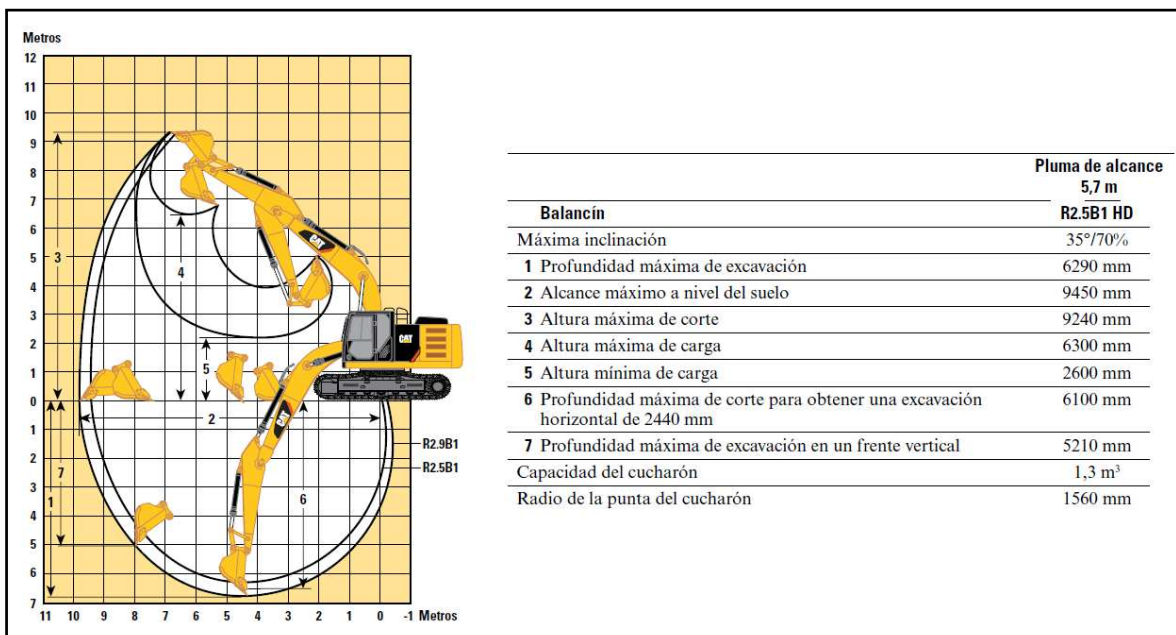


Figura nº 67 : Alcance máximo retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar.

En la figura nº 68 de muestran las características principales del equipo de arranque seleccionado, retroexcavadora hidráulica Cat320E L.

| Motor                                     |                  | Mecanismo de giro                                                 |              | Sistema hidráulico                       |                   |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------|-------------------|
| Modelo de motor                           | Cat® C6.6 ACERT™ | Velocidad de giro                                                 | 11,2 rev/min | Sistema principal: caudal máximo (total) | 428 L/min         |
| Potencia: ISO 14396                       | 113 kW           | Par de giro                                                       | 61,8 kN·m    | Sistema de giro: caudal máximo (x2)      | 214 L/min         |
| Potencia: ISO 14396 (sistema métrico)     | 154 hp           | <b>Capacidades de llenado de servicio (320E L)</b>                |              | Presión máxima: equipo                   | 35 000/38 000 kPa |
| Potencia neta: ISO 9249                   | 107 kW           | Capacidad del depósito de combustible                             | 410 L        | Presión máxima: desplazamiento           | 35 000 kPa        |
| Potencia neta: ISO 9249 (sistema métrico) | 145 hp           | Sistema de refrigeración                                          | 30 L         | Presión máxima: giro                     | 25 000 kPa        |
| Calibre                                   | 105 mm           | Aceite del motor (con filtro)                                     | 23 L         | Sistema piloto: caudal máximo            | 24,3 L/min        |
| Carrera                                   | 127 mm           | Mando del giro                                                    | 8 L          | Sistema piloto: presión máxima           | 3920 kPa          |
| Cilindrada                                | 6,6 L            | Mando final (cada uno)                                            | 8 L          | Cilindro de la pluma: calibre            | 120 mm            |
| <b>Masas</b>                              |                  | Sistema hidráulico (incluido el depósito)                         | 260 L        | Cilindro de la pluma: carrera            | 1260 mm           |
| 320E L:                                   |                  | Depósito hidráulico                                               | 159 L        | Cilindro del balancín: calibre           | 140 mm            |
| Peso mínimo                               | 21 700 kg        | <b>Capacidades de llenado de servicio (320E LN)</b>               |              | Cilindro del balancín: carrera           | 1504 mm           |
| Peso máximo                               | 23 500 kg        | Capacidad del depósito de combustible                             | 310 L        | Cilindro del cucharón tipo B1: calibre   | 120 mm            |
| 320E LN:                                  |                  | Sistema de refrigeración                                          | 30 L         | Cilindro del cucharón tipo B1: carrera   | 1104 mm           |
| Peso mínimo                               | 22 100 kg        | Capacidad de aceite del sistema hidráulico (incluido el depósito) | 260 L        |                                          |                   |
| Peso máximo                               | 23 640 kg        | Aceite del depósito hidráulico                                    | 153 L        |                                          |                   |

Figura nº 68 : Características técnicas retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar.



Es importante señalar la anchura del equipo, para el diseño de la anchura de pistas y accesos de la explotación. En nuestro caso el equipo 320E L tiene un ancho de 3.08 metros con tejas de 700 mm, ver figura nº 69.

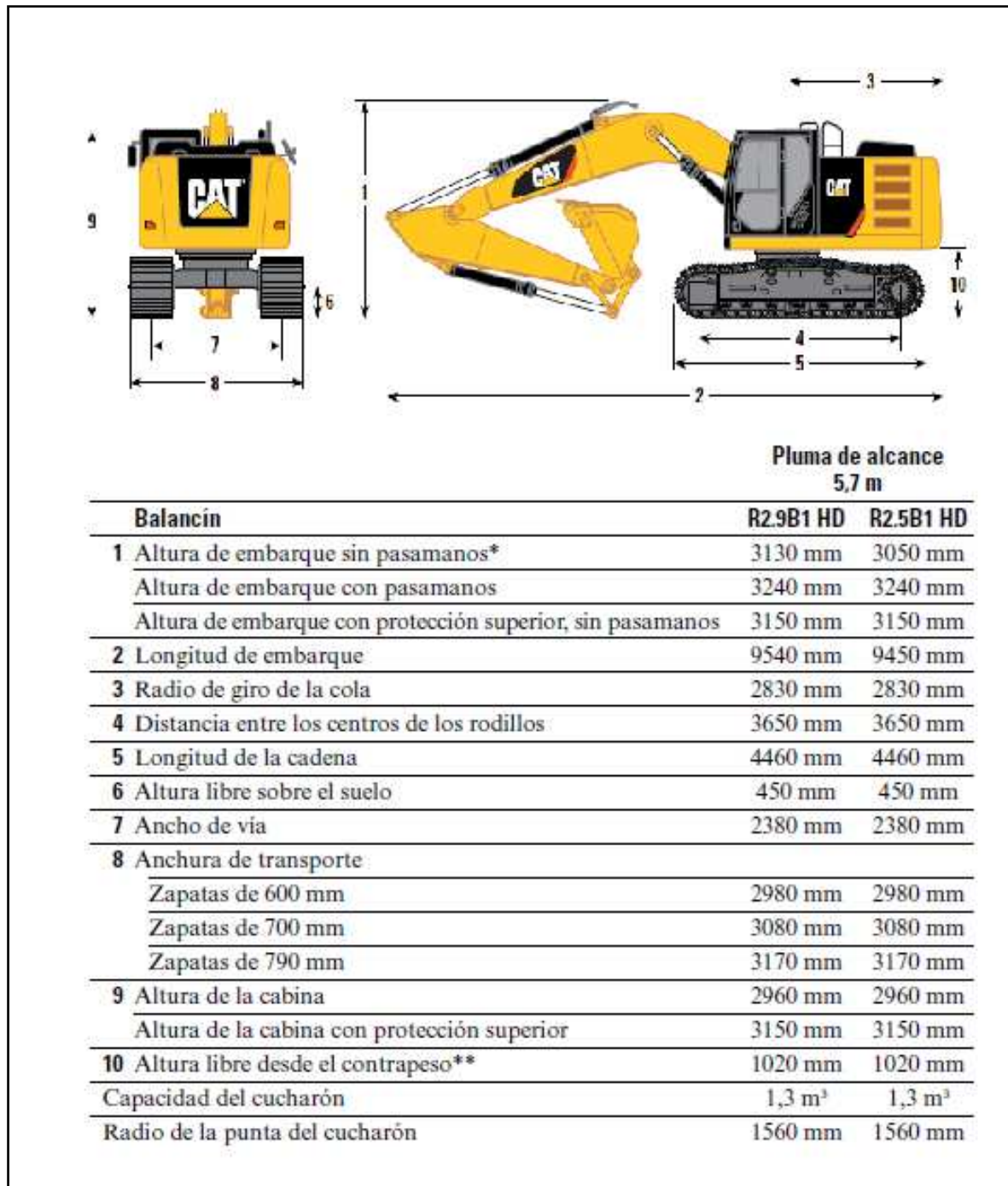


**Figura nº 69 : Dimensiones retroexcavadora modelo 320E de Caterpillar.**

### 9.3.2. Pala cargadora

En la plaza de cantera es necesario mover los productos finales de la planta de tratamiento y clasificación a los lugares de acopio y cargar sobre camión los productos finales para su distribución a los puntos de consumo. Para cumplir con estas funciones el equipo idóneo es una pala cargadora sobre neumáticos. Además permite la posibilidad de realizar la carga de material directamente del frente como apoyo de la retroexcavadora o si el material resultante de la voladura lo permitiese.

Al igual que en el caso de la retroexcavadora, para la selección de la pala cargadora idónea es preciso determinar una serie de condicionantes propios de nuestra explotación. Así partimos de los siguientes condicionantes:

- Carga de material a transportar anualmente: 648.184 toneladas.
- Altura mínima de descarga: 2.90 m.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, para el proceso de selección de equipos de carga utilizaremos el Manual de Rendimiento de Equipos de Caterpillar de 2012. En el cual seguiremos una serie de pasos generales que nos conducirán a la definición del equipo más idóneo para nuestra explotación independientemente de la marca del equipo a utilizar. En nuestro caso por la facilidad para encontrar catálogos e información seleccionaremos los equipos de la marca Caterpillar.

Procedemos en primer lugar a determinar el tiempo de ciclo. Cuando se acarrea material granular suelto en un suelo duro y liso, se considera razonable un tiempo básico de 30 segundos por ciclo en las palas cargadoras sobre ruedas con un operador competente. Esto incluye la carga, descarga, cuatro cambios de sentido de marcha, un ciclo completo del sistema hidráulico y un desplazamiento mínimo.

Puesto que el tipo de material, la altura de la pila y otros factores pueden elevar o reducir la producción, su efecto se debe sumar o restar del tiempo de ciclo básico. En nuestro caso contemplamos un tiempo de ciclo de 36 segundos o 0.60 minutos.

Calculamos ahora los ciclos efectivos por hora, para lo cual dividimos los 60 minutos de una hora por el tiempo de ciclo y ajustamos el resultado en función del factor

de eficiencia y organización y el coeficiente de disponibilidad mecánica definidos en los puntos 9.1.4 y 9.1.5 de la memoria. Así obtenemos:

$$\text{ciclo efectivo} = \frac{\text{tiempo ciclo}}{\text{Fac. eficiencia} \times \text{coef. disponibilidad}}$$

$$\text{ciclo efectivo} = \frac{0.60 \text{ min}}{0.92 \cdot 0.85} = 0.76 \text{ min}$$

Definimos a continuación el número de ciclos efectivos por hora:

$$n^{\circ} \text{ ciclos efectivos} = \frac{60 \text{ min}}{0.76 \text{ min/ciclo}} = 78 \text{ ciclos/hora}$$

Definimos a continuación la producción necesaria a garantizar, que vendrá dada en función de la producción de diseño, la densidad del material volado, las horas de trabajo efectivas de producción y el factor de llenado del cazo. Así obtenemos:

$$\text{Produccion necesaria} = \frac{648.184 \text{ tn}}{1745 \text{ h}} \times \frac{\text{m}^3}{1.6 \text{ tn}} \times \frac{1}{0.90} = 257.95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si esta producción la dividimos entre los ciclos efectivos por hora antes calculados, obtenemos el volumen de cazo necesario, así obtenemos:

$$\text{Volumen de cazo} = \frac{257.95 \text{ m}^3/\text{h}}{78 \text{ ciclo/h}} = 3.31 \text{ m}^3$$

El equipo deberá soportar a su vez un peso de la cuchara de 3.31 m<sup>3</sup> cargado tanto de material clasificado como en caso necesario de material del frente de cantera, con un margen de seguridad del 20%, con lo cual deberá soportar un mínimo de carga de:

$$3.30 \text{ m}^3 \times 1.8 \text{ tn/m}^3 \times 1.2 = 7.15 \text{ tn}$$

A continuación seleccionaremos un equipo que permita una cuchara de 3.31 m<sup>3</sup> de volumen, con una capacidad de carga mínima de 7.15 toneladas y una altura mínima de descarga de 2.90 metros.

Una vez examinadas las hojas de características de diversos equipos, se ha procedido a seleccionar el equipo WA470-6 de Komatsu, ver la figura nº 70, que nos permite seleccionar tanto una cuchara universal como una de excavación en roca de a 4.10 m<sup>3</sup> para una densidad de material de 1.8 tn/m<sup>3</sup>, garantizando una altura de descarga de 2.90 metros, ver la figura nº 71.



*Figura nº 70 : Pala cargadora modelo WA 470 de Komatsu.*

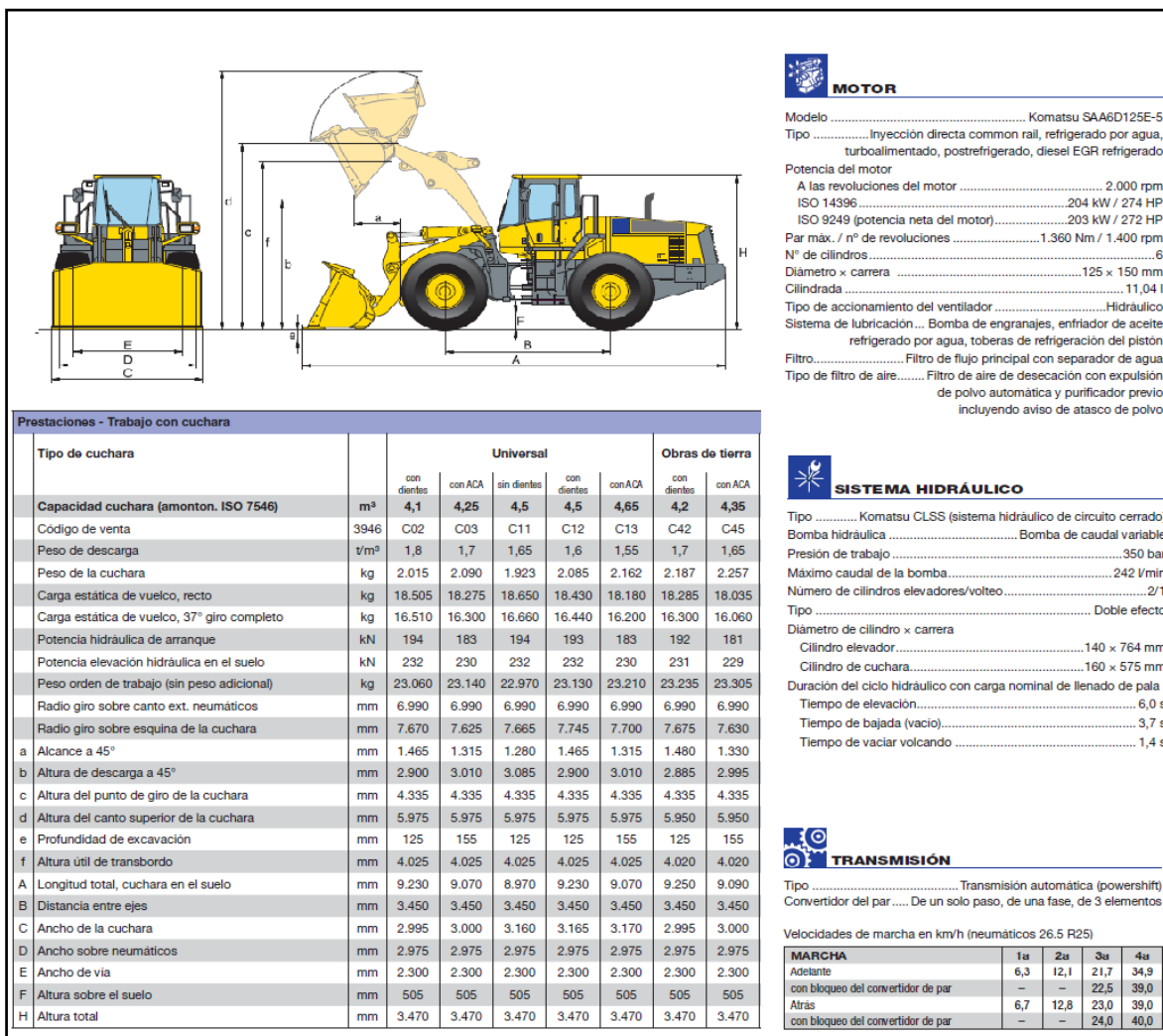


Figura nº 71 : Características técnicas pala cargadora modelo WA 470 de Komatsu.

Al igual que en el equipo retroexcavador, en la pala cargadora es importante señalar la anchura del equipo, para el diseño de la anchura de pistas y accesos de la explotación. En nuestro caso el equipo WA470-6 tiene un ancho de 3.00 metros.

## 9.4. Equipos de transporte

En la selección de los equipos de transporte se ha considerado la utilización de equipos tipo camión-dumper de tres ejes y tracción 6x4, dada su versatilidad, su economía, la facilidad de reemplazo en caso de avería dada la amplia disponibilidad de equipos y su fácil mantenimiento.



En primer lugar determinares el tiempo de ciclo para un camión-dúmpper, se considerará el tiempo para recorrer el circuito completo, el tiempo de posicionamiento para la carga, el tiempo para realizar la carga y el tiempo requerido para la descarga.

Para determinar el tiempo empleado en recorrer el circuito completo se ha considerado una distancia total de 1.200 m (483.5 m pista ascendente, 477.4 m pista descendente y aproximadamente 240 m para cruzar la plaza de cantera), los equipos realizarán el circuito cargados en sentido descendente y vacíos en sentido ascendente, lo que permitirá una velocidad máxima en el circuito de 25 km/h y una velocidad media de 20 km/h. Así el tiempo empleado en recorrer el circuito completo será:

$$t_{rec} = 1.2 \text{ km} \cdot 60 \text{ min} / 20 \text{ km} = 3.6 \text{ minutos}$$

Para el tiempo de posicionamiento para la carga se determina un tiempo de 0.5 minutos y para la descarga determinaremos un tiempo de 1.5 minutos, los cuales son valores habituales en este tipo de equipos.

Procedemos al cálculo del tiempo de carga de un camión-dúmpper. Este tipo de equipos tienen una capacidad de 14 m<sup>3</sup> de caja, lo que supone para una densidad del material de 1.6 tn/m<sup>3</sup>, un peso de carga de 22.4 toneladas. Como el equipo no va a salir fuera del recinto de la explotación, para nuestro calculo no contemplaremos el PTMA/PMA del vehículo, por lo que consideraremos para el cálculo una carga máxima estas 22.4 toneladas, frente a las 20 toneladas permitidas para su circulación por carretera.

Considerando el cazo seleccionado de 1.30 m<sup>3</sup> para un equipo por el factor de llenado 0.90 necesitaríamos un número de cazos de:

$$\frac{14 \text{ m}^3}{1.30 \text{ m}^3 \cdot 0.90} = 12 \text{ cazos}$$

El tiempo en realizar un ciclo efectivo del equipo retroexcavador antes calculado es de 0.42 min (60 min/143 ciclos), necesitamos por tanto un tiempo de carga de:

$$12 \text{ cazos} \cdot 0.42 \text{ min} = 5.04 \text{ minutos}$$



Así tenemos un tiempo total de ciclo para el equipo de transporte de:

$$t_{recorrido} + t_{posicionamiento} + t_{descarga} + t_{carga} = T_{ciclo}$$
$$3.6 + 0.5 + 1.5 + 5.04 = 10.64 \text{ min}$$

Lo que equivaldría a un total de 5.92 ciclos por hora. Para el cálculo de la producción estimada del equipo, tenemos en cuenta los factores de eficiencia y organización y el coeficiente de disposición mecánica contemplados en el apartado 9.1.4. y 9.1.5., lo que supone una producción total de:

$$5.64 \text{ ciclos} \cdot 0.90 \cdot 0.85 \cdot 22.4 \frac{\text{tn}}{\text{ciclo}} = 96.65 \text{ tn/hora}$$

Para obtener una producción anual de 648.184 toneladas/año y con una cómputo anual de 1745 horas efectivas de trabajo, resulta necesaria una producción por hora de 371.45 toneladas, que con dos equipos de excavación resulta 185.73 tn/hora, donde:

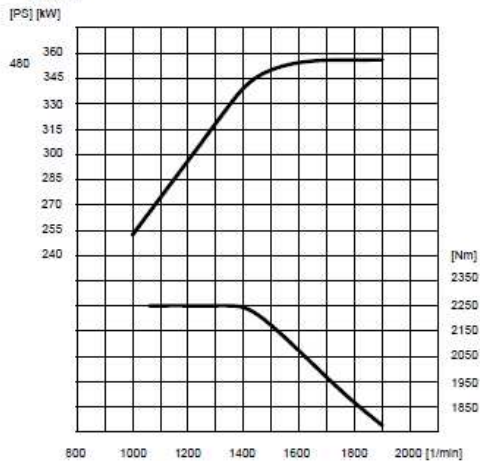
$$\frac{185.73 \text{ tn/hora}}{96.65 \text{ tn/camión}} = 1.92 \text{ camiones} \sim 2 \text{ camiones}$$

Por tanto se necesitarán 4 camión-dumper, 2 para cada equipo de excavación en los primeros dos años de explotación, que posteriormente se podrá reducir a sólo un equipo de excavación con 2 camiones al rebajarse las necesidades de producción.

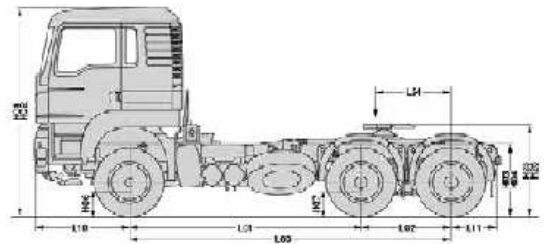
El equipo seleccionado está compuesto por una unidad tractora modelos TGS 33.480 6x4 BB de la marca MAN de 480 c.v. de 3 ejes, ver figura nº 72, y un volquete tipo Halfpipe tipo P328 de la marca Meiller-Kipper de 1360 mm de altura y 14 m<sup>3</sup> de capacidad, ver figura nº 73.

## TGS 33.480 6x4 BB

### Engine



- Model:** • D2676LF03 (Euro 2)
- Configuration:** • 6-cylinder in-line
- Displacement:** • 12.419 litre
- Output:** • 480 hp/353 kW at 1900 rpm
- Torque Nm:** • 2300Nm at 1050 – 1400 rpm
- Green Band:** • 1200 – 1500 r/min
- Fuel System:** • Common Rail  
• EDC (Electronic Diesel Control)  
• Twin fuel filter with Donaldson water separator
- Cooling System:** • Radiator & intercooler for over 35°C ambient temperature  
• Visco fan  
• Stone protection grille in front of radiator  
• To protect engine, power will be reduced if water temperature increases
- Engine Air Supply System:** • Turbo charger with intercooler
- Engine Brake:** • EVB exhaust valve brake
- Air Compressor:** • Single cylinder 360cc
- Engine Protection:** • In-house developed engine protection system fitted as standard



### Clutch

- Model:** • F&S MFZ 2/400X
- Description:** • Double-plate clutch suitable for GCM exceeding 90 t  
• Friction Area 2 000 cm<sup>2</sup>

### PTO

- Model:** • ZF NH/4C PTO, clutch dependant
- Operation:** • Output speed = 1.22 x engine speed  
• Anti-clockwise rotation (same as engine)  
• Maximum output torque 430 Nm  
• Suitable for prolonged operation up to 60 minutes  
• Situated on right hand side of gearbox  
• Direct pump connection

### Steering

- Model:** • ZF power steering type 8098
- Operation:** • Lock to Lock = 4.8 turns  
• Pneumatic steering wheel adjustment for height and inclination  
• Steering wheel lock with immobilizer

### Axles & Suspension

- Front:** **Model:** • MAN VO-09 straight front axle
- Description:** • Axle rating: 9 200 kg  
• Parabolic front springs rating: 9 500 kg  
• Progressive spring characteristics  
• Shock absorbers and stabiliser fitted as standard
- Rear:** **Model:** • MAN AP HPD-1382/HP-1352 hub reduction axles
- Description:** • Axle rating: 13 000 kg per axle  
• Parabolic suspension: 16 000 kg x 2  
• Axle ratio: standard: 5.33  
• Inter-axle and inter-wheel differential lock  
• Stabilizers and shock absorbers on both rear axles  
• Electronic differential lock protection

Figura nº 72 : Características técnicas camión-dumper modelo TGS 33.480 6x4 BB de MAN.



**Figura nº 73 : Equipo de transporte camión-dumper modelo TGS 33.480 6x4 BB de MAN.**

Esta configuración permite una altura máxima a borde de caja de 2.71 cm (1360 mm caja + 1350 mm chasis), lo que permitiría la posibilidad de carga de estos equipos con la pala cargadora seleccionada anteriormente.

### **9.5. Factor de acoplamiento de equipos**

Examinaremos a continuación el grado de eficiencia del conjunto equipo de carga y equipos de transporte, para lo cual utilizaremos el factor de acoplamiento, el cual viene dado por la expresión:

$$\text{Factor de acoplamiento} = \frac{n^{\circ} \text{ camiones} \cdot \text{ciclo carga (posición + carga)}}{n^{\circ} \text{ cargadoras} \cdot \text{ciclo total camiones}}$$

$$\text{Factor de acoplamiento} = \frac{4 \cdot 5.54}{2 \cdot 10.64} = 1.04$$

Las soluciones más eficientes son aquellas con un factor de acoplamiento con un valor de 1 o que se encuentren próximos a dicho número, tanto superiores o inferiores a él.

Con un factor de acoplamiento superior a la unidad, los equipos pueden proporcionar una mayor producción diaria por la existencia de mayor cantidad de equipos de acarreo de los que puede abastecer el equipo de carga, en este caso pueden presentarse paradas durante el ciclo de los camiones, mientras que la excavadora se mantendrá operado en todo momento.

Análogamente, un factor de acoplamiento menor a la unidad, nos proporciona la solución más rentable, sin embargo las cantidades de producción diaria se verían disminuidas en una pequeña proporción, esto debido a la existencia de una cantidad de camiones por debajo de los que puede abastecer el equipo de carga, en tal caso, las paradas se presentarán esporádicamente durante la operación de la excavadora, y será debido a la espera de las unidades de acarreo para su carga, mientras que dichas unidades se mantendrán en actividad (tránsito, carga y descarga) durante toda la jornada.

Consideramos nuestro factor de acoplamiento como óptimo, ya que cercano a la unidad se mantiene ligeramente por encima, permitiendo dar la mayor producción posible al equipo de carga, ver figura nº 74 .

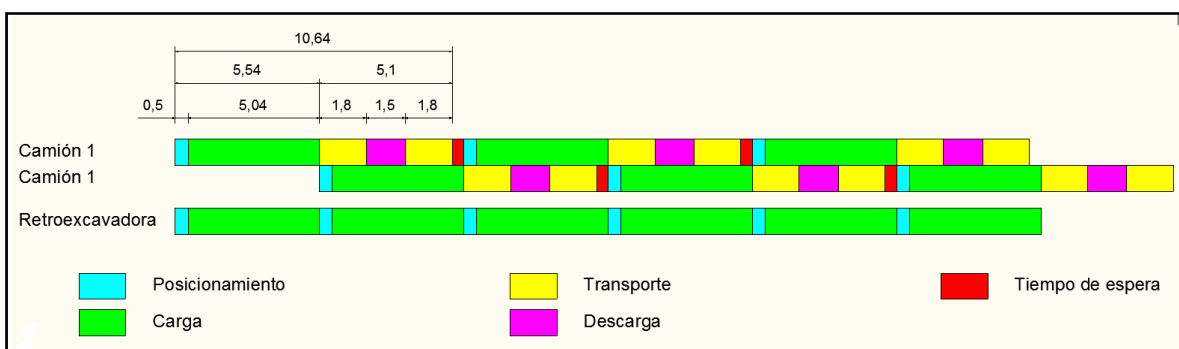


**Figura nº 74 : Acoplamiento y tiempos de espera equipos de carga y transporte.**

Dado el número de equipos que componen cada equipo de carga y transporte (1 retroexcavadora y 2 camiones), los pequeños tiempos de espera ocasionados son absorbidos por el equipo más económico, es decir el camión.

## 9.6. Equipos auxiliares

Se enumeran a continuación desde el punto de vista de la producción, los equipos auxiliares mínimos necesarios más habituales para el correcto funcionamiento de nuestra explotación. Así se contempla la necesidad de:

- Vehículo de transporte de personal y de pequeñas cargas: En este caso se ha seleccionado un vehículo 4x4 tipo Pick Up modelo Mitsubishi L-200 de 136 c.v., ver figura nº 75.

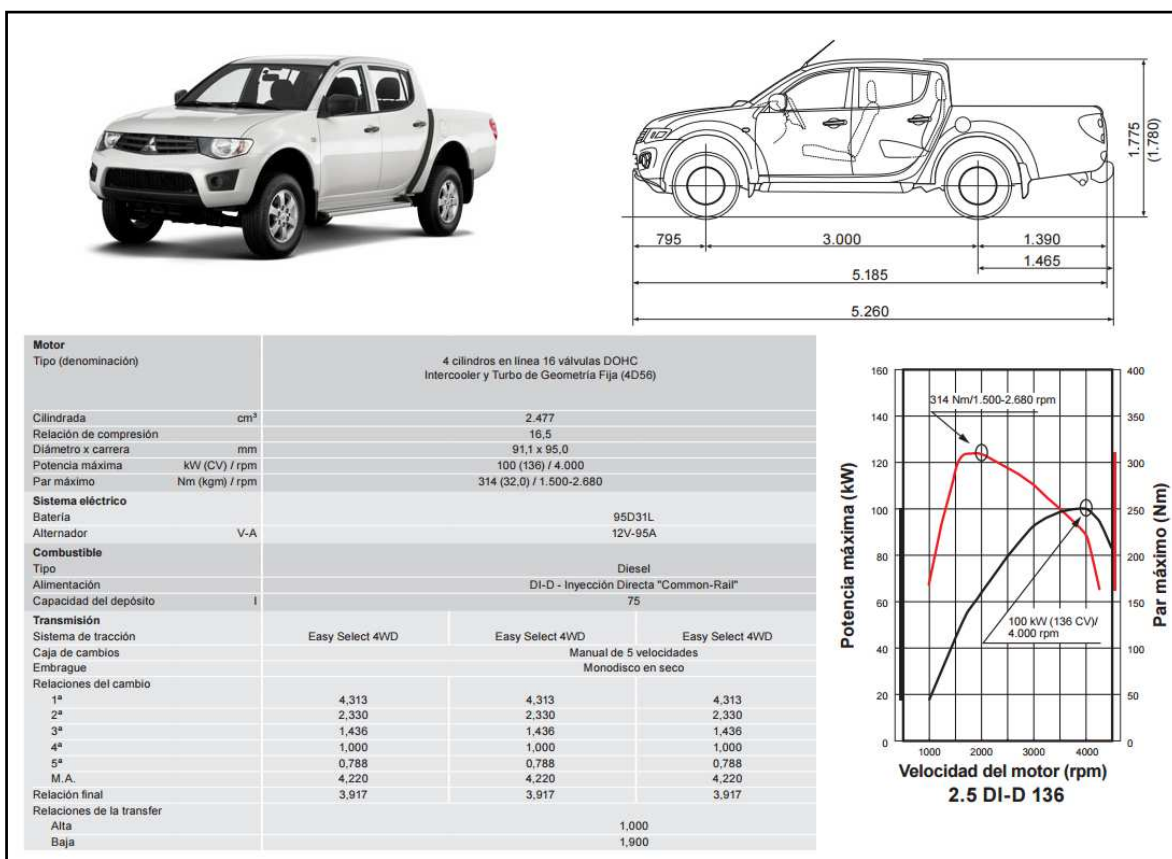


Figura nº 75 : Características técnicas vehículo de transporte modelo Mitsubishi L-200.

- Camión de servicio para transporte, suministro de gasoil y riego: Para estas labores se ha seleccionado un camión Nissan Atleon 56.15, se trata de un multibasculante de 2 ejes y 150 c.v., provisto de gancho portacontenedores, que permite una carga útil de 3.400 kg, ver figura nº 76.

Se ha elegido este tipo de vehículo por su versatilidad, dado que posibilita disponer de varios contenedores para diferentes utilidades, , ver figura nº 77, como son:

- Contenedor cisterna de 3000 litros con bomba para realizar riegos de pistas.
- Contenedor con cisterna de gasoil de 1500 litros, con extintor, bomba y boquerel incorporado para realizar el suministro a los equipos en el frente de cantera.
- Contenedor con pluma incorporada para ayuda en reparaciones mecánicas y transportes varios.



|                                              |         | 35.15                               |            |            | 56.15      |            |            |            |
|----------------------------------------------|---------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MMA                                          |         | 3.500 Kg                            |            |            | 5.600 Kg   |            |            |            |
| Motor                                        |         | ZD30DDTI (EuroV) HDT 150CV (110 kW) |            |            |            |            |            |            |
| Transmisión                                  |         | Manual de 6 velocidades             |            |            |            |            |            |            |
| Carrocería                                   |         | Cabina Normal                       |            |            |            |            |            |            |
| Sistema de frenos                            |         | Hidráulico                          |            |            |            |            |            |            |
| Distancia entre ejes (mm)                    |         | 1/ (2.800)                          | 2/ (3.200) | 3/ (3.600) | 1/ (2.800) | 2/ (3.200) | 3/ (3.600) | 4/ (4.000) |
| <b>DIMENSIONES (mm)</b>                      |         |                                     |            |            |            |            |            |            |
| <b>A</b> Altura de la cabina (sin carga)     |         | 2.400                               |            |            | 2.405      |            |            |            |
| Anchura de la cabina (de puerta a puerta)    |         |                                     |            |            | 1.918      |            |            |            |
| Anchura total sin retrovisores               |         |                                     |            |            | 1.987      |            |            |            |
| <b>B</b> Anchura total con retrovisores      |         |                                     |            |            | 2.647      |            |            |            |
| Voladizo delantero                           |         |                                     |            |            | 1.220      |            |            |            |
| <b>C</b> Distancia entre ejes                |         | 2.800                               | 3.200      | 3.600      | 2.800      | 3.200      | 3.600      | 4.000      |
| Voladizo trasero (sin parachoques ni luces)  |         | 1.370                               | 1.680      | 1.980      | 1.370      | 1.680      | 1.980      | 2.280      |
| Longitud total (sin parachoques ni luces)    |         | 5.390                               | 6.100      | 6.800      | 5.390      | 6.100      | 6.800      | 7.500      |
| <b>D</b> Ancho de vía delantera              |         |                                     |            |            | 1.700      |            |            |            |
| <b>E</b> Ancho de vía trasera                |         | 1.571                               |            |            | 1.583      |            |            |            |
| Ancho del eje trasero                        |         | 2.008                               |            |            | 2.025      |            |            |            |
| <b>NÚMERO DE ASIENTOS</b>                    |         |                                     |            |            |            |            |            |            |
| 1ª fila                                      |         | 3                                   |            |            |            |            |            |            |
| Ángulo apertura puerta                       |         | 75°                                 |            |            |            |            |            |            |
| <b>DIMENSIONES ÁREA DE CARGA (mm)</b>        |         |                                     |            |            |            |            |            |            |
| Distancia entre eje delantero y zona carga   |         | 680                                 |            |            |            |            |            |            |
| <b>F</b> Longitud zona de carga              | Std     | 3.648                               | 4.358      | 5.058      | 3.648      | 4.358      | 5.058      | 5.758      |
|                                              | Mínima  | 3.170                               | 3.768      | 4.393      | 3.563      | 4.260      | 4.960      | 5.668      |
|                                              | Máxima  | 3.940                               | 4.600      | 5.260      | 3.940      | 4.600      | 5.260      | 5.920      |
| Anchura carrocería                           |         | 2.450                               |            |            |            |            |            |            |
| <b>G</b> Voladizo máximo trasero             |         | 1.820                               | 2.080      | 2.340      | 1.820      | 2.080      | 2.340      | 2.600      |
| <b>H</b> Longitud máxima (vehículo completo) |         | 5.840                               | 6.500      | 7.160      | 5.840      | 6.500      | 7.160      | 7.820      |
| <b>PESOS (Kg)</b>                            |         |                                     |            |            |            |            |            |            |
| MMA                                          |         | 3.500                               |            |            | 5.600      |            |            |            |
| Peso en vacío                                | Total   | 1.950                               |            |            | 2.120      |            |            |            |
|                                              | delante | 2.400                               |            |            | 4.000      |            |            |            |
|                                              | detrás  | 2.070                               | 2.100      | 2.115      | 2.115      | 2.145      | 2.160      | 2.185      |
| Carga útil                                   | Total   | 1.495                               | 1.495      | 1.495      | 1.505      | 1.505      | 1.505      | 1.510      |
|                                              | delante | 575                                 | 605        | 600        | 610        | 640        | 655        | 675        |
|                                              | detrás  | 1.430                               | 1.400      | 1.385      | 1.485      | 1.455      | 1.440      | 1.415      |
| Capacidad arrastre con freno auxiliar        |         | 455                                 | 455        | 455        | 615        | 615        | 615        | 610        |
| Capacidad arrastre sin freno auxiliar        |         | 1.825                               | 1.795      | 1.800      | 3.390      | 3.360      | 3.345      | 3.325      |
|                                              |         | 3.500                               |            |            | 750        |            |            |            |

Diagrama lateral de un camión con dimensiones A, B, C, D, E, F, G, H indicadas.

Diagrama frontal de un camión con dimensiones B, D, E indicadas.

Figura nº 76 : Características técnicas camión de servicio modelo Nissan Atleon 56.15.



**Figura nº 77 : Camión de servicio modelo Nissan Atleon 56.15. portacontenedores y contenedores para diferentes utilidades ( cisterna de gasoil, cajon-pluma y cisterna para riego).**

- Martillo hidráulico: Dado el peso de las retroexcavadoras seleccionadas, se ha elegido un martillo hidráulico modelo GH9 de NPK de 1635 kg y una presión de operación de 180 bares, ver figura nº 78.

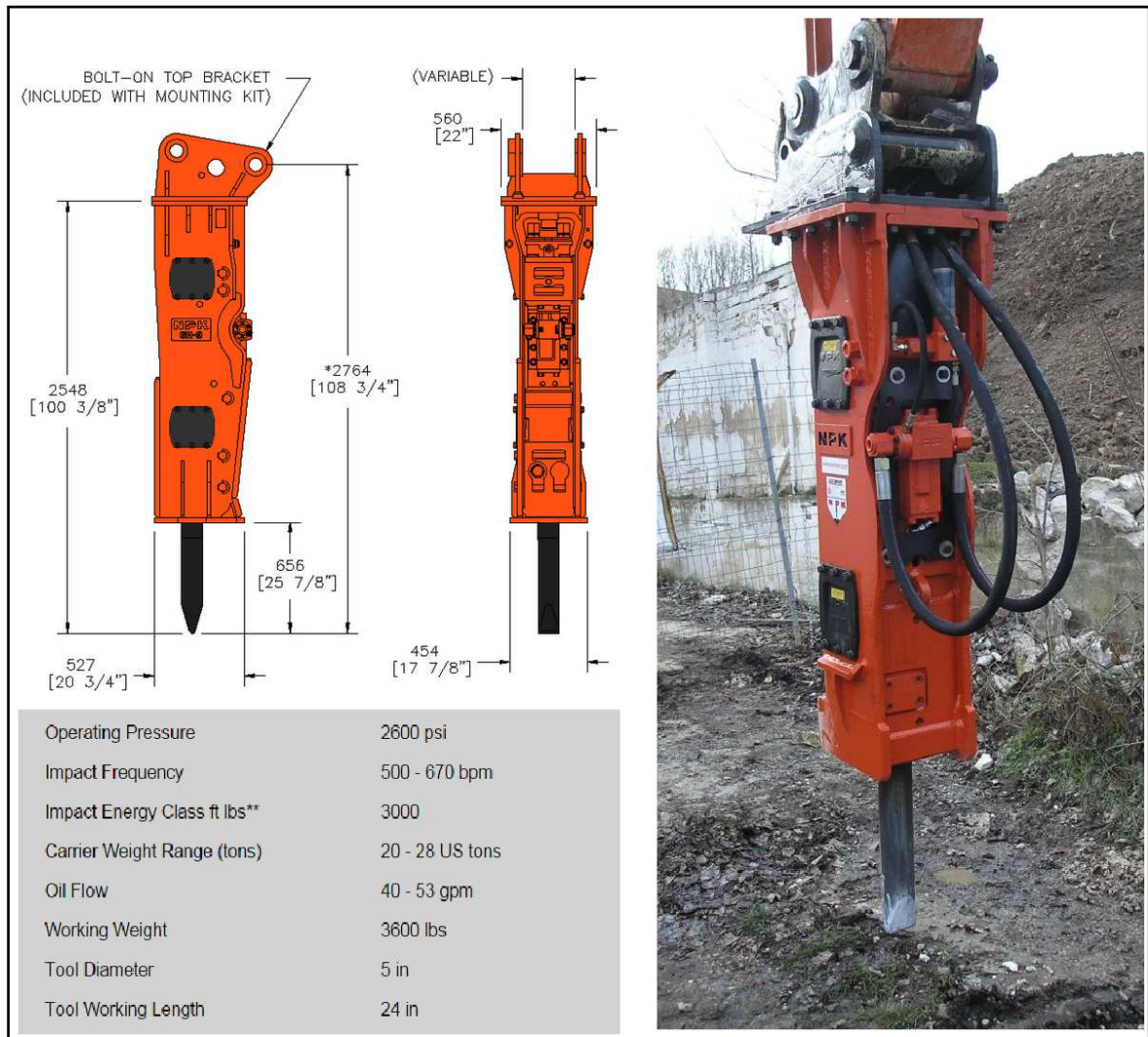


**Figura nº 78 : Martillo hidráulico modelo GH9 de NPK.**

- Bomba de achique con motor diesel: Para labores de bombeo de aguas y achique en caso de necesidad (tanto por lluvias, como por atascos en la planta de tratamiento). Se ha elegido por su robustez, sencillez y economía el modelo HEIDRA 80 de la marca TST. Esta bomba permite un caudal de 70 m<sup>3</sup>/h, con una altura máxima de bombeo de 40 m, dispone de motor Perkins de 5.2 kW, ver figura nº 79.

# HEIDRA 80

## BOMBAS HIDRÁULICAS SERIE HEIDRA

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b><br/><i>TECHNICAL CHARACTERISTICS</i></p> <p><b>Caudal de agua:</b> 70 m<sup>3</sup>/h<br/> <b>Altura máxima:</b> 40 m<br/> <b>Tamaño de sólidos:</b> 45 mm<br/> <b>Motor:</b> Perkins P102<br/> <b>Velocidad nominal:</b> 1.500 - 2.500 rpm<br/> <b>Potencia nominal:</b> 5,2 kW<br/> <b>Combustible:</b> 0,95 l/h<br/> <b>Tamaño depósito:</b> 50 litros<br/> <b>Filtro estándar:</b> Integral con bomba<br/> <b>Dimensiones:</b><br/>             LxAnxAlt Pack: 1.365x990x1.230mm<br/>             LxAnxAlt Bomba: 1.365x990x1.230mm<br/> <b>Peso operativo:</b> 450 kg Pack<br/>             67 kg Bomba<br/> <b>Clasificación de sonido:</b> 65 dBA<br/>             1.500 rpm</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Figura nº 79 : Bomba de achique con motor diesel modelo Heidra 80 de TST.*

### 9.7. Maquinaria de taller

En este punto se enumeran desde el punto de vista del mantenimiento de los equipos, la maquinaria de taller más habitual para las labores de mantenimiento de los equipos de nuestra explotación. Así se contempla la necesidad de disponer de:

- Compresor: deberá ser fácil de transportar, tener capacidad suficiente para proporcionar aire comprimido a martillos neumáticos manuales, los cuales serán utilizados en la rotura de bolos que puedan atascar los equipos de la planta de tratamiento, en la necesidad de realizar taqueos en bolos donde por su situación no pueda acceder el equipo perforador y en general para la el soplado y limpieza de equipos, filtros, etc.





*Figura nº 80 : Compresor de aire.*

- Equipo de soldadura: deberá ser un equipo portátil, que permita la soldadura MIG y MAG, preferiblemente de hilo continuo sin gas. Generalmente se utilizará en la reparación, recrecido y modificación de elementos de la planta de tratamiento y en la reparación de protecciones de los equipos de arranque y transporte.



*Figura nº 81 : Equipo de soldadura.*

- Grupo electrógeno: deberá tener capacidad suficiente para proporcionar electricidad de emergencia para las casetas provisionales de oficina y taller y las oficinas. Un equipo idóneo sería de entorno a 10 kva.



*Figura nº 82 : Grupo electrógeno.*

- Torre de iluminación: deberá ser de fácil transporte, tener capacidad suficiente de iluminación durante las labores de reparación de equipos y trabajos nocturnos.



*Figura nº 83 : Torre de iluminación.*

## **9.8. Necesidades de personal**

Con arreglo a los equipos necesarios definidos en apartados anteriores y en función de las necesidades de producción expuestas se han definido la siguientes necesidades de personal.



Para los dos primeros años de explotación, dado que parte de las labores se realizarán en 2 turnos, se contemplan:

- 1 Director Facultativo: técnico encargado de la dirección y gerencia de la explotación, con 1 turno de trabajo.
- 1 Encargado - Artillero: realizará labores de encargado y deberá contar con la acreditación de artillero, para poder realizar las correspondientes voladuras, con 1 turno de trabajo.
- 1 Oficial Perforista: realizará las labores propias de perforación y actuará como ayudante del artillero durante las voladuras, con 1 turno de trabajo.
- 1 Oficial Maquinista Pala Cargadora, con 1 turno de trabajo.
- 2 Oficiales Maquinistas Retroexcavadora, trabajando en 1 turno de trabajo cada uno.
- 4 Oficial Camioneros, trabajando en 1 turno de trabajo cada uno.
- 1 Oficial Mecánico - Plantista: realizará las labores de control y mantenimiento de la planta de tratamiento y supervisará a los maquinistas y camioneros con el correspondiente mantenimiento de los equipos, con 1 turno de trabajo.
- 2 Peones Ayudantes: realizará labores de ayudante del oficial mecánico en la gestión de la planta de tratamiento y actuará como ayudante del artillero durante las voladuras, trabajando en 1 turno de trabajo cada uno.
- 1 Administrativo: realizará las labores administrativas propias de la explotación, trabajando en 1 turno de trabajo..

Para los siguientes años de explotación, con un único turno de trabajo:

- 1 Director Facultativo: técnico encargado de la dirección y gerencia de la explotación.
- 1 Encargado - Artillero: realizará labores de encargado y deberá contar con la acreditación de artillero, para poder realizar las correspondientes voladuras.
- 1 Oficial Perforista: realizará las labores propias de perforación y actuará como ayudante del artillero durante las voladuras.
- 1 Oficial Maquinista Pala Cargadora: también actuará como ayudante del artillero durante las voladuras.

- 1 Oficial Maquinista Retroexcavadora.
- 2 Oficial Camioneros.
- 1 Oficial Mecánico - Plantista: realizará las labores de control y mantenimiento de la planta de tratamiento y supervisará a los maquinistas y camioneros con el correspondiente mantenimiento de los equipos.
- 1 Administrativo: realizará las labores administrativas propias de la explotación.

La estructura jerárquica del personal se muestra en la figura nº 84.

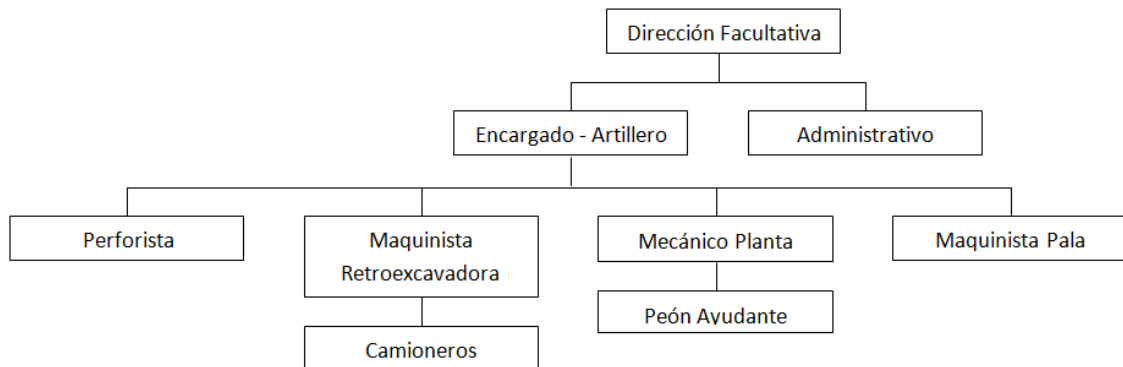


**Figura nº 84 : Estructura de personal**

## **10. Perforación y voladura tipo**

### **10.1. Perforación**

En el proceso de arranque por voladura la primera operación a realizar es la perforación del macizo mediante barrenos. Esta operación es de gran importancia de cara a la buena ejecución de la voladura y, por consiguiente, a la obtención de un material en las mejores condiciones que posibilite la obtención de un óptimo producto.

Dado que la perforación de los barrenos se realiza sobre el macizo rocoso, es importante antes de comenzar la perforación conocer los tipos de materiales que se presentan y sus propiedades físicas (dureza, resistencia a compresión, elasticidad, abrasividad, estructuras). Las propiedades físicas de las rocas afectan a los mecanismos

de penetración de diferentes formas y por tanto influyen en la elección del método de perforación.

Dicho esto, a pesar de la enorme variedad de sistemas de penetración de roca existentes, actualmente se emplean para la ejecución de barrenos, casi de forma general, la perforación mediante los sistemas de rotopercusión y rotación, debido a la velocidad de penetración y a la precisión que permiten obtener. Los campos de aplicación de estos dos métodos, se delimitan fácilmente en función de la resistencia a compresión de las rocas y el diámetro de perforación seleccionado.

La perforación a rotopercusión es la más empleada en los trabajos de perforación de barrenos para áridos, ya que es aplicable a todo tipo de rocas, dispone de una mayor gama de diámetros de trabajo y cuenta con equipos más versátiles. Por último dentro de los equipos a rotopercusión estos pueden ser de dos tipos:

- Martillo en cabeza: en los que la rotación y la percusión se producen fuera del barreno.
- Martillo en fondo: en los que la percusión se realiza directamente sobre la boca de perforación.

Para realizar una selección previa del sistema de perforación, podemos utilizar una delimitación de los sistemas de perforación atendiendo a la resistencia a compresión de las rocas y al diámetro de perforación, ver figura nº 85 .

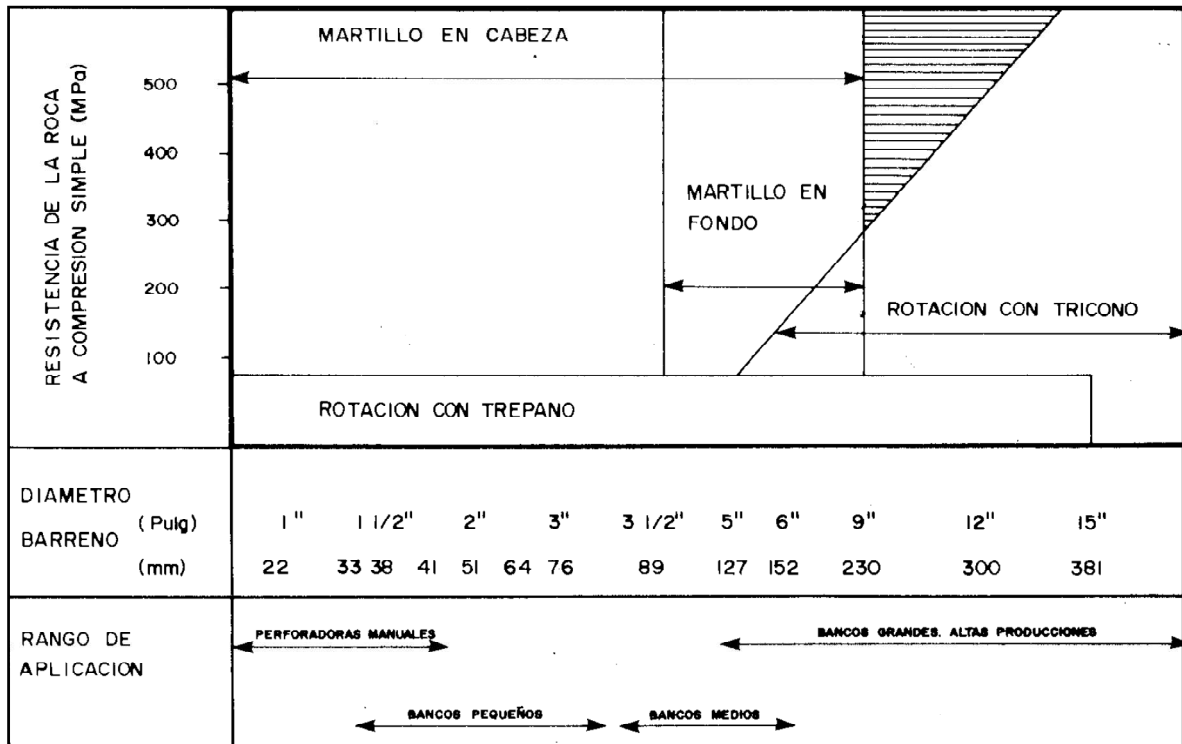


Figura nº 85 : Selección del sistema de perforación.

En nuestro caso, dada la resistencia a compresión simple de nuestra roca (107.5 MPa) y dado que se trata de una explotación con bancos de tipo medio (10 m), se ha optado por seleccionar el sistema de rotopercusión con martillo en cabeza.

#### 10.1.1. Equipo de perforación seleccionado

A la hora de seleccionar el equipo de perforación debemos tener en cuenta dos parámetros fundamentales:

- Debe permitir una altura total de perforación superior a la altura del banco más la altura de la sobreperforación necesaria para evitar repiés, en nuestro caso deberá ser superior a 12 metros.
- Deberá permitir la perforación en el diámetro seleccionado de perforación, en nuestro caso en función de experiencias en explotaciones similares se ha optado por un diámetro de perforación de 89 mm.

Además de estos criterios, intervienen otros no menos importantes en la selección de un equipo de perforación, como son: económicos, sencillez de mantenimiento y servicios, adaptabilidad y de seguridad.

En función de estos criterios se ha seleccionado un equipo Smartroc T35 de Atlas Copco, provisto de partillo en cabeza tipo Cop 2540+ y varillaje tipo T45 que permite diámetros de perforación entre 64 y 115 mm y una profundidad máxima de 21 metros en diámetro 89 mm, ver apartado 9.2.

#### **10.1.2. Calidad de la perforación**

La perforación realizada influirá de manera decisiva en que el resultado final de una voladura sea bueno o no. Es imprescindible la colocación exacta de las cargas de explosivo en la posición prevista, por este motivo, resulta de gran importancia que la perforación de los barrenos haya sido lo más precisa posible. Sin embargo, la precisión de la perforación puede llegar a ser un término relativo, por el hecho de que no influye igual una desviación con una altura determinada de banco que con otra.

Es por tanto importante conocer las principales fuentes de error que se producen en la perforación de barrenos, que son:

- Errores de replanteo de los barrenos: muy comunes, debido a una ineficiente señalización de la posición exacta del barreno.
- Errores de inclinación y de dirección: normalmente producidos por ineficiencias del perforista, o por la falta de la instrumentación necesaria en la perforadora, que controle los parámetros de desviación.
- Errores de desviación: también llamado serpenteo, se trata de la fuente de error más difícil de corregir puesto que depende fundamentalmente de la calidad de la máquina perforadora y de la geología estructural.
- Errores en la profundidad de los barrenos: fáciles de corregir a cielo abierto en barrenos verticales con el simple empleo de una cinta métrica.
- Barrenos estrechos, perdidos u omitidos: un barreno estrecho puede ser causa de que el cartucho de explosivo no entre si la dimensión es muy ajustada. Por otro

lado, se pueden llegar a omitir barrenos por culpa de una mala señalización de este.

Así, una precisión o calidad mediocre de la perforación, suele ser el resultado de una combinación de diversos factores adversos, unidos a un control deficiente y a unas malas condiciones de trabajo o del estado del equipo de perforación.

Esto da lugar a que los resultados esperados en la voladura, sean muy distintos de los obtenidos realmente, por lo que este aspecto constituye un punto importante de control antes de la realización de una voladura.

### **10.1.3. Metodología de trabajos de perforación**

El modo de llevar a cabo las labores de perforación, es el siguiente:

Se formará un equipo de trabajo integrado por el Director Facultativo y los perforistas, teniendo en cuenta que estos mismos perforistas son también los artilleros, los perforistas junto al Director Facultativo ejecutarán la voladura.

El equipo de trabajo inspeccionará la zona a volar buscando indicios que puedan interactuar con la pega en el momento de la voladura. Una vez comprobado el frente en busca de posibles microfallas, cuevas, coqueras, fisuras en el terreno, planos de falla de voladuras anexas u otros indicios, se procederá al diseño insitu de la malla de perforación, así como la longitud de los barrenos y la inclinación de los mismos. A continuación se fotografía la zona para tener el antes y después, y de este modo poder estudiar posibles fallos que se dieran a la hora de ejecutar la voladura.

A continuación el Director Facultativo realizará el cálculo de la voladura, los tiempos de ejecución de las labores de preparación y perforación, así como todos los parámetros necesarios para una correcta realización de la pega, desde la climatología hasta el personal necesario y tiempo de ejecución. Todos estos cálculos quedan reflejados en informáticamente en una hoja de cálculo.



Por último se procederá a realizar la perforación, el perforista o perforistas, según los turnos o suplencias, realizarán un parte diario de trabajo en el que se especifique todas las incidencias relativas a la maquina, la perforación y la jornada de trabajo.

## **10.2. Explosivos**

### **10.2.1. Justificación del uso de explosivos**

Examinados parámetros analizados anteriormente de la roca y el macizo tales como la resistencia y plasticidad de la roca, la geología sedimentaria y estratificada, la resistencia a compresión simple o el índice de excavabilidad del material (ver apartados nº 9.1.3 y apartado nº 3 completo), se puede apreciar claramente como el uso de explosivos se encuentra justificado a la hora de realizar las labores de arranque del material, dada la ventaja económica que proporcionan los mismos.

Si bien, se tendrá en cuenta que los explosivos a utilizar no deberán tener un excesivo poder rompedor y ser demasiado potentes, ya que se trata de una voladura de esponjamiento. Dicha voladura sólo deberá propiciar el necesario esponjamiento de la roca, generando una determinada fragmentación y optimizando los recursos de carga, transporte, y trituración.

### **10.2.2. Elección del tipo de explosivo**

La elección del explosivo para una voladura, requiere una atención especial tanto de las propiedades de las rocas a fragmentar como de los explosivos disponibles en el mercado.

En voladuras de rocas masivas los explosivos de mayor potencia son más recomendables ya que producen una alta presión de barreno, por el contrario en rocas muy fracturadas los explosivos de baja densidad y velocidad de detonación son más eficientes.

Por ejemplo, las emulsiones e hidrogeles, son recomendables en rocas masivas y en aquellas situaciones donde no se precisa el desplazamiento del material.

Por el contrario, cuando la detonación del explosivo crea demasiados finos, por efecto de la trituración de la roca, es aconsejable el uso de agentes de baja densidad o de estos mezclados con sustancias inertes.

Las principales características a tener en cuenta cuando se tiene que seleccionar un tipo de explosivo para una voladura son:

- Precio del explosivo.
- Diámetro de carga.
- Características de la roca.
- Volumen de roca a volar.
- Presencia de agua.

En la figura nº 86 se muestra una tabla comparativa de precios de los distintos explosivos industriales.

| EXPLOSIVOS                | PRECIOS COMPARATIVOS DE EXPLOSIVOS<br>(PRECIO DE REFERENCIA. NITRATO AMONICO. 100 – 200 ) |                                                                                      |       |       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|                           | 500                                                                                       | 1.000                                                                                | 1.500 | 2.000 |
| NITRATO AMONICO           |          |                                                                                      |       |       |
| ANFO ENCARTUCHADO         |          |                                                                                      |       |       |
| ANFO ENSACADO             |          |                                                                                      |       |       |
| ANFO A GRANEL             |          |                                                                                      |       |       |
| HIDROGEL ENCARTUCHADO     |                                                                                           |   |       |       |
| HIDROGEL ENSACADO         |         |                                                                                      |       |       |
| HIDROGEL A GRANEL         |         |                                                                                      |       |       |
| DINAMITAS                 |                                                                                           |    |       |       |
| GELATINAS                 |                                                                                           |    |       |       |
| EMULSIONES A GRANEL       |       |                                                                                      |       |       |
| MEZCLA DE HIDROGEL Y ANFO |                                                                                           |  |       |       |
| ANFO PESADO               |        |                                                                                      |       |       |

**Figura nº 86: Comparativa de precios de los explosivos industriales.**

A la hora de seleccionar el tipo de explosivos a utilizar, en nuestro caso partiremos de las consideraciones expuestas en el apartado nº 7.2. relativas a los taludes de la explotación, según los cuales los barrenos deberán tener una inclinación de 20º con respecto a la vertical y además se considerará escasa o nula la presencia de agua en los mismos.

En función de estas premisas, del precio del explosivo y del tamaño de las voladuras previstas se ha optado por emplear explosivos tipo ANFO a granel como carga de columna e hidrogel encartuchado como carga de fondo.

En caso de detectarse la presencia de agua en el interior de los barrenos se procederá, en función de los casos, a la utilización de ANFO encartuchado o a proteger los barrenos con una vaina de protección plástica resistente al agua.

### 10.2.3. Características de los explosivos seleccionados

A continuación se muestran las características de los explosivos seleccionados:

| RIOGEL TRONER               |                        |                                                                                      |               |                |           |                   |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-----------|-------------------|
| Características técnicas    |                        | Formato comercial                                                                    |               |                |           |                   |
| Densidad de encartuchado    | 1.25 g/cm <sup>3</sup> | Diámetro x Longitud                                                                  | Peso cartucho | Cartucho /caja | Peso caja | Tipo encartuchado |
| Velocidad de detonación     | 5000 m/s               | 32x250                                                                               | 260           | 96             | 25        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 40x500                                                                               | 781           | 32             | 25        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 50x500                                                                               | 1200          | 20             | 24        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 60x500                                                                               | 1786          | 14             | 25        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 70x500                                                                               | 2400          | 10             | 24        | Lámina HPE        |
| Calor de explosión          | 3.5 MJ/kg              | 80x500                                                                               | 3125          | 8              | 25        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 90x500                                                                               | 4000          | 6              | 24        | Lámina HPE        |
|                             |                        | 110x500                                                                              | 6000          | 3              | 18        | Lámina HPE        |
| (REE-WS) (Anfo = 100%)      | 108%                   |  |               |                |           |                   |
| (REE-BS) (Anfo = 100%)      | 169%                   |                                                                                      |               |                |           |                   |
| Volumen de gases            | 886 L/kg               |                                                                                      |               |                |           |                   |
| Calidad de humos residuales | 2.27-4.67 L/100g       |                                                                                      |               |                |           |                   |

Figura nº 87 : Características explosivo Riogel Troner

| RIOXAM LD Anfo            |             |                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Características técnicas  |             | Formato comercial                                                                                                                                 |  |
| Densidad                  | 0.80 kg/l   | <p>Sacos de 25 kg<br/>Big bag de 500 o 800kg<br/>A granel</p>  |  |
| Velocidad de detonación   | > 2000 m/s  |                                                                                                                                                   |  |
| Calor de explosión        | 3.700 kJ/kg |                                                                                                                                                   |  |
| (REE-WS)<br>(Anfo = 100%) | 100%        |                                                                                                                                                   |  |
| (REE-BS)<br>(Anfo = 100%) | 100%        |                                                                                                                                                   |  |
| Volumen de gases          | 972 L/kg    |                                                                                                                                                   |  |

**Figura nº 88 : Características explosivo Rioxam LD**

### 10.3. Diseño de voladuras a cielo abierto

Una vez analizadas las propiedades de la roca en la fragmentación, el criterio de la elección del sistema de trabajo y el tipo de explosivo queda pues determinar la carga de los barrenos y la disposición de estos.

El modo idóneo de proceder en la apertura de una explotación sería realizar el cálculo de una voladura teórica a partir de las formulas clásicas, para ejecutar unas voladuras de prueba o tentativas y que después con la caracterización del macizo rocoso por medio de monitorización se pasaría a ajustar y determinar los esquemas óptimos o las cargas de explosivo en cada barreno para una malla establecida.

En nuestro caso después de décadas de voladuras, el conocimiento de los yacimientos es más que sabido por lo que las tentativas en las que se trabaja aplicando

las ecuaciones clásicas han quedado relegadas por el paso del tiempo y la experiencia, del tal modo que aplicamos un sistema simplificado de estas fórmulas clásicas para el cálculo en cada voladura. De otro modo no sería práctico pues las expresiones más complejas requieren el conocimiento de un gran número de datos que en la mayoría de los casos no se conocen con exactitud, pues las características de los lugares donde se realizan las voladuras, cambian con mucha frecuencia y no resultaría rentable un estudio global detallado.

No obstante debido a la heterogeneidad del macizo rocoso y de los innumerables factores que intervienen en cada una de las situaciones, el método de cálculo se basa en un continuo proceso de ensayos y análisis que constituyen un ajuste por tanteo de las variables que intervienen dando lugar a un sistema en cierto modo empírico en cada explotación.

Así, para el cálculo y el diseño de una voladura hay que tener en cuenta una serie de parámetros (geométricos, físico-químicos, temporales, etc) que la definen (ver figura nº 89) y que determinan los cálculos a realizar de la misma, entre los cuales destacan:

- Altura del banco (H)
- Altura mínima del banco (A)
- Piedra nominal (B)
- Diámetro de perforación (D)
- Longitud del barreno (L)
- Espaciamiento nominal (S)
- Diámetro de la carga (d)
- Longitud de la voladura (LV)
- Anchura de la voladura (AV)
- Piedra efectiva (Be)
- Espaciamiento efectivo (Se)
- Sobreperforación (J)
- Longitud de la carga (l)
- Retacado (T)
- Tiempo de retardo (Tr)
- Tiempo de retardo entre filas (Trf)
- Angulo de salida ( $\theta$ )



- Grado de equilibrio ( $V/W$ )
- Repié (1)
- Caña del barreno (2)
- Roca saliente o en voladizo (3)
- Sobreexcavación (4)
- Grieta de tracción (5)
- Descabezamiento (6)
- Cráter de Bocazo (7)
- Carga desacoplada (8)

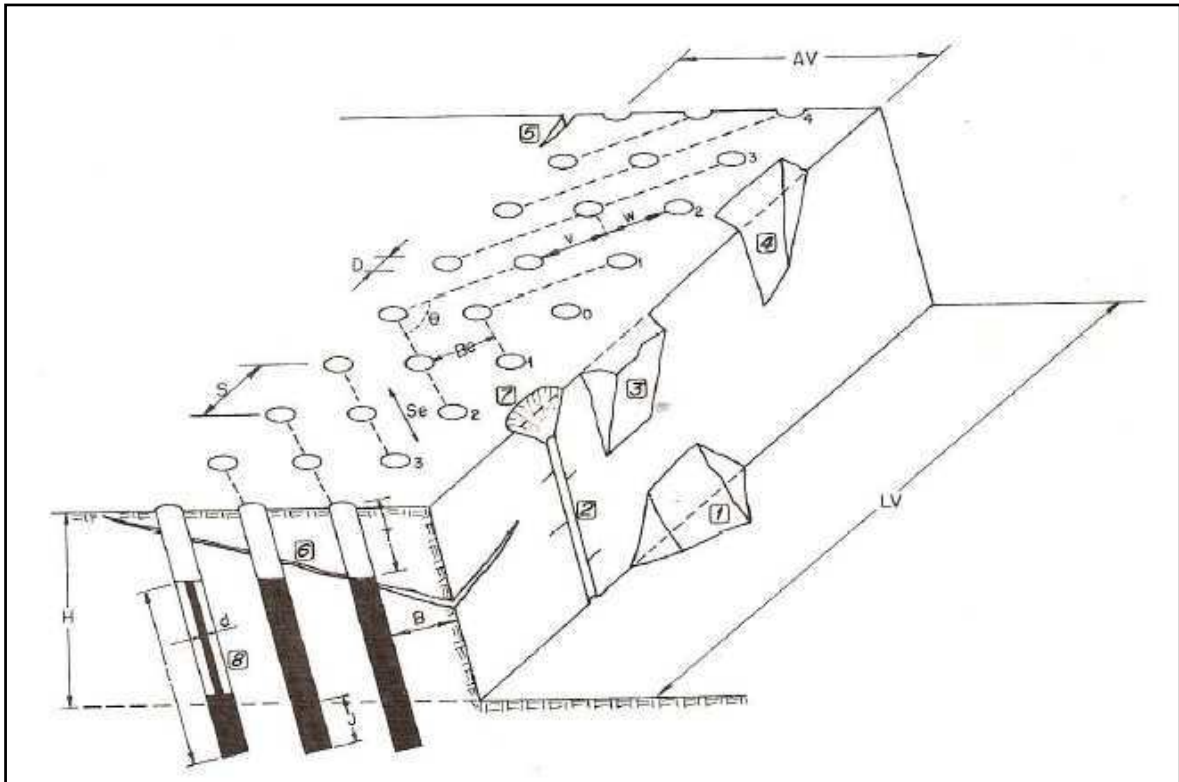


**Figura nº 89 : Características de una voladura a cielo abierto.**

A continuación se expone una visión general de estas variables y de las opciones tomadas en cada caso. Las cuales han sido tenidas en cuenta a la hora de plantear el diseño de las voladuras para nuestra explotación. Estas consideraciones se desprenden de las premisas recogidas en el manual de perforación y voladura en roca editado por el Instituto Geológico y Minero de España,

### **10.3.1. Diámetro de los barrenos**

El diámetro de perforación idóneo para un trabajo depende de cinco factores:

- Características del macizo rocoso a volar.
- Grado de fragmentación requerido.
- Altura de banco y configuración de las cargas.
- Economía del proceso de perforación y voladura.
- Dimensiones del equipo de carga.

Si los diámetros de los barrenos son pequeños, los costes de operación serán altos y los tiempos de trabajo aumentarán, siendo la única ventaja la mejor distribución espacial del explosivo lo que conlleva una disminución del consumo específico.

Por el contrario, si los diámetros son grandes, los esquemas de perforación aumentarán pudiendo llegarse al punto de obtener granulometrías inaceptables, caso en el que se recomendará un espaciamiento menor entre barrenos. Sin embargo, el aumento del diámetro trae consigo una serie de importantes ventajas como la disminución del coste global o el mayor rendimiento de la perforación.

Por último es importante destacar que debe existir un equilibrio entre las dimensiones de los diámetros de perforación, los equipos de carga y la capacidad de las unidades de transporte.

En nuestro caso, dada la experiencia en explotaciones similares y de las posibilidades del equipo de perforación se ha optado por un diámetro de perforación de 89 mm.

### **10.3.2. La piedra**

A la hora de realizar una voladura a cielo abierto la variable geométrica más crítica a la hora del diseño es la piedra (B). Para su cálculo, principalmente se parte de un parámetro fundamental que es el diámetro del barreno o el diámetro de la carga. En

nuestro caso en concreto nos basaremos para el desarrollo de nuestros cálculos en el diámetro de perforación seleccionado anteriormente (89 mm).

Así la piedra viene definida por una relación proporcional a un valor de entre 30 a 45 veces el diámetro. En función del manual de perforación y voladura de rocas, para nuestro caso se debería optar por una piedra con un valor de 37 veces el diámetro, lo que nos resulta una piedra de 3.29 m, pero por experiencias en canteras con formaciones similares se ha optado por seleccionar el valor de 45 veces el diámetro de perforación.

Se justifica esta elección, 45 veces el diámetro, por la necesidad de obtener el máximo rendimiento, ya que dadas las características de fracturación, diaclasado y formación de los estratos de nuestra explotación no es muy normal la obtención de rocas de gran tamaño, ni que la voladura quede colgada por que el explosivo no haya podido.

La piedra práctica o efectiva que se obtendrá es un 85% de la piedra, por lo que en nuestro caso la piedra práctica es de 3.40 m.

En lo relativo a la piedra, es muy importante que su dimensión sea la adecuada. Valores mayores o menores con respecto al teórico previsto pueden darse en las siguientes situaciones:

- Error de posicionamiento o replanteo del barreno
- Falta de paralelismo entre el barreno y la cara del banco
- Desviaciones del barreno durante la perforación
- Irregularidades en el frente del talud

Si la piedra es excesiva los gases de la explosión pueden producir un aumento de la energía sísmica produciendo vibraciones, y si es menor la energía puede provocar proyecciones de piedras.

### **10.3.3. Altura de banco**

En cuanto a la altura del banco (H), es de gran importancia la relación entre esta y la piedra nominal (B), es decir, la relación H/B. Si esta relación es grande, el

desplazamiento y la deformación de la roca es fácil, sobre todo en el centro del banco. Por el contrario para una relación  $H/B = 1$ , se obtendrá una fragmentación gruesa con problemas de sobreexcavación y repiés. Con  $H/B = 2$ , estos problemas se disminuyen, eliminándose por completo si la relación es mayor o igual que 3.

Si la altura d banco es pequeña, cualquier pequeña modificación de la piedra o el espaciamiento tiene una gran influencia en los resultados de la voladura. A mayor altura de banco, si se mantiene la piedra constante, es posible aumentar el espaciamiento sin verse afectada la fragmentación hasta un valor máximo.

En nuestro caso, a partir de los datos de la altura del banco (definida en el apartado 7.2.) y la piedra (definida en el apartado 10.1.2.) obtenemos una relación  $H/B$  de 2.81, con lo que para nuestra formación se eliminan prácticamente los problemas de sobreexcavación y repiés, facilitando el desplazamiento y la deformación de la roca.

#### 10.3.4. Inclinación de los barrenos

En voladuras en banco la perforación de barrenos inclinados presenta numerosas ventajas pero también una serie de inconvenientes que deberán estudiarse para cada caso concreto.

Entre estas ventajas e inconvenientes están la mejor fragmentación, desplazamiento y esponjamiento de la voladura, los taludes más sanos y seguros o el menor consumo específico. Por el contrario, exige un mayor tiempo de perforación, una supervisión más exhaustiva o un mayor coste debido al desgaste de los útiles de perforación (ver figura nº 90).

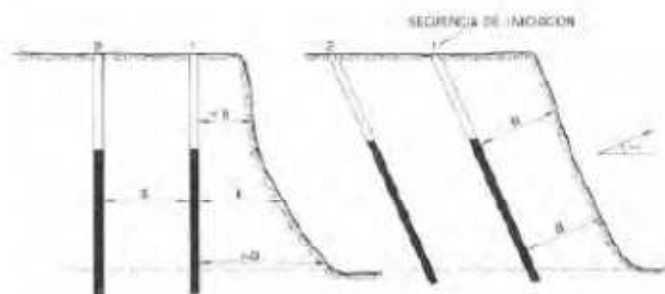


**Figura nº 90: Perforación vertical vs perforación inclinada**

En nuestro caso, dado que el ángulo del talud de banco definido es de  $80^\circ$ , ángulo que garantiza la estabilidad del frente para este tipo de material (definido en el apartado 7.2.), la inclinación de los barrenos se corresponderá con esta misma inclinación.

#### **10.3.5. Retacado**

El retacado tiene la misión de confinar y retener los gases producidos por la explosión para permitir que se desarrolle por completo el proceso de fragmentación de la roca. Si el retacado es insuficiente se producirá un problema de onda aérea y aumentará el riesgo de proyecciones. En contra posición, un retacado excesivo puede dar como resultado grandes bloques y un nivel elevado de vibraciones.

En la práctica las longitudes óptimas de retacado varían entre 20 y 60 veces el diámetro de perforación (D), siendo aconsejable que supere  $25D$  para evitar problemas de onda aérea, proyecciones, cortes y sobreexcavación. Según la teoría para nuestro caso se debería optar por un valor de 34 veces el diámetro de perforación, lo que resulta una longitud de retacado de 3.02 m.

Es importante poner un especial cuidado cuando los frentes de voladuras son muy irregulares, puesto que la piedra de la primera fila de barrenos varia ampliamente pudiendo provocar problemas de excesiva proyecciones y vibraciones.

#### **10.3.6. Sobreperforación**

La sobreperforación (J) es la longitud de barreno por debajo del nivel del piso que se necesita para romper la roca a la altura del banco y lograr una fragmentación y desplazamiento adecuado que permita al equipo de carga alcanzar la altura prevista de excavación.

Si la sobreperforación es pequeña se producirá un aumento de repiés que conllevará un aumento de los costes de carga, mientras que si la sobreperforación es

excesiva, aumentará los costes de perforación, el nivel de vibraciones y se producirá una fragmentación excesiva en la parte alta del banco inferior.

El valor aconsejable de sobreperforación para obtener un piso a nivel de banco debe rondar el 30 % de la piedra nominal. Si bien en teoría para nuestro caso la sobreperforación debería ser de 11 veces el diámetro de perforación, lo que equivale a una sobreperforación de 0.97 m.

### 10.3.7. Esquema de perforación

En las voladuras en banco, es habitual el uso de esquemas de perforación cuadrados o rectangulares, debido a la facilidad de replanteo de los puntos de emboquille que proporcionan.

No obstante el esquema de perforación más efectivo es el denominado al tresbolillo, y más concretamente el que forma triángulos equiláteros, ya que este esquema proporciona la mejor distribución de energía del explosivo, además de proporcionar mayor flexibilidad en la secuencia de encendido y en la dirección de salida de la voladura.

Se observa en la figura nº 91 los dos esquemas de perforación más característicos:

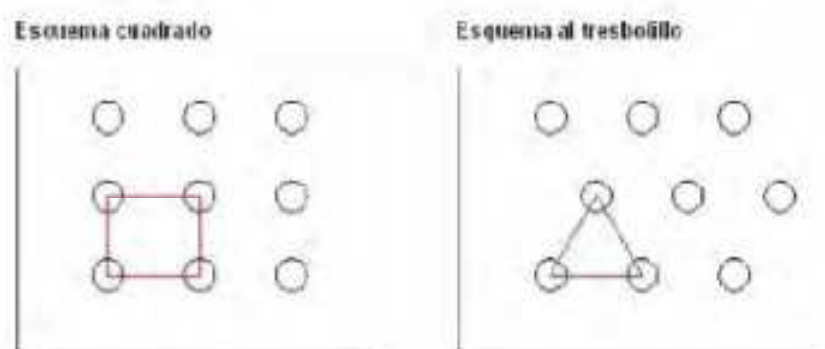


**Figura nº 91 : Esquemas de perforación más usuales**



En nuestro caso, si bien en rocas blandas el esquema cuadrado o rectangular dan buenos resultados y no suele ser necesario disponer los barrenos al tresbolillo, optaremos por esta última configuración, con el fin de conseguir una mayor optimización de la voladura. Así el esquema al tresbolillo nos permitirá una mayor flexibilidad en el diseño de la secuencia de encendido y dirección de salida de la voladura, frente a una mayor laboriosidad a la hora del replanteo de los barrenos.

#### **10.3.8. Espaciamiento**

En cuanto al espaciamiento (S) este es el valor de la distancia entre barrenos de una misma fila. El valor de este va en función principalmente de la piedra y el tipo de esquema de perforación, pero también influye se ve influido por el tiempo de retardo entre barrenos y de la secuencia de encendido. Los problemas que se dan por excesivo o insuficiente espaciamiento están principalmente relacionados con una mal fracturación de la roca.

Así, al aumentar el espaciamiento se puede conseguir un tamaño de bloque volado mayor y disminuir la cantidad de finos.

En general el valor del espaciamiento varía de 1.15 a 1.30 veces el valor de la piedra máxima. Según la teoría para nuestro caso, el espaciamiento debe ser de 47 veces del diámetro de perforación, lo que supone un espaciamiento de 4.18 m

#### **10.3.9. Configuración de las cargas**

Cuando se dispara con barrenos de pequeña longitud, lo más habitual es el uso de columnas continuas de explosivo, usándose cargas espaciadas para el caso de barrenos de gran profundidad, debido a la mejor relación de coste/efectividad.

Las cargas espaciadas se convierten en una opción interesante conforme aumenta el precio del explosivo, el retacado pueda mecanizarse y las vibraciones sean causa de limitación. Por este motivo, en voladuras a cielo abierto, solo es aconsejable la

división de la columna si la relación altura de banco/diámetro del barreno es superior a 70. Para nuestro caso no se contemplan la utilización de cargas espaciadas.

#### **10.3.10. Distribución del explosivo en el barreno**

Antes de definir el diseño de una voladura en banco, es importante tener en consideración que la energía necesaria para romper la roca no es constante en toda la altura del banco, por el contrario, la energía necesaria al fondo del barreno suele ser de 2 a 2,5 veces superior a la necesaria en columna. Esto conllevará la necesidad de explosivos de gran densidad y potencia en las cargas de fondo y de baja densidad y potencia media en los que se usen como carga de columna.

En cuanto a longitud, la carga de fondo deberá alcanzar una altura comprendida entre la mínima aproximada de 0,6 veces la piedra consiguiendo así que su centro de gravedad se encuentre por encima o a la misma cota que el piso del banco y 1.3 veces la piedra. El resto del barreno se rellenará con explosivo de media o baja densidad que hará las veces de carga en columna, sin olvidarse de dejar el retacado necesario para el correcto resultado final de la voladura.

En nuestro caso, según la teoría se debería considerar una longitud de la carga de fondo de 35 veces el diámetro de perforación, lo que supondría una longitud de 3.11 m. Pero teniendo en consideración las características de la formación y la experiencia en voladuras de canteras similares se ha optado por la elección de la altura mínima de 0.6 veces la piedra, lo que supone una altura de carga de fondo de 2.40 m.

#### **10.3.11. Consumo específico de explosivo**

Es importante tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de una voladura el consumo específico (CE) es el término que expresa a cantidad de explosivo necesaria para fragmentar 1 m o 1 tn de roca. Se trata de un parámetro importante como indicador del buen diseño de la voladura, pero no constituye la mejor ni única herramienta para el correcto diseño.

El consumo específico aumenta con el diámetro de los barrenos, la resistencia a la roca y el grado de fragmentación además de con una mala distribución de las cargas y en general un mal planteamiento geométrico de la voladura.

Por su parte, los consumos específicos altos proporcionan una buena fragmentación, desplazamiento y esponjamiento de la roca, dando lugar a menores problemas de repiés y facilitando el alcanzar el punto óptimo de los costes totales de operación.

En voladuras a cielo abierto, el consumo específico puede variar entre 0,1 y 1,5 kg/m<sup>3</sup> en función de la resistencia y fracturación de la roca.

#### **10.3.12. Iniciación, cebado, tiempo de retardo y secuencias de encendido**

Para un explosivo dado, se puede variar la energía que este desarrolla mediante el empleo de iniciadores o cebos, mediante su colocación dentro de barreno a la altura necesaria.

Por otro lado, son muy importantes los tiempos de retardo y las secuencias de encendido dado que sirven para disminuir las cargas operantes, y por tanto el nivel de vibraciones, además de conseguir una mayor efectividad en la rotura, el control del desplazamiento, la sobreexcavación, los repiés y las proyecciones.

#### **10.3.13. Geometría del frente libre**

La geometría más efectiva, es aquella en que cada punto del frente equidista del centro de la carga del explosivo. Esta se consigue:

- Disponiendo la cara libre y los barrenos de forma que sean lo más paralelos posibles.
- Estando la roca próxima a la superficie ligeramente fracturada por voladuras anteriores.

- Diseñando una secuencia de encendido en la que cada barreno disponga de un frente de forma semicilíndrica convexa.

Es recomendable disparar las voladuras en lugares donde no queden escombros procedentes de voladuras anteriores, para evitar vibraciones, proyecciones y repiés.

#### **10.3.14. Tamaño y forma de la voladura**

El tamaño de las voladuras debe ser lo más grande posible, además en las voladuras con filas múltiples la fragmentación mejora con respecto a las de una sola fila.

Por otro lado, la forma de las voladuras debe ser tal que con un frente libre la relación longitud del frente/anchura sea mayor de 3, y con dos frentes libres sea mayor de 2.

Sin embargo las voladuras de gran tamaño también repercuten con una serie de inconvenientes como son el aumento de la intensidad de las vibraciones o la aparición de sobreexcavaciones y proyecciones en las últimas filas si no se ha disparado con la secuencia correcta.

En nuestro caso, el tamaño se ha determinado para que el volumen producido por la voladura permita mantener la demanda de áridos realizando una voladura a la semana en los dos primeros años de explotación donde la demanda es de unos 5000 m<sup>3</sup> a la semana.

#### **10.3.15. Volumen de expansión disponible**

Cuando la roca se fragmenta se produce un aumento del volumen. Si el hueco en el que se expande el material es menor del 15% de este, los mecanismos de rotura se ven afectados negativamente, llegando a producir apelmazamiento. Este aspecto es de tener en cuenta en voladuras en túneles, siendo de nula importancia para voladuras a cielo abierto.

#### 10.4. Voladuras tipo

Para el buen desarrollo de las labores de explotación es necesaria la definición de varios diseños de voladura diferenciados en función del lugar donde se realiza la pega, las características del banco y el propósito de la misma. En función de estas premisas se han definido un total de 3 tipos diferenciados de voladuras:

- Tipo 1: voladura con un sólo frente libre y banco de 10 m.
- Tipo 2: voladura con dos frentes libres y banco de 10 m.
- Tipo 3: voladuras de taqueo.

Los tipos 1 y 2 son semejantes, con la única diferencia del número de barrenos, y ambas son voladuras de producción, siendo la número 2 la más frecuente y la tipo 3 corresponde con la voladura de taqueo, se emplean para reducir a tamaños adecuados para la machacadora primaria los grandes bloques de piedra que hayan podido quedar sueltos tras una voladura del resto de tipos.

Con respecto a estas voladuras se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los barrenos tienen una inclinación de  $10^\circ$  con respecto a la vertical.
- Se considera escasa o nula presencia de agua, por lo que se emplea ANFO a granel como carga de columna e hidrogel encartuchado como carga de fondo.
- En caso de detectarse presencia abundante de agua podrá sustituirse el ANFO a granel por explosivo encartuchado resistente al agua en función de las necesidades, o en su defecto se encartuchara el propio ANFO.
- El peso del cartucho de hidrogel de 70 mm es de 2,4 kg y la densidad del ANFO de  $0,8 \text{ g/cm}^3$ .
- La carga de fondo total, la de columna total y la longitud de cordón detonante están expresados en peso de embalaje comercial.
- Los detonadores y conectores son de tipo no eléctrico y se ha considerado el gasto más elevado posible de ellos, aunque por lo general no se llegará a usar tantos. Además todas las voladuras se diseñan para que no detone más de un barreno a la vez, evitando así problemas de vibraciones.

- Para el cálculo de estas voladuras se han utilizado las formulas que se indican en el Manual de perforación y voladura de rocas, editado por el Instituto Tecnológico Geominero de España, para el tipo de roca presente en nuestra explotación.

Las características generales de cada voladura se referencian a continuación.

#### 10.4.1. Voladura tipo 1

Este tipo de voladura se corresponde con la primera voladura de explotación para ese nivel de explotación. Se utilizará en el arranque de un frente de explotación, cuando sólo exista como frente libre de la explotación el frente del banco tanto al inicio de la explotación de ese nivel (una vez realizadas con arranque mecánico de la pista de acceso a ese nivel), como en el inicio de una nueva línea de explotación de ese nivel.

Se ha diseñado un esquema de perforación con los barrenos dispuestos al tresbolillo, y una secuenciación en la que se han reducido los tiempos de retardo tratando de conseguir de este modo el menor desplazamiento posible de la voladura.

El esquema de salida de los barrenos se ha diseñado en forma de V lo que favorece el menor desplazamiento del material, aumentando la probabilidad de que este se mantenga en el banco y no deslice hasta niveles inferiores o al patio de cantera.

Las características generales de este tipo de voladura se presentan en la tabla nº 37.

| VOLADURA TIPO 1      |            |             |
|----------------------|------------|-------------|
| DATOS INICIALES      |            |             |
| Altura del banco     | H =        | 10 m        |
| Longitud voladura    | Lv =       | 50 m        |
| Ancho Voladura       | Av =       | 10,2 m      |
| Nº de frentes libres |            | 1 un        |
| Esquema              |            | TRESBOLILLO |
| Diámetro perforación | D=         | 89 mm       |
| Angulo a la vertical | $\theta$ = | 10 °        |



| CALCULOS GEOMETRICOS Y PERFORACION  |                    |               |                        |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|------------------------|
| Piedra máxima                       | B <sub>max</sub> = | 4,0           | m                      |
| Piedra práctica                     | B <sub>p</sub> =   | 3,40          | m                      |
| Espaciamiento                       | S =                | 4,18          | m                      |
| Sobreperforación                    | J =                | 0,98          | m                      |
| Retacado                            | T =                | 3,03          | m                      |
| Nº espacios / fila                  |                    | 12            | un                     |
| Nº de filas                         |                    | 3             | un                     |
| Nº barreros / fila                  |                    | 13-12-13      | un                     |
| Nº total de barrenos                |                    | 38            | un                     |
| Longitud total barreno              | L <sub>b</sub> =   | 11,06         | m                      |
| DATOS DE EXPLOSIVOS                 |                    |               |                        |
| Tipo explosivo de carga de fondo:   |                    | RIOGEL TRONER |                        |
| Dimensiones cartucho                | dxL =              | 70            | 500 mm                 |
| Peso cartucho                       |                    |               | 2,4 kg                 |
| Tipo explosivo de carga de columna: |                    | RIOXAM LD     |                        |
| Densidad                            |                    |               | 0,8 kg/cm <sup>3</sup> |
| CALCULOS DE CARGAS                  |                    |               |                        |
| Longitud carga fondo                | L <sub>f</sub> =   | 2,51          | m                      |
| Nº de cartuchos                     |                    | 5             | un                     |
| Carga de fondo                      | Q <sub>f</sub> =   | 12,00         | kg                     |
| Longitud real carga fondo           | L <sub>fR</sub> =  | 2,50          | m                      |
| Longitud carga columna              | L <sub>c</sub> =   | 5,63          | m                      |
| Long. carga columna real            | L <sub>cR</sub> =  | 5,53          | m                      |
| Carga de columna                    | Q <sub>c</sub> =   | 27,54         | kg                     |
| Carga total barreno                 | Q <sub>b</sub> =   | 39,54         | kg                     |
| DATOS RESUMEN VOLADURA              |                    |               |                        |
| Carga total pega                    | Q <sub>t</sub> =   | 1502,60       | kg                     |
| Consumo específico                  | CE =               | 0,295         | kg/m <sup>3</sup>      |
| Perforación específica              | PE =               | 0,082         | m/m <sup>3</sup>       |
| Longitud total perforada            |                    | 420,28        | m                      |
| Volumen total arrancado             |                    | 5100,00       | m <sup>3</sup>         |

**Tabla nº 37 : Característica de la voladura Tipo 1**

A continuación se presenta el esquema de esta voladura (figura nº 92).

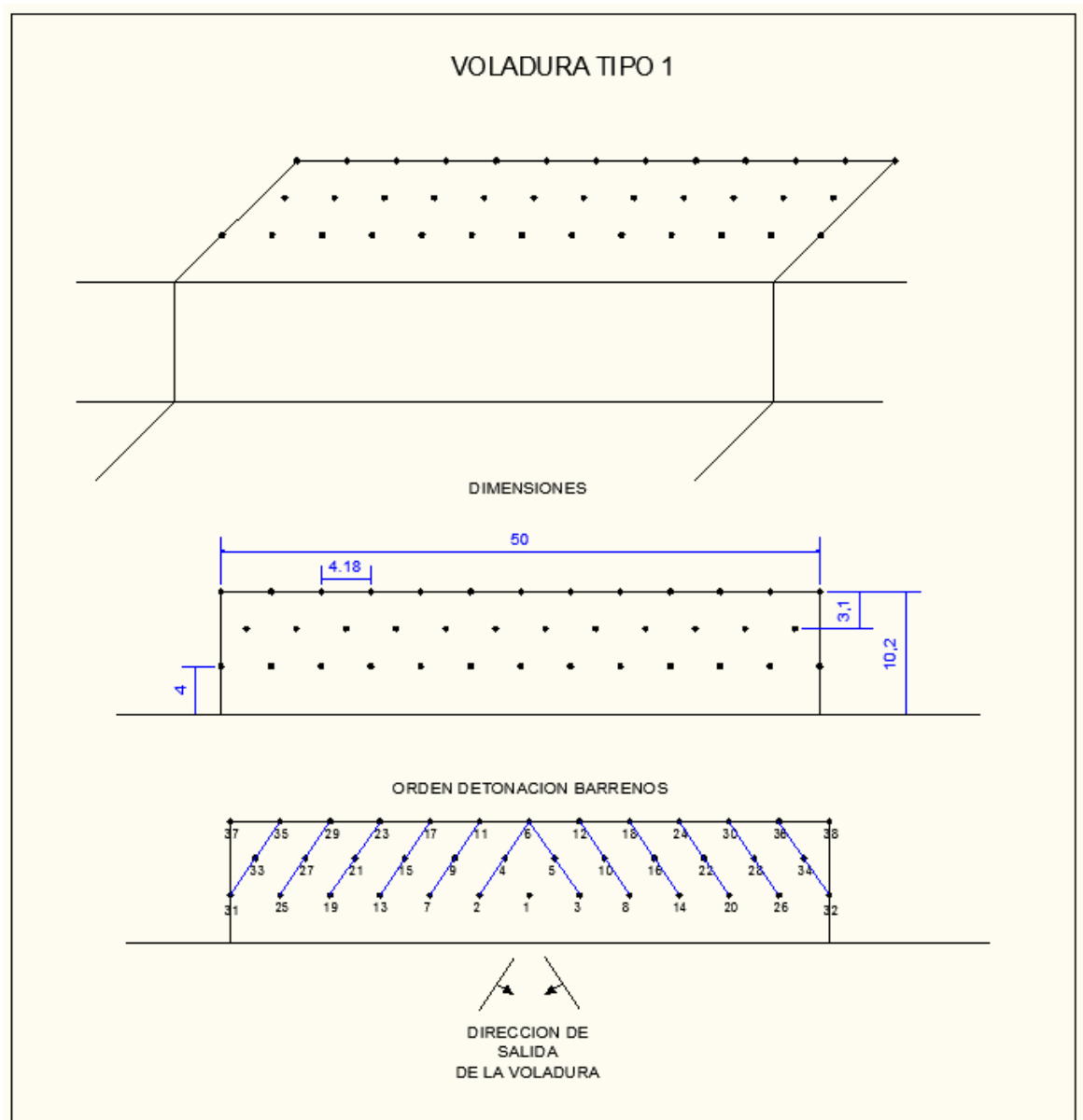


**Figura nº 92 : Esquema voladura Tipo 1**

La iniciación se realizará mediante un iniciador de tubo de transmisión que iniciará la línea de tiro compuesta por tubo de transmisión Rionel.

En la conexión e iniciación de los barrenos se emplearán detonadores no eléctricos del tipo Rionel DDX, los cuales tiene doble retardo, uno en el detonador de fondo y otro en el conector. El retardo de fondo será de 500 milisegundos y el retardo del conector de 17, 25 y 67 milisegundos, que conectados tal y como se indican en la figura nº 93 . Con esta disposición y retardo en el fondo se garantiza la activación de todos los barrenos antes de la explosión del primer barreno, con el consiguiente aumento de

seguridad, y un tiempo mínimo de retardo entre barrenos de 8 milisegundos, con una carga máxima instantánea de 39.54 kg, la correspondiente a un sólo barreno.

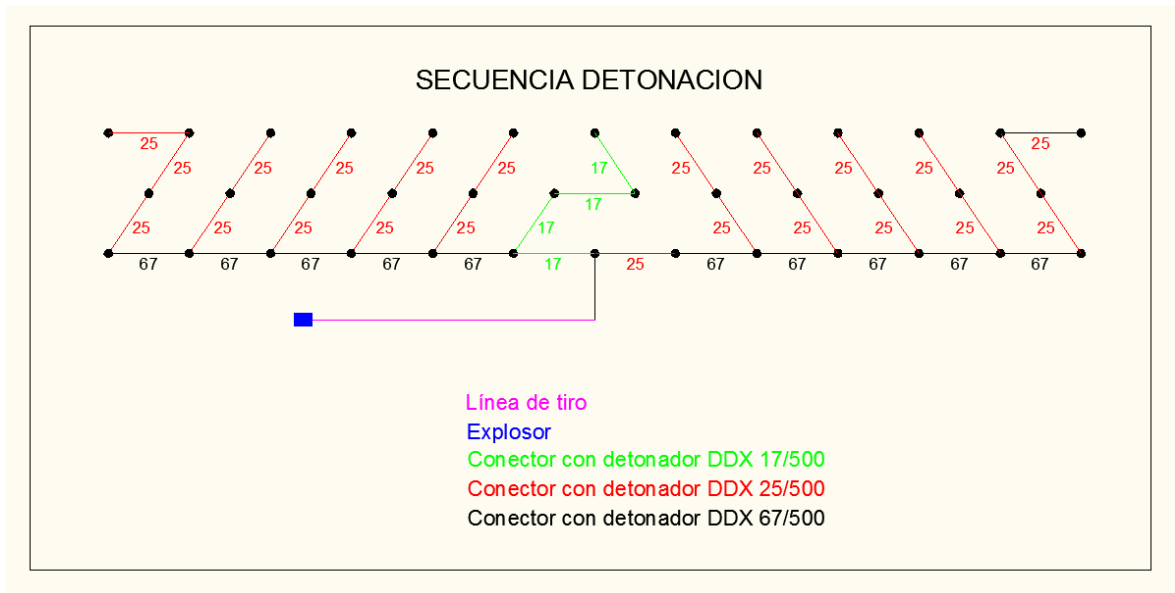


**Figura nº 93: Secuencia de detonación voladura Tipo 1**

A continuación se muestra la tabla de tiempos de la secuencia de detonación, tabla nº 38.

| VOLADURA TIPO 1        |             |    |             |
|------------------------|-------------|----|-------------|
| SECUENCIA DE ENCENDIDO |             |    |             |
| Nº                     | TIEMPO (ms) | Nº | TIEMPO (ms) |
| Inicio explosor        | 0           | 20 | 743         |
| 1                      | 517         | 21 | 760         |
| 2                      | 534         | 22 | 768         |
| 3                      | 542         | 23 | 785         |
| 4                      | 559         | 24 | 793         |
| 5                      | 568         | 25 | 802         |
| 6                      | 585         | 26 | 810         |
| 7                      | 601         | 27 | 827         |
| 8                      | 609         | 28 | 835         |
| 9                      | 626         | 29 | 852         |
| 10                     | 634         | 30 | 860         |
| 11                     | 651         | 31 | 869         |
| 12                     | 659         | 32 | 877         |
| 13                     | 668         | 33 | 894         |
| 14                     | 676         | 34 | 902         |
| 15                     | 693         | 35 | 919         |
| 16                     | 701         | 36 | 927         |
| 17                     | 718         | 37 | 944         |
| 18                     | 726         | 38 | 952         |
| 19                     | 735         |    |             |

**Tabla nº 38 : Tiempos secuencia detonación voladura Tipo 1**

#### 10.4.2. Voladura tipo 2

Este tipo de voladura se corresponde con las voladuras de explotación en el avance lateral para cada nivel de explotación. Se utilizará en el arranque de un frente de explotación, cuando sólo exista como frente libre de la explotación el frente del banco y un lateral originado por una voladura de arranque tipo 1.

Se ha diseñado un esquema de perforación con los barrenos dispuestos al tresbolillo, y una secuenciación en la que se han reducido los tiempos de retardo tratando de conseguir de este modo el menor desplazamiento posible de la voladura.

El esquema de salida de los barrenos se ha diseñado para el desplazamiento del material hacia la esquina que forman los dos frentes libres de la misma, favoreciendo el menor desplazamiento del material, aumentando la probabilidad de que este se mantenga en el banco y no deslice hasta niveles inferiores o al patio de cantera.

Las características generales de este tipo de voladura se presenta en la tabla nº39.

| VOLADURA TIPO 2                    |                    |             |    |
|------------------------------------|--------------------|-------------|----|
| DATOS INICIALES                    |                    |             |    |
| Altura del banco                   | H =                | 10          | m  |
| Longitud voladura                  | Lv =               | 50          | m  |
| Ancho Voladura                     | Av =               | 10,2        | m  |
| Nº de frentes libres               |                    | 2           | un |
| Esquema                            |                    | TRESBOLILLO |    |
| Diámetro perforación               | D=                 | 89          | mm |
| Angulo a la vertical               | $\theta$ =         | 10          | º  |
| CALCULOS GEOMETRICOS Y PERFORACION |                    |             |    |
| Piedra máxima                      | B <sub>max</sub> = | 4,0         | m  |
| Piedra práctica                    | B <sub>p</sub> =   | 3,40        | m  |
| Espaciamiento                      | S =                | 4,18        | m  |
| Sobreperforación                   | J =                | 0,98        | m  |

|                                     |                   |                                |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Retacado                            | T =               | 3,03 m                         |
| Nº espacios / fila                  |                   | 12 un                          |
| Nº de filas                         |                   | 3 un                           |
| Nº barreros / fila                  |                   | 12-11-12 un                    |
| Nº total de barrenos                |                   | 35 un                          |
| Longitud total barreno              | L <sub>b</sub> =  | 11,06 m                        |
| <b>DATOS DE EXPLOSIVOS</b>          |                   |                                |
| Tipo explosivo de carga de fondo:   |                   | RIOGEL TRONER                  |
| Dimensiones cartucho                | dxL =             | 70 500 mm                      |
| Peso cartucho                       |                   | 2,4 kg                         |
| Tipo explosivo de carga de columna: |                   | RIOXAM LD                      |
| Densidad                            |                   | 0,8 kg/cm <sup>3</sup>         |
| <b>CALCULOS DE CARGAS</b>           |                   |                                |
| Longitud carga fondo                | L <sub>f</sub> =  | 2,51 m                         |
| Nº de cartuchos                     |                   | 5 un                           |
| Carga de fondo                      | Q <sub>f</sub> =  | 12,00 kg                       |
| Longitud real carga fondo           | L <sub>fR</sub> = | 2,50 m                         |
| Longitud carga columna              | L <sub>c</sub> =  | 5,63 m                         |
| Long. carga columna real            | L <sub>cR</sub> = | 5,53 m                         |
| Carga de columna                    | Q <sub>c</sub> =  | 27,54 kg                       |
| Carga total barreno                 | Q <sub>b</sub> =  | 39,54 kg                       |
| <b>DATOS RESUMEN VOLADURA</b>       |                   |                                |
| Carga total pega                    | Q <sub>t</sub> =  | <b>1383,98</b> kg              |
| Consumo específico                  | CE =              | <b>0,271</b> kg/m <sup>3</sup> |
| Perforación específica              | PE =              | <b>0,076</b> m/m <sup>3</sup>  |
| Longitud total perforada            |                   | <b>387,10</b> m                |
| Volumen total arrancado             |                   | <b>5100,00</b> m <sup>3</sup>  |

**Tabla nº 39: Características voladura Tipo 2**

A continuación se presenta el esquema de esta voladura, figura nº 94.

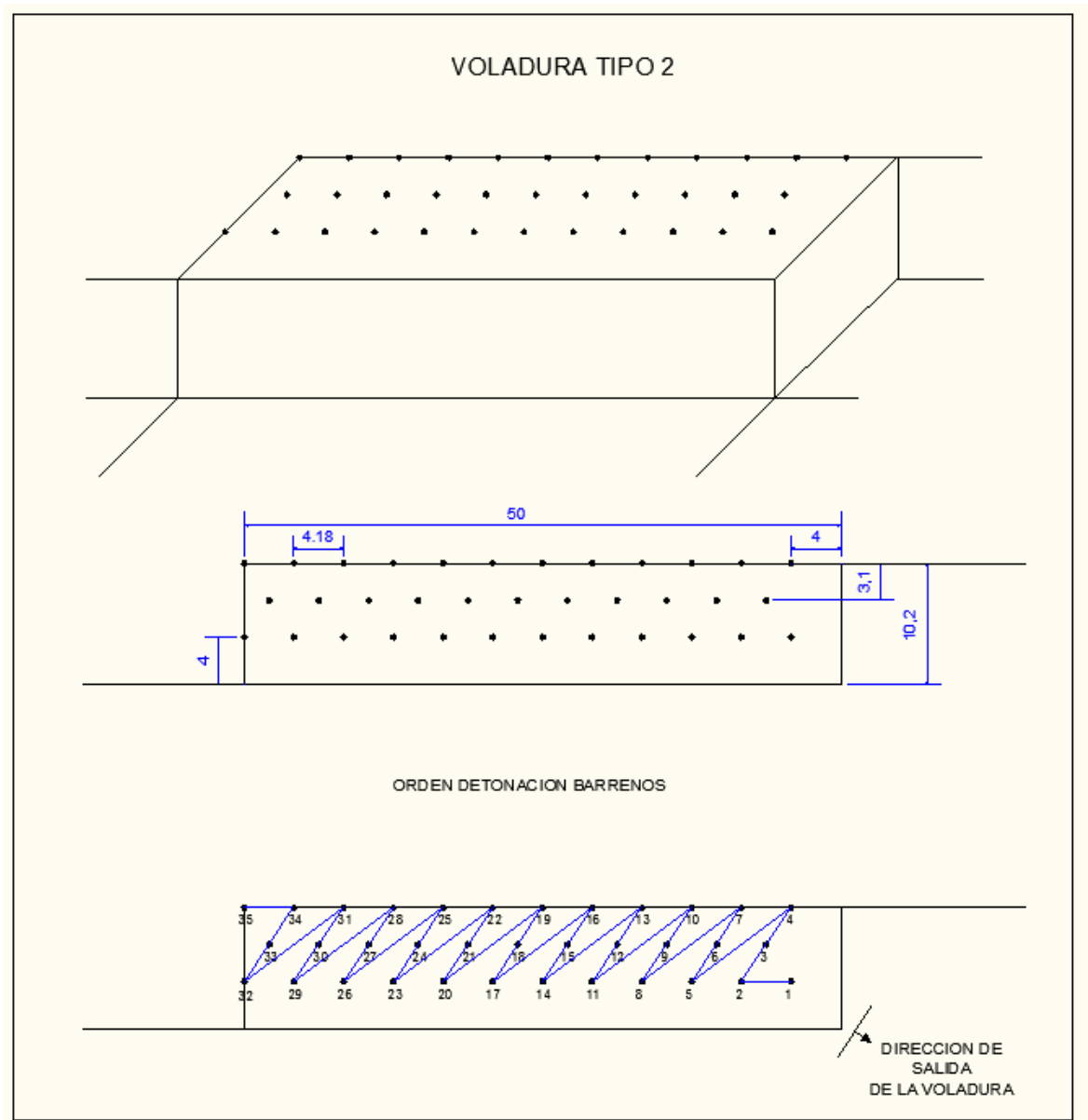


**Figura nº 94: Esquema voladura Tipo 2**

La iniciación se realizará mediante un iniciador de tubo de transmisión que iniciará la línea de tiro compuesta por tubo de transmisión Rionel.

En la conexión e iniciación de los barrenos se emplearán detonadores no eléctricos del tipo Rionel DDX, los cuales tiene doble retardo, uno en el detonador de fondo y otro en el conector. El retardo de fondo será de 500 milisegundos y el retardo del conector de 17 milisegundos, que conectados tal y como se indican en la figura nº 95. Con esta disposición y retardo en el fondo se garantiza la activación de más del 82 % de los barrenos antes de la explosión del primer barreno, con el consiguiente aumento de



seguridad, y un tiempo mínimo de retardo entre barrenos de 17 milisegundos, con una carga máxima instantánea de 39.54 kg, la correspondiente a un sólo barreno.

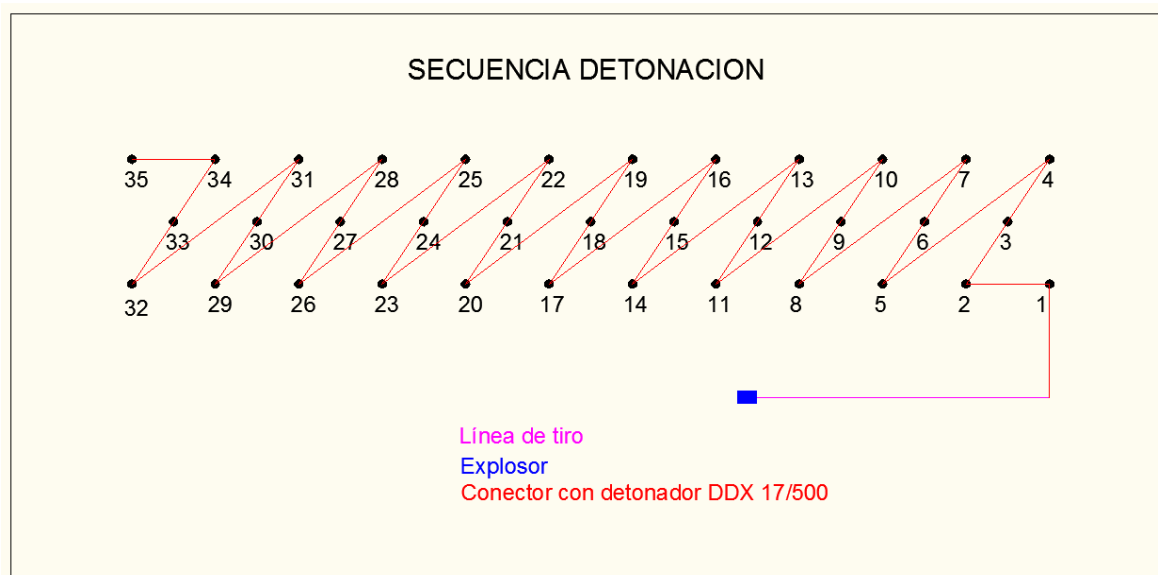


**Figura nº 95: Secuencia detonación voladura Tipo 2**

A continuación se muestra la tabla de tiempos de la secuencia de detonación, tabla nº 40.

| VOLADURA TIPO 1        |             |    |             |
|------------------------|-------------|----|-------------|
| SECUENCIA DE ENCENDIDO |             |    |             |
| Nº                     | TIEMPO (ms) | Nº | TIEMPO (ms) |
| Inicio explosor        | 0           | 18 | 806         |
| 1                      | 517         | 19 | 823         |
| 2                      | 534         | 20 | 840         |
| 3                      | 551         | 21 | 857         |
| 4                      | 568         | 22 | 874         |
| 5                      | 585         | 23 | 891         |
| 6                      | 602         | 24 | 908         |
| 7                      | 619         | 25 | 925         |
| 8                      | 636         | 26 | 942         |
| 9                      | 653         | 27 | 959         |
| 10                     | 670         | 28 | 976         |
| 11                     | 687         | 29 | 993         |
| 12                     | 704         | 30 | 1010        |
| 13                     | 721         | 31 | 1027        |
| 14                     | 738         | 32 | 1044        |
| 15                     | 755         | 33 | 1061        |
| 16                     | 772         | 34 | 1078        |
| 17                     | 789         | 35 | 1095        |

**Tabla nº 40: Tiempo secuencia detonación voladura Tipo 2**

### **10.4.3. Voladura tipo 3**

Dentro de la normal explotación de una cantera siempre cabe la posibilidad de obtener algún bolo, que por dimensiones no es admisible para los equipos de carga, transporte o machaqueo.

Siempre y cuando sea posible se reducirán estos mediante la utilización de martillo hidráulico montado sobre retroexcavadora. De no ser posible se reducirán de tamaño mediante la perforación de barrenos y mediante la utilización de explosivos.

El método consiste en hacer explotar pequeñas cargas en los barrenos perforados en los bloques, cuyo número dependerá del tamaño de éstos. La carga a aplicar se diseña en función del tamaño del bolo, pudiéndose aplicar más de un barreno si supera los 2 m , debiendo detonarse todos al mismo tiempo. La longitud del barreno debe estar comprendida entre  $1/2$  y  $1/3$  de la altura del bolo siendo su carga específica inferior a 200 g/cm de dinamita.

La iniciación se realizará mediante un iniciador de tubo de transmisión que iniciará la línea de tiro compuesta por tubo de transmisión Rionel y detonadores no eléctricos Rionel MS con la carga calculada de explosivo Riogel Troner.

### **10.5. Estudio de vibraciones**

La realización de voladuras para el arranque de roca conlleva la generación de movimientos sísmicos en el terreno, ya que gran parte de la energía del explosivo se gasta en generar ondas sísmicas que se transmiten por el terreno, disipándose con la distancia. Esta energía puede ser perjudicial para las estructuras de edificaciones colindantes, por lo que se hace necesario realizar un estudio de la afección que producen.

Para la realización del estudio de vibraciones se seguirá lo marcado en la norma UNE 22-382. Así, dicho estudio será función del tipo de trabajo a desarrollar, de la estructura a proteger, del tipo de terreno, de la distancia existente entre la voladura y la

estructura y la carga máxima del explosivo a detonar instantáneamente o carga por secuencia.

En función del tipo de terreno y de la estructura a considerar, queda delimitado el tipo de estudio para unas condiciones de carga por secuencia y distancia determinadas. Las estructuras se clasifican en los siguientes grupos:

- Grupo I: Edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.
- Grupo II: Edificios de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo, cumpliendo la normativa legal vigente. Edificios y estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que por su fortaleza no presentan especial sensibilidad a las vibraciones.
- Grupo III: Estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que presenten una especial sensibilidad a las vibraciones por ellas mismas o por elementos que pudiera contener.

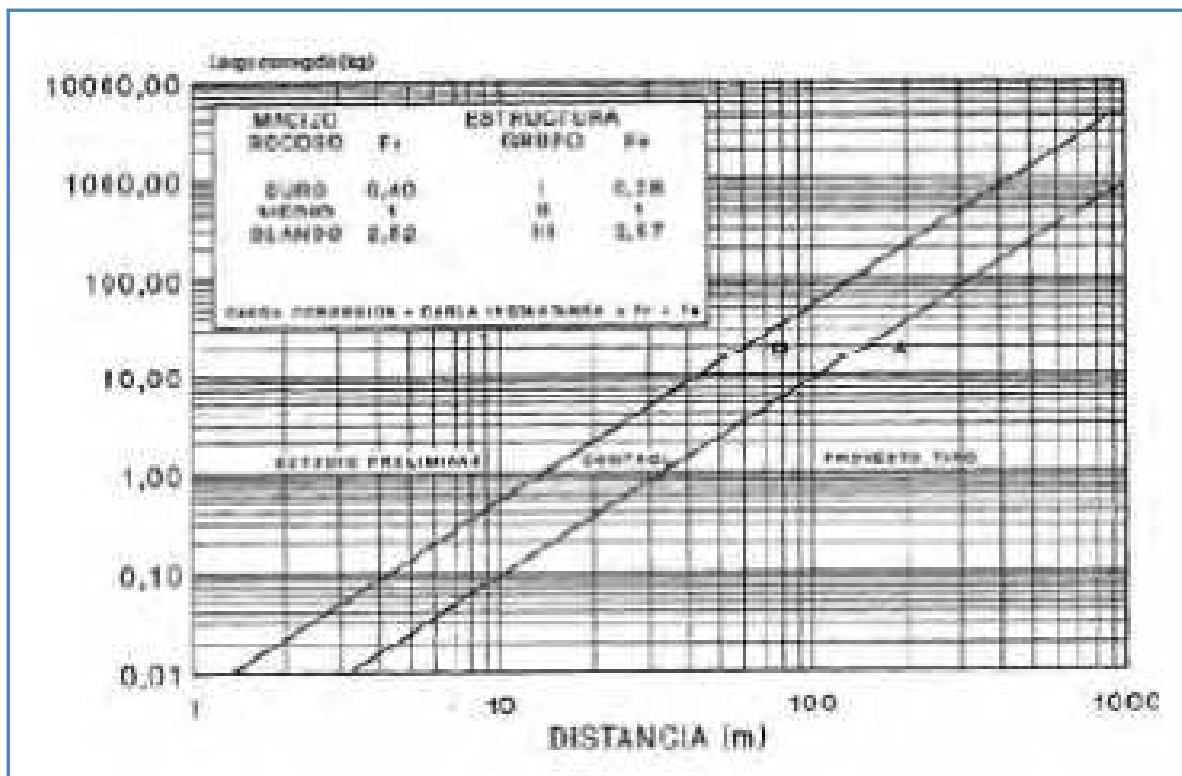


Figura nº 96: Gráfico carga-distancia, selección del tipo de estudio

Utilizando la figura nº 96, se puede conocer el tipo de estudio requerido siguiendo el siguiente proceso:

- a) Determinar el tipo de macizo rocoso sobre el que está cimentada la estructura. De acuerdo con la velocidad sísmica (velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el macizo). Para nuestro caso, tratándose de una formación caliza determinaremos un valor de dicha velocidad sísmica mayor de 4.000 m/s.
- b) Determinar el grupo de estructura en función de la clasificación.
- c) Determinar la distancia entre la voladura y la estructura, en metros.
- d) Determinar la carga máxima instantánea de proyecto en kg que se prevé detonar. Esta carga es la suma de todas las cargas de explosivo detonados con el mismo número de detonador, y para secuencias entre números superiores a 8 ms. Si existen varias secuencias, se considerará la que tenga mayor carga. En nuestro caso la carga máxima instantánea prevista por el diseño de las voladuras es de 39.54 kg.

En función del grupo de la estructura y del tipo de macizo rocoso se corregirá la carga instantánea multiplicándola por un factor  $F_e$ , que se considera la estructura a preservar, y un factor  $F_r$ , que considera la frecuencia dominante que viene condicionada al tipo de macizo rocoso.

$$Q_c = F_r \cdot F_e \cdot Q$$

Donde:

- $Q_c$  es la carga corregida, en kg.
- $F_r$  es el factor de macizo rocoso, en nuestro caso consideramos el macizo como medio, cuyo valor será 1.
- $F_e$  es el factor de estructura.
- $Q$  es la carga máxima operante, en kg, que se desprende de los cálculos del proyecto.

Con el valor de  $Q_c$  y la distancia considerada, se entrará en la figura nº 96, definiendo el punto P del caso que se estudia.

Si el punto P está por encima de la recta B, podría ser exigible un estudio preliminar de vibraciones. Por otro lado, si el punto P está entre las rectas A y B, se podría requerir una medición de control de voladuras proyectadas. Por último, si el punto está por debajo de la recta A, solo sería necesaria la justificación con la figura nº 96.

Las expresiones analíticas de las rectas A y B están en función del tipo de estructura y del macizo rocoso y corresponden a:

$$Q_a = 924.79 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{F_e} \cdot \frac{1}{F_r} \cdot F_a \cdot D^2$$

$$Q_b = 924.79 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{F_e} \cdot \frac{1}{F_r} \cdot F_b \cdot D^2$$

Siendo:

- $Q_a$  y  $Q_b$  la carga máxima instantánea en kg.
- D es la distancia en metros a la estructura.
- $F_e$  es el factor de estructura. Para el Grupo I es 0,28 y para el Grupo II es 1.
- $F_r$  es el factor del macizo rocoso, que para macizo rocoso medio es 1.
- $F_a$  es el factor de la recta A = 1.
- $F_b$  es el factor de la recta B = 5,77.

Así los valores de  $Q_a$  y  $Q_b$  definirán para una distancia determinada, los límites entre las distintas zonas de la figura nº 96.

En el caso del presente proyecto, las estructuras que podrían resultar afectadas por las vibraciones, son las indicadas en la tabla nº 41, donde se indica estructura, grupo y distancia a la zona de voladuras.

| ESTRUCTURA     | GRUPO | DISTANCIA (m) |
|----------------|-------|---------------|
| Carretera      | I     | 55            |
| Casa + piscina | I     | 373           |
| Nave aperos    | I     | 382           |
| Balsa          | I     | 403           |
| Nave aperos    | I     | 421           |
| Casa + piscina | I     | 445           |
| Balsa          | I     | 513           |
| Cortijo        | II    | 784           |

**Tabla nº 41: Instalaciones existentes, grupo y distancia**

#### 10.5.1. Vibraciones en las voladuras tipo

Se realiza a continuación el estudio de las voladuras que se propone implantar en la cantera.

Dado que la secuencia de encendido de las voladuras tipo diseñadas se efectúa de manera que solo detona un barreno cada vez, la carga máxima operante corresponderá a la carga de un barreno, que es la misma para las dos voladuras tipo diseñadas, la cual será de 39.54 kg de explosivo.

Se estudiará las vibraciones para este binomio carga-distancia.

Las cargas corregidas correspondientes para esta carga máxima instantánea, relacionadas con las estructuras que se encuentran en los alrededores de la cantera se relacionan a continuación, tabla nº 42 .

| Q (kg)<br>Carga máxima<br>operante | Qc (kg)<br>Estructuras<br>Tipo I | Qc (kg)<br>Estructuras<br>Tipo II |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 39.54                              | 11.07                            | 39.54                             |

**Tabla nº42: Carga corregida**



Comparamos a continuación estos valores de carga corregida con los valores de  $Q_a$  y  $Q_b$  calculados conforme a las formulas detalladas anteriormente, tabla nº 43.

| ESTRUCTURA     | GRUPO | Nº | DISTANCIA (m) | Qc (kg) | Qa(kg) | Qb (kg) |
|----------------|-------|----|---------------|---------|--------|---------|
| Carretera      | I     | 1  | 55            | 11,07   | 9,99   | 57,65   |
| Casa + piscina | I     | 2  | 373           | 11,07   | 459,52 | 2651,42 |
| Nave aperos    | I     | 3  | 382           | 11,07   | 481,96 | 2780,91 |
| Balsa          | I     | 4  | 403           | 11,07   | 536,41 | 3095,07 |
| Nave aperos    | I     | 5  | 421           | 11,07   | 585,40 | 3377,73 |
| Casa + piscina | I     | 6  | 445           | 11,07   | 654,04 | 3773,82 |
| Balsa          | I     | 7  | 513           | 11,07   | 869,20 | 5015,29 |
| Cortijo        | II    | 8  | 784           | 39,54   | 568,43 | 3279,83 |

**Tabla nº43: Cálculos cargas corregidas**

Si estos datos se introducen por parejas en la figura nº 96, se obtiene el siguiente resultado, figura nº 97:

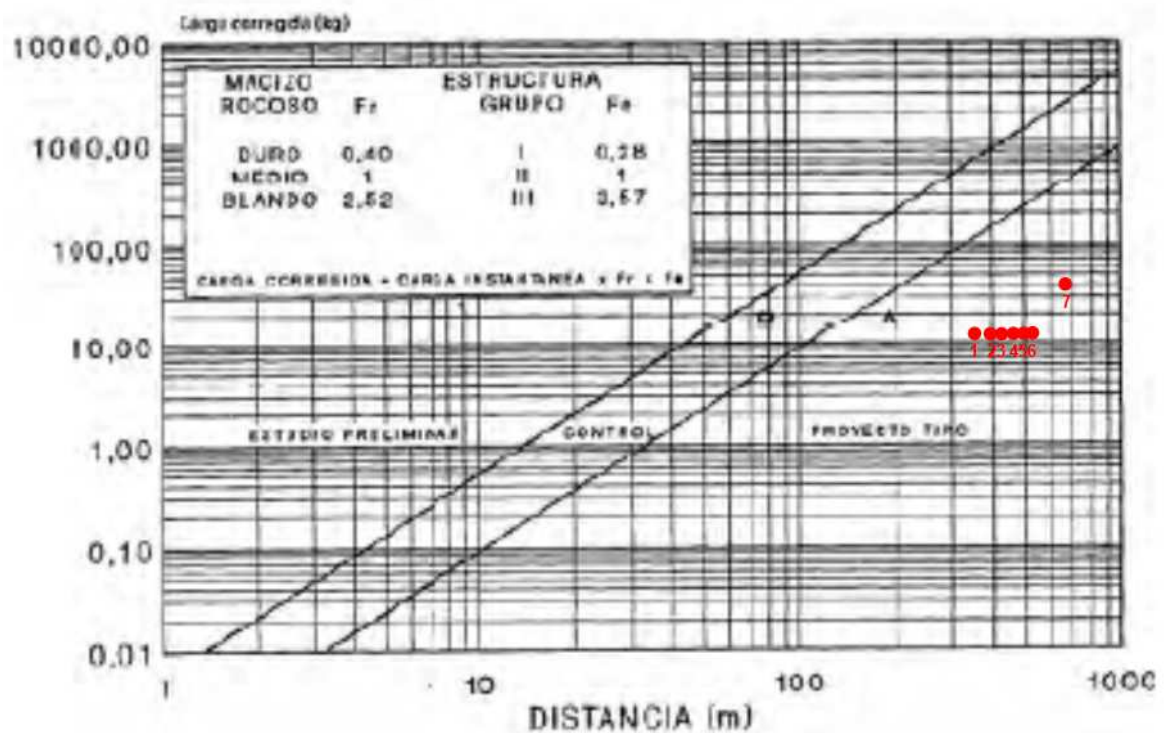


***Figura nº97: Tabla carga distancia voladuras tipo***

Como se puede observar para todas las construcciones situadas más cercanas a nuestra explotación nos encontramos dentro del Proyecto Tipo, por lo que no es necesario hacer ningún control ni estudio preliminar de vibraciones para las voladuras diseñadas.

#### **10.5.2. Control de vibraciones**

Las principales alteraciones que producen las voladuras son las vibraciones, onda aérea y proyecciones de roca, así como la formación de polvo que en muchos casos es difícil de controlar. Todos estos factores pueden provocar alteraciones en el medio circundante y causar conflictos con los habitantes cercanos a las explotaciones.

En el caso de las vibraciones, para nuestro caso, aunque la explotación se encuentra distanciada de las poblaciones cercanas, siempre es susceptible de ocasionar molestias por lo que de forma habitual se deberá realizar periódicamente una medición de vibraciones de las voladuras realizadas con arreglo a la norma UNE 22-381-93.

#### **10.6. Estudio de proyecciones**

Se puede definir proyección como la salida incontrolada de fragmentos de roca a distancias muy superiores al resto de la voladura, en dirección y alcance distintos a los proyectados.

Hay diferentes parámetros que influyen claramente en la generación de proyecciones. A continuación se describen algunos de ellos:

- **Emplazamiento de las cargas:** si la carga explosiva está situada inadecuadamente con respecto a la cara libre de voladura, aunque sea en porciones puntuales, puede darse que muy poca cantidad de roca sea afectada por una cantidad suficiente de explosivo como para fragmentarla enérgicamente e imprimirle una velocidad de salida

considerablemente más elevada que al resto de la voladura. Es lo que se conoce como defecto de piedra.

- Longitud de retacado: el retacado es el tapón de roca (detritus de perforación gravilla u otro material) que completa el barreno hasta la superficie, de forma que contiene la energía del explosivo hacia la superficie del banco de voladura y la dirige hacia el frente, en la dirección deseada de arranque de la roca. Si la longitud de retacado no es suficiente en relación con el diámetro de barreno, el explosivo tiende a romper la roca hacia arriba, de forma que expulsa por la boca y sus alrededores fragmentos en dirección no deseada.
- Fisuración de la roca, cuevas y coqueras: la presencia de cuevas y coqueras delante de un barreno es un espacio vacío o relleno de arcilla que no presenta resistencia alguna para el explosivo. En este caso, una cantidad de explosivo superior a la proyectada afecta a una porción de roca de la cara libre del banco. Así, la carga de dentro de una de estas cuevas de manera no controlada, puede dar lugar a una concentración excesiva de explosivo que puede dar lugar a proyecciones.
- Secuenciación de disparo: como factor de importancia secundaria respecto a los anteriores (ocurre en menor proporción y con menores efectos normalmente), pero también a considerar, se encuentra la secuenciación inadecuada de los barrenos de voladura en banco. Esto es, la asignación inadecuada de tiempos de detonación, por causa de la cual, la roca no tiene tiempo de desplazarse una vez fisurada antes de que detonen los barrenos adjuntos. El esponjamiento de la roca no encuentra lugar de salida de manera frontal y parte o todo se realiza de manera vertical, con la consiguiente incertidumbre en la trayectoria y alcance de los fragmentos de roca. Este fenómeno se da aunque los parámetros anteriores sean correctos.

En una gran mayoría de los casos, las proyecciones se producen por defectos de retacado, carga no dosificada en cuevas o coqueras que atraviesa el barreno y defectos de piedra. En menor medida, puede ocurrir cuando uno de estos huecos, vacíos o rellenos de arcilla, están situados delante de uno de los barrenos de la primera fila de voladura, sin que hayan sido atravesados por la perforación, quedando de esta manera ocultos en las labores de monitorización. Este último es un caso muy anecdótico y poco frecuente, quedando a los caprichos de la naturaleza.

Para la predicción de las distancias máximas, que las proyecciones pueden alcanzar durante una voladura, se pueden utilizar estudios como los de los suecos Lundborg y Persson o del americano Roth, donde se desarrollan modelos empíricos para su predicción.

#### 10.6.1. Cálculo de la distancia de proyecciones mediante el método sueco

Como herramienta de predicción de las distancias máximas que pueden alcanzar los fragmentos en las proyecciones usaremos el método sueco como modelo empírico. A continuación describiremos someramente dicho método.

El método empírico formulado por Lundborg y Persson permite estimar la distancia máxima que puede alcanzar un fragmento en unas condiciones óptimas. El método propone el cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$V_0 = \frac{10 \cdot D \cdot 2600}{T_b \cdot \rho_r}$$

Donde:

- $V_0$  = Velocidad inicial en m/s
- $D$  = Diámetro del barreno en pulgadas
- $T_b$  = Tamaño de los trozos de roca en metros
- $\rho_r$  = Densidad de la roca en kg/m<sup>3</sup>

De utilizar las expresiones clásicas del movimiento balístico podemos obtener los alcances máximos calculados analíticamente a partir de :

$$L_{max} = 260 \cdot D^{2/3}$$

$$T_b = 0.1 \cdot D^{2/3}$$

Para nuestro caso, se obtienen los siguientes valores:

$$L_{max} = 260 \cdot D^{2/3} = 260 \cdot 0.089^{2/3} = 51 \text{ m}$$

$$T_b = 0.1 \cdot 0.089^{2/3} = 0.019 \text{ m}$$

En la práctica de las voladuras en banco, se ha comprobado que los alcances son mucho más pequeños que cuando se producen bocazos o roturas del tipo cráter

Como control de proyecciones, se tomará como medidas cautelares en todos los casos en los que exista riesgo de las mismas, la colocación de mallas, redes de neumáticos entramados o bien el tapado de la superficie con arena que amortigüe el posible lanzamiento de rocas.

### **10.7. Estudio de fragmentación**

El grado de fragmentación es un término genérico que se utiliza para definir la distribución granulométrica del material volado, que en función del tipo de proyecto que se desarrolle puede ser muy diferente. Es un factor importante, ya que puede afectar a la hora de seleccionar el diseño y capacidad de los futuros equipos de la planta de tratamiento, como también en el rendimiento de los equipos de trituración y clasificación, en el caso de encontrarse ya instalados en una explotación. Todo esto que deriva claramente en el beneficio económico de la explotación y/o en su futura viabilidad.

Sobre la fragmentación influyen un gran número de variables controlables, así como las propias características del macizo rocoso. La optimización de cualquier operación de arranque con explosivos pasa por el conocimiento previo, aunque sea aproximado, de los tamaños de la roca volada en unas condiciones determinadas.

#### **10.7.1. Modelo de Kuz-Ram**

En nuestro caso, para la predicción de la fragmentación, partiremos del denominado Modelo de Kuz-Ram. El nombre de Kuz-Ram es una abreviación de los dos principales contribuyentes a las ecuaciones que forman la base del modelo: Kuznetsov y Rosin-Rammler.

- **Fórmula de Kuznetsov:** Esta proporciona una estimación del tamaño medio de partícula de roca después de la voladura, y es la siguiente:

$$T_b = F_r \cdot \left( \frac{VR_0}{Q} \right)^{0.8} \cdot Q^{1/6} \cdot \left( \frac{PRP}{115} \right)^{-19/30}$$

Donde:

$T_b$  = Tamaño medio de los fragmentos de voladura (cm)

$F_r$  = Factor de roca (3 a 16)

$VR_0$  = Volumen de roca fragmentada por barreno ( $m^3$ )

$Q$  = Carga de explosivo dentro del barreno (kg)

$PRP$  = Potencia relativa en peso de este explosivo (ANFO=100, TNT =115)

La ecuación de Kuznetsov, por lo tanto, establece que el tamaño medio de partícula de una voladura depende de las propiedades de la roca y del explosivo.

- Ecuación de Rosín-Rammler: ecuación que proporciona una buena descripción de la distribución del tamaño de las rocas voladas y trituradas, y es la siguiente:

$$PC = e^{-(T_b/T_{bc})^u}$$

Donde:

$PC$  = Proporción de material retenido para una abertura de malla  $T_b$

$T_b$  = Abertura de malla

$T_{bc}$  = Tamaño característico

$u$  = Índice de uniformidad

Así, se desprende que variando los valores  $T_{bc}$  del tamaño característico hace a la distribución de material más gruesa o más fina. Un aumento general en el factor de carga al reducir el espaciamiento desplazará la curva de distribución de tamaño produciendo una pila más fina a través del rango completo de tamaño. También, el cambiar el índice de uniformidad  $u$ , cambia el ancho de la distribución de tamaño, o la uniformidad en el tamaño de la partícula producido por la voladura.

Resumiendo, la ecuación de Kuznetsov proporciona una estimación del tamaño medio (tamaño del tamiz por el cual pasa el 50% de la roca) y la ecuación de Rosin



Rammler se puede definir por un punto de la curva y la pendiente de la línea Rosin Rammler. Se puede, por tanto, calcular una distribución completa del tamaño de la pila producida por una voladura uniando estas dos ecuaciones, a partir de la determinación del tamaño media estimar el índice de uniformidad en la ecuación de Rosin Rammler. Así, podemos obtener a partir de estas ecuaciones el tamaño medio, el tamaño característico y el índice de uniformidad, sus expresiones son:

- Tamaño medio:

$$T_b = F_r \cdot \left( \frac{VR_0}{Q} \right)^{0.8} \cdot Q^{1/6} \cdot \left( \frac{PRP}{115} \right)^{-19/30}$$

- Tamaño característico o crítico:

$$T_{bc} = \frac{T_b}{0.693^{\frac{1}{u}}}$$

- Índice de uniformidad:

$$n = \left[ 2.2 - 14 \frac{B}{d} \right] \left[ \frac{1 + \frac{S}{B}}{2} \right]^{0.5} \left[ 1 - \frac{W}{B} \right] \left[ \text{ABS} \left( \frac{(BCL - CCL)}{L} \right) + 0.1 \right]^{0.1} \frac{L}{H}$$

Donde:

$VR_0/Q$  = el inverso de la carga específica o factor de carga (m<sup>3</sup>/kg)

$Q$  = explosivo/barreno (Kg)

$PRP$  = potencia en peso relativa del explosivo usado (%)

$W$  = desviación estándar de la exactitud de perforación (m), se tomará el valor 0.1

$d$  = diámetro del barreno (mm)

$F_r$  = factor de roca

$H$  = altura del banco

B = piedra (m)

S = espaciamiento (m)

BCL = longitud de la carga de fondo (m)

CCL = longitud de la carga de columna (m)

L = longitud total de carga (CLL + BCL) (m)

Si las voladuras se diseñan con un esquema al tresbolillo, el valor de u debe incrementarse en un 10 %.

El Factor de roca es la variable que cuantifica al macizo rocoso a efectos de una voladura y se obtiene mediante la interpretación de las propiedades geológicas, físicas y estructurales del macizo. En muchos casos interpretar correctamente el macizo rocoso resulta complicado, dada la poca información disponible.

Para nuestro caso, para determinar el factor de roca necesario para el modelo predictivo de la fragmentación de Kuz Ram se propone utilizar el propuesto por Cunningham (1987).

Ya que aunque existen definidos valores generales del factor de roca para rocas blandas, medias o duras, dadas las características de nuestro macizo, grado de fracturación y tres familias de discontinuidades, es necesario obtener un factor de roca con mayor grado de fiabilidad, ver apartado 3.5 y 3.6.

La expresión propuesta por Cunningham es la siguiente:

$$Fr = 0.06 \cdot (RMD + JF + RDI + HF)$$

Donde los diversos factores se definen en la tabla nº 44.

| Simbolo    | Descripcion                                  | Valores             |
|------------|----------------------------------------------|---------------------|
| <i>RMD</i> | Descripción de la Masa Rocosa                |                     |
|            | - Desmenuzable / Friable                     | 10                  |
|            | - Verticalmente Fracturado                   | <i>JF</i>           |
|            | - Masivo                                     | 50                  |
| <i>JF</i>  | <i>JPS+JPA</i>                               |                     |
| <i>JPS</i> | Espaciamiento de la fracturas verticales     |                     |
|            | - < 0.1m                                     | 10                  |
|            | - 0.1 a <i>MS</i>                            | 20                  |
|            | - <i>MS</i> a <i>DP</i>                      | 50                  |
| <i>MS</i>  | Muy Grande (m)                               |                     |
| <i>DP</i>  | Tamaño (m) del diseño de perforación asumido |                     |
|            | <i>DP</i> > <i>MS</i>                        |                     |
| <i>JPA</i> | Angulo del plano de las fracturas            |                     |
|            | - Buzamiento hacia fuera de la cara          | 20                  |
|            | - perpendicular a la cara                    | 30                  |
|            | - Buzamiento hacia dentro de la cara         | 40                  |
| <i>RDI</i> | Índice de Densidad de la Roca                | $25 \times RD - 50$ |
| <i>RD</i>  | Densidad ( t/m <sup>3</sup> )                |                     |
| <i>HF</i>  | Factor de Dureza                             |                     |
|            | - si $y < 50$ GPa                            | $HF = y/3$          |
|            | - si $y > 50$ GPa                            | $HF = UCS/5$        |
| <i>Y</i>   | Modulo de Young (GPa)                        |                     |
| <i>UCS</i> | Fuerza Compresiva no Confinada (MPa)         |                     |

**Tabla nº 44: Variables del factor de roca**

En función de esta expresión, se ha obtenido un factor de roca para nuestro macizo de 4.77.

#### 10.7.2. Influencia del diseño de la voladura sobre el índice de uniformidad

El valor del índice de uniformidad  $u$ , determina la forma de la curva granulométrica, y sus valores se encuentran entre 0,8 y 2,2. Valores altos indican una fragmentación uniforme, mientras que valores bajos son señal de cantidades importantes tanto de finos como de gruesos.

Como se ha visto en su expresión, está influenciados por diferentes variables que intervienen en el diseño de una voladuras. Estas variables influyen de diferente manera en el valor del índice de uniformidad. En la tabla nº 45 se recoge la forma en que influyen estas variables en el valor del índice de uniformidad  $u$ :

| VARIABLE DE DISEÑO    | U AUMENTA SI LA VARIABLE |
|-----------------------|--------------------------|
| B/d                   | Disminuye                |
| L/H                   | Aumenta                  |
| S/B                   | Aumenta                  |
| Tresbolillo           | Aumenta                  |
| Precisión perforación | Aumenta                  |

**Tabla nº 45: Influencia de las variables de diseño sobre el valor de  $u$**

### 10.7.3. Fragmentación en las voladuras tipo

Con el desarrollo del modelo de Kuz-Ram explicado anteriormente, se procede a realizar la predicción de fragmentación para las voladuras de producción diseñadas, tipo 1 y 2. En la tabla nº 46 se muestran los valores obtenidos.

|               | Voladura Tipo 1 | Voladura Tipo 2 |
|---------------|-----------------|-----------------|
| $T_b$ (cm)    | 25.57           | 27.31           |
| $T_{bc}$ (cm) | 33.99           | 36.30           |
| $u$           | 1.29            | 1.29            |

**Tabla nº 46: Modelo de Kuz-Ram para las voladuras tipo**

### 10.7.4. Curva granulométrica en las voladuras tipo

Despejando estos valores en la ecuación de Rosín-Rammler, en el caso más desfavorable que es la voladura tipo 2, obtenemos la siguiente predicción de la curva granulométrica para nuestra explotación, figura nº 98.

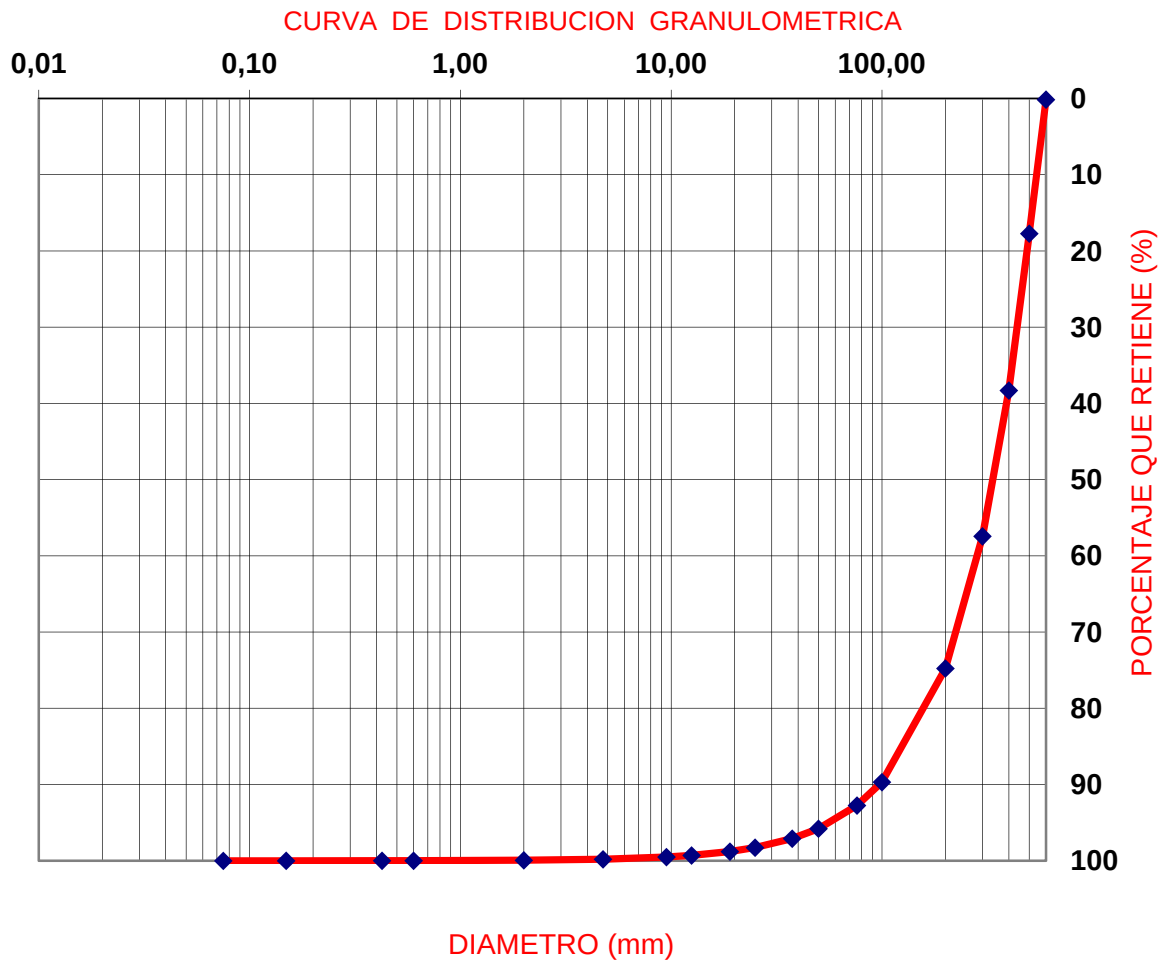


*Figura nº 98: Curva granulométrica obtenida*

En dicha curva podemos observar como con los parámetros de voladura definidos nos proporcionarán un máximo inferior a 580 mm de tamaño máximo de bolos a la entrada de la planta de tratamiento.

#### **10.7.5. Fragmentación secundaria**

La fragmentación secundaria en la explotación, de forma general, se realizará mediante la utilización de medios mecánicos, martillo neumático sobre retroexcavadora. Sólo en casos donde no sea posible su utilización se procederá a la fragmentación secundaria producida mediante explosivos.

La fragmentación secundaria que se realizará en la explotación se corresponderá con el taqueo de los bolos de medio y gran tamaño procedentes de las voladuras ya que lo que se pretende es reducir las dimensiones de los bloques hasta un tamaño acorde con la boca de la trituradora.

Es por esta razón que nunca se utilicen grandes cantidades de explosivo, no superando un consumo operante de 50 gr/m<sup>3</sup>. El explosivo utilizado en esta labor será hidrogel, aunque si se usa otro tipo de explosivo de menor potencia la carga de este se realizará en torno a un 25% más. Por razones de seguridad y vibraciones, no se usarán las cargas en superficie ya que aumenta notablemente la onda aérea y la posibilidad de proyecciones.

Los barrenos realizados por lo general no superarán los 2 metros de longitud y se realizarán con el vagón perforador mediante a ejes paralelos a la máxima longitud del bolo.

## **10.8. Metodología de trabajo**

A continuación se enumeran, como guía, los pasos principales a tener en cuenta a la hora de planificar, diseñar y realizar una voladura.

### **10.8.1. Permisos y autorizaciones**

Según la normativa vigente en materia de minería se debe de contar con las siguientes autorizaciones, que se renovarán periódicamente y que son necesarias para la ejecución de las voladuras:

- Vigencia de las concesiones
- Proyecto de explotación.
- Proyecto y plan de restauración
- Plan de labores
- Documento de seguridad y salud
- Concentración de Labores
- Proyecto tipo de voladura.



- Autorización para ejecutar Voladuras Especiales
- Consumidor Habitual de Explosivos
- Proyecto mensual de consumo de explosivos
- Registros de consumo mensual, entradas y salidas de explosivos.
- Libros de incidencias
- Revisiones de la maquinaria y equipos para las voladuras
- Titulación de Técnicos, artilleros y ayudantes para las voladuras.
- Normas internas de seguridad

#### **10.8.2. Localización y reconocimiento de la zona a volar**

Antes de iniciar ningún trabajo de perforación se realizará por parte de la dirección facultativa un reconocimiento preliminar de la zona a volar, preferentemente en compañía del perforista, siendo ideal que se dé el caso de que esta persona sea también el artillero.

El emplazamiento de la voladura corresponde al Director Facultativo, que recorrerá la zona en busca de posibles indicios de fallas, roturas del terreno, sumideros, torcas, indicios de cavidades y cualquier cosa susceptible de provocar problemas en el momento de la perforación o disparo. Se tomarán fotografías si fuera necesario, archivándolas junto con el cálculo matemático de la voladura para su posterior estudio.

#### **10.8.3. Acondicionamiento de la zona a volar**

Una vez reconocida la zona, se procederá a acondicionar el terreno para evitar la capa vegetal, pendientes o rocas que pudieran ocasionar riegos o problemas en el barrenado. Se procede a la eliminación de tierra, que una vez acopiada se destinará a la restauración. Si fuera necesario crear un acceso, rampa o similar se utilizará una pala retroexcavadora no solo a tal efecto sino una vez ejecutada la voladura para la labores de saneo del frente.

#### **10.8.4. Sentido del avance del banco, replanteo de los barrenos y malla de perforación**

En general, el avance del banco vendrá dado, atendiendo al control geoestructural del macizo, por el buzamiento de los estratos. En nuestro caso, se avanzará en sentido opuesto al buzamiento, es decir, avanzaremos los frentes en el sentido en el que profundizan los estratos.

Los barrenos se replantearán en el terreno mediante cinta métrica y pintura de marcado fluorescente distribuidos con una malla de perforación previamente calculada en función de parámetros descritos. A continuación con la ayuda de un GPS de mano, se tomará una lectura UTM para el posicionamiento y localización de la voladura. Esta medida se realizará a modo orientativo para su posterior implantación en el plano de labores de la explotación.

#### **10.8.5. Inicio de la perforación**

El perforista comenzará la perforación, anotará en su parte-chequeo todas las anomalías detectadas tanto en la máquina como en el frente, teniendo especial cuidado en marcar posibles fugas de aire, grietas, fallas, cavernas o zonas arcillosas que pudieran ocasionar futuros problemas. En caso de que se dé una situación potencial de riesgo, se comunicará a la dirección facultativa con la mayor brevedad posible, tomando así las medidas que se crean oportunas, tal y como se refleja en las Disposiciones Internas de Seguridad.

#### **10.8.6. Toma de muestra y referencia topográfica de la muestra y la voladura.**

Por norma general y si no se indica lo contrario se tomará al menos una muestra del polvo de la perforación para su análisis en laboratorio y se georeferenciará para su caracterización. En el caso de que el frente no sea homogéneo se tomarán tantas muestras como la dirección facultativa estime oportuno.

#### **10.8.7. Reconocimiento de los barrenos para el cálculo del explosivo**

En el momento de finalizar la perforación se reconocerán los barrenos al efecto de que se encuentren en disposición de ser usados en la voladura, es decir que no se hayan cerrado por la caída de piedras o bien tengan agua en el fondo. Así pues se desecharán los que no estén correctamente ejecutados y se perforarán junto a ellos otros nuevos si es posible, para evitar que sobre explosivo el día de la voladura, hecho este completamente indeseable, no solo por el coste económico sino por el riesgo derivado de la destrucción de explosivos.

Como medida de seguridad se perforará un par de barrenos de más que no intervendrán en los cálculos de la voladura y que quedarán como barrenos perdidos o bien servirán para la destrucción de los detonadores sobrantes si se diera el caso. Para evitar que estos barrenos sobrantes se desperdicien, se perforarán como una línea más de barrenos por detrás de los dados que indicarán el retranqueo del frente si este se produce o bien servirán como primera línea en la siguiente voladura.

Por otra parte si se halla agua en el fondo del barreno en el momento del reconocimiento, se tomarán las medidas oportunas en el cálculo de la cantidad y tipo de explosivo a emplear en incluso en vaciado del fondo de barreno, entubado o encartuchado.

#### **10.8.8. Cálculo de la voladura y petición a depósito**

A continuación se procede al cálculo de la voladura teniendo presente toda la información obtenida en los pasos que se han descrito anteriormente. También cobra especial importancia la climatología, ya que las precipitaciones pueden dar al traste con todo el trabajo.

La presencia de agua en el interior del barreno puede dar lugar en los explosivos como los hidrogeles a lo que se conoce como el efecto canal, que no es más que una desactivación del explosivo por el aumento de la presión lateral de los gases y el agua sobre el explosivo, por delante del frente de detonación, que dan lugar a la desensibilización de los explosivos del tipo mencionado. Es muy común que en épocas invernales se produzcan abundantes lluvias que convertidas en torrentes circulen

superficialmente o bien a través de la roca por las juntas, grietas e intersticios hasta el fondo del barreno ocasionando desagradables sorpresas el día de la voladura si no hemos tomado las pertinentes precauciones.

Por estas razones se hace de vital importancia la previsión climatológica a la hora del cálculo de la voladura, no solo desde el punto de vista económico sino sobre todo desde el punto de vista de la seguridad.

Por último, cuando los cálculos se han realizado, se pide a Depósito la cantidad y tipo de explosivos así como los accesorios de la voladura con al menos 48 horas de antelación como marca la normativa, se solicita el vigilante de seguridad y se comunica a la autoridad minera el plan y esquema de tiro.

#### **10.8.9. Acopio de materiales para la voladura**

Puede ser que por climatología u otras razones sea necesario aportar arena para el retacado o bien colocar los paramentos o medidas antiproyecciones necesarias para la voladura, siendo este el momento adecuado y no el día de la pega.

Se procurará tener todo dispuesto y planeado para no incurrir en prisas o falta de medidas de seguridad el día de la detonación. De este modo se acopiará cerca del área de trabajo todo lo necesario como arena de retacado, redes, balizas, señales, accesos, etc... que pudieran ser necesarias.

Por otra parte se dispondrá de una zona en el almacén de canteras destinada al acopio de los útiles de la voladura (palas, azadas, señales, líneas de tiro, atacadores, corta-envases, picas de descarga, cuerdas de medida, desatascadores), además del explosor que permanecerán allí hasta el momento de la recepción del explosivo.

#### **10.8.10. Vaciado del agua del barreno**

La presencia de agua en el barreno supone un indudable aumento en el costo de la voladura, un menor rendimiento y menor seguridad en la ejecución de la voladura, hechos del todo indeseables a toda costa.

Para combatir este hecho se hace necesario que los tiempos de perforación se reduzcan al mínimo, de tal forma, que en la medida de lo posible, se evite que el fondo del barreno se llene de agua. En lo posible se planificará la labor de perforación, para que transcurra el menor tiempo posible entre la terminación del barreno y el llenado del mismo con explosivo el día de la voladura.

En el caso de que los barrenos contengan agua en proporción mayor a la que evacuaría la carga de fondo de explosivo plástico obtenido del cálculo teórico, no quedaría más remedio que el vaciado del mismo.

En nuestro caso, el método a utilizar para el vaciado de los barrenos, dada la altura del banco (10 m) será mediante soplado, utilizando el aire comprimido del propio vagón perforador. Este método resulta cómodo, sencillo y sobre todo rápido. Durante las labores de soplado se limitará el acceso a la zona de personas por el peligro que conlleva el hecho de que durante la introducción del aire a presión se pueda escapar la manguera de su alojamiento.

Otras solución podrá ser el uso de anfos encartuchados. Esta solución encarece la voladura y además se pierde una cualidad fundamental del anfo que es la de rellenar todos los intersticios del hueco, con lo que el anfo ya no está confinado por lo que pierde capacidad. Envainar el anfo, consiste en enfundarlo con un film de plástico que normalmente se presenta en rollos con el fin de que no se moje. El problema es que al tener una densidad baja, flota con lo que tendremos que intercalar cebos intermedios para que se hunda. Tiene el inconveniente de que ralentiza la operación de llenado del barreno y también se pierde capacidad de explosivo por no estar confinado.

#### **10.8.11. Recepción del explosivo**

Por norma general el explosivo deberá llegar a la explotación acompañado de los guardas de seguridad, por la mañana temprano, en donde les esperará el artillero o personal de la empresa para indicar el acceso al transporte hasta el tajo. Es en este momento cuando el Servicio de Intervención de Armas y Explosivos de la Guardia Civil

presente hace el chequeo de documentación del transporte y se habilita el control de accesos.

A continuación se acompaña al convoy hasta el lugar de la voladura. Una vez situado el transporte paralelo al frente se procede al desestibado de los envases y el personal propio que va a ejecutar la voladura, artilleros y ayudantes, es el encargado de acercar los envases hasta los barrenos, colocando las cajas y sacos de tal modo que sea legible el código para hacer el chequeo de los números de serie de los explosivos.

La recepción del explosivo corre a cargo del director facultativo o en su defecto la persona que el designe, y se realizará en presencia de los vigilantes de seguridad, además de el Servicio de Intervención de Armas y Explosivos de la Guardia Civil si se da el caso. Una vez chequeado el explosivo y los detonadores, se dará curso a las guías de circulación y albaranes.

#### **10.8.12. Depósito de explosivos**

En nuestro caso, no existe ningún tipo de depósito de almacenamiento en las instalaciones, por lo que no se permitirá el depósito de ningún tipo de explosivo o detonadores.

#### **10.8.13. Distribución del explosivo y los detonadores**

El explosivo será distribuido y colocado de tal modo que los envases queden apoyados con los números de serie hacia arriba para la anotación y comprobación de los mismos.

Los detonadores quedaran separados hasta el momento de su uso en una zona de poco transito, como puede ser el espacio entre la línea de barrenos y el frente.

La cantidad y distribución del explosivo viene dado en el plan de tiro del cálculo de la voladura. El orden en la colocación evita pérdidas de tiempo y despistes o fallos en el explosivo que se va introduciendo en cada uno de los barrenos.

#### **10.8.14. Chequeo de número de serie**

Una vez distribuido el explosivo se chequean los números de serie de los envases que quedarán reflejados en el acta de la voladura y se dará por recepcionado tanto el explosivo como los accesorios.

#### **10.8.15. Reunión de seguridad**

Antes del comienzo de las labores de carga de la voladura, tiene lugar una pequeña reunión de seguridad en la que se recuerda a los operarios y vigilante las normas y precauciones importantes para realizar correctamente el trabajo, así como las Disposiciones Internas de Seguridad en materia de explosivos.

En esta reunión dirigida por el Director Facultativo o la persona que el designe, también se planifica e indica la forma de operar y la misión de cada uno, así como los riesgos más comunes. Tras la reunión se firma un breve acta de la misma.

#### **10.8.16. Carga del barreno**

Por norma general la voladura estará formada por un equipo de 3 personas de tal modo que dos personas se encargan de la carga de los barrenos y una tercera persona recogerá los envases que van quedando vacíos a medida que se avanza, para luego transportarlos hasta la zona de quemado y va retacando los barrenos llenos.

El barreno se ceba en fondo con un cartucho de riogel de diámetro acorde con el taladro, al que se ha incorporado el detonador no eléctrico Rionel DDX y se sujeta el otro extremo del mismo, compuesto por el tubo de transmisión con su conexión, asegurándolo en superficie junto a la boca del barreno. Después se completa la carga de fondo como indica el plan de tiro de tal modo que los cartuchos estén en contacto para finalmente introducir la carga de columna.



Se puede dar el caso de aparición de coqueras, estrechamientos o bien irregularidades en el barreno, por esta razón el perforista en su parte diario de trabajo habrá dejado explícito la presencia de zonas arcillosas, coqueras, grietas o planos de falla. Pero puede ser que durante la perforación no se hayan detectado por lo que se usará una cuerda con un contrapeso en su extremo o bien una cinta métrica para comprobar el llenado del barreno, y no superar en ningún momento la carga teórica máxima de dicho taladro calculado teóricamente por el director facultativo.

#### **10.8.17. Retirada y acopio de embalajes**

A medida que se van rellorando los barrenos los embalajes vacíos quedan junto a cada barreno sujetos por piedras para evitar que sean arrastrados por el viento, de este modo se puede contabilizar como se ha comportado cada barrenos respecto a la carga específica o si ha ocurrido alguna anomalía durante el llenado. Cuando se haya terminado el retacado de los barrenos, se transportarán hasta el lugar en donde serán destruido los envases, localización ésta destinada a tal efecto.

#### **10.8.18. Retacado**

El retacado es una fase fundamental de la voladura ya que de no realizarlo bien se pierde energía de detonación y se producen proyecciones así como onda aérea y vibraciones completamente indeseables.

El material utilizado para el retacado es por norma general el polvo obtenido en la perforación del captador de la máquina perforadora. Si por alguna razón este no fuese suficiente o no existiese, se procurará antes de la voladura acopiar cerca de la misma un material granular y capaz de sufrir compactación.

El retacado se llevará a cabo por capas compactándolo con un atacador o útil normalmente de madera y con cuidado de no dañar el tubo propagador del detonador no eléctrico y evitando que se introduzcan piedras de la boca del barreno que en el momento de la detonación pudieran actuar a modo de proyectiles.

La longitud de retacado viene dada en los cálculos del plan de tiro.

#### **10.8.19. Protecciones adicionales**

En ocasiones se puede dar el caso de que por cercanía a estructuras u otras situaciones, sea necesario tomar medidas en cuanto a protecciones adicionales. Por supuesto es muy difícil detallar o definir la casuística de hipotéticas situaciones pero se tomarán todas las medidas que sean necesarias para minimizar en lo posible el riesgo.

Por ejemplo, se tapará con arena, tierra vegetal o se instalará una red de absorción para evitar proyecciones u onda área si existen estructuras en las cercanías susceptibles de ser afectadas.

#### **10.8.20. Conexión de los barrenos**

La conexión de los barrenos se ejecutará en el momento en el que esté concluida la fase de retacado de tal forma que a medida que se conecta en superficie nos cerciorem de que el retacado está terminado y que no quede ningún barreno sin tapar, evitando sorpresas desagradables.

El modo y forma de conexión viene determinado en el plan de tiro, así como el microrretardo, sentido y origen de la propagación.

En último lugar se conectará la línea de tiro compuesta por el tubo de propagación con el barreno de inicio de la voladura, pero nunca antes de cortar los accesos y despejar la zona, es decir, se conectará en el último momento, solo justo antes de disparar.

#### **10.8.21. Extendido de la línea de tiro**

La línea de tiro estará compuesta por un tubo de transmisión con propagación no eléctrica de la serie Rionel que se encuentra enrollado en un carrete portátil de

longitud aproximada de 100 metros que se extiende desde el barreno de inicio hasta el refugio, aunque la longitud puede ser mayor.

El cable se extenderá de tal forma que no corte caminos o pistas de acceso por los que se circule antes o después de la pega ya que de pisarlo algún vehículo podría dañarlo.

#### **10.8.22. Colocación de refugio para el disparo**

El refugio de disparo generalmente utilizado no es otro que el cazo de la pala volteado. La posición del mismo depende de la orografía de la zona pero se tratará en la medida de lo posible de situarlo en un lateral de la voladura al resguardo de proyecciones o caídas de material de frentes anexos.

#### **10.8.23. Corte de accesos a la voladura**

El corte de los accesos se lleva a cabo por el vigilante de explosivos y el personal dedicado a la voladura. La distribución de las posiciones es misión del Director Facultativo. Cada una de las personas porta prendas fluorescentes a tal efecto que sean visibles en la distancia. También van equipados con emisoras de radio para comunicarse y recibir órdenes del Director Facultativo. Estas personas no abandonarán sus posiciones hasta que así se lo indique el responsable una vez detonado, comprobado y reconocido por éste que no existe peligro de regresar a la zona de disparo. Además de cortar los accesos también se encuentra limitado el paso mediante un vallado que circunvala la explotación.

#### **10.8.24. Señalización de la voladura**

Como se indica en el punto anterior toda la explotación se encuentra vallada y señalizada mediante avisos de los diferentes riesgos. Por otra parte antes de la detonación se hacen señales acústicas indicando la cercanía de la detonación.

#### **10.8.25. Disparo de la voladura**

La voladura tendrá lugar cuando una vez asilada la zona, cortados los accesos, refugiados el artillero y ayudante, comprobada la línea y cargado el explosor, el director Facultativo da la señal de fuego. La hora de disparo vendrá dada por el tiempo de carga de la pega, pero por lo general viene a ser al mediodía, momento en el que se parará la trituración y existe menos tráfico de camiones en las instalaciones.

Para llevar a cabo el disparo de la voladura se usa un explosor o pistola de iniciación no eléctrica, capaz de iniciar la voladura mediante tubo propagador. Estos dispositivos son certificados tal y como exige la normativa (I.T.C. 12.0.01 Certificaciones y homologaciones del R.G.N.B.S.M y la Especificación Técnica 0541-1-92 y 0542-2-92).

#### **10.8.26. Proyecciones, vibraciones y onda aérea**

Las voladuras, en general, son las causantes de vibraciones que alteran el entorno de la explotación. Estas vibraciones son imposibles de eliminar pero si en gran medida de atenuar. Así, gracias a los sistemas de detonadores no eléctricos, la eliminación del uso de cordón detonante en superficie y la gran variedad de secuenciación, así como la realización de mediciones periódicas de vibraciones se ha conseguido mitigar en gran parte este problema, de tal modo que apenas sean perceptibles.

Con motivo de regular y controlar las vibraciones generadas por las voladuras, en España existe una legislación detallada al respecto, que define, limita y da pautas de actuación respecto a las vibraciones generadas por ellas. La normativa vigente corresponde a la I.T.C. 10.3.01, "VOLADURAS ESPECIALES" del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Esta I.T.C. hace referencia a la Norma UNE 22.381.93 "Control de Vibraciones producidas por las Voladuras".

La especificación Técnica 0380-1-85 del R.G.N.B.S.M., establece en el punto 6 la necesidad de contar con un libro de quejas en donde quedarán anotadas cualesquiera que sean las afecciones o daños producidos por las voladuras.

Las causas más probables para que se produzcan proyecciones vienen dadas generalmente por los siguientes factores:

- Fallo en el retacado.
- Mal estado de la zona de emboquille. Coqueras en la piedra B.
- Reducción de la piedra teórica  $B < B_1 < B_2$
- Acumulación de explosivo. Bocazos el frente de voladura.

#### **10.8.27. Reconocimiento de la voladura**

Nada más realizada la detonación y una vez disipados los humos de la combustión del explosivo se reconocerá la zona por el artillero y el responsable de la voladura, verificando que no existe ningún barreno fallido, falla, visera, o situación de peligro en la zona. También se reconocerá la zona de grietas, fracturas producidas en el terreno o fallas que afecten al banco, talud o futuras voladuras en la zona.

Según el resultado obtenido el director facultativo optará por tomar las medidas necesarias para la estabilización y control de los taludes, así como el sistema de carga, bien frontal o con retroexcavadora.

Una vez verificado a ausencia de peligro, el director facultativo procederá a la apertura de nuevo de los accesos y el regreso al lugar para continuar con las siguientes fases del proceso.

#### **10.8.28. Destrucción de explosivos y detonadores**

La destrucción de los explosivos y detonadores deberá venir indicada en las correspondientes disposiciones internas de seguridad.

#### **10.8.29. Destrucción de los embalajes**

En el momento de la quema de los sacos, bolsas y cajas se tomarán las medidas oportunas de seguridad para una eventual detonación producida por un resto de explosivo que pudiera haber quedado en los envases. Por otra parte se quemarán los restos de los accesorios en otro lugar distinto una vez detonados.

Según indica la norma los envases y restos de accesorios se quemarán una vez concluida la voladura.

Las cenizas producto de la combustión se retirarán para evitar que animales tengan acceso a ellas pues al contener sales, en ocasiones pueden ser ingeridas por la fauna y afectar a la misma.

#### **10.8.30. Finalización de la voladura**

La finalización o conclusión de la voladura viene determinado por la comprobación por parte de la dirección de las labores de que todas las fases o partes hasta ahora descritas se han llevado a término de forma programada en el plan de tiro, siguiendo las especificaciones técnicas de proyecto y cumpliendo ordenadamente las normas de seguridad. En este momento el responsable de las labores reúne a los participantes en la voladura y levantando acta junto con el artillero se pronuncia dando fin a la voladura.

#### **10.8.31. Inicio de las labores de carga de la voladura**

En el menor tiempo posible desde la pega, se procede a limpiar y recoger la zona al pie de la voladura por una pala cargadora frontal retirando los cascotes resultado del derrumbamiento del frente que pudieran ocasionar riesgo de corte, vuelco o dificultara la maniobra del cargue.

Una vez terminada la carga del material de la voladura, la cara libre del banco nos muestra en ocasiones las consecuencias del impacto de la detonación sobre

la piedra apareciendo a veces grietas, fallas o incluso las cañas de los barrenos. Todos estos vestigios son importantes pruebas que es necesario observar y tener en cuenta para futuras voladuras a la hora de iniciar de nuevo el proceso de arranque.

De la observación de la cara del frente y de por ejemplo las cañas de los barrenos podemos deducir a veces a simple vista el paralelismo, inclinación y sobre todo la desviación de los tiros. Gracias a técnicas de medición con perfilómetros detectaremos para luego no incurrir en posibles desviaciones que puedan dar lugar a errores en el cálculo de la piedra y el espaciamiento.

## **11. Planta de tratamiento**

### **11.1. Justificación de la planta de tratamiento**

Teniendo en cuenta las necesidades de producto y producción expresadas, y la curva granulométrica obtenida, ambos datos expresados en los apartados 1.3 y 10.7.4 respectivamente, podemos observar como más del 90% del material volado de nuestra explotación se encuentra por encima del tamaño de producto demandado. Se justifica por tanto, la necesidad de implantar una planta de tratamiento de áridos en nuestra explotación.

Dadas las características de nuestra explotación, como son la vida estimada de la misma (7 años), la necesidad de modificar los productos a los dos años de explotación se plantea la necesidad de implantar unas instalaciones sencillas con el menor número de elementos, que tengan facilidad de adaptación. Para lo cual se plantea la instalación de una parte fija y una parte móvil y compacta.

Partiendo de estas premisas, definimos una primera parte de la explotación compuesta por:

- Un equipo de trituración primaria y un equipo de clasificación primaria que se dispondrá de manera fija a lo largo de toda la vida de la explotación.
- Un equipo de trituración secundario y un equipo de clasificación secundaria que se estará compuesta por equipos móviles.



A partir de estos datos de partida (tipo de producto demandado, producción requerida y curva granulométrica) se definirán las características del proceso de trituración de nuestra planta.

## **11.2. Parámetros de trituración**

Además de los datos de partida expresados en el punto anterior, son necesarios determinar unos parámetros de diseño, estos son requisitos indispensables para poder definir los equipos de la planta de tratamiento, y son:

- Dimensión máxima de entrada ( $D_{m\acute{a}x.}$ ).
- Dureza y abrasividad del material.
- Humedad y adherencia. Plasticidad.
- Caudal
- Razón de reducción.
- Granulometría del producto de salida.
- Forma del producto de salida.
- Robustez y mantenimiento de la máquina.

### **11.2.1. Dimensión máxima de entrada**

Este factor condiciona la boca de entrada del equipo de trituración primaria. Existen varias formas de determinar la dimensión máxima de entrada:

- Colocando un emparrillado a la entrada de la tolva de alimentación de la máquina de trituración.
- Mediante un ábaco se relaciona la dimensión máxima de entrada.
- También puede venir como límite impuesto por el proveedor de los equipos.

El valor de la dimensión máxima de entrada ( $D_{m\acute{a}x}$ ) permite definir la etapa de trituración y en consecuencia, el tipo de máquina más conveniente para cada etapa.

#### **11.2.2. Dureza y abrasividad**

La dureza se entiende como la resistencia a compresión de la roca. Así, atendiendo a su dureza, podemos clasificar los materiales en:

- Materiales blandos ( $\leq 1.000 \text{ kg/cm}^2$ ): Asbesto, yeso, pizarra, carbón, sales, talio, caliza blanda, cal.
- Materiales medios ( $1.000 - 1.500 \text{ kg/cm}^2$ ): Caliza, dolomía, arenisca, bauxita.
- Materiales duros ( $1.500 - 2.000 \text{ kg/cm}^2$ ): Taconita, granito, grava granítica, escorias, ferroaleaciones.

En nuestra explotación aflora una caliza con un índice a compresión simple medio, superior a los  $1.000 \text{ kg/cm}^2$ , tratándose de una caliza de tipo medio.

Con respecto a la abrasividad, se dice que una sustancia es abrasiva cuando su contenido en sílice libre o en pirita es mayor a 6-8 %. Nuestra caliza posee un contenido en sílice muy bajo, resultando un material poco abrasivo.

#### **11.2.3. Humedad, adherencia y plasticidad**

Frente a este factor, en general, son malas todas máquinas que trabajan por gravedad. Es de vital importancia la entrada a la machacadora de material lo más exento de finos, evitando así problemas en la operación de trituración.

#### **11.2.4. Caudal**

En las máquinas de presión (giratorias, mandíbulas, cilindros lisos) depende poco de la dureza del material, es por ello por lo que son seleccionadas para estos materiales.

En las trituradoras de impactos o molino de cilindros dentado, depende de la dureza del material.

El caudal depende del estado de conservación de las mandíbulas, cilindros, martillos, etc. Los datos de los fabricantes de máquinas, se refieren a trituradoras con revestimientos nuevos. A igualdad de boca de admisión la trituradora giratoria tiene mayor caudal que la de mandíbulas. La trituradora de impactos tiene también elevado caudal, estamos hablando de máquinas en continuo, no de movimiento cíclico u alternativo.

Siendo la producción máxima anual de unas 650.000 tn, los dos primeros años de explotación, y trabajando la planta unas 3.490 horas al año, dos turnos de trabajo; la producción en puesto primario debe ser de, al menos, 187 tn/hora. Este caudal permitirá también mantener la producción necesaria para el resto de años de explotación sólo con un turno de trabajo.

#### 11.2.5. Razón de reducción

Se denomina razón de reducción a la relación  $D_{80}/d_{80}$  y no debe confundirse con la relación A/B. Siendo:

- A: es la boca de admisión del equipo.
- B: es el reglaje de salida del equipo.
- $D_{80}$ : la malla que permite el paso del 80% de la alimentación ( $\mu\text{m}$ ).
- $d_{80}$ : la malla que permite el paso del 80% del producto de salida ( $\mu\text{m}$ ).

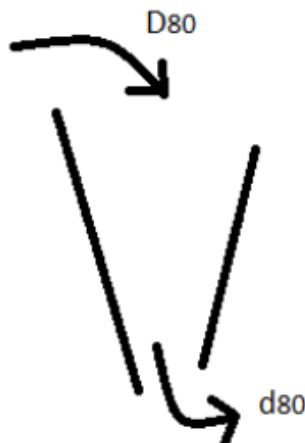


*Figura nº 99: Factor de reducción.*

En la figura nº 99, se muestra la razón de reducción del material saliente en función del cierre de la machacadora.

Existe una relación existente entre A, B,  $D_{80}$  y  $d_{80}$ , esta relación para cualquier equipo esta es:

$$A > D_{80} \quad B \leq d_{80}.$$

Por término general en máquinas de presión la razón de reducción varía entre 3/1 y 8/1, en máquinas de impacto la razón de reducción puede llegar incluso hasta 30 y en máquinas autógenas llega a 1.000.

La implantación de un circuito cerrado permite aumentar esta razón de reducción. Cabe añadir que el porcentaje de finos aumenta a medida que aumenta la razón de reducción. Varias trituraciones sucesivas producen menos finos que la trituración en una sola etapa (hecho a tener en cuenta en las instalaciones de áridos de cantera).

#### **11.2.6. Granulometría del producto de salida**

Es necesario conocer la granulometría de los materiales para las posteriores operaciones que se van a realizar como son: Cribado, conminución, transporte y almacenamiento.

Según las necesidades de producción expuestas al inicio de este proyecto, existen dos ámbitos de uso bien diferenciados.

Por una parte, será necesario cubrir las necesidades para la realización de los tramos de autovía, centradas en los dos primeros años de explotación. Los productos demandados son:

- 344.936 m<sup>3</sup> de suelo seleccionado con unas necesidades determinadas de granulometría como son un tamaño inferior a 100 mm y sólo un 15% por debajo de 0.4 mm.
- 157.726 m<sup>3</sup> de zahorra (ZA25) con la siguiente granulometría, tabla nº 46.

| TAMICES UNE | ZA (25) |
|-------------|---------|
| 40          | -       |
| 25          | 100     |
| 20          | 75-100  |
| 10          | 50-80   |
| 5           | 35-60   |
| 2           | 20-40   |
| 400         | 8-22    |
| 80          | 0-1     |

**Tabla nº 46: Características granulométricas de la zahorra ZA(25).**

Por otra parte, para el resto de años de explotación, la producción se centrará en la producción de áridos para cubrir la demanda de la comarca. Los productos generalmente demandados se concretan en:

- Zahorras artificial: con granulometría comprendida entre 0-25 y 0-40 mm.
- Grava: con granulometría comprendida entre 25 y 40 mm.
- Gravilla: con granulometría comprendida entre 15 y 25 mm.
- Garbancillo: con granulometría comprendida entre 5 y 15 mm.
- Arena: con granulometría comprendida entre 0 y 5 mm.

#### **11.2.7. Forma del producto de salida**

La forma del producto de salida depende de la estructura del mineral, del tipo de roca y del tipo de trituradora empleada.

Ésta propiedad se refiere a la mayor o menor cubicidad de las partículas. La cubicidad es la relación entre la superficie de un cubo, de igual volumen que una partícula dada, y la de dicha partícula.

Como regla general, las máquinas que trabajan con razón de reducción media y alimentadas a plena carga, dan productos más cúbicos que las subalimentadas o reguladas con razones de reducción próximas a la máxima.

Las giratorias dan una mejor cubicidad que las de mandíbulas. Las de mandíbulas lisas dan peor cubicidad que las de mandíbulas acanaladas. Las trituradoras de impactos dan, en general, buena cubicidad. La forma de los granos varían con su situación en la curva granulométrica, de forma tal que: los más gruesos son alargados, los intermedios se aproximan más a la forma cúbica y los más finos son alargados o aplastados.

El producto que se obtendrá tras el proceso conminución será destinado a la construcción de infraestructuras, por lo que será necesario dotar de cierta cubicidad al producto final.

#### **11.2.8. Robustez y mantenimiento de la maquinaria**

En instalaciones pequeñas, interesan máquinas de una elevada robustez y mantenimiento sencillo, aún a costa de disminuir el rendimiento de la operación, ya que este tipo de máquinas suele tener un mantenimiento bajo.

En instalaciones grandes, interesan máquinas de una robustez no tan elevada pero que den unos rendimientos muy elevados, este tipo de máquinas suele llevar, dado su grado de sofisticación, un mantenimiento elevado.

#### **11.3. Selección de los equipos de la planta de tratamiento**

En función de los parámetros que se han definido en los apartados anteriores, se va a proceder a seleccionar los equipos de trituración necesarios para lograr los productos deseados. En este caso nuestra explotación estará compuesta de un equipo primario y equipo secundario de trituración.

### **11.3.1. Equipo de trituración primaria**

Al equipo primario de trituración llegará la roca volada procedente de la cantera. El material será descargado sobre la tolva receptora, la cual alimentará directamente a la machacadora.

Para triturar esta piedra se suele optar entre tres tipos de trituradoras:

- Trituradoras giratorias.
- Machacadoras de mandíbulas.
- Molinos impactores.

Para elegir la trituradora más adecuada para nuestra explotación hay que regirse por los factores que ya se avanzaron en los apartados anteriores. Estos son:

- Tamaño máximo de bloque (admisión), en nuestro caso 580 mm.
- Caudal, en nuestro caso 187 tn/h, seleccionaremos 200 tn/h como margen de seguridad.
- Resistencia a compresión simple y abrasión, en nuestro caso 1.000 kg/cm<sup>2</sup> y roca no abrasiva.

Como se puede apreciar en la figura nº 100, a la hora de decantarse por una machacadora de mandíbula o por una trituradora giratoria, se debe tener en cuenta el caudal de roca a triturar.



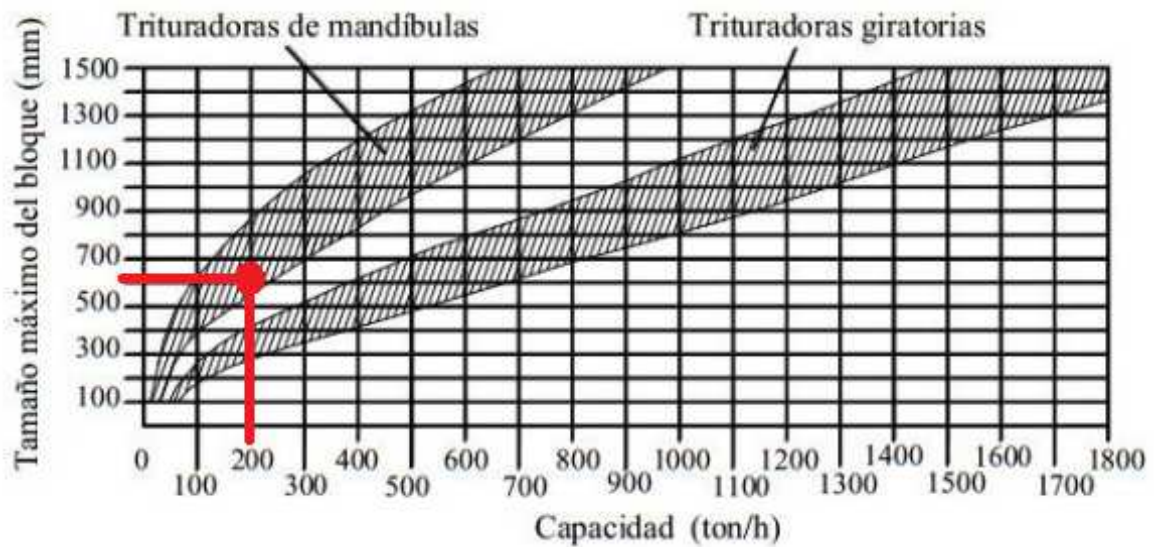


**Figura nº 100: Curvas elección tipo de equipo trituración primaria**

Para un caudal de 200 t/h de trituración primaria, medido en el equipo de trituración primario y una admisión de 580 mm, se estima que la trituradora ideal es una machacadora de mandíbulas.

### **11.3.2. Dimensionamiento del equipo de trituración primaria: machacadora de mandíbulas**

A la hora de dimensionar una machacadora de mandíbulas se debe tener en cuenta los siguientes parámetros básicos:

- $D_{Máx}$  y boca de entrada.
- Caudal y reglaje.
- Potencia absorbida y potencia motor.

Como ya aparece en el apartado 10.7.4., la curva granulométrica obtenida nos proporciona el  $D_{máx}$ , que será el tamaño de la malla que permita pasar el 100% del material tras la voladura. Según los parámetros actuales de perforación y voladura nos da un máximo de 580 mm de tamaño máximo.

La dimensión máxima de alimentación será un 75% a un 85% de la dimensión de la boca de la machacadora de mandíbula en su lado estrecho, lo que supone una dimensiones de 700 mm. Además, tiene que coincidir el tamaño máximo de entrada con la producción necesaria de 200 tn/h.

En función de estos parámetros preseleccionamos la machacadora Sandvik CJ211, figura nº 102, con unas dimensiones de admisión de 1100 x 700 mm, permitiendo para un reglaje de 40-200 mm una producción de hasta 90-540 tn/h.

Pasamos a calcular el diámetro máximo del árido a la salida de la trituradora, para cuadrada de dimensión igual al reglaje de los equipos, para diferentes tipos de trituradoras, figura nº 101.

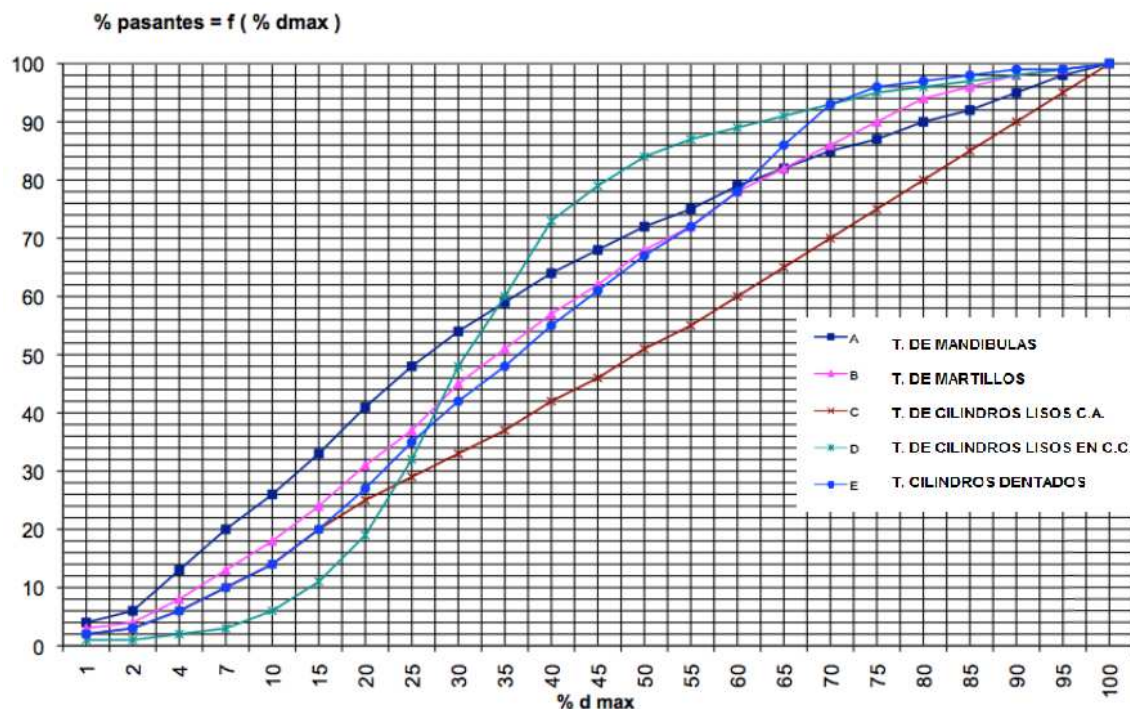


**Figura nº 101: Porcentaje de paso en función del  $D_{max}$  para trituradoras**

En nuestro caso, para el equipo preseleccionado, el fabricante nos proporciona un % de pasantes del 84%, lo que supone que el tamaño de salida máximo es un 70%, lo

que para una regulación de 75 mm nos proporciona un tamaño máximo de 107 mm y una producción de 212 tn/h, lo que es más que suficiente para nuestra explotación.

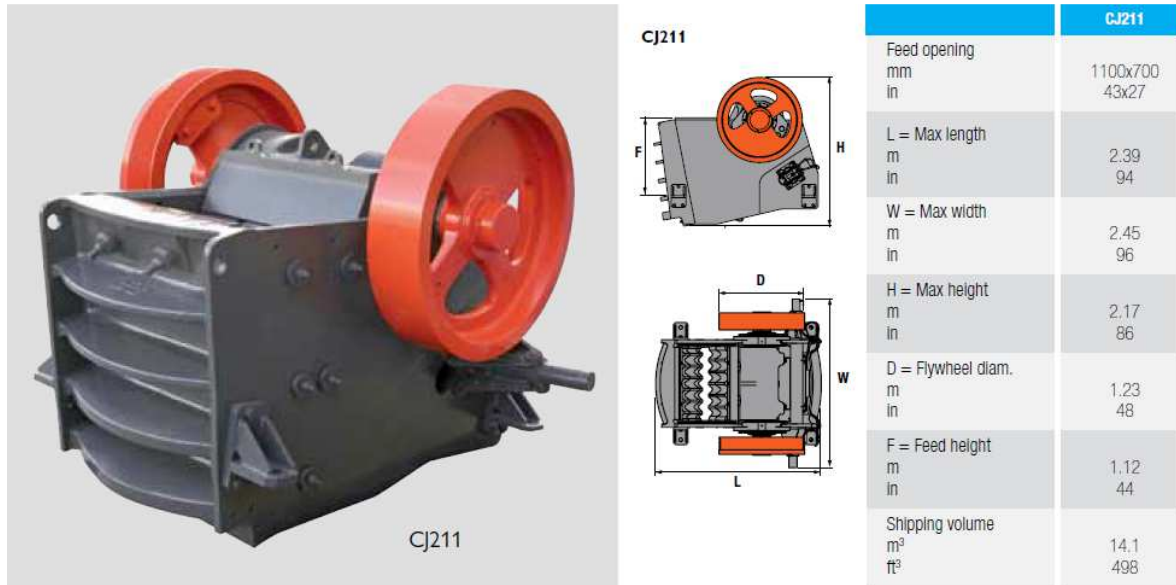


**Figura nº 102: Equipo de trituración primaria Sandvik CJ211**

Por lo que seleccionaremos finalmente este equipo, en la tabla nº 48 se muestran las características del equipo de trituración primaria seleccionado.

| EQUIPO DE TRITURACIÓN PRIMARIA                    |               |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Designación Machacadora Mandíbula                 | SANDVIK CJ211 |
| Tamaño Máximo alimentación                        | 700 mm        |
| Tamaño de la abertura de alimentación mm          | 1100 x 700 mm |
| Producción Máxima estimada a un reglaje de 100 mm | 250 tn        |
| Reglajes admisibles                               | 40-200 mm     |
| Producción límite                                 | 90-540 tn     |
| Potencia                                          | 90 kW         |
| Velocidad                                         | 270 rpm       |
| Peso                                              | 15.000 kg     |

**Tabla nº 48: Características equipo de trituración primaria.**

Procesando los datos obtenidos de acuerdo con los parámetros del fabricante obtenemos la curva granulométrica producida por nuestro equipo de trituración primario, figura nº 103, para una regulación de 75 mm.

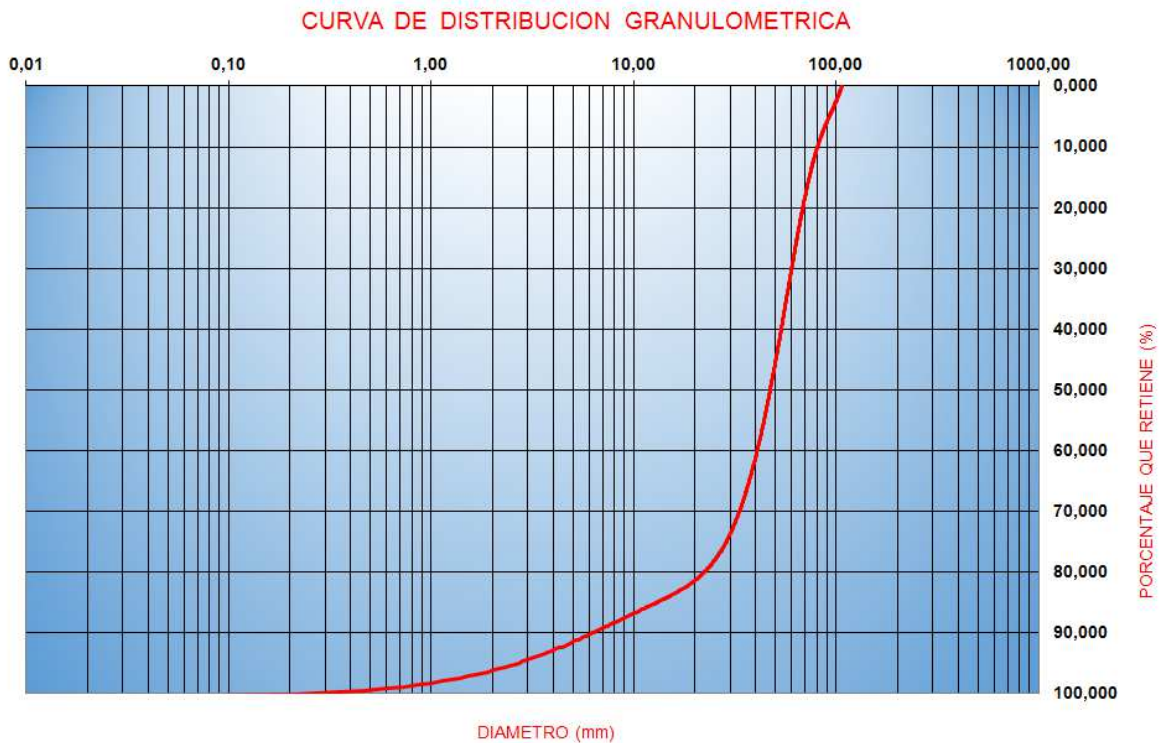


**Figura nº 103: Curva granulométrica producida por el equipo de trituración primaria Sandvik CJ211**

### **11.3.3. Equipo de trituración secundaria**

En este caso utilizaremos un equipo móvil de trituración, es necesario en primer lugar definir el tipo de equipo de trituración secundaria que se seleccionará.

Así, para alimentaciones más finas que las de las primarias se pueden utilizar máquinas más pequeñas, pero de parecida concepción general a las anteriores, pudiendo funcionar con mayores velocidades, aunque con un descenso de capacidad a medida que vamos disminuyendo el cierre de salida de la máquina (CSS). Tenemos dos tipos de máquinas posibles:

- Trituradora de cono.
- Molino impactor de eje horizontal.

Elegimos el segundo tipo debido a:

- Excelente cubicidad del producto final en una sola etapa de trituración. De esta manera, en nuestro diseño solo con un equipo podemos producir toda la gama de productos finales.
- Gran capacidad de reducción, superior a 10 veces el tamaño de entrada.
- Versatilidad a la hora de poder procesar distintos tamaños de material.
- Debido a la baja abrasividad del material es mucho más indicado que el cono, el cual es mucho mejor en condiciones de alta abrasividad.
- Alta capacidad de producción.

#### **11.3.4. Dimensionamiento del equipo de trituración secundaria: molino impactor de eje horizontal**

Una vez definido el tipo de equipo de trituración del que dispondrá nuestro equipo móvil es necesario determinar las características del mismo.

El funcionamiento de los molinos de impacto se basa en la caída del material desde la entrada sobre el rotor, proveniente de la rampa de alimentación. Este material es alcanzado por las barras del rotor, que aparte de producir alguna rotura, fundamentalmente los lanzan contras las barras o placas de choque donde se produce la rotura por impacto y los fragmentos producidos vuelven a caer sobre el rotor para volver a ser lanzados, hasta que su tamaño les permite pasar por el hueco entre el rotor y las barras o placas de choque, obteniéndose así una reducción muy elevada.

La regulación del equipo (CSS) consistirá en la aproximación de las barras de impacto del rotor giratorio y las placas de impacto. Esta distancia nos dará la medida del producto final. A la hora de elegir el molino impactor tendremos que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Granulometría máxima de alimentación. Del tamaño de entrada dependerá el reglaje de salida del molino, a menor tamaño de salida, menor tamaño a la entrada. En nuestro caso el tamaño máximo de entrada es el calculado anteriormente como tamaño máximo de salida de la machacadora de mandíbulas, su valor es de 107 mm.
- Tamaño del producto de salida, en nuestro caso se regulará la salida del molino para obtener un tamaño máximo de salida del molino de 40 mm.
- Etapas de reducción.
- Producción necesaria, se tomará redondeando una producción de 100 tn/h. Se fundamenta esta producción ya que durante la 1ª fase de explotación (200 tn/h), 2/3 son de suelo seleccionado y 1/3 se corresponde con zahorra ZA25 (67 tn/h); en la 2ª fase de explotación la producción total bajaría a un total de 90 tn/h, este valor si debería pasar totalmente por el molino de impactos.

En función de estos parámetros preseleccionamos el molino de impactos NP1213 de Metso, que con un tamaño de admisión de 200 mm, permite con un reglaje de 20 mm una producción de 180 tn/h y con un reglaje de 40 mm una producción de 280 tn, producciones que cumplen las necesidades de nuestra explotación.

Este molino impactor NP1213 se monta en un equipo móvil denominado Lokotrack LT1213 de Metso, el cual se muestra en la figura nº 104.



**Figura nº 104: Equipo de trituración secundaria NP1213 montado sobre equipo móvil LT1213 de Metso**



Pasamos a calcular el diámetro máximo del árido a la salida de la trituradora, para lo cual a utilizaremos de la gráfica general con los porcentajes de paso, por una malla cuadrada de dimensión igual al reglaje de los equipos, proporcionada por el fabricante para este equipo, figura nº 105.

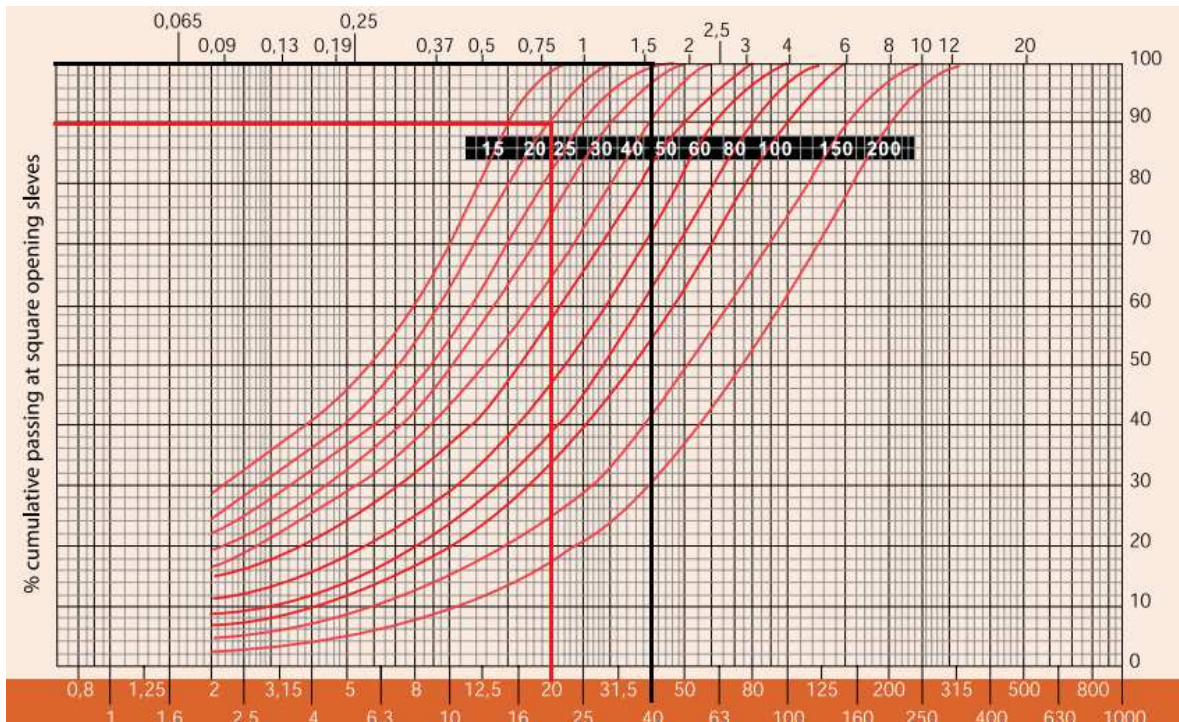


**Figura nº 105: Cálculo del reglaje equipo de trituración secundaria NP1213**

En nuestro caso, para garantizar un tamaño máximo de árido de 40 mm es necesario regular el equipo a 20 mm, con lo que nos proporciona una producción de 180 tn/h, situando el 90 % de la misma con un tamaño inferior a 20 mm, lo que es más que suficiente para nuestra explotación.

Por lo que seleccionaremos finalmente este equipo, en la tabla nº 49 se muestran las características del equipo de trituración primaria seleccionado.



| Equipo de trituración secundaria                 |                  |
|--------------------------------------------------|------------------|
| Designación equipo movil                         | LOKOTRACK LT1213 |
| Potencia                                         | 310 kW           |
| Peso                                             | 45 tn            |
| Designación molino impactor de eje horizontal    | NP1213           |
| Tamaño Máximo alimentación                       | 200 mm           |
| Tamaño de la abertura de alimentación mm         | 1300 x 700 mm    |
| Producción Máxima estimada a un reglaje de 20 mm | 180 tn           |
| Reglajes admisibles                              | 15-100 mm        |

**Tabla nº 49: Características equipo de trituración secundaria.**

Procesando los datos obtenidos de acuerdo con los parámetros del fabricante obtenemos la curva granulométrica producida por nuestro equipo de trituración secundario, figura nº 106.

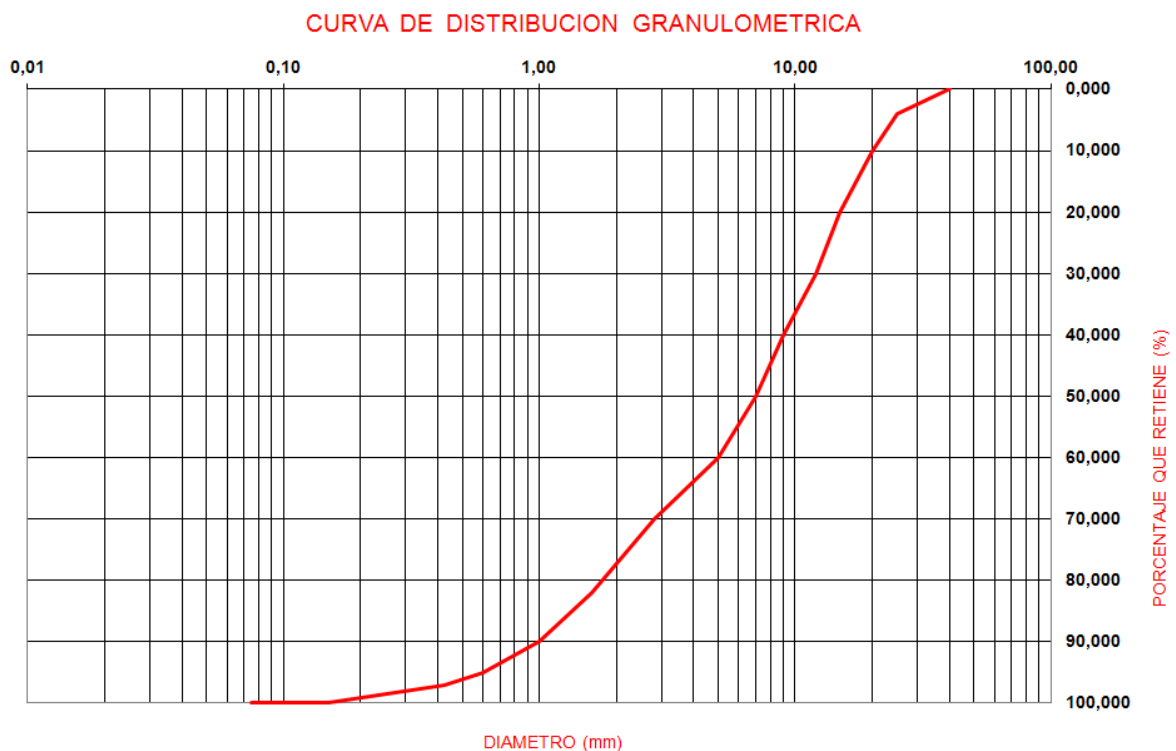


**Figura nº 105: Curva granulométrica producida por el equipo de trituración secundaria NP1213 de Metso montado en planta móvil Lokotrack LT1213**

### 11.3.5. Equipos de cribado

En primer lugar para realizar la selección de los diferentes equipos de cribado necesarios en nuestra explotación es necesario determinar la superficie de cribado necesaria para cada caso.

Existen un gran número de métodos para calcular la superficie de cribado, aunque se pueden resumir en:

- Método de alimentación: basado en la masa sólida por unidad de tiempo que puede alimentarse a una superficie específica de malla de una determinada luz de paso.
- Método pasante: basado en la masa sólida por unidad de tiempo que pasa por una superficie específica de malla de una determinada luz de paso.

Para el cálculo de nuestros equipos de cribado utilizaremos una variante del método Blanc. Su cálculo es un método empírico basado en capacidades base para un producto, considerado en unas condiciones preestablecidas, y adaptado mediante coeficientes a la operación deseada. Para ello utilizamos la siguiente expresión:

$$\text{Superficie de cribado (S)} = \frac{\text{Tonelaje a cribar (T)}}{\text{Capacidad Básica (B)} \cdot \text{Factores de Corrección (}\int_t\text{)}}$$

Donde:

S: superficie necesaria de cribado, expresada en m<sup>2</sup>

T: masa de sólidos (alimentación o pasante) en t/h

B: capacidad específica o básica (alimentación o pasante) en t/m<sup>2</sup>h

$\int_t$ : factor total de corrección de la capacidad básica, sin unidades

Para el valor de la capacidad básica o específica, B (t/m<sup>2</sup>h) se toman unos valores estándar, para un producto de densidad aparente 1,6 t/m<sup>3</sup> que pasa por una malla de luz determinada, de alambre de acero y con área libre del 50 %, colocada en la primera posición de una criba instalada con una inclinación de 20°. El producto de alimentación con un contenido de partículas superiores a la luz de malla, rechazo, del 25 % y de

partículas inferiores al tamaño mitad de la malla, semitamaño, del 40 %. Eficiencia de cribado considerada del 94 %. Los valores estándar de la capacidad básica se presentan en la tabla nº 50.

| CAPACIDAD BASICA B (tn/m <sup>2</sup> h) |          |           |         |
|------------------------------------------|----------|-----------|---------|
| Luz de malla<br>(mm)                     | Material |           |         |
|                                          | Carbón   | Triturado | Natural |
| 0.5                                      | 2        | 2.7       | 3.5     |
| 0.8                                      | 2.6      | 3.4       | .4      |
| 1                                        | 2.8      | 3.7       | 4.9     |
| 1.25                                     | 3.1      | 4.1       | 5.5     |
| 2                                        | 4        | 5.3       | 7.1     |
| 4                                        | 6        | 8         | 10.5    |
| 5.6                                      | 78.5     | 10        | 13      |
| 6.3                                      | 8.1      | 10.8      | 14      |
| 8                                        | 9.4      | 12.5      | 16      |
| 10                                       | 10.8     | 14.4      | 18.6    |
| 12.5                                     | 12.5     | 16.6      | 21.5    |
| 16                                       | 14.3     | 19        | 25.1    |
| 20                                       | 16.5     | 22        | 29      |
| 25                                       | 19.5     | 26        | 33.4    |
| 31.5                                     | 22.5     | 30        | 37.9    |
| 40                                       | 26       | 34.7      | 42.5    |
| 50                                       | 29.3     | 39        | 47.4    |
| 63                                       | 33       | 44        | 52      |
| 80                                       | 36.8     | 49        | 57      |
| 100                                      | 42       | 56        | 63      |
| 120                                      | 47.3     | 63        | 68      |

**Tabla nº 50: Capacidad Básica**

A partir de estos valores estándar se procede a determinar un valor de corrección que será producto de distintos parámetros, que dependerán de las características concretas de nuestro equipo de cribado. Estos parámetros son:

- $\int_d$ = Densidad específica aparente
- $\int_R$ = Partículas superiores al tamaño de clasificación, rechazo R, ver tabla nº 51.

| FACTOR DE RECHAZO |     |      |      |      |      |    |      |      |      |      |
|-------------------|-----|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| R                 | 0   | 5    | 10   | 15   | 20   | 25 | 30   | 35   | 40   | 45   |
| $\int_R$          | 1.1 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.02 | 1  | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.92 |

**Tabla nº 51: Factor de rechazo**

- $\int_S$ = Partículas inferiores a la mitad del tamaño de clasificación, ver tabla nº 52.

| FACTOR DE SEMITAMAÑO |     |      |      |      |      |      |      |      |    |      |
|----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|----|------|
| Semitam              | 0   | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40 | 45   |
| $\int_S$             | 0.5 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.72 | 0.77 | 0.85 | 0.92 | 1  | 1.1  |
| Semitam              | 50  | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   | 85   | 90 | 95   |
| $\int_S$             | 1.2 | 1.3  | 1.45 | 1.6  | 1.75 | 1.95 | 2.2  | 2.55 | 3  | 3.65 |

**Tabla nº 52: Factor de semitamaño**

- $\int_E$ = Eficiencia de clasificación, ver tabla nº 53.

| FACTOR DE EFICIENCIA |     |      |    |      |      |      |      |
|----------------------|-----|------|----|------|------|------|------|
| E                    | 98  | 96   | 94 | 92   | 90   | 85   | 80   |
| $\int_E$             | 0.6 | 0.85 | 1  | 1.05 | 1.12 | 1.26 | 1.41 |

**Tabla nº 53: Factor de eficiencia**

- $\int_H$ = Cribado en seco, cuyos valores pueden ser en función de la humedad H:

Si  $H > 9 \%$ , no se puede cribar en seco

Si  $9 \% > H > 6 \%$ ,  $\int_H = 0,75$

Si  $6 \% > H > 3 \%$ ,  $\int_H = 0,85$

Si  $H < 3 \%$ ,  $\int_H = 1,00$

- $\int_A$ = Cribado húmedo, ver tabla nº 54.

| FACTOR DE AGUA DE RIEGO |      |      |      |     |      |      |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| $L_M$ (mm)              | <0.5 | 1    | 1.25 | 2   | 4    | 5.6  | 6.3  | 8    | 10   |
| $\int_A$                | 1    | 1.42 | 1.7  | 2.2 | 2.5  | 2.35 | 2.25 | 2    | 1.42 |
| $L_M$ (mm)              | 11.2 | 12.5 | 14   | 16  | 20   | 22.4 | 31.5 | 40   | 50   |
| $\int_A$                | 1.35 | 1.3  | 1.25 | 1.2 | 1.15 | 1.13 | 1.06 | 1.03 | 1    |

**Tabla nº 54: Factor de agua de riego**

- $\int_M$ = Tipo de apertura de malla, en función de la forma de la apertura:

Si la malla es de apertura cuadrada  $\int_M = 1,0$ .

Si la malla es de apertura redonda  $\int_M = 0,8$ .

- $\int_L$ = Presencia de lascas, ver tabla nº 55.

| FACTOR DE LAJAS |   |      |      |     |      |     |      |     |      |
|-----------------|---|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| % Lajas         | 5 | 10   | 20   | 30  | 40   | 50  | 60   | 70  | 80   |
| $\int_L$        | 1 | 0.95 | 0.85 | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 | 0.55 |

**Tabla nº 55: Factor de lascas**

- $\int_P$ = Posición de la malla dentro de la criba, sus valores pueden ser:

Si está en el primer piso,  $\int_P = 1,0$

Si está en el segundo,  $\int_P = 0,9$

Si está en el tercero,  $\int_P = 0,8$

Si está en el cuarto,  $\int_P = 0,7$

- $\int_i$ = Ángulo de inclinación de la criba, sus valores pueden ser:

Cribas inclinadas (20°)  $\int_i = 1,00$

Cribas inclinadas (15°)  $\int_i = 0,96$

Cribas inclinadas (10°)  $\int_i = 0,94$

Cribas inclinadas (5°)  $\int_i = 0,87$

Cribas horizontales normales  $\int_i = 0,83$

- $\int_o$  = Área libre de paso, ver tablas nº 56 y 57.

| FACTOR DE AREA LIBRE DE PASO |     |     |     |     |    |     |     |     |     |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| % Sup. libre                 | 30  | 35  | 40  | 45  | 50 | 55  | 60  | 65  | 70  |
| $\int_o$                     | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1  | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.4 |

**Tabla nº 56: Factor de área libre de paso**

| AREA LIBRE EN MALLAS |       |      |      |    |      |      |      |     |
|----------------------|-------|------|------|----|------|------|------|-----|
| $L_m$ (mm)           |       | 0.5  | 0.63 | 1  | 1.25 | 2    | 3.15 | 4   |
| Sup. Libre %         | Acero | 35   | 37   | 38 | 38   | 44   | 44   | 45  |
|                      | PU    | 10   | 12   | 18 | 20   | 20   | 37   | 38  |
| $L_m$ (mm)           |       | 5    | 6.3  | 8  | 10   | 12.5 | 16   | 20  |
| Sup. Libre %         | Acero | 49   | 50   | 56 | 57   | 60   | 61   | 61  |
|                      | PU    | 39   | 41   | 43 | 45   | 46   | 47   | 48  |
| $L_m$ (mm)           |       | 31.5 | 40   | 50 | 63   | 80   | 100  | 120 |
| Sup. Libre %         | Acero | 64   | 68   | 71 | 72   | 73   | 75   | 75  |
|                      | PU    | 47   | 45   | 44 | 41   | 41   | 43   | 43  |

**Tabla nº 57: Area libre de malla para distintos materiales**

En función de estos parámetros podemos calcular la superficie de cribado necesaria para nuestros equipos y de acuerdo con ella seleccionar entre los distintos fabricantes.

### 11.3.6. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba primaria

Partimos para el cálculo de la superficie de cribado necesaria de la curva de granulométrica de salida de nuestra machacadora de mandíbulas con regulación (CSS) a 75 mm, ver figura nº 103. A partir de ella podremos saber que rechazo tiene nuestra criba primaria aproximadamente.

La criba a utilizar dispondrá de un piso con malla a 100 mm y una entrada aproximada de 200 Tn/h. Se exponen a continuación los factores de corrección seleccionados y los cálculos obtenidos:

|                  |                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------|
| B=               | 56 tn/m <sup>2</sup> h (correspondiente a malla de 100mm)   |
| ∫ <sub>D</sub> = | 1 (1.6 tn/m <sup>3</sup> )                                  |
| ∫ <sub>R</sub> = | 1.08 (curva salida machacadora, <5%)                        |
| ∫ <sub>S</sub> = | 1.3 (55% semitamaño)                                        |
| ∫ <sub>E</sub> = | 1 (eficiencia 94%)                                          |
| ∫ <sub>H</sub> = | 0.85 (Materiales parcialmente húmedos, 6%>H>3%)             |
| ∫ <sub>L</sub> = | 1 (Lajas <5%)                                               |
| ∫ <sub>M</sub> = | 1 (malla cuadrada)                                          |
| ∫ <sub>I</sub> = | 1 (inclinación criba 20°)                                   |
| ∫ <sub>P</sub> = | 1 (1° piso)                                                 |
| ∫ <sub>O</sub> = | 1,5 (luz de malla de 100 mm, con un paso de 75 % en acero). |

$$\text{Superficie de cribado (S)} = \frac{\text{Tonelaje a cribar (T)}}{\text{Capacidad Básica (B)} \cdot \text{Factores de Corrección } (\int_t)}$$

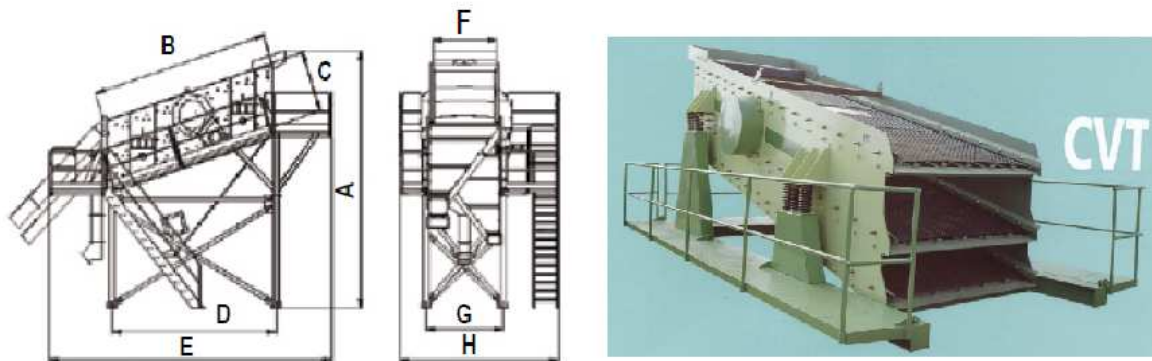
$$(S) = \frac{200 \text{ tn/h}}{56 \text{ tn/m}^2\text{h} \cdot (1 \cdot 1.08 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.5)} = 1.99 \text{ m}^2$$

Sin embargo por disponibilidad modelos estándar de cribas se redondea eligiendo una superficie de cribado de 2.5 m<sup>2</sup>.

Se busca entre los proveedores de cribas vibrantes un modelo que se ajuste a estas premisas. Eligiéndose el modelo CVT-1025 de Triman Minerals, ver figura nº 107,



modelo de movimiento por eje simple, con 5.5 kW de potencia para 1-2 tamices. Se ha seleccionado además este modelo ya que se trata de un equipo de simple y sencillo, que permite un bajo mantenimiento y un coste muy económico frente a otros modelos más complejos.



| MODELO   | Longitud útil mm |       | Ancho útil mm |       | Potencia Kw 2 tamices |       | Potencia Kw 3-4 tamices |       | Superficie útil area m2 |       |       |       |
|----------|------------------|-------|---------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|
| CVT-1025 | 2.500            |       | 1.100         |       | 5,5                   |       | 7,5                     |       | 2,5                     |       |       |       |
| MODELO   | A-II             | A-III | A-IV          | B     | C-II                  | C-III | C-IV                    | D     | E                       | F     | G     | H     |
| CVT-1025 | 4.765            | 5.165 | 5.565         | 2.500 | 900                   | 1.350 | 1.800                   | 2.330 | 5.400                   | 1.100 | 1.480 | 3.775 |

**Figura nº 107: Criba primaria CVT-1025 de Triman Minerals**

#### 11.3.7. Selección de la clasificación secundaria

En este punto debemos diferenciar la primera fase de explotación, en la cual a partir del equipo de trituración secundario sólo se debe proporcionar zahorra artificial con un tamaño máximo de 25 mm y la segunda fase de la explotación en la que la configuración de la planta debe permitir además productos de salida de granulometría comprendidas entre 0-5, 5-15, 15-25 y >25 mm.

Con estas premisas diferenciaremos dos equipos de cribado secundario diferentes, uno para cada fase de explotación.

#### **11.3.8. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba secundaria 1ª fase**

Para la primera fase de explotación el propio equipo móvil dispone de un sistema de cribado dimensionado por el propio fabricante para la regulación del molino impactor de la planta móvil. En este caso sería un dimensionamiento para una regulación de 20 mm, si bien dado que el material que debe proporcionar este equipo es de tamaños comprendidos entre 0 y 25 mm, se sustituirá la malla de cribado por una de tamaño 25 mm, con lo que al aumentar el tamaño de malla el dimensionado del equipo no se verá afectado.

Así con esta configuración la planta móvil ya nos proporcionará material cribado con una granulometría de entre 0-25 mm, la zahorra ZA(25) requerida y un rechazo con granulometría de 25-40 mm que se podrá añadir directamente al suelo seleccionado o acopiar para otros usos.

#### **11.3.9. Cálculo superficie de cribado y selección de la criba secundaria 2ª fase**

Para la segunda fase de explotación el propio fabricante recomienda una serie de equipos de cribado dimensionado para trabajar en tándem con nuestra planta móvil de trituración secundaria, para su selección procedemos al cálculo de la superficie de cribado necesaria.

Partimos para el cálculo de la superficie de cribado necesaria de la curva de granulométrica de salida de nuestro equipo móvil de trituración Lokotrack LT1213, con molino de impactos con regulación (CSS) a 20 mm y una vez que ha pasado por su equipo de cribado propio donde se ha eliminado como rechazo la fracción con tamaño superior a 25 mm, ver figura nº 108. A partir de ella podremos saber que rechazo tiene nuestra criba secundaria.

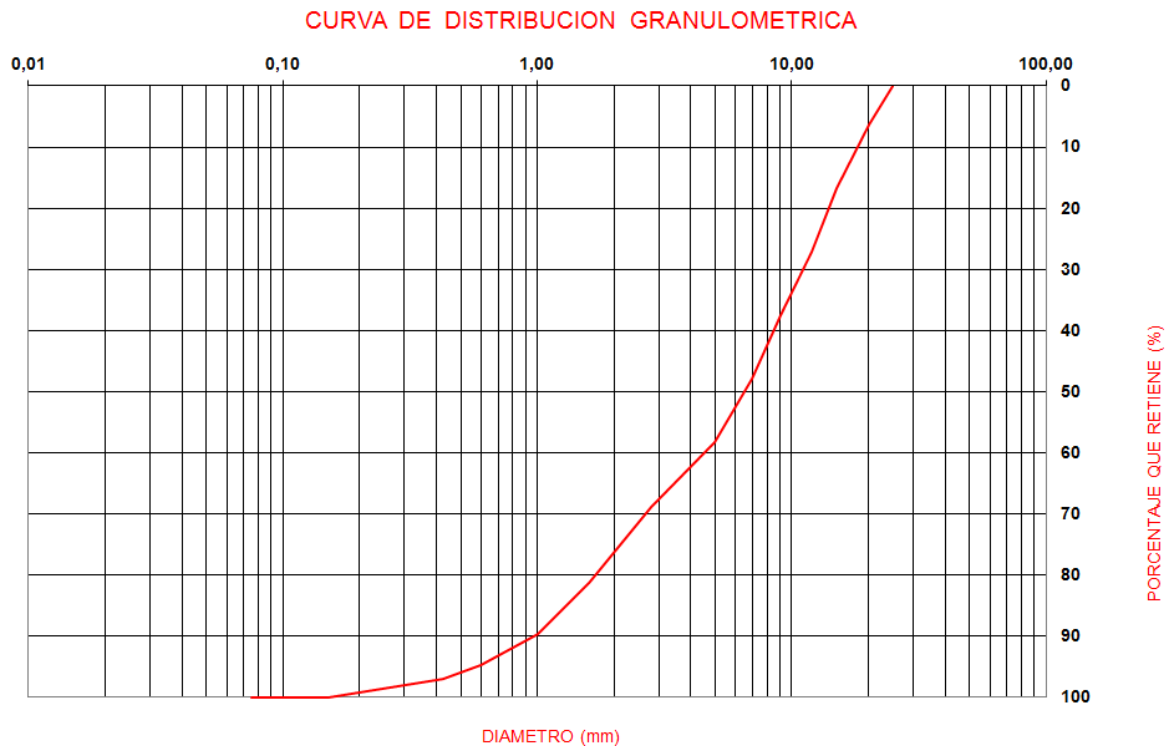


**Figura n° 108: Curva granulométrica a la salida del equipo Lokotrack LT1213**

La criba a utilizar dispondrá de 2 pisos con mallas de 5, 15 mm y una entrada máxima aproximada de 100 Tn/h. Se exponen a continuación los factores de corrección seleccionados y los cálculos obtenidos:

|                  |                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------|
| B=               | 18 tn/m <sup>2</sup> h (correspondiente a malla de 25mm)      |
| ∫ <sub>D</sub> = | 1 (1.6 tn/m <sup>3</sup> )                                    |
| ∫ <sub>R</sub> = | 1.02 (curva salida molino, <20%)                              |
| ∫ <sub>S</sub> = | 1.2 (52% semitamaño)                                          |
| ∫ <sub>E</sub> = | 1 (eficiencia 94%)                                            |
| ∫ <sub>H</sub> = | 0.85 (Materiales parcialmente húmedos, 6%>H>3%)               |
| ∫ <sub>L</sub> = | 1 (Lajas <5%)                                                 |
| ∫ <sub>M</sub> = | 1 (malla cuadrada)                                            |
| ∫ <sub>I</sub> = | 1 (inclinación criba 20°)                                     |
| ∫ <sub>P</sub> = | 0.9 (2° piso)                                                 |
| ∫ <sub>O</sub> = | 1.2 (luz de malla de 15 mm, con un paso de 60-65 % en acero). |

$$\text{Superficie de cribado (S)} = \frac{\text{Tonelaje a cribar (T)}}{\text{Capacidad Básica (B)} \cdot \text{Factores de Corrección (f)}}_t$$

$$(S) = \frac{100 \text{ tn/h}}{18 \text{ tn/m}^2\text{h} \cdot (1 \cdot 1.02 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1.2)} = 4.94 \text{ m}^2$$

Se selecciona un equipo móvil de cribado compatible con nuestra planta móvil de trituración que tenga esta una superficie de cribado superior a 5 m<sup>2</sup> y 2 pisos de cribado.

Se selecciona finalmente el equipo Lokotrack ST352 el cual dispone de una superficie de cribado de 5.57 m<sup>2</sup> con posibilidad de 2 bandejas de cribado, figura nº 109.



Criba móvil Lokotrack ST352.



| Lokotrack ST352                     |                    |                                  |                                         |
|-------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Criba</b>                        |                    | <b>Motor</b>                     |                                         |
| Tamaño de la caja de criba          | 3.7 m x 1.5 m      | Motor fabricante/modelo          | Deutz BF4M2012                          |
| Tipo de la caja de criba            | 2 rodamientos      | Tipo del motor                   | Diesel 4 cilindros enfriado por líquido |
|                                     |                    | Potencia del motor               | 83 kW                                   |
| <b>Tolva y transportadores</b>      |                    | <b>Dimensiones de transporte</b> |                                         |
| Capacidad de la tolva               | 7.5 m <sup>3</sup> | Ancho                            | 3.0 m                                   |
| Altura de carga (con criba)         | 3.2 m              | Altura                           | 3.2 m                                   |
| Ancho de carga                      | 4.6 m              | Largo                            | 17 m                                    |
| Ancho del transportador de producto | 1200 mm            | Peso                             | 25.401 kg                               |
| Capacidad de apilado                | 161 m <sup>3</sup> |                                  |                                         |

Figura nº 109: Criba Lokotrack ST352 de Metso

### 11.3.10. Transportadores de banda

Para realizar el transporte de una forma continua de árido dentro de nuestra planta de tratamiento necesitaremos utilizar cintas transportadoras o lo que es lo mismo transportadores de banda.

En nuestro caso, dado que la mayor parte de la configuración de nuestra planta de tratamiento de áridos se realiza con equipos móviles, los cuales ya disponen de sus propias cintas de transporte correctamente dimensionadas a sus necesidades de producción, sólo necesitaremos dimensionar y seleccionar el transportador de banda para el transporte del material de salida de la clasificación primaria a su lugar de acopio y una similar para la recogida del rechazo de la clasificación primaria y transporte al equipo móvil de trituración secundaria.

En las cintas o transportadores la banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores que es accionado por un motor, el otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por la estructura mediante los rodillos instalados entre los dos tambores, ver figura nº 110.

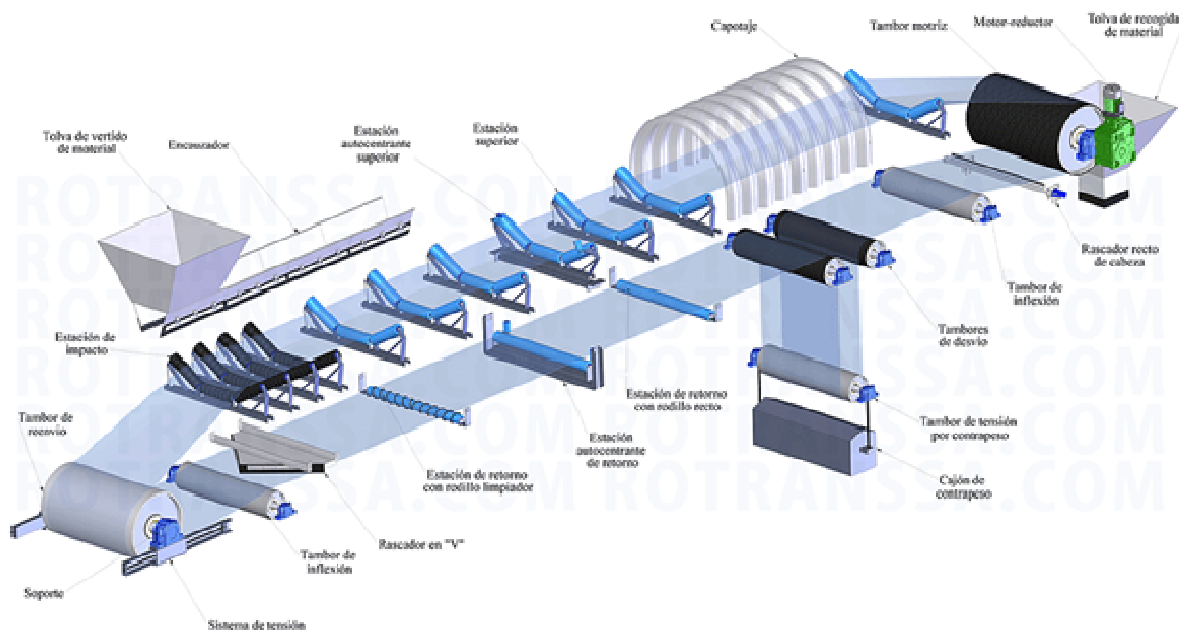


**Figura nº 110: Esquema de cinta transportadora**

Para el cálculo de los parámetros básicos de la cinta transportadora se ha empleado el método de tablas del manual de Pirelli. Siguiendo su procedimiento debemos determinar una serie de variables para su dimensionamiento:

- Producción límite: será la producción para el reglaje del equipo de trituración primaria más desfavorable, en nuestro caso sería un CSS de 75 mm para la trituradora de mandíbulas.
- Velocidad de transporte: se ha fijado en 1.5 m/s, ya que es una velocidad que toleran varios anchos de banda y granulometrías diferentes.
- Peso específico del árido: en nuestro caso obtenemos una caliza de  $1600 \text{ kg/m}^3$ .
- Angulo de reposo del material: en función del mismo determinamos la máxima inclinación recomendable de nuestra cinta, en nuestro caso no podrá exceder de  $20^\circ$ .
- Abrasividad del material: es un material poco abrasivo, lo cual nos determinará qué tipo de lona utilizar.

A partir de estos datos pasamos a determinar la capacidad de producción de la cinta. Para ello debemos usar la producción real más un sobredimensionamiento en previsión de modificación de parámetros de producción en la maquinaria.

Para ello utilizamos la siguiente tabla nº 58:



| Material transportado<br>Peso específico<br>kg/m³ | Ancho de<br>la cinta<br>mm | Capacidad de transporte en toneladas/hora |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tamaño máx.<br>del material<br>mm |          |     |
|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|----------|-----|
|                                                   |                            | Velocidad de la cinta en m/seg            |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                   |          |     |
|                                                   |                            | 0.5                                       | 0.75 | 1   | 1.25 | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.25 | 2.5  | 2.75 | 3    | 3.25 | 3.5  | 3.75 | 4    | En trozos                         | Mezclado |     |
| Asfalto en trozos                                 | 300                        | 15                                        | 23   | 31  | 39   | 46   | 54   | 62   |      |      |      |      |      |      |      |      | 50                                | 75       |     |
|                                                   | 400                        | 28                                        | 42   | 57  | 71   | 85   | 100  | 114  | 128  | 142  |      |      |      |      |      |      | 70                                | 100      |     |
|                                                   | Cenizas                    | 500                                       | 45   | 68  | 91   | 114  | 136  | 159  | 182  | 205  | 227  | 250  | 273  |      |      |      | 90                                | 150      |     |
|                                                   | Cloruro de calcio          | 600                                       | 67   | 94  | 134  | 167  | 201  | 235  | 268  | 302  | 335  | 368  | 402  |      |      |      | 110                               | 200      |     |
|                                                   | Yeso en trozos             | 700                                       | 92   | 138 | 184  | 230  | 276  | 322  | 368  | 413  | 460  | 505  | 552  | 597  | 643  |      | 130                               | 250      |     |
|                                                   | Tierra                     | 800                                       | 123  | 184 | 246  | 307  | 369  | 430  | 492  | 553  | 615  | 677  | 737  | 800  | 860  |      | 150                               | 300      |     |
| Otros materiales de peso<br>específico            | 900                        | 158                                       | 238  | 317 | 396  | 475  | 555  | 634  | 713  | 792  | 870  | 950  | 1030 | 1110 | 1185 | 1267 | 170                               | 350      |     |
|                                                   | 1 000                      | 199                                       | 291  | 398 | 497  | 597  | 697  | 796  | 895  | 995  | 1090 | 1195 | 1292 | 1392 | 1492 | 1592 | 200                               | 400      |     |
|                                                   | 1 100                      | 246                                       | 368  | 492 | 615  | 737  | 862  | 984  | 1105 | 1228 | 1350 | 1475 | 1595 | 1720 | 1845 | 1965 | 230                               | 450      |     |
|                                                   | 1 200                      | 297                                       | 446  | 595 | 733  | 890  | 1040 | 1190 | 1340 | 1490 | 1635 | 1785 | 1935 | 2080 | 2230 | 2380 | 260                               | 500      |     |
|                                                   | 1 250 kg/m³                | 355                                       | 523  | 710 | 888  | 1065 | 1242 | 1420 | 1596 | 1775 | 1950 | 2130 | 2310 | 2485 | 2685 | 2840 | 300                               | 550      |     |
|                                                   | Caliza en trozos pequeños  | 300                                       | 18   | 26  | 36   | 44   | 54   | 64   | 74   |      |      |      |      |      |      |      |                                   | 50       | 75  |
| 400                                               |                            | 34                                        | 50   | 68  | 84   | 102  | 119  | 136  | 153  | 170  |      |      |      |      |      |      | 70                                | 100      |     |
| Greda                                             |                            | 500                                       | 54   | 82  | 109  | 136  | 163  | 191  | 218  | 245  | 272  | 300  | 327  |      |      |      | 90                                | 150      |     |
| Rocas volcánicas en trozos                        |                            | 600                                       | 80   | 120 | 160  | 200  | 240  | 280  | 320  | 360  | 400  | 440  | 480  |      |      |      | 110                               | 200      |     |
| Arena seca                                        |                            | 700                                       | 111  | 166 | 222  | 277  | 333  | 388  | 443  | 500  | 554  | 610  | 665  | 720  | 775  |      | 130                               | 250      |     |
| Vidrio                                            |                            | 800                                       | 147  | 221 | 295  | 369  | 443  | 517  | 590  | 615  | 737  | 812  | 885  | 960  | 1035 |      | 150                               | 300      |     |
|                                                   |                            | 900                                       | 190  | 285 | 380  | 475  | 570  | 665  | 760  | 855  | 950  | 1045 | 1140 | 1235 | 1330 | 1425 | 1520                              | 170      | 350 |
| Otros materiales de peso<br>específico            |                            | 1 000                                     | 240  | 360 | 480  | 600  | 720  | 840  | 960  | 1080 | 1200 | 1320 | 1440 | 1560 | 1680 | 1800 | 1920                              | 200      | 400 |
|                                                   |                            | 1 100                                     | 294  | 442 | 588  | 735  | 882  | 1030 | 1175 | 1324 | 1470 | 1617 | 1764 | 1910 | 2060 | 2205 | 2350                              | 230      | 450 |
| 1 500 kg/m³                                       |                            | 1 200                                     | 356  | 535 | 713  | 892  | 1170 | 1248 | 1427 | 1605 | 1782 | 1962 | 2140 | 2320 | 2500 | 2678 | 2875                              | 260      | 500 |
|                                                   | 1 300                      | 425                                       | 637  | 850 | 1063 | 1275 | 1485 | 1700 | 1910 | 2125 | 2335 | 2550 | 2865 | 2975 | 3185 | 3400 | 300                               | 550      |     |

**Tabla nº 58: Producción de cintas.**

Según estos datos determinamos un ancho para nuestra de cinta de 650 mm, una medida estándar y que nos permite una producción superior a las 200 tn/h.

A continuación será necesario determinar la potencia de nuestra cinta. La potencia absorbida por una cinta transportadora en funcionamiento deriva de las resistencias de rozamientos que se oponen a su movimiento y, si la cinta es inclinada, también de la elevación del material transportado. En particular, la potencia absorbida está constituida por la suma de las siguientes potencias parciales.

- N1. Potencia necesaria para mover la carga descargada.
- N2: Potencia necesaria para mover horizontalmente el material transportado.
- N3: Potencia necesaria para elevar el material transportado.

Para el cálculo de estas potencias parciales utilizaremos las tablas nº 59, 60 y 61. Los valores de estas tablas son para una velocidad de 1 m/s, por lo que para el cálculo de potencia para 1.5 m/s se multiplicará por dicha velocidad.



Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Ancho de la cinta<br>mm | Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         | 10                                                                              | 20   | 30   | 40   | 50   | 75   | 100  | 125  | 150  | 175  | 200  | 225   | 250   | 275   | 300   | 325   | 350   | 375   | 400   | 425   | 450   | 500   |
| 300                     | 0.50                                                                            | 0.59 | 0.68 | 0.77 | 0.86 | 1.08 | 1.30 | 1.53 | 1.75 | 1.98 | 2.20 | 2.43  | 2.65  | 2.88  | 3.10  | 3.33  | 3.55  | 3.78  | 4     | 4.22  | 4.45  | 4.90  |
| 400                     | 0.58                                                                            | 0.68 | 0.79 | 0.89 | 1    | 1.26 | 1.52 | 1.78 | 2.04 | 2.30 | 2.57 | 2.83  | 3.09  | 3.35  | 3.62  | 3.88  | 4.14  | 4.40  | 4.66  | 4.92  | 5.18  | 5.72  |
| 500                     | 0.69                                                                            | 0.82 | 0.95 | 1.08 | 1.20 | 1.52 | 1.83 | 2.15 | 2.46 | 2.78 | 3.09 | 3.40  | 3.72  | 4.03  | 4.35  | 4.67  | 4.98  | 5.29  | 5.61  | 5.92  | 6.24  | 6.87  |
| 600                     | 0.83                                                                            | 0.98 | 1.13 | 1.28 | 1.43 | 1.80 | 2.18 | 2.55 | 2.93 | 3.30 | 3.67 | 4.05  | 4.42  | 4.80  | 5.17  | 5.55  | 5.92  | 6.30  | 6.67  | 7.05  | 7.42  | 8.17  |
| 700                     | 0.99                                                                            | 1.18 | 1.36 | 1.54 | 1.72 | 2.17 | 2.63 | 3.08 | 3.53 | 3.98 | 4.44 | 4.88  | 5.34  | 5.79  | 6.25  | 6.70  | 7.15  | 7.60  | 8.06  | 8.51  | 8.96  | 9.85  |
| 800                     | 1.15                                                                            | 1.35 | 1.56 | 1.77 | 1.98 | 2.50 | 3.05 | 3.53 | 3.95 | 4.67 | 5.08 | 5.61  | 6.13  | 6.65  | 7.17  | 7.69  | 8.22  | 8.73  | 9.25  | 9.76  | 10.30 | 11.32 |
| 900                     | 1.32                                                                            | 1.56 | 1.80 | 2.04 | 2.28 | 2.88 | 3.48 | 4.08 | 4.68 | 5.28 | 5.88 | 6.48  | 7.08  | 7.68  | 8.28  | 8.88  | 9.48  | 10.10 | 10.70 | 11.30 | 11.90 | 13.10 |
| 1 000                   | 1.52                                                                            | 1.80 | 2.07 | 2.35 | 2.62 | 3.32 | 4    | 4.70 | 5.38 | 6.07 | 6.76 | 7.45  | 8.14  | 8.83  | 9.52  | 10.20 | 10.90 | 11.60 | 12.30 | 13    | 13.80 | 15.10 |
| 1 100                   | 1.73                                                                            | 2.05 | 2.36 | 2.67 | 2.98 | 3.77 | 4.55 | 5.33 | 6.12 | 6.91 | 7.69 | 8.47  | 9.26  | 10    | 10.80 | 11.60 | 12.40 | 13.20 | 14    | 14.80 | 15.50 | 17.20 |
| 1 200                   | 1.95                                                                            | 2.30 | 2.66 | 3.01 | 3.36 | 4.14 | 5.13 | 6.02 | 6.90 | 7.78 | 8.67 | 9.56  | 10.40 | 11.30 | 12.20 | 13.10 | 14    | 14.90 | 15.75 | 16.60 | 17.50 | 19.30 |
| 1 300                   | 2.17                                                                            | 2.56 | 2.96 | 3.35 | 3.75 | 4.72 | 5.72 | 6.70 | 7.68 | 8.66 | 9.65 | 10.60 | 11.60 | 12.60 | 13.60 | 14.60 | 15.60 | 16.60 | 17.50 | 18.50 | 19.50 | 21.50 |

**Tabla n° 59: Cálculo valor potencia N1**

| Cantidad transportada<br>tn/h | Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                               | 10                                                                              | 20    | 30    | 40    | 50    | 75    | 100   | 125   | 150   | 175   | 200   | 225   | 250   | 275   | 300   | 325   | 350   | 375   | 400   | 425   | 450   | 500   |
| 50                            | 0.31                                                                            | 0.36  | 0.42  | 0.47  | 0.53  | 0.67  | 0.80  | 0.94  | 1.08  | 1.22  | 1.36  | 1.50  | 1.64  | 1.78  | 1.91  | 2.05  | 2.19  | 2.33  | 2.48  | 2.61  | 2.75  | 3.03  |
| 75                            | 0.46                                                                            | 0.54  | 0.63  | 0.71  | 0.78  | 1     | 1.21  | 1.42  | 1.63  | 1.84  | 2.05  | 2.25  | 2.46  | 2.66  | 2.88  | 3.08  | 3.29  | 3.50  | 3.71  | 3.92  | 4.12  | 4.54  |
| 100                           | 0.61                                                                            | 0.73  | 0.83  | 0.95  | 1.06  | 1.33  | 1.61  | 1.89  | 2.17  | 2.44  | 2.72  | 3     | 3.28  | 3.55  | 3.83  | 4.11  | 4.38  | 4.67  | 4.94  | 5.22  | 5.50  | 6.05  |
| 150                           | 0.92                                                                            | 1.08  | 1.25  | 1.42  | 1.58  | 2     | 2.42  | 2.83  | 3.25  | 3.66  | 4.08  | 4.50  | 4.92  | 5.33  | 5.75  | 6.17  | 6.58  | 7     | 7.41  | 7.74  | 8.25  | 9.07  |
| 175                           | 1.07                                                                            | 1.27  | 1.46  | 1.65  | 1.85  | 2.34  | 2.82  | 3.31  | 3.79  | 4.28  | 4.77  | 5.25  | 5.73  | 6.22  | 6.72  | 7.20  | 7.67  | 8.17  | 8.66  | 9.13  | 9.62  | 10.60 |
| 200                           | 1.22                                                                            | 1.44  | 1.67  | 1.89  | 2.11  | 2.68  | 3.24  | 3.78  | 4.34  | 4.88  | 5.44  | 6     | 6.55  | 7.12  | 7.65  | 8.22  | 8.76  | 9.33  | 9.68  | 10.55 | 11    | 12.12 |
| 250                           | 1.53                                                                            | 1.81  | 2.08  | 2.36  | 2.64  | 3.34  | 4.02  | 4.72  | 5.42  | 6.12  | 6.80  | 7.50  | 8.20  | 8.88  | 9.57  | 10.28 | 10.97 | 11.65 | 12.35 | 13.05 | 13.75 | 15.13 |
| 300                           | 1.84                                                                            | 2.17  | 2.50  | 2.84  | 3.17  | 4     | 4.84  | 5.66  | 6.50  | 7.33  | 8.17  | 9     | 9.84  | 10.65 | 11.50 | 12.32 | 13.15 | 14    | 14.80 | 16.65 | 16.50 | 18.15 |
| 350                           | 2.14                                                                            | 2.53  | 2.92  | 3.32  | 3.70  | 4.62  | 5.64  | 6.62  | 7.58  | 8.55  | 9.54  | 10.50 | 11.48 | 12.45 | 13.43 | 14.40 | 15.40 | 16.35 | 17.30 | 18.30 | 19.30 | 21.20 |
| 400                           | 2.44                                                                            | 2.89  | 3.34  | 3.78  | 4.22  | 5.32  | 6.45  | 7.56  | 8.65  | 9.76  | 10.88 | 12    | 13.10 | 14.24 | 15.32 | 16.43 | 17.54 | 18.70 | 19.80 | 20.90 | 22    | 24.20 |
| 450                           | 2.75                                                                            | 3.25  | 3.75  | 4.25  | 4.75  | 6     | 7.25  | 8.50  | 9.75  | 11    | 12.25 | 13.50 | 14.80 | 16    | 17.25 | 18.50 | 19.80 | 21    | 22.30 | 23.50 | 24.80 | 27.20 |
| 500                           | 3.05                                                                            | 3.61  | 4.16  | 4.72  | 5.27  | 6.66  | 8.05  | 9.45  | 10.80 | 12.20 | 13.60 | 15    | 16.40 | 17.80 | 19.20 | 20.50 | 21.90 | 23.30 | 24.80 | 26.10 | 27.50 | 30.30 |
| 600                           | 3.67                                                                            | 4.34  | 5     | 5.68  | 6.34  | 8     | 9.68  | 11.30 | 13    | 14.70 | 16.40 | 18    | 19.70 | 21.30 | 23    | 24.70 | 26.30 | 28    | 29.70 | 31.30 | 33    | 36.30 |
| 700                           | 4.28                                                                            | 5.06  | 5.84  | 6.63  | 7.40  | 9.35  | 11.30 | 13.20 | 15.15 | 17.10 | 19.05 | 21    | 23    | 25    | 26.80 | 28.80 | 30.70 | 32.70 | 34.60 | 36.50 | 38.60 | 42.40 |
| 800                           | 4.88                                                                            | 5.78  | 6.68  | 7.56  | 8.44  | 10.70 | 12.90 | 15.10 | 17.30 | 19.50 | 21.80 | 24    | 26.20 | 28.50 | 30.70 | 32.90 | 35.10 | 37.30 | 39.50 | 41.80 | 44    | 48.40 |
| 900                           | 5.50                                                                            | 6.50  | 7.50  | 8.50  | 9.50  | 12    | 14.50 | 17    | 19.50 | 22    | 24.50 | 27    | 29.50 | 32    | 34.50 | 37    | 39.50 | 42    | 44.50 | 47    | 49.50 | 54.50 |
| 1 000                         | 6.10                                                                            | 7.22  | 8.32  | 9.44  | 10.60 | 13.30 | 16.10 | 18.90 | 21.70 | 24.40 | 27.20 | 30    | 32.80 | 35.50 | 38.30 | 41.10 | 43.80 | 46.70 | 49.40 | 52.20 | 55    | 60.50 |
| 1 100                         | 6.72                                                                            | 7.94  | 9.16  | 10.40 | 11.60 | 14.70 | 17.70 | 20.80 | 23.80 | 26.90 | 29.90 | 33    | 36.40 | 39.10 | 42.10 | 45.10 | 48.20 | 51.30 | 54.60 | 57.40 | 60.50 | 66.70 |
| 1 200                         | 7.34                                                                            | 8.68  | 10    | 11.40 | 12.70 | 16    | 19.40 | 22.70 | 26    | 29.30 | 32.70 | 36    | 39.40 | 42.60 | 46    | 49.30 | 52.60 | 56    | 59.40 | 62.70 | 66    | 72.60 |
| 1 300                         | 7.95                                                                            | 9.40  | 10.80 | 12.30 | 13.70 | 17.35 | 20.90 | 24.60 | 28.20 | 31.80 | 35.50 | 39    | 42.70 | 46.30 | 49.80 | 53.40 | 57.10 | 60.70 | 64.30 | 67.80 | 71.60 | 78.70 |
| 1 400                         | 8.56                                                                            | 10.20 | 11.70 | 13.25 | 14.80 | 18.70 | 22.50 | 26.40 | 30.30 | 34.20 | 38.10 | 42    | 45.80 | 49.80 | 53.90 | 57.60 | 61.40 | 65.40 | 69.20 | 73.10 | 77    | 84.80 |
| 1 500                         | 9.17                                                                            | 10.80 | 12.50 | 14.20 | 15.80 | 20    | 24.20 | 28.30 | 32.50 | 36.60 | 40.80 | 45    | 49.20 | 53.30 | 57.50 | 61.70 | 65.80 | 70    | 74.10 | 77.40 | 82.50 | 90.70 |

**Tabla n° 60: Cálculo valor potencia N2**

| Cantidad transportada<br>tn/h | Proyección vertical de la distancia entre ejes de las poleas terminales (m) |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |      |       |      |       |       |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|
|                               | 2                                                                           | 4     | 6     | 8     | 10   | 12    | 14    | 16    | 18    | 20   | 22    | 24    | 26    | 28    | 30   | 35    | 40   | 45    | 50   | 55    | 60    |
| 5                             | 0.04                                                                        | 0.08  | 0.11  | 0.15  | 0.19 | 0.22  | 0.26  | 0.3   | 0.33  | 0.37 | 0.41  | 0.44  | 0.48  | 0.52  | 0.55 | 0.66  | 0.74 | 0.83  | 0.93 | 1.02  | 1.11  |
| 10                            | 0.07                                                                        | 0.15  | 0.22  | 0.3   | 0.37 | 0.44  | 0.52  | 0.59  | 0.66  | 0.74 | 0.81  | 0.89  | 0.96  | 1.04  | 1.11 | 1.29  | 1.48 | 1.67  | 1.85 | 2.04  | 2.22  |
| 15                            | 0.11                                                                        | 0.22  | 0.33  | 0.44  | 0.55 | 0.67  | 0.77  | 0.88  | 0.99  | 1.11 | 1.22  | 1.33  | 1.44  | 1.56  | 1.67 | 1.95  | 2.22 | 2.5   | 2.78 | 3.05  | 3.3   |
| 20                            | 0.15                                                                        | 0.3   | 0.44  | 0.59  | 0.74 | 0.89  | 1.04  | 1.18  | 1.33  | 1.48 | 1.63  | 1.78  | 1.92  | 2.07  | 2.22 | 2.58  | 2.96 | 3.33  | 3.7  | 4.07  | 4.44  |
| 25                            | 0.19                                                                        | 0.37  | 0.55  | 0.74  | 0.93 | 1.11  | 1.3   | 1.48  | 1.67  | 1.85 | 2.04  | 2.22  | 2.41  | 2.59  | 2.78 | 3.24  | 3.7  | 4.17  | 4.62 | 5.08  | 5.56  |
| 50                            | 0.37                                                                        | 0.74  | 1.11  | 1.48  | 1.85 | 2.22  | 2.59  | 2.96  | 3.33  | 3.7  | 4.07  | 4.44  | 4.82  | 5.18  | 5.55 | 6.48  | 7.4  | 8.34  | 9.24 | 10.16 | 11.12 |
| 100                           | 0.74                                                                        | 1.48  | 2.22  | 2.96  | 3.7  | 4.44  | 5.18  | 5.92  | 6.66  | 7.4  | 8.14  | 8.88  | 9.62  | 10.36 | 11.1 | 12.93 | 14.8 | 16.65 | 18.5 | 20.38 | 22.2  |
| 200                           | 1.48                                                                        | 2.96  | 4.44  | 5.92  | 7.4  | 8.88  | 10.36 | 11.84 | 13.32 | 14.8 | 16.28 | 17.76 | 19.24 | 20.8  | 22.2 | 26.9  | 29.6 | 33.3  | 37   | 41.7  | 44.4  |
| 300                           | 2.22                                                                        | 4.44  | 6.66  | 8.88  | 11.1 | 13.32 | 15.54 | 17.76 | 19.98 | 22.2 | 24.5  | 26.7  | 28.9  | 31.1  | 33.3 | 38.9  | 44.4 | 50    | 55.5 | 61.2  | 66.6  |
| 400                           | 2.96                                                                        | 5.92  | 8.88  | 11.84 | 14.8 | 17.76 | 20.8  | 22.7  | 26.7  | 29.6 | 32.6  | 35.6  | 38.5  | 41.5  | 44.4 | 51.6  | 59.2 | 66.6  | 74   | 81.4  | 88.8  |
| 500                           | 3.7                                                                         | 7.4   | 11.1  | 14.8  | 18.5 | 22.2  | 25.9  | 29.6  | 33.3  | 37   | 40.7  | 44.4  | 48.1  | 51.8  | 55.5 | 65.7  | 74   | 83.3  | 92.5 | 101.8 | 111   |
| 600                           | 4.44                                                                        | 8.88  | 13.32 | 17.8  | 22.2 | 26.7  | 31.1  | 35.5  | 40    | 44.4 | 48.9  | 53.3  | 57.7  | 62.2  | 66.6 | 77.7  | 88.8 | 100   | 111  | 122   | 133   |
| 700                           | 5.18                                                                        | 10.4  | 15.55 | 20.8  | 25.9 | 31.1  | 36.3  | 41.5  | 46.7  | 51.8 | 57    | 62.2  | 67.3  | 72.5  | 77.8 | 90.7  | 104  | 117   | 130  | 143   | 156   |
| 800                           | 5.92                                                                        | 11.85 | 17.78 | 23.7  | 29.6 | 35.5  | 41.5  | 47.4  | 53.3  | 59.2 | 65.2  | 71.1  | 77    | 85.9  | 88.8 | 104   | 119  | 133   | 148  | 163   | 178   |
| 900                           | 6.65                                                                        | 13.3  | 20    | 26.6  | 33.3 | 40    | 46.6  | 53.3  | 59.8  | 66.5 | 73.2  | 79.8  | 86.5  | 93.1  | 99.7 | 117   | 133  | 150   | 167  | 183   | 200   |
| 1 000                         | 7.4                                                                         | 14.8  | 22.2  | 29.6  | 37   | 44.4  | 51.8  | 59.2  | 66.6  | 74   | 81.4  | 88.8  | 96.2  | 103.6 | 111  | 130   | 148  | 167   | 185  | 204   | 222   |
| 1 100                         | 8.15                                                                        | 16.28 | 24.5  | 32.6  | 40.7 | 48.9  | 57.2  | 65.2  | 73.4  | 81.5 | 89.7  | 97.8  | 106   | 114   | 132  | 143   | 163  | 183   | 204  | 224   | 244   |
| 1 200                         | 8.87                                                                        | 17.75 | 26.7  | 35.5  | 44.4 | 53.2  | 62.2  | 71    | 79.8  | 88.7 | 97.6  | 107   | 116   | 124   | 133  | 155   | 178  | 200   | 222  | 245   | 267   |
| 1 300                         | 9.63                                                                        | 19.3  | 28.9  | 38.5  | 48.2 | 57.8  | 67.4  | 77    | 86.6  | 96.4 | 106   | 116   | 125   | 135   | 144  | 169   | 193  | 217   | 241  | 265   | 289   |
| 1 400                         | 10.35                                                                       | 20.8  | 31.1  | 41.5  | 51.8 | 62.2  | 72.5  | 83    | 93.2  | 104  | 114   | 124   | 135   | 145   | 156  | 182   | 208  | 233   | 259  | 285   | 311   |
| 1 500                         | 11.1                                                                        | 22.2  | 33.3  | 44.4  | 55.5 | 66.6  | 77.7  | 88.8  | 100   | 111  | 122   | 133   | 145   | 156   | 167  | 195   | 220  | 250   | 278  | 305   | 330   |
| 1 600                         | 11.85                                                                       | 23.7  | 35.5  | 47.4  | 59.2 | 71.1  | 83    | 94.8  | 107   | 119  | 130   | 142   | 154   | 166   | 178  | 208   | 237  | 267   | 298  | 326   | 356   |
| 1 700                         | 12.6                                                                        | 25.2  | 37.8  | 50.4  | 62.8 | 75.5  | 88.1  | 100   | 114   | 126  | 139   | 151   | 164   | 176   | 189  | 220   | 252  | 283   | 315  | 346   | 378   |
| 1 800                         | 13.3                                                                        | 26.7  | 40    | 53.4  | 66.6 | 80    | 93.3  | 107   | 120   | 133  | 147   | 160   | 173   | 187   | 200  | 233   | 267  | 300   | 333  | 367   | 400   |
| 1 900                         | 14.08                                                                       | 28.2  | 42.2  | 56.3  | 70.3 | 85.3  | 98.4  | 113   | 127   | 141  | 155   | 169   | 183   | 197   | 211  | 246   | 281  | 317   | 351  | 387   | 422   |
| 2 000                         | 14.8                                                                        | 29.6  | 44.4  | 59.2  | 74   | 88.8  | 104   | 118   | 133   | 148  | 163   | 178   | 192   | 208   | 222  | 258   | 296  | 333   | 370  | 408   | 444   |

**Tabla nº 61: Cálculo valor potencia N3**

De la suma de las tres obtenemos la potencia demandada por la cinta. En nuestro caso se ha calculado para una producción de 200 tn/h, una proyección vertical de 5.5 m, una proyección horizontal de 15 m, un ángulo de 20° y un ancho de banda de 650 mm.

Con estos datos, tomando el valor superior al no tener valores para estos datos obtenemos una potencia N de 7.06 c.v. (1.18+1.44+4.44).

Este valor N dependerá de un coeficiente de rozamiento que variará dependiendo del tipo de tambor de tracción y configuración de agarre. En nuestro caso el tipo de tambor será de 210° de arco de abrazamiento y tensores a tornillo e irá recubierto de goma. Por ello la potencia total debe ir multiplicada por un coeficiente de rozamiento de 1.16, con lo que el valor definitivo de potencia será de 7.77 c.v., redondeando necesitaremos una potencia de 8 c.v.

Dado que nuestro material no es muy abrasivo, utilizaremos de entre los distintos tipos de telas comercializados una de tipo ligero de 28 onzas. El cual para nuestro ancho de banda determina un mínimo de telas.s.

El tipo de cinta vendrá determinado por la siguiente tabla. En ella para cada ancho de cinta, nos determinará un número mínimo de 4 telas. Para su cobertura de goma seleccionamos un recubrimiento de nomafer, indicado para piedras de cantera con un grosor de 3 mm.

Las características finales de nuestra criba son definidas en la tabla nº 62 .

| Características cinta transportadora |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Ancho Banda                          | 650              |
| Longitud                             | 16,2             |
| Inclinación                          | 20°              |
| Producción Max                       | 200 tn           |
| Proyeccion Horizontal                | 15 m             |
| Proyeccion Vertical                  | 5,50 m           |
| N Total (CV)                         | 7,77             |
| Pot. Total (CV)                      | 8                |
| Pot. (kw)                            | 6                |
| Cabeza Motriz                        | Simple revestida |
| Arco Contacto                        | 210°             |
| Tipo de tejido - nº de capas         | Ligero - 4       |
| Tiempo Complet. vuelta               |                  |
| Material antidesgaste                | Nomafer          |
| Espesor antidesgaste mm              | 3 mm             |

**Tabla nº 62: Características cinta transportadora**

Dadas las necesidades de adaptación de nuestra explotación, dicha cinta transportadora podrá permitir su cambio de posición, posibilitando la formación de un mayor acopio de material y su traslado para futuras utilizaciones.

Según todas estas premisas se ha seleccionado una cinta transportadora de 8 c.v. con apoyo móvil del fabricante Trimán con apoyo sobre neumáticos, el cual permite el rápido posicionamiento de la cinta tanto en su posición de acopio, como en su posición de alimentación al equipo móvil de trituración secundaria, ver figura nº 111.





*Figura nº 111: Cinta transportadora seleccionada*

#### **11.4. Proceso mineralúrgico**

Se ha diseñado una instalación para la explotación de áridos completamente dimensionada para los requerimientos del proyecto, la misma consta de dos fases diferenciadas, 1ª fase de explotación y 2ª fase de explotación.

##### **11.4.1. Proceso mineralúrgico 1ª fase de explotación**

En la 1ª fase de explotación se configuran las instalaciones para la producción de zahorra artificial ZA(25) y suelo seleccionado, con una producción máxima de 200 tn/h. Las estimaciones son de una producción compuesta por 2/3 de suelo seleccionado y 1/3 de zahorra ZA(25), aunque al comienzo de la explotación sólo se requiera suelo seleccionado.

A efectos de simplificación en la descripción de la planta, se divide en las siguientes partes:

#### **a) Puesto de trituración primaria**

El material de voladura se traslada mediante dúmperes a la tolva de recepción de camiones. Esta tolva se ha previsto de 50 m<sup>3</sup> de capacidad útil y de construcción metálica tipo caja de piedras, construida con la suficiente robustez para que soporten la descarga continua de los volquetes procedentes del frente de cantera, con tamaños de roca volada de hasta 600 mm en su dimensión máxima.

Esta tolva dispone en su parte superior una parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm, la cual es abatible mediante un sistema hidráulico, la cual retendrá los esporádicos tamaños superiores a 600 mm los cuales serán retirados para su posterior reducción mediante el martillo neumático de la retroexcavadora.

Bajo la tolva se encuentra la cámara de trituración de una machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik (figura nº 102).

Esta machacadora se encontrará regulada con una salida a 75 mm, lo cual proporcionará un 95% del material a un tamaño igual o inferior a 100 mm, lo que permitirá proporcionar casi exclusivamente suelo seleccionado, el material demandado.

Posteriormente la machacadora se regulara en esta 1ª fase de explotación con una salida de 100 mm, lo que proporcionará cerca de un 70 % de material a un tamaño igual o inferior a 100 mm, lo que permitirá pasar el resto del rechazo al equipo de trituración secundaria para proporcionar la zavorra artificial ZA(25) demandada.

#### **b) Puesto de Clasificación Primaria.**

El material procedente de la trituración primaria se descarga directamente en una criba vibrante de movimiento circular de chasis primario modelo CVT-1025 de Triman Minerals, con una malla de 100 mm, una superficie de cribado de 2.5 m<sup>2</sup> y una potencia de 5.5 kW (figura nº 107). En este puesto de cribado se obtienen dos productos:

- Fracción 0-100 mm: Suelo seleccionado. Bajo esta posición se monta unas de las cribas dimensionadas anteriormente (figura nº 111) de manera que el material se pueda acopiar directamente.
- Fracción >100 mm: Rechazo de material grueso dirigido al siguiente proceso de trituración. Bajo la posición de rechazo se encuentra la otra criba dimensionada anteriormente (figura nº 111) que conduce el material al equipo móvil de trituración.

**c) Puesto de Trituración Secundaria y clasificación.**

Compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso (figura nº 104), dispone de una tolva propia en la cual descarga la cinta de transporte proveniente del rechazo de la criba primaria. El equipo está compuesto por un molino de impactos modelo NP1213 de Metso con una regulación a 20 mm lo que permite un que un 96% del material tenga un tamaño igual o inferior a 25 mm, con lo que se general así la zavorra ZA(25) necesaria.

Este equipo dispone también de su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm lo que permite separar la zavorra ZA(25) y un rechazo con tamaño 25-40 mm, el cual puede ser adicionado al suelo seleccionado o si se elimina el tamiz de la criba general una zavorra ZA(40). El equipo dispone de sus propias cintas para el transporte y acopio del producto como del rechazo producido.

**11.4.2. Proceso mineralúrgico 2ª fase de explotación**

En la 2ª fase de explotación se configuran las instalaciones para la producción de zavorras artificiales (0-25 y 0-40 mm), grava (25-40 mm), gravilla (15-25 mm), garbancillo (5-15 mm) y arena (0-5 mm), con una producción máxima de 100 tn/h.

A efectos de simplificación en la descripción de la planta, se divide en las siguientes partes:

#### **a) Puesto de trituración primaria**

El material de voladura se traslada mediante dúmperes a la tolva de recepción de camiones. Esta tolva se ha previsto de 50 m<sup>3</sup> de capacidad útil y de construcción metálica tipo caja de piedras, construida con la suficiente robustez para que soporten la descarga continua de los volquetes procedentes del frente de cantera, con tamaños de roca volada de hasta 600 mm en su dimensión máxima.

Esta tolva dispone en su parte superior una parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm, la cual es abatible mediante un sistema hidráulico, la cual retendrá los esporádicos tamaños superiores a 600 mm los cuales serán retirados para su posterior reducción mediante el martillo neumático de la retroexcavadora.

Bajo la tolva se encuentra la cámara de trituración de una machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik (figura nº 102).

Esta machacadora se encontrará regulada con una salida a 100 mm, lo cual proporcionará un tamaño máximo de 142 mm. Bajo esta posición se monta unas de las cribas dimensionadas anteriormente (figura nº 111 ) de manera que conduce el material al equipo móvil de trituración.

#### **c) Puesto de Trituración Secundaria y clasificación 1.**

Compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso (figura nº 104), dispone de una tolva propia en la cual descarga la cinta de transporte proveniente de equipo de trituración primaria. El equipo está compuesto por un molino de impactos modelo NP1213 de Metso con una regulación a 20 mm lo que permite el tamaño máximo del material sea igual o inferior a 40 mm. Este equipo dispone también de su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm lo que permite producir zahorra ZA(25) y un rechazo con tamaño 25-40 mm o anular la criba y producir una zahorra ZA(40). El equipo dispone



de sus propias cintas para el transporte y acopio del producto como del rechazo producido.

**d) Puesto de clasificación secundaria 2.**

Para la producción de grava (25-40 mm), gravilla (15-25 mm), garbancillo (5-15 mm) y arena (0-5 mm) se dispondría el equipo móvil de trituración con su criba de 25 mm, con lo que produciría un rechazo consistente en grava (25-40 mm) y una zahorra (0-25 mm) la cual descargaría en la tolva del equipo móvil de clasificación secundaria, el modelo Lokotrack ST352 (figura nº 109) el cual dispone de 5.57 m<sup>2</sup> de superficie de cribado, con 2 bandejas de cribado y sus cintas de transporte dimensionadas. En una de las bandejas de cribado se situaría la malla 15 mm que produciría la gravilla (15-25 mm) y en la otra se situaría la malla 5 mm que produciría el garbancillo (5-15 mm), el pasante constituiría la arena (0-5 mm).

**11.4.3. Medidas correctoras**

Con objeto de minimizar el impacto ambiental de la instalación, se prevé una serie de medidas correctoras para reducir las emisiones de polvo al ambiente. Entre ellas destacamos las siguientes:

- Toda la zona de acopios se ha previsto que se realice en una vaguada natural del terreno, con objeto de que queden protegidos de la acción del viento.
- La tolva de descarga de volquetes irá carenada para reducir la emisión de polvo durante la descarga de los mismos.
- Se dispondrá de pulverizadores de agua en las salidas de las cintas, para evitar en lo posible las emisiones de polvo.

**11.5. Diagrama del proceso**

Dadas las características de nuestra explotación en que plantea la necesidad de poder realizar una modificación de la misma para adaptarla a dos fases distintas de

explotación. Se procede a mostrar los diagramas simplificados de las dos fases de explotación, figuras nº 112, 113 y 114, los diagramas más detallados se encuentran dentro del apartado de planos.

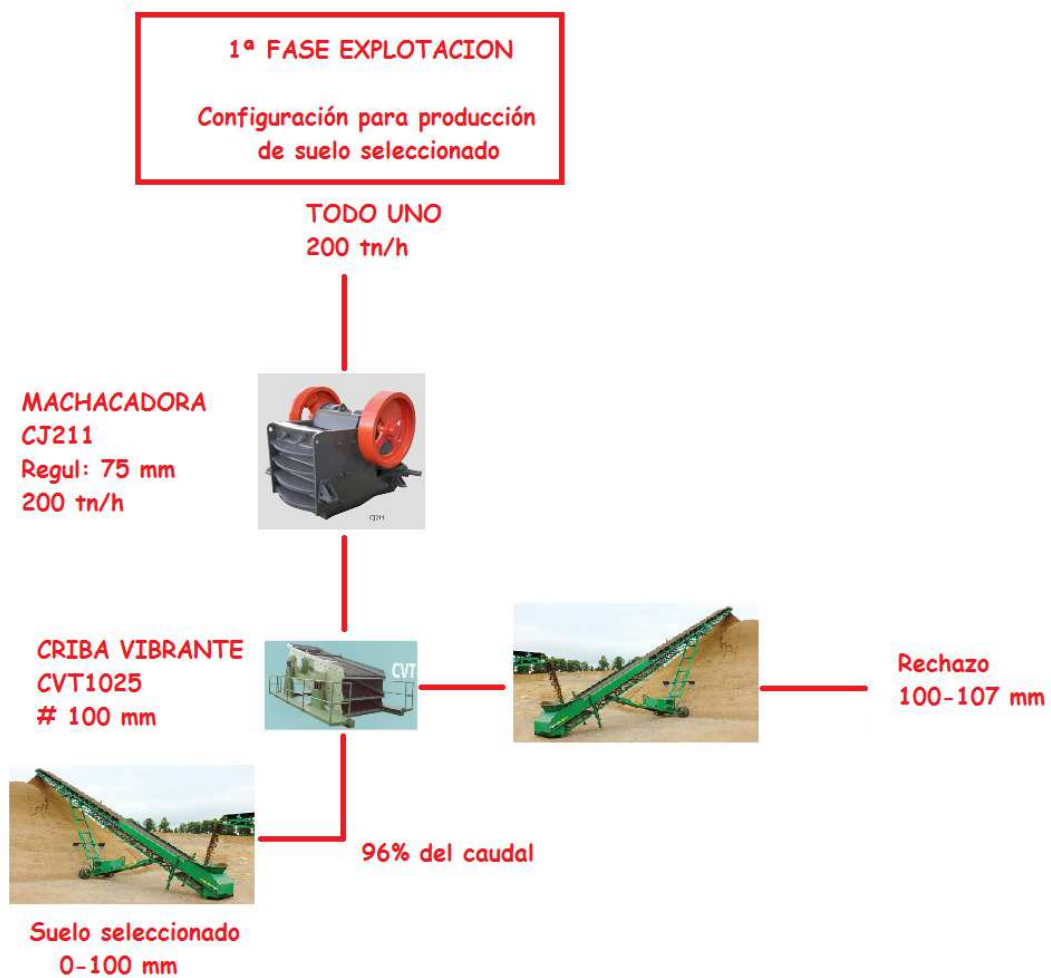


**Figura nº 112: Diagrama proceso 1ª fase de explotación configuración para suelo seleccionado**

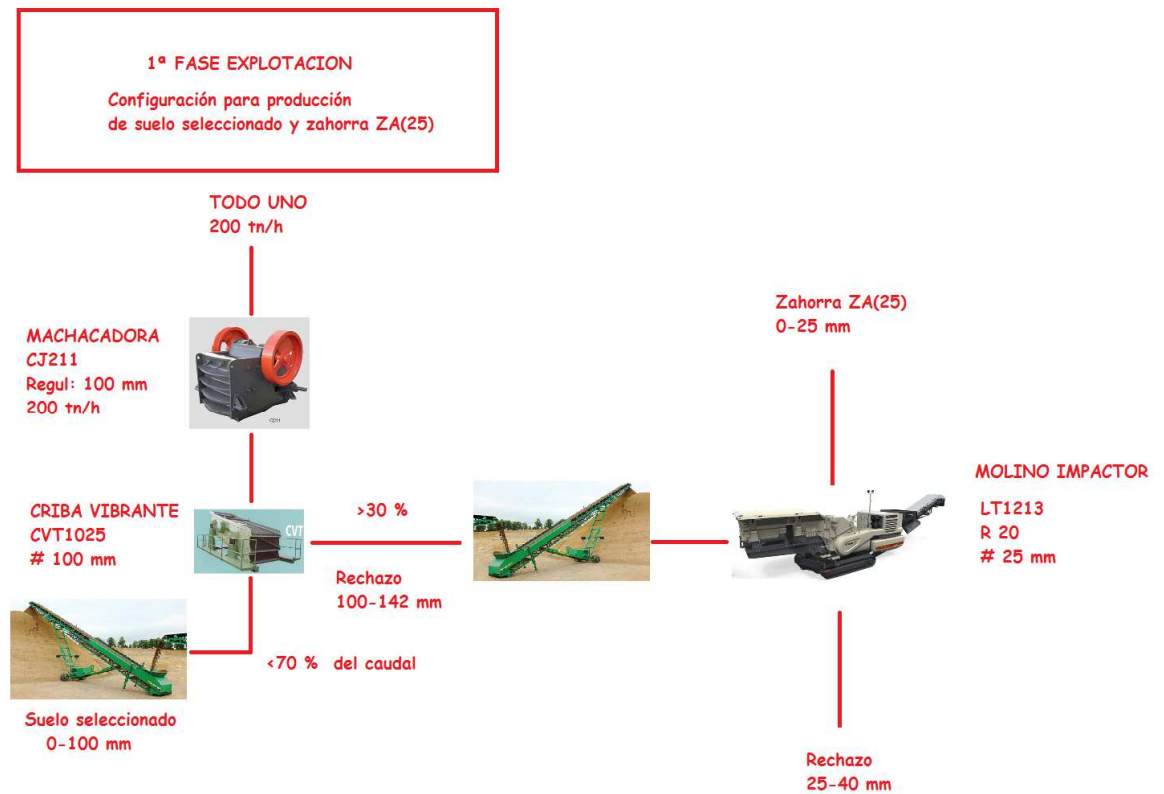


Figura nº 113: Diagrama proceso 1ª fase de explotación configuración para suelo seleccionado y zahorra ZA(25)

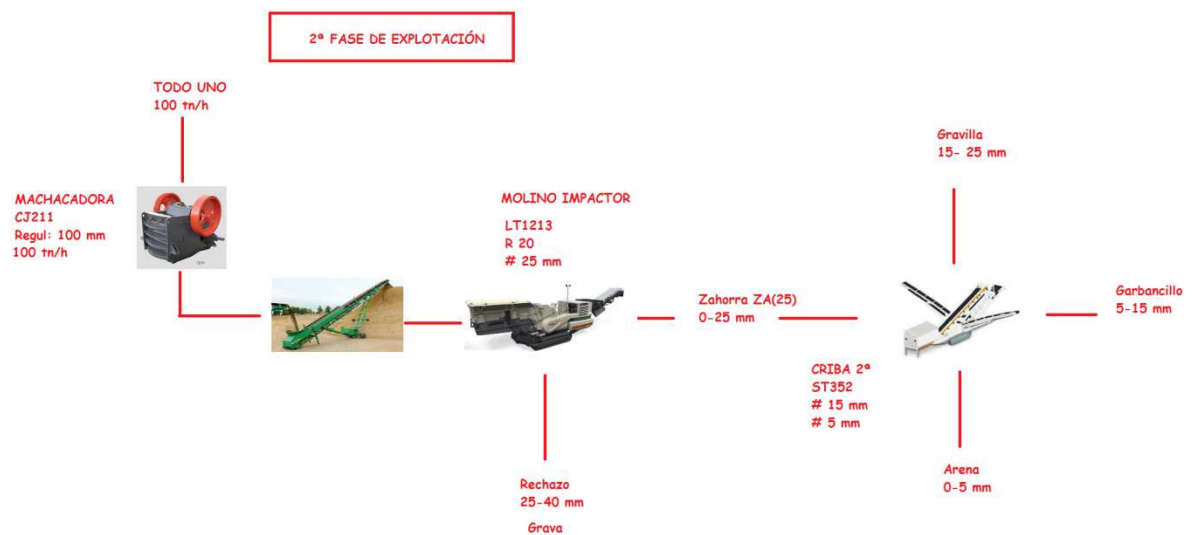


Figura nº 114: Diagrama proceso 2ª fase de explotación

## **12. Obra civil**

A continuación se detallan las diferentes actuaciones de obra civil a realizar para la adecuada implantación de nuestra explotación. Así mismo, en el documento planos se encuentran los correspondientes planos de las mismas.

### **12.1. Accesos y vallado**

El acceso a la explotación se situará justamente por el punto de acceso a la parcela ya existente en la actualidad, el cual se encuentra tangente a la carretera comarcal A-6203 a la altura del punto kilométrico 6, en el término municipal de Villacarrillo (Jaén).

El acceso a la explotación se realiza salvando la cuneta de la A-6203 por una pista de unos 5 m de longitud que termina a la cota 500 m.s.n.m., cota que se encuentra 1.00 metros por encima de la rasante de la carretera A-6203 a la altura del punto de acceso a la explotación, permitiéndose así un fácil acceso desde la misma y evitando la entrada de las aguas de escorrentía de la cuneta. El acceso actual cuenta con un ancho de unos 4 m y tiene limitado el acceso mediante una puerta metálica de poca solidez (ver figura nº 115).



**Figura nº 115: Fotografía estado actual del acceso a la explotación**

Se prevé mejorar este acceso a la futura explotación realizando los siguientes trabajos:

- Aumentar el ancho de la zona que se encuentra entre la cuneta de la carretera y la valla de acceso, canalizando la cuneta mediante tubos de hormigón prefabricado de diámetro 500 mm en una longitud de 10 m, mejorando así el tránsito de camiones y mejorando la visibilidad de los mismos y la seguridad.
- Sustituir la puerta de acceso existente instalando una puerta de cerrajería metálica galvanizada en caliente de dos hojas abatibles de 6 x 2 m para cerramiento exterior, formada por bastidor de tubo de acero laminado de 60 x 40 x 1.5 mm, barrotes de 30 x 30 x 1.5 mm y columnas de fijación de 200 x 200 x 2 mm. Sobre la misma se dispondrán los correspondientes carteles de prohibición de paso, seguridad y aviso de peligro.
- Junto a la puerta de acceso se dispondrá el panel informativo de la explotación, con señales de prohibición de paso, seguridad y aviso de peligro. Como ejemplo se muestra dos paneles informativos existentes en explotaciones similares, ver figura nº 116.



**Figura nº 116 : Ejemplos panel informativo**

- Se señalizará debidamente el tráfico de la zona mediante la instalación de las señales de tráfico necesarias ( stop, peligro de salida de camiones, etc).

Se instalará un vallado perimetral, rodeando toda la extensión de la explotación, con una longitud total de 1.125 m, este vallado tendrá dos objetivos principales a cumplir:

- Dada la cercanía a una carretera y a un núcleo de población, la existencia de los diferentes desniveles que conforma los bancos de la explotación así como de las propias instalaciones pueden suponer un peligro en el caso de intrusión dentro del perímetro.
- Para la fase de restauración, la localización de la explotación dentro de un área de ámbito rural y cercana a áreas naturales se prevé la existencia de una alta densidad de fauna herbívora. Esta fauna podría causar graves daños sobre las especies revegetadas, en caso de no ser protegidas.

El vallado seleccionado será de tipo cinegético tipo 200/17/15 de triple galvanizado, en rollos de 50 m. hilos horizontales superior e inferior de 3mm y horizontal intermedios y verticales de 2.5 mm. Dispuesto sobre postes metálicos galvanizados anclados en bulbos de hormigón en masa 50cm en el terreno, con postes con puntales cada 100 m con tensores de alambre, ver figura nº 117. Sobre el mismo se instalarán carteles de prohibición de paso y aviso de peligro cada 50 m.



**Figura nº 117 : Vallado cinegético perimetral**



## 12.2. Sistema de drenaje

El sistema de drenaje se construirá con arreglo al diseño y dimensiones establecidas en el apartado 7.7 de la presente memoria. Este sistema está compuesto por una red de cunetas todas con la misma sección y una balsa de decantación, sus características se definen a continuación:

- Cuneta perimetral Este superior: Será excavada a lo largo del nivel superior, cota aproximada de inicio 540 m.s.n.m., de la pista Este de sentido ascendente de transporte y comunicará con el cauce del barranco situado en el exterior de la explotación situado al Este. Su longitud será de 135,50 metros. Esta cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación hacia el Este del 1%.
- Cuneta perimetral Oeste superior: Será excavada a lo largo del nivel superior, cota de arranque aproximada 540 m.s.n.m., de la pista Oeste de sentido descendente de transporte y comunicará con el cauce del barranco situado en el exterior de la explotación situado al Oeste. Su longitud será de 135,50 metros. Esta cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación hacia el Oeste del 1% en su parte superior y en el tramo descendente la inclinación de la pista de transporte.
- Cuneta perimetral Este inferior: Será excavada a lo largo de la pista Este de transporte sentido ascendente, desde la intersección con la cuenta perimetral Este superior, descendiendo paralela a la pista por los diferentes bancos de la explotación. Su longitud será de 371,20 metros. La cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación en su parte descendente semejante a la pista de transporte y en la parte baja, hacia el Sur del 1% y al Este del 1% donde se sitúa la balsa de decantación.
- Cuneta perimetral Oeste inferior: Será excavada a lo largo de la pista Oeste de transporte sentido descendente, desde la intersección con la cuenta perimetral Oeste superior, descendiendo paralela a la pista por los diferentes bancos de la explotación. Su longitud será de 457,28 metros. La cuneta de la red de drenaje tendrá una inclinación en su parte descendente semejante a la pista de transporte y en la parte baja, hacia el Sur del 1% y al Este del 1% donde se sitúa la balsa de decantación.



Una vez realizado el cálculo de la sección necesaria para cada tramo de cuneta, se ha optado por facilidad de ejecución a realizar todas la cunetas con las dimensiones definidas a la figura nº 118:

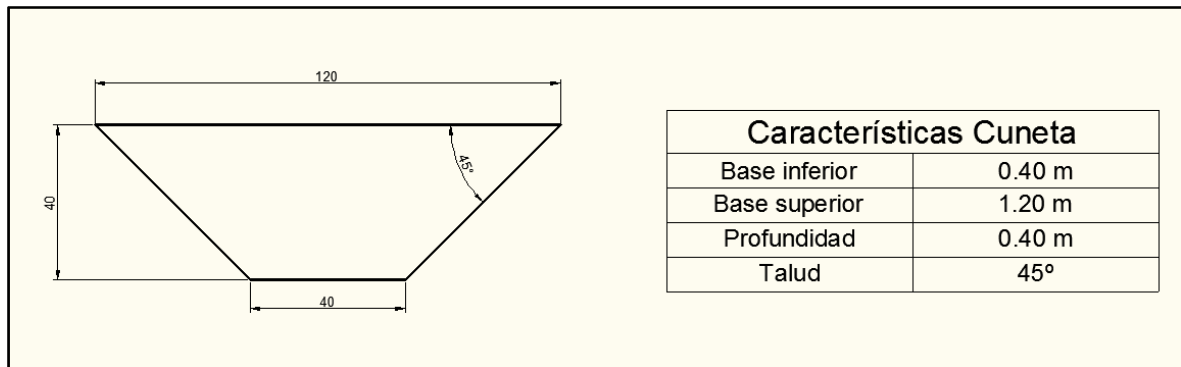


**Figura nº 118: Dimensiones de la cuneta**

Una vez realizada la excavación de la cuneta, se revestirá con hormigón en masa HM-20 con 10 cm de espesor.

- **Balsa de decantación:** Se situará en la zona Sureste de la explotación, junto al cauce del barranco anexo. Según los cálculos realizados se ha dimensionado una balsa de decantación con las dimensiones recogidas en la figura nº 119:

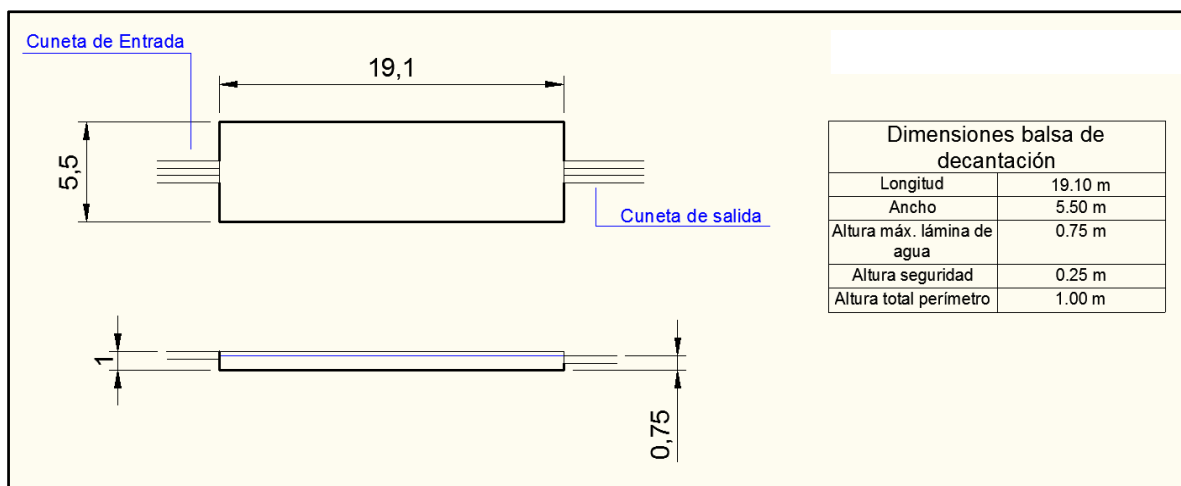


**Figura nº 119 : Dimensiones de la balsa de decantación**

Una vez realizada la excavación de la balsa de decantación se procederá a revestirla con homigón proyectado gunitado de 15 cm de espesor y fraguado rápido, con malla electrosoldada ME 20 x 20 x 5.

### 12.3. Cimentaciones

En el presente proyecto, las instalaciones que requieren la realización de algún tipo de cimentación o muro armado se corresponden con:

- La zona de descarga de camiones en la tolva instalada en la zona de trituración primaria.
- La estabilización del talud de apoyo en la zona de trituración y clasificación primaria.
- La cimentación donde se apoya la estructura del molino de trituración y la criba de clasificación primaria.

El terreno presente se clasifica como roca caliza de resistencia a compresión simple media, en torno a los  $1000 \text{ kg/cm}^2 \approx 107.5 \text{ Mpa}$ , y unos valores tipo de  $\alpha_1 = 0.4$ ,  $\alpha_2 = 0.5$  y  $\alpha_3 = 0.6$ . Esto supondría una presión admisible  $P_{v \text{ adm}} = 1.24 \text{ Mpa} \approx 12 \text{ kg/cm}^2$ .

Teniendo en cuenta las características del terreno y las cargas a soportar, se opta por un sistema de cimentación que estará formado por losas continuas de hormigón armado o muro con zapata corrida.

Así, para cada zona definida se determina un tipo de elemento de cimentación asociado independiente para facilitar su cálculo. Así definimos:

- Losa cargadero: losa de hormigón armado con tacón, con esta solución se aísla la zona de descarga del muro de acompañamiento. Los camiones se apoyaran sobre la losa y harán tope en el tacón para bascular la carga en la tolva de recepción del primario.
- Losa de apoyo: losa de hormigón armado encargada de soportar la estructura de todo el equipo primario y del muro de acompañamiento.
- Muro de protección: muro de protección al talud vertical.

Los hormigones a emplear serán del tipo HA-300, con resistencia característica de 300 kg / cm<sup>2</sup> y las armaduras del tipo de acero B500S.

A continuación se procede a desarrollar los cálculos necesarios para determinar las cimentaciones necesarias en cada caso.

### 12.3.1. Losa cargadero

La losa del cargadero tendrá unas dimensiones de 10.80 m de largo x 6.00 m de ancho y 0.40 m de espesor, para proporcionar una superficie estable a los camiones durante la descarga. Se calcula desde el punto de vista del equilibrio estructural. A partir de los valores característicos del terreno a emplear se determina la presión admisible mediante la expresión definida en de la “Guía de cimentaciones en obras de carretera” publicada por el Ministerio de Fomento, en la que en el artículo 4.5.3 “Cimentaciones superficiales en roca” se estima la presión admisible mediante la siguiente expresión:

$$P_{v adm} = P_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{q_u / P_0}$$

Siendo:

$P_{v adm}$  = Presión admisible.

$p_0$  = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.

$q_u$  = Resistencia a compresión simple de la roca sana.

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  = Parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas.

En nuestro caso, para una roca caliza de resistencia a compresión simple media, en torno a los 1000 kg/cm<sup>2</sup>  $\approx$  107.5 Mpa, y unos valores tipo de  $\alpha_1 = 0,4$ ,  $\alpha_2 = 0,5$  y  $\alpha_3 = 0,6$ , supondría una presión admisible  $P_{v adm} = 1.24 \text{ Mpa} \approx 12 \text{ kg/cm}^2$ .

Determinamos a continuación las diferentes cargas a las que estará sometida la losa, cargas verticales y de empuje.

La carga máxima vertical que deberá soportar losa se corresponde con el peso máximo de los vehículos de transporte cargados, en nuestro caso 35 tn.

Por otra parte se considera un empuje máximo del camión sobre los topes igual al esfuerzo tractor del camión que podemos estimar según la siguiente expresión:

$$T_u = W_d \cdot f_t$$

Donde:

$T_u$  = Tracción utilizable.

$W_d$  = Peso adherente, en este caso el del vehículo cargado considerando que todas las ruedas son motrices, en nuestro caso 35 tn.

$f_t$  = Factor de tracción o coeficiente de adherencia, para canteras y sobre neumáticos 0.65.

Con lo que obtenemos un empuje sobre los topes de 22.75 tn.

Dada su disposición, para el armado de la losa será suficiente con la armadura mínima geométrica establecida en el artículo 42.3 de la Instrucción EHE-08 que indica, para un acero B-400S una sección de acero del 2 por mil de la sección bruta de hormigón en cada dirección repartida en ambas caras, 1,8 por mil en el caso del acero B-500S. Si seleccionamos la armadura mínima geométrica con acero B-500S necesitaremos  $\text{cm}^2/\text{ml}$ .

Según lo cual, el armado se constituye mediante barras corrugadas de diámetro 16 mm cada 25 cm en las dos direcciones, colocada en la parte superior de la losa, para la armadura del tacón se utilizará un zuncho de 4 barras corrugadas de diámetro 12 mm y atado de barras corrugadas de diámetro 6 mm cada 20 cm. En el documento planos se encuentran los detalles de armado correspondientes.

En la figura nº 120 y tabla nº 63 se resumen las características geométricas, cargas efectivas, así como los resultados obtenidos.

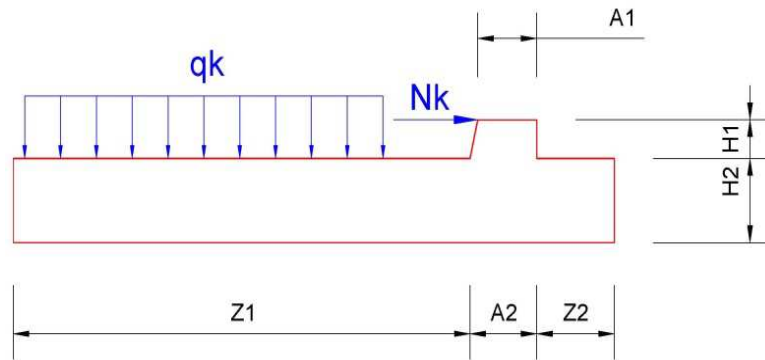


**Figura nº 120 : Detalle losa cargadero**

| MATERIALES           | CIMENTACIÓN      |                                         | MURO                              |                  |
|----------------------|------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|                      | ÁNG. ROZ.<br>(°) | $\sigma_{adm}$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | PESO ESP.<br>(tn/m <sup>3</sup> ) |                  |
|                      | 40               | 12,00                                   | 2,50                              |                  |
| CARGAS EXTERIORES    | $N_k$<br>(tn)    | $Q_k$<br>(tn)                           | $q_k$<br>(tn/m)                   |                  |
|                      | 22,75            | 35                                      | 3,50                              |                  |
| DIMENSIONES LOSA     | TOPE             |                                         |                                   |                  |
|                      | $H_1$<br>(m)     | $A_1$<br>(m)                            | $A_2$<br>(m)                      | Ancho<br>(m)     |
|                      | 0,30             | 0,30                                    | 0,40                              | 6,00             |
| DIMENSIONES LOSA     | LOSA             |                                         |                                   |                  |
|                      | $Z_1$<br>(m)     | $Z_2$<br>(m)                            | $H_2$<br>(m)                      | Ancho<br>(m)     |
|                      | 10,00            | 0,40                                    | 0,40                              | 6,00             |
| FUERZAS VERTICALES   | PESO TOPE + LOSA |                                         | PESO CARGAS                       |                  |
|                      | $P_1$<br>(tn)    | P. APLIC.<br>(m)                        | $P_2$<br>(tn)                     | P. APLIC.<br>(m) |
|                      | 66,375           | 5,286                                   | 35,000                            | 5,80             |
| FUERZAS HORIZONTALES | EMPUJE CARGAS    |                                         | ROZAMIENTO SUELO                  |                  |
|                      | $E_1$<br>(tn)    | P. APLIC.<br>(m)                        | $E_3$<br>(tn)                     | P. APLIC.<br>(m) |
|                      | 22,75            | 0,700                                   | 65,163                            | 0,00             |

**Tabla nº 63 : Características losa cargadero**

Se comprueba la estabilidad al deslizamiento, al vuelco y la tensión media transmitida al cimiento, de manera que se satisfagan las siguientes condiciones:

$$CS_{deslizamiento} = \frac{F_{estab}}{F_{desestab}} \geq 1.5$$

$$CS_{vuelco} = \frac{M_{estab}}{M_{desestab}} \geq 1.8$$

$$T_{media} \leq P_{v adm}$$

Obteniéndose los siguientes resultados:

| COEFICIENTES<br>SEGURIDAD | VUELCO | DESLIZAMIENTO | TENSIÓN MEDIA<br>(kg/cm <sup>2</sup> )    |
|---------------------------|--------|---------------|-------------------------------------------|
|                           | >= 1.8 | >= 1.5        | <= $\sigma_{adm}$ (12kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                           | 34,77  | 2,864         | 0,156                                     |

Tal y como podemos observar en de los datos obtenidos, se comprueba la sobrada validez de la sección tipo diseñada.

### 12.3.2. Losa de apoyo

El conjunto de equipamiento que debe soportar la losa de apoyo se corresponde con el conjunto formado por la tolva, su carga, la machacadora, la criba y la estructura que los sustenta, el peso máximo considerado del conjunto alcanza las 125 tn considerando la tolva cargada de roca caliza. Todo el conjunto se apoya sobre una losa de 0.8 m de canto, con unas dimensiones en planta de 5.2 x 5.2 m sobre la roca caliza. La estructura que soporta el conjunto está formada por 16 pilares metálicos IPN, que descansan sobre 16 placas de anclaje placas de anclaje de 450x450x30 mm con cuatro pernos por placa y sus cartelas de refuerzo correspondientes.

Sin entrar a realizar un cálculo completo de la cimentación se realiza a continuación una comprobación simplificada de la carga máxima soportada por esta losa determinando así su compatibilidad con los pesos que va a soportar.

Para ello consideramos un solo pilar de apoyado sobre una sección de losa de 1.3 x 1.3 m que se corresponde con la separación entre pilares en los sentidos transversal y longitudinal de la losa.

Empleando la expresión:

$$A = a \cdot b = \frac{N_k}{\sigma_{adm}} \cdot \left[ \frac{1}{10} \right]$$

Donde:

A = Área de la zapata [ m<sup>2</sup> ]

a, b = Largo y ancho de la zapata [ m ]

N<sub>k</sub> = Axil característico [ T ]

σ<sub>adm</sub> = Tensión admisible del terreno [ kg/cm<sup>2</sup> ], en este caso 12 kg/cm<sup>2</sup>

Obtenemos un axil máximo de 202.8 tn, más que suficiente considerando que el peso total del conjunto alcanza las 125 tn y que se apoya sobre 16 apoyos, con lo que el axil medio alcanzaría un valor de sólo 7.8 tn, con lo que se dispone de un alto margen para soportar las sobrecargas variables entre pilares que producirán la carga de materiales y los efectos dinámicos de la maquinaria.

Considerando el apoyo centrado en la sección de la losa, o zapata, el momento de cálculo por metro lineal a considerar en su armado en el lado mayor, el más desfavorable, se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$M_d = 1.6 \cdot \sigma_{adm} \cdot \frac{a^2}{8} \cdot [10]$$

Donde:

M<sub>d</sub> = Momento de cálculo mayorado [ mT/ml ]



$a =$  Largo zapata [ m ]

$\sigma_{adm} =$  Tensión admisible del terreno [ kg/cm<sup>2</sup> ], en este caso 12 kg/cm<sup>2</sup>

Con lo que obtenemos un momento de cálculo mayorado de 40.56 mT/ml

Podemos ahora calcular la armadura necesaria mediante expresión:

$$A_s = \frac{M_d}{0.8 \cdot h \cdot f_{yd}} \cdot [1000]$$

Donde:

$A_s =$  Área de armadura inferior por metro lineal [ cm<sup>2</sup>/ml ]

$M_d =$  Momento de cálculo mayorado [ mT/ml ]

$h =$  Canto de la zapata [ m ], en este caso 0.8 m.

$f_{yd} =$  Resistencia de cálculo del acero [ kg/cm<sup>2</sup> ], que considerando un acero B-500S tendría un valor de  $5.000/1,15 = 4.348$  kg/cm<sup>2</sup>.

Aplicando la expresión obtendríamos una armadura necesaria de 14.57 cm<sup>2</sup>/ml, en cada sentido, siendo la armadura mínima geométrica según la norma EHE-08 el 2 por mil de la sección bruta de hormigón por cara y dirección para acero B-400S, lo que supone 16 cm<sup>2</sup>/ml, por lo que se armará por la armadura mínima geométrica. Si seleccionamos la armadura mínima geométrica con acero B-500S necesitaremos 14.40 cm<sup>2</sup>/ml.

Según lo cual, el armado se constituye mediante barras corrugadas de diámetro 20 mm cada 20 cm en las dos direcciones, colocada en la parte superior de la losa, para la armadura de las placas de anclaje se utilizarán una parrilla de barras corrugadas de diámetro 20 mm cada 20 cm de 80 cm de longitud en las dos direcciones, colocada en la parte inferior de la losa. En el documento planos se encuentran los detalles de armado correspondientes.

### **12.3.3. Muro de protección**

El conjunto formado por la tolva, su carga, la machacadora, la criba y la estructura que los sustenta se situará de forma independiente junto al talud de 80° de roca caliza, sin contacto entre la estructura y el talud.

Como ya se ha justificado, este talud no recibe empuje horizontal de los camiones ya que la losa del cargadero es autoestable y el posible empuje de la estructura de la instalación de machaqueo se realizará sobre la losa cargadero, único punto de contacto, equilibrando los empujes.

Con estas premisas, las características de la roca y la estabilidad del talud (apartado 3.8) se determina que el muro a definir sólo es necesario con la finalidad de protección, dado que este muro no estará sometido a esfuerzos, ni a la necesidad de contener el terreno.

El carácter de protección del mismo será motivada ante la posible caída de pequeñas piedras o para evitar el descarnado motivado por las escorrentías, además de proporcionar un mayor grado de seguridad en las labores de mantenimiento bajo la estructura.

Con el fin de proteger dicho talud se considera la protección del mismo mediante gunitado de hormigón de 25 cm de espesor y doble malla electrosoldada de 20x20x10. La superficie total a proteger será la resultante de multiplicar la altura total del talud (10 m) y la longitud ocupada por la tolva más un margen de seguridad a ambos lados (15 m), resultando un área de 150 m<sup>2</sup> aproximadamente.

### **12.4. Instalaciones auxiliares**

Las instalaciones auxiliares estarán compuestas por módulos prefabricados e instalaciones complementarias a los mismos.

Estos módulos prefabricados deben estar debidamente adaptados a los usos a los que están destinados, los cuales son:

Oficina:

Se utilizará un módulo prefabricado de 7.00 x 2.40 m, con dos despachos y un aseo, ver figura nº 121, con las siguientes características:

- Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado.
- Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento  $K=0,39 \text{ Kcal/m}^2\text{H}^\circ\text{C}$ .
- Dos ventanas correderas de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m.
- Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m.
- Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja.
- Tabiquería en melamina color blanco 30 mm.
- Puertas interiores en melamina con marco de aluminio.
- Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, dos luminarias de 2x36 w, una luminaria de 2x18 w, tres bases de enchufe tipo Schuko y tres interruptores.
- Lavabo, inodoro con cisterna baja, espejo y termo de agua caliente 30 L.
- Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías.

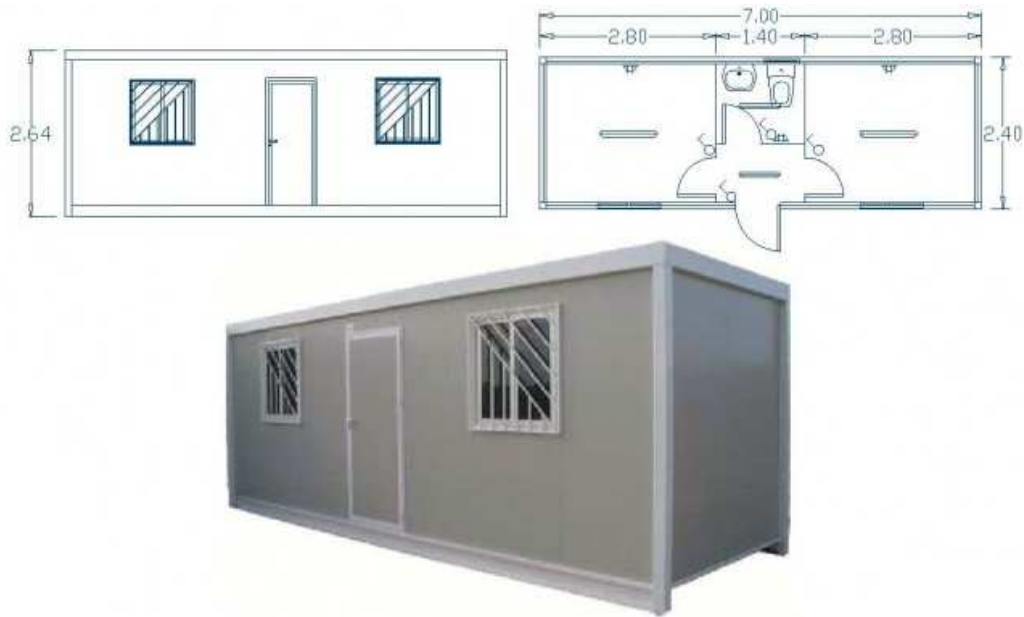


**Figura nº 121: Módulo prefabricado oficina**

#### Vestuario y servicios:

Se utilizarán dos módulos prefabricados adosados de 5.00 x 2.40 m, uno diáfano para vestuario (ver figura nº 122) y otro de tipo sanitario con los aseos y duchas (ver figura nº 123), con las siguientes características:

- Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado.
- Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento  $K=0,39$  Kcal/m<sup>2</sup>H°C.
- Ventana corredera de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m.
- Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m.
- Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja.
- Tabiquería en melamina color blanco 30 mm.
- Puertas interiores en melamina con marco de aluminio.
- Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, cuatro luminarias de 2x36 w, dos bases de enchufe tipo Schuko y dos interruptores.

- Pileta con dos grifos, dos inodoro con cisterna baja, cuatro duchas, espejo y termo de agua caliente 100 L.
- Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías, en zona de vestuario.

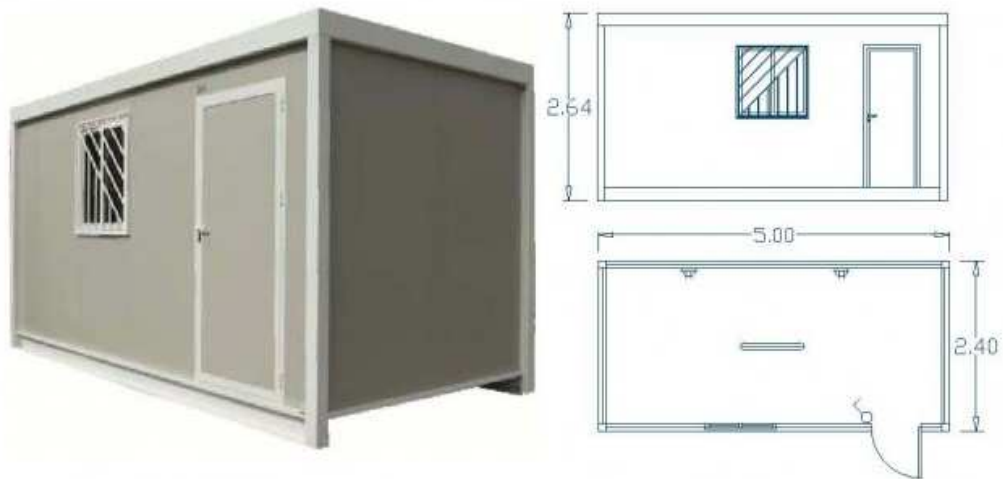


**Figura nº 122 : Módulo prefabricado vestuarios**

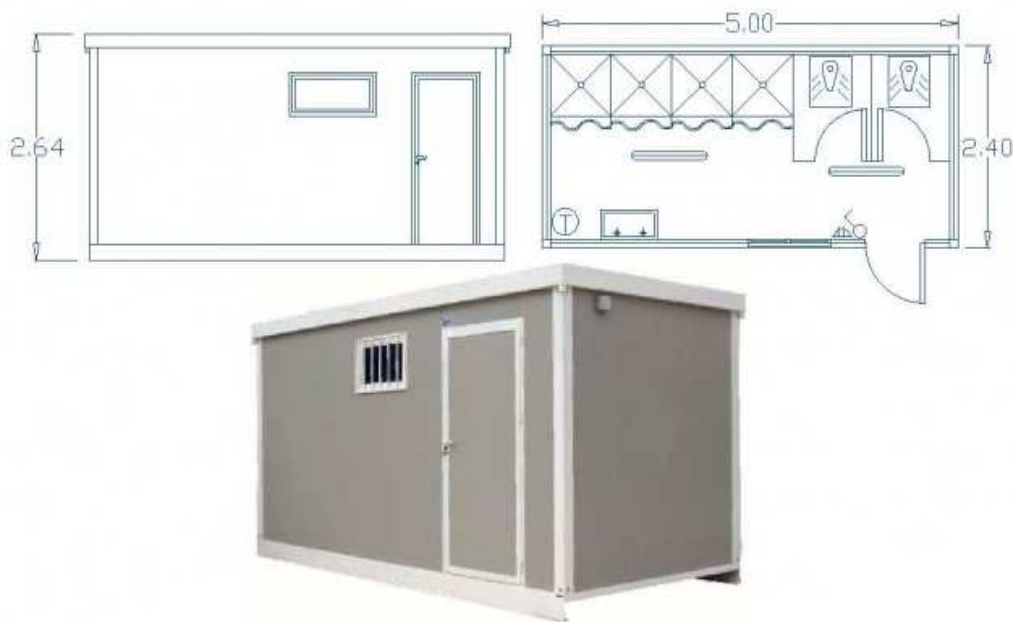


**Figura nº 123 : Módulo prefabricado sanitario**

### Taller y almacén:

Se utilizará un módulo prefabricado tipo contenedor de 6.10 x 2.44 m, ver figura nº 124, con las siguientes características:

- Estructura de perfiles de acero soldado de 3 mm. de espesor y vigas transversales de perfil U, esquinas de contenedor según normas ISO de 6 mm.
- Suelo de tablero de madera tratada de 28 mm.
- Cubierta de chapa autoportante de 1,5 mm de espesor, estanco con la estructura acanalada de 15 mm.
- Paredes de chapa de acero acanalada verticalmente de 1,5 mm de espesor, todas las paredes están soldadas y estancas a la estructura acanalada de 35 mm y cuatro aperturas de ventilación situadas bajo el armazón del techo.
- Puerta de doble hoja con apertura exterior con protección de goma.
- de medidas 2.38 x 2.28 m con apertura máxima de 270º y sistema de cierre mediante 2 barras con tubo galvanizado y manetas con cojinetes integrados.

#### Dimensiones

##### Caja (L x A x H)

- **Externas:** 6,10 x 2,44 x 2,59 Mts.
- **Internas:** 5,90 x 2,35 x 2,39 Mts.

**Capacidad:** 32,6 m<sup>3</sup>

##### Marco Puerta (A x H)

- 2,29 x 2,29 Mts.



**Figura nº 124 : Módulo taller-almacén**

La instalación de los módulos en el terreno se realizará sobre una solera de hormigón en masa HM-20 de 10 cm, realizada directamente sobre el terreno de dimensiones tales que forme un acerado alrededor de los módulos de 1 m, sobre la misma se dispondrán seis bloques de hormigón prefabricado macizados por módulo con el fin de trabajar como pilares de apoyo de los mismos.

La instalación de abastecimiento de agua de los diferentes módulos se realizará mediante una red de polietileno instalada de forma exterior en los módulos y abastecida mediante un depósito provisional instalado sobre el módulo de taller-almacén, ver figura nº 125, que será rellenado de forma periódica de acuerdo a la demanda.



***Figura nº 125 : Depósito abastecimiento agua***

La instalación de saneamiento de los diferentes módulos se realizará mediante una red de pvc instalada de forma exterior en los módulos y dirigida a una fosa séptica enterrada, ver figura nº 126, de la cual serán retirados los residuos de forma periódica por un gestor de residuos autorizado.



***Figura nº 126 : Fosa séptica saneamiento***



### **13. Instalación eléctrica**

En el dimensionamiento de la instalación eléctrica se ha tenido en cuenta el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2 de agosto de 2002 así como sus I.T.C. - BT y en especial la I.T.C. BT- 47 relativa a instalación de receptores motores. Dado que la planta se encuentra en su totalidad a la intemperie, se considera que para que la seguridad de los receptores eléctricos no se vea comprometida por las inclemencias externas su índice de protección será como mínimo de IP65.

Para la realización de los cálculos de la instalación eléctrica se ha utilizado el software informático Ecodial Advance Calculation ES 4.48 de la empresa Schneider Electric y para el centro de transformación el software Amikit 4.0 facilitado por la empresa Ormazabal. Los informes generados por estos programas se adjuntan en los anexos.

#### **13.1. Suministro de energía**

El suministro eléctrico se realizará a partir del punto indicado por Endesa, mediante conexión a un centro de transformación en desuso existente al norte de la explotación. Se procederá a la sustitución del transformador existente. Mediante este nuevo centro de transformación se convertirá a baja tensión (<1000 V) trifásica, 230 / 400 V, 50Hz.

Hay que considerar que el suministro de energía debe poder abastecer las necesidades de la instalación de trituración primaria (trituradora, criba y cinta), el suministro de las instalaciones auxiliares (vestuarios, oficina y almacén) y de la torre de iluminación.

#### **13.2. Características de la instalación**

La distribución desde el Transformador se realizará mediante una línea bajo conductos enterrados hasta llegar al cuadro general instalado junto a la estructura de trituración. La instalación se ha dividido en circuitos independientes desde donde saldrán

las líneas de alimentación a los equipos (conductos aéreos fijados a la estructura) y las líneas de alimentación a las instalaciones auxiliares (enterradas bajo conductos).

### **13.3. Fuerza motriz**

Para su suministro, se constituirán circuitos trifásicos totalmente independientes, que partiendo del cuadro general alimentarán a cada una de las equipos de la instalación.

Se han diseñado otros circuitos que alimentan a cajas de bases instaladas en los equipos principales y en el módulo prefabricado de almacén, para posibilitar trabajos de mantenimiento.

También se construirán circuitos para alimentación de cada uno de los cuadros de distribución existentes en los módulos prefabricados (vestuario y oficina).

### **13.4. Alumbrado**

Además se construirá un circuito para alimentación de la torreta de iluminación.

Para el alumbrado exterior se utilizan proyectores cerrados con lámparas de descarga de 1000 w en halogenuros metálicos. Se colocaran en una torres con 4 proyectores, colocándose la torre junto a la zona de descarga en la tolva de trituración.

El circuito se realizará en corriente monofásica, utilizándose secciones de 2.5 y 4 mm<sup>2</sup> de Cu y con aislamiento adecuado, generalmente 0,6/1kv.

El alumbrado de las instalaciones auxiliares se llevará a cabo por las instalaciones de iluminación integradas en los módulos prefabricados.

### 13.5. Potencia total demandada

A continuación se detalla la demanda de potencias de fuerza motriz, instalaciones y de alumbrado.

| Denominación      | Potencia (KW) |
|-------------------|---------------|
| Machacadora CJ211 | 90            |
| Criba CVT-1025    | 5.5           |
| Cinta Trit 1ª     | 6             |
| C. Vestuarios     | 3.5           |
| C. Oficinas       | 3.5           |
| T. C. Almacén     | 3.5           |
| T.C. Machacadora  | 3.5           |
| T.C. Cinta        | 3.5           |
| Torre Iluminación | 4             |
| <b>TOTAL</b>      | <b>123</b>    |

Tabla nº 64: Potencia total demandada

### 13.6. Sistema de Instalación

La instalación se realizará de acuerdo con los dos sistemas siguientes:

- Con conductores rígidos aislados, de 450/750 V de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores. Los diámetros de estos tubos estarán de acuerdo con el número de conductores que se vayan a alojar en ellos y de las secciones de los mismos, basándose su elección en la ITC- BT - 21.
- Con conductores rígidos armados, de 0,6/1kV de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre la estructura de la planta. Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán una distancia mínima de cinco cm de las paredes y separación entre conductores de 3 cm, como mínimo. Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y

conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a proyecciones de agua (IP 65 como mínimo).

La parte de la instalación, bajo tubo protector, se ejecuta en función a las prescripciones generales siguientes:

- El trazado se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.
- Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios. Registros no separados entre sí en tramos rectos más de 15 m.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante y dimensiones adecuadas.
- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación se aplicaran pinturas antioxidantes.

### **13.7. Normas de instalación próximas a otras canalizaciones**

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies externas de ambas se mantenga una distancia de 1 m, como mínimo.

### **13.8. Accesibilidad de las instalaciones**

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán para que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, remplazar los conductores que se han deteriorado de forma fácil.

### **13.9. Conductores activos**

Los conductores activos bajo tubo protector empleados en la instalación serán rígidos de cobre unipolar, con aislamiento seco de doble capa de PVC y una tensión nominal de aislamiento de 450/ 750 V mínimo.

Los conductores activos no ubicados bajo tubo protector serán rígidos, aislados y armados, de 0,6/1kV de tensión nominal mínimo y de cobre unipolar con aislamiento seco de doble capa de PVC ó XLPE. La sección será constante en todo el recorrido.

La sección de los conductores a utilizar se determinara de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores utilizados en el interior de las instalaciones se regirán por la ITC BT - 19, Tabla I, ITC-BT-07 y lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional

### **13.10. Conductores de protección**

Serán del mismo tipo que los activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la Tabla 2 de la ITC BT-19, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

### **13.11. Identificación de las instalaciones**

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

### **13.12. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica**

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual  $1000 \cdot U$ , siendo  $U$  la tensión máxima de servicio. La rigidez dieléctrica ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de  $24 + 1000 U$ , siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores.

### **13.13. Protección contra sobre intensidades y sobre tensiones**

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte unipolar, así como dispositivos de protección de cada uno de los circuitos contra sobre intensidades.

La protección contra sobre intensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se llevará a cabo con interruptores magneto térmicos o automáticos de corte unipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético a cortocircuitos.

La instalación estará protegida con descargadores a tierra para sobre tensiones de origen atmosférico.

La norma UNE 20.460 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección, define la aplicación de las medidas de protección según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

### **13.14. Protección contra contactos directos e indirectos**

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Alejando de las partes activas (en tensión) de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente circulan o se encuentran, que sea imposible un contacto fortuito con las manos ( 2.5 m hacia arriba, 1 m lateralmente y 1 m abajo).
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas.
- Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo , el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

La protección contra contactos indirectos se asegurara adoptando el sistema de clase B “puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto”, consistente en poner a tierra todas las masas mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra artificiales, y asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa (interruptor diferencial de sensibilidad adecuada, preferible 30mA).

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial “T” que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia de tierra de las masas  $R$ , debe cumplir la relación:  $R < 50 / L$ , en locales secos y  $< 24 / L$  , en locales húmedos.



### **13.15. Receptores de alumbrado**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

### **13.16. Receptores a motor**

Los motores están contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no puede ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores estarán protegidos contra cortacircuitos y sobrecargas en todas sus fases.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando arranque el motor de forma espontánea,

como consecuencia de restablecer la tensión, provocando accidentes o perjudicando el motor de acuerdo con la norma UNE 20.460.

### 13.17. Puestas a tierra

Se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado. Toda la instalación irá regida según la instrucción ITC BT 18 e ITC BT 26. El conjunto de puesta a tierra en la instalación estará formado por:

- Tomas de tierra. Se montaran una por cada cuadro de distribución, a su vez estarán constituidas por:
  - Electrodoes artificiales, a base de "placas enterradas" con los siguientes características: "Protección contra contactos directos e indirectos".

| Tipo de electrodo |             | Dimensión mínima                                                                                         |
|-------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Picas             | Barras      | $\varnothing \geq 14.2 \text{ mm}$ (acero-cobre)<br>$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ (acero galvanizado) |
|                   | Perfiles    | Espesor $\geq 5 \text{ mm}$ y Sección $\geq 350 \text{ mm}^2$                                            |
|                   | Tubos       | $\varnothing_{\text{ext}} \geq 30 \text{ mm}$ y espesor $\geq 3 \text{ mm}$                              |
| Placas            | Rectangular | 1 m x 0.5 m<br>Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre)<br>Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado)    |
|                   | Cuadrada    | 1 m x 1 m<br>Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre)<br>Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado)      |
| Conductor desnudo |             | 35 mm <sup>2</sup> (cobre)                                                                               |

**Tabla nº 65: Electrodoes puesta tierra**

- La línea de enlace con tierra formada por un conductor de cobre desnudo enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

- Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.
- Línea principal de tierra, formada por conductor lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no estando sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánica. Igualmente las derivaciones de la línea principal a tierra que enlazan esta con los cuadros de protección.
- Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Sección mínima Tabla 2 de la ITC- BT -18.

| Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> ) | Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| $S \leq 16$                                                               | $Sp = S$                                                              |
| $16 < S \leq 35$                                                          | $Sp = 16$                                                             |
| $S > 35$                                                                  | $Sp = S/2$                                                            |

**Tabla nº 66: Conductores puesta tierra**

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos, seccionadores, fusibles o interruptores.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se podrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

### 13.18. Cálculos eléctricos de los diferentes circuitos

Las expresiones utilizadas en la realización de los cálculos eléctricos de los diferentes circuitos son las siguientes:

Sistema trifásico:

$$I = \frac{P_c}{1,732 \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot R} (A)$$

$$e = \left( \frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left( \frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \right) (V)$$

Sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R} (A)$$

$$e = \left( \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left( \frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \right) (V)$$

Donde:

- $P_c$  = Potencia de cálculo en Watios
- $L$  = Longitud de cálculo en metros
- $e$  = Caída de tensión en voltios
- $K$  = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35.
- $I$  = Intensidad en Amperios.

- U = Tensión de servicio en voltios  
S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>  
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia  
R = Rendimiento. (Para líneas motor)  
n = N° de conductores por fase  
X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en mΩ / m

Cortocircuito:

- Intensidad de c.c. en inicio de línea:

$$I_{pccL} = \frac{C_t U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Siendo:

I<sub>pccL</sub> = Intensidad permanente de c. c. en inicio de línea en kA.

C<sub>t</sub> = Coeficiente de tensión obtenido de condiciones generales de c.c.

U = Tensión trifásica en V, obtenida de condiciones generales de proyecto

Z<sub>t</sub> = Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea en estudio)

- Intensidad de c.c. en fin de línea:

$$I_{pccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2Z_t}$$

Siendo:

I<sub>pccF</sub> = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA

C<sub>t</sub> = Coeficiente de tensión obtenido de condiciones generales de c.c.

U<sub>f</sub> = Tensión monofásica en V, obtenida de condiciones generales de proyecto

$Z_t$  = Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea)

- La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

$R_t$  =  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t$  =  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R$  =  $L \cdot 1000 \cdot r \cdot \square / K \cdot S \cdot n$  (mohm)

$R$  =  $X_u \cdot L / n$  (mohm)

$R$  = Resistencia de la línea en mohm

$X$  = Reactancia de la línea en mohm

$L$  = Longitud de la línea en m.

$r$  = Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales c.c.

$K$  = Conductividad del metal; Cu = 56; Al = 35

$S$  = Sección de la línea, en mohm, por metro

$n$  = nº de conductores por fase

- Tiempo que soporta el conductor la corriente de c.c.:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo:

$T_{mcicc}$  = Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$  = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

$S$  = Sección de la línea en mm<sup>2</sup>

$I_{pcc}F^2 =$  Intensidad permanente de c.c. en fin de la línea en A.

- Tiempo de fusión de los fusibles.

$$t_{ficc} = \frac{cte. fusible}{I_{pcc}F^2}$$

Siendo:

$t_{ficc}$  = Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de c.c.

$I_{pcc}F^2$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A

- Longitud máxima protegida a c.c.

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo:

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

$U_F$ : Tensión de fase (V)

$K$  : Conductividad Cu 56 y Al 35

$S$  : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$X_u$  : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). en conductores aislados 0,08

$n$  : nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$ : Coeficiente de tensión de condiciones generales de c.c.

$r = 1,5$ : Coeficiente de resistencia.

$I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.



### 13.19. Cálculo de conductores

A continuación se detalla la demanda de potencias de fuerza motriz nominal, potencia de instalaciones auxiliares y de alumbrado, ver tabla nº 67, la potencia comercial será la utilizada en los cálculos de los conductores.

| DENOMINACIÓN      | POTENCIA (kW) | POTENCIA COMERCIAL (kW) | DISTANCIA DEL PUNTO DE CONSUMO AL CUADRO (m) |
|-------------------|---------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| Machacadora Cj211 | 90            | 90                      | 20                                           |
| Criba CVT1025     | 5.5           | 5.5                     | 15                                           |
| Cintra Trit. 1ª   | 6             | 7.5                     | 10                                           |
| C. Vestuarios     | 3.5           | 3.5                     | 30                                           |
| C. Oficinas       | 3.5           | 3.5                     | 30                                           |
| T.C. Almacén      | 3.5           | 3.5                     | 5                                            |
| T.C. Machacadora  | 3.5           | 3.5                     | 5                                            |
| T.C. Cinta        | 3.5           | 3.5                     | 5                                            |
| Torre Iluminación | 4             | 4                       | 20                                           |
| <b>TOTAL</b>      | <b>123</b>    | <b>124.5</b>            |                                              |

Tabla nº 67: Potencia comercial instalada

#### Línea general de alimentación:

Desde el centro de transformación saldrá una línea general de alimentación (subterránea) hasta la caseta general de mando, situada a una distancia de 40 m. Esta línea subterránea la formará cables aislados de Aluminio de 3 x 3 x 50 mm<sup>2</sup> + PE 3 x 50 mm<sup>2</sup> + N 3 x 50 mm<sup>2</sup> con protección de 0,6/1kV. ITC-BT-07 tabla 4. La caída de tensión que estableceremos como máxima en la línea que va desde el centro de transformación hasta el cuadro de mando de los distintos circuitos será inferior al 1.5%, 6 V de caída de tensión. ITC BT 15 (un único usuario sin línea general de alimentación).

#### Cálculo de la acometida:

- Teniendo en cuenta la potencia total de la instalación (123 Kw.) tendremos:
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Subterránea 3 tubos independientes por cada fase
- Longitud: 40 m

- Cos  $\varphi$ : 0.8
- Potencia a instalar: 124.5 Kw.
- Potencia de cálculo:

$$I = \frac{124500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 224.63 \text{ A}$$

- Caída de tensión:

$$e = \frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S} = \frac{40 \cdot 124500}{36 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 50} = 2.30 \text{ V} == 0.57\%$$

A continuación se muestra la tabla general de conductores, tabla nº 68, calculada y cotejada según los valores de intensidad admisible según la norma BT-07 y UNE-20460. Estos valores nos dan una idea de los elementos y potencias listadas para introducirlas en el software Ecodial de Schneider Electric.

| DENOMINACIÓN      | POT.<br>(Kw) | Coef.<br>Utilización | Fact.<br>Pot. | Tensión<br>(V) | % C.T.<br>(max<br>adm) | Tª amb. | Long.<br>(m) | I B (A) | I Z (A) | u (V) | %u   |
|-------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------|------------------------|---------|--------------|---------|---------|-------|------|
| Machacadora CJ211 | 90           | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 20           | 202,97  | 210,21  | 0,8   | 0,20 |
| Criba CVT1025     | 5,5          | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 15           | 12,40   | 16,84   | 2,1   | 0,53 |
| Cintra Trit. 1ª   | 7,5          | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 10           | 16,91   | 21,84   | 1,2   | 0,30 |
| C. Vestuarios     | 3,5          | 1                    | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 30           | 6,31    | 14,56   | 2,1   | 0,52 |
| C. Oficinas       | 3,5          | 1                    | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 30           | 6,30    | 14,56   | 2,1   | 0,52 |
| T.C. Almacén      | 3,5          | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 5            | 7,89    | 14,56   | 0,4   | 0,11 |
| T.C. Machacadora  | 3,5          | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 5            | 7,89    | 14,56   | 0,4   | 0,11 |
| T.C. Cinta        | 3,5          | 1,25                 | 0,8           | 230/400        | 5%                     | 45      | 5            | 7,89    | 14,56   | 0,4   | 0,11 |
| Torre Iluminación | 4            | 1,8                  | 0,8           | 230/400        | 3%                     | 45      | 20           | 13,0    | 16,84   | 0,7   | 0,19 |

| DENOMINACIÓN      | Nº<br>Conductores<br>/ Fase | Sección<br>Conductor<br>(mm²) | Conducto<br>r | Tª uso | Aislamiento   | Instalación      | TIPO DE CABLE                |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|--------|---------------|------------------|------------------------------|
| Machacadora Cj211 | 3                           | 25                            | Cu            | 68     | Termoplástico | Tubos montaje    | 3x25 mm²+N25 mm²+PE25 mm²    |
| Criba CVT1025     | 1                           | 2,5                           | Cu            | 59     | Termoplástico | Tubos montaje    | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| Cintra Trit. 1ª   | 1                           | 4                             | Cu            | 60     | Termoplástico | Tubos montaje    | 3x4 mm²+N4 mm² + PE4 mm²     |
| C. Vestuarios     | 1                           | 2,5                           | Cu            | 50     | Termoplástico | Cond. enterrados | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| C. Oficinas       | 1                           | 2,5                           | Cu            | 50     | Termoplástico | Cond. enterrados | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| T.C. Almacén      | 1                           | 2,5                           | Cu            | 50     | Termoplástico | Cond. enterrados | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| T.C. Machacadora  | 1                           | 2,5                           | Cu            | 50     | Termoplástico | Cond. enterrados | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| T.C. Cinta        | 1                           | 2,5                           | Cu            | 50     | Termoplástico | Cond. enterrados | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |
| Torre Iluminación | 1                           | 2,5                           | Cu            | 60     | Termoplástico | Tubos montaje    | 3x2,5 mm²+N2,5 mm²+PE2,5 mm² |

Tabla nº 68: Cálculo conductores

### 13.20. Esquema instalación eléctrica

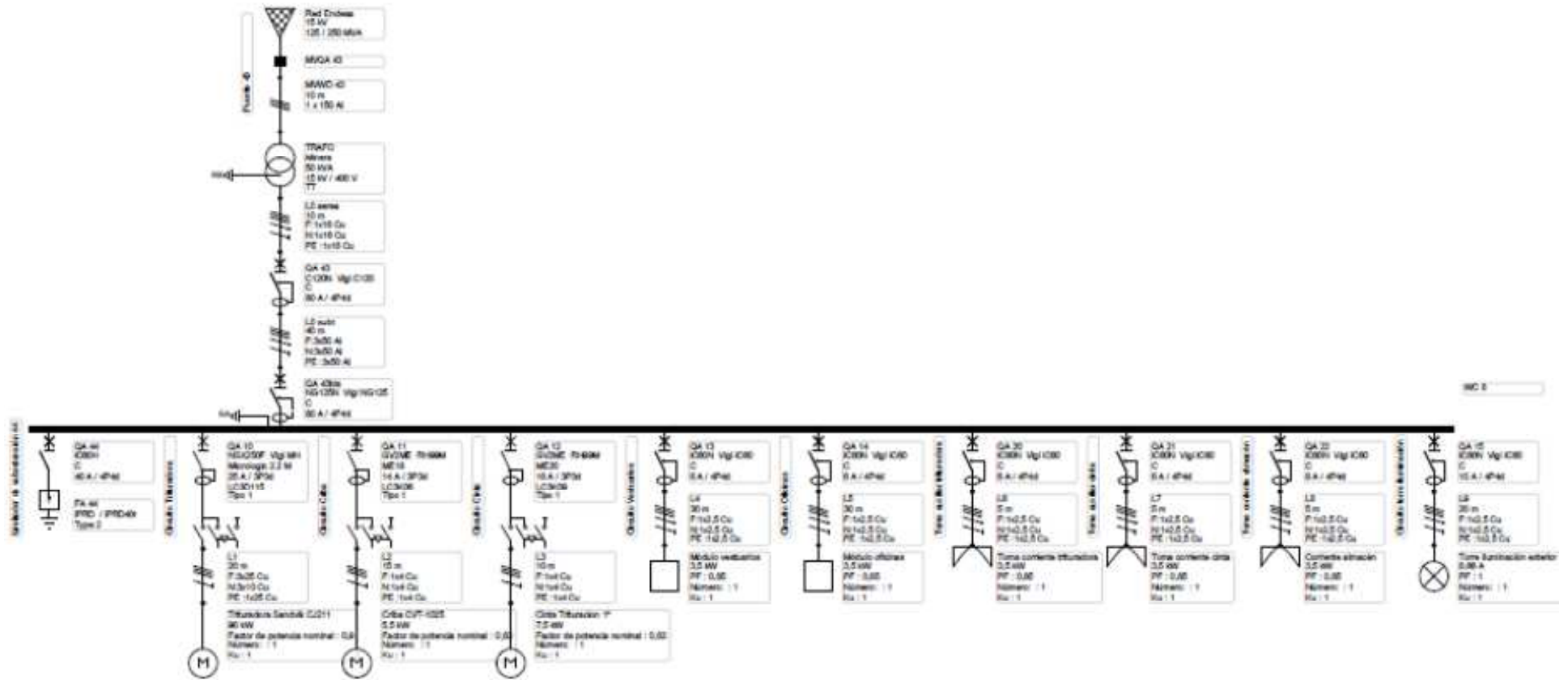


Figura nº 127: Esquema unifilar

## **14. Medidas de protección del medio ambiente**

Se detallan a continuación brevemente las consideraciones y actuaciones a realizar para minimizar el impacto ambiental que los trabajos en la explotación ocasionarán respecto a la contaminación atmosférica, ruidos, vibraciones e impacto visual en el entorno. Este tema junto con el plan de restauración del espacio natural afectado y la evaluación del impacto ambiental se desarrollan en los respectivos anexos.

### **14.1. Polvo atmosférico**

La reglamentación española sobre ambiente pulvígeno se basa principalmente en la ITC 07.1.04 que desarrolla la lucha contra el polvo en la minería a cielo abierto e instalaciones del exterior. Esta ITC es de aplicación a las industrias extractivas a cielo abierto, así como a las instalaciones de tratamiento, procesado, manipulación y almacenaje de minerales, áridos y rocas industriales.

Por ser éste un factor relevante en el impacto ambiental ocasionado por estas explotaciones, se adoptarán las medidas correctoras necesarias para reducir al máximo las emisiones de polvo a la atmósfera, actuando especialmente en los focos donde se origina la mayor cantidad del mismo.

En un principio las labores de perforación, movimiento de la maquinaria en las acciones de perforación, descarga - transporte y en la planta de trituración y clasificado, son los puntos donde se provoca la aparición de polvo en el ambiente.

En este sentido, para reducir la polución generada por la actividad, se pondrá en práctica las medidas oportunas para evitarlo, tales como:

#### **En la perforación:**

En cualquiera de sus modalidades, debe realizarse con dispositivos de captación de polvo.

En planta de tratamiento:

Toda maquinaria e instalaciones fijas susceptibles de producir polvo, estarán dotadas de sistemas adecuados de prevención, tales como aspiración del polvo, pulverización de agua, etc.

Se aislarán mediante estructuras adecuadas todas las cintas transportadoras de la cantera, para evitar que el aire ponga en suspensión el polvo depositado sobre ellas. Este aislamiento se hará extensible también a las cribas.

También se protegerá, con paramentos adecuados, las zonas de acopio, para evitar las acciones perjudiciales del viento. También se protegerá la descarga en la tolva.

Las descargas de las cintas transportadoras, sobre las pilas de almacenamiento del material, se protegerá, para evitar que el aire arrastre el polvo que se produce. En caso de no poder colocar protecciones, se debería humedecer el material, cuando inicia su caída.

Toda la zona de acopios se ha previsto que se realice en una vaguada natural del terreno, con objeto de que queden protegidos de la acción del viento.

La tolva de descarga de volquetes irá carenada para reducir la emisión de polvo durante la descarga de los mismos.

Se dispondrá de pulverizadores de agua en las salidas de las cintas, para evitar en lo posible las emisiones de polvo.

En arranque, carga y transporte:

El frente de explotación se regará antes de cada arranque y antes del comienzo de la carga del material, evitando así la proyección de polvo a la atmósfera.

Se deberá prestar atención especial a las plazas y pistas de rodadura, mediante el riego u otros sistemas para controlar la puesta en suspensión de polvo al paso de los vehículos o maquinaria.

En los períodos secos, se controlará la acumulación de polvo en las pistas interiores, con objeto de garantizar el tránsito seguro de todos los vehículos y la comodidad y seguridad de los trabajadores y población que transcurra en las proximidades de la cantera.

Instalación de lonas en los remolques de camiones para evitar la dispersión de polvo desde la cantera al exterior.

Las vías y caminos públicos de acceso a la explotación y planta de tratamiento se mantendrán en perfectas condiciones de uso, evitando su deterioro, así como cualquier tipo de ocupación que dificulte su utilización.

Recogida y retirada de los materiales finos acumulados en las pistas y frente de arranque.

No se realizarán voladuras, tratamiento y transporte del material fuera de los horarios habituales.

Limitación de velocidad de los vehículos por la cantera y accesos próximos a 20 Km/h.

#### Medidas de protección personal:

Cuando las anteriores medidas técnicas de prevención ambiental no sean suficientes se complementarán con las que se señalan a continuación:

- Aislamiento de cabinas de vehículos y puestos de mando de máquinas e instalaciones.
- Separación del personal del foco de producción de polvo, mediante la utilización de mandos a distancia.
- Utilización de mascarillas de protección individual, de eficacia comprobada y debidamente autorizadas.



Con la aplicación de las medidas correctoras expuestas anteriormente se prevé minimizar la emisión de polvo hasta niveles que no ocasionen molestias ni perjuicios al entorno de la cantera.

Se realizará un seguimiento de la actividad para poder determinar la necesidad de corregir o aumentar las medidas correctoras.

#### **14.2. Ruido**

El ruido es cualquier sonido que tiene efectos negativos y desagradables sobre las personas y el medio que lo percibe. Interfiere en las actividades humanas y en el medio ambiente así como en la imagen de la explotación. La gran mayoría de las operaciones que tienen lugar en la cantera son generadoras de ruido.

El ruido puede ser de tipo permanente o casi permanente (planta de tratamiento) o bien intermitente que es el que se produce por operaciones concretas como las voladuras, el arranque cotidiano de los motores, la carga del material en los volquetes, la descarga en las tolvas de los equipos de trituración primaria, etc.

Cuando este ruido no se produce en ciclos periódicos, o cuando el intervalo de tiempo entre estos periodos es largo, se le denomina ruido esporádico.

La naturaleza del proceso de producción de áridos consistente en la trituración y clasificación de rocas, hace difícil reducir significativamente los niveles de ruido introduciendo medidas correctoras.

No obstante, los ruidos se emiten sólo en horas diurnas. Además, la cantera “Majada Verde” esta a gran distancia de las posibles zonas frecuentadas o habitadas, por lo que las molestias originadas a terceros por la actividad no son, generalmente, excesivas.

Considerando la gran distancia existente entre la explotación y los núcleos de población más próximos, puede considerarse mínimo el impacto de la actividad.

Las medidas correctoras para controlar y minimizar la emisión de ruido en la cantera, serán:

- Uso de máquinas con bajo nivel de ruido, donde el control de las emisiones de ruido se haya considerado en el diseño del equipo por el fabricante. Estos equipos, hoy en día, se comercializan con marcado CE.
- Modificación o sustitución de los componentes de los equipos.
- Disminución de las alturas de caída libre de los materiales.
- Empleo de revestimientos de caucho en las mallas de las cribas, en los elementos de desgaste de los equipos de trituración, etc.
- Procesos de trabajo menos ruidosos, cuando esto sea posible.
- Reducir el número de equipos.
- Realizar los mantenimientos periódicos de las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Esta es una operación imprescindible que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos de control del ruido instalados:
  - Control de los sistemas neumáticos e hidráulicos.
  - Lubricar las piezas móviles.
  - Corregir los defectos de alineamiento.
  - Sustituir las piezas desgastadas.
  - Revisar los anclajes de los equipos fijos.
  - Comprobar que los tornillos están adecuadamente apretados.
  - Equilibrar las piezas giratorias para evitar vibraciones.
  - Verificar que las carcasas, carenados y capotajes cierren bien. La eficacia de los cerramientos disminuye con el tiempo sin un buen mantenimiento.
  - Mantener en buen estado los dispositivos destinados a reducir el ruido que incorporen las máquinas.
  - Revisar los silenciadores de los tubos de escape y de los motores.
  - Hacer estas operaciones con la periodicidad indicada por el fabricante o cuando se observe una anomalía de funcionamiento.
  - Disminuir la frecuencia de las operaciones (mayores voladuras, menor número de desplazamientos).
  - Acortar los desplazamientos de los equipos móviles.
  - Sustitución de las voladuras por martillos hidráulicos vibrosilenciosos.
  - Reducción de los efectos negativos de la circulación (velocidades reducidas,

- evitar arranques continuados, reducción de pendientes).
- Mejora del circuito de circulación, diseño de los accesos.

Así mismo puede controlarse el ruido del molino de trituración y criba, actuando sobre el medio de transmisión, el aire, por medio de cerramientos total o parcial del mismo, empleando las técnicas de confinamiento y apantallamiento.

### **14.3. Vibraciones**

Las vibraciones que pueden tener una influencia sobre el medio ambiente se producen, habitualmente, por las voladuras que han de realizarse para fracturar la roca y, así, proceder al desdoblamiento de frentes verticales y perfilado de taludes.

Con objeto de optimizar la recuperación del materiales, la explosión debe fragmentar el macizo rocoso en bloques de tamaño adecuado: ni demasiado pequeños (los finos que implican la producción de polvo) ni demasiado grandes, lo que requeriría operaciones complementarias que encarecen el proceso y que comportan, asimismo, la emisión de polvo.

Además de las generadas por las voladuras, también pueden producirse vibraciones en:

- Los martillos hidráulicos móviles empleados en la rotura de grandes bloques.
- Las instalaciones de trituración, molienda, clasificación y en las cintas transportadoras y equipos de alimentación.

La distancia que existe entre las instalaciones de trituración-clasificado y el exterior de la cantera hacen que estas vibraciones no tengan relevancia alguna desde el punto de vista de afección al medio ambiente.

Como consecuencia de las voladuras, se producen dos fenómenos, que siempre están presentes en cualquier voladura, y que pueden incidir negativamente en el entorno:

- Las vibraciones terrestres, debido a que el explosivo está confinado en el barreno, y como consecuencia de la detonación, se genera una gran cantidad de gases a alta presión y temperatura, originando vibraciones al terreno. La transmisión de estas vibraciones depende básicamente del tipo de terreno y de la carga disparada.
- La onda aérea originada por el escape de gases o el empleo de cordón detonante.

Dada la distancia a zonas frecuentadas y habitadas, las voladuras periódicas que se realizarán en la explotación, no se prevé cause molestias.

Para minimizar el impacto medioambiental de las vibraciones y de la onda aérea sobre las zonas pobladas próximas a la explotación, en el diseño de la voladura, se prestará especial atención a:

- La geometría de la voladura.
- Los tiempos de retardo.
- La secuencia de iniciación.

Además de optimizar el diseño de las voladuras, se prestará especial atención en la ejecución de las labores de perforación y de la carga de los barrenos. Para mitigar las molestias producidas por las voladuras, se trata de realizar en horas fijas de máxima actividad laboral.

Es conveniente la creación de pantallas vegetales o de tierra entre la zona expuesta a las voladuras y el área donde éstas se ejecutan para reducir los efectos de la onda aérea y el polvo.

#### **14.4. Efecto visual**

La cuenca visual potencial es el conjunto de puntos desde los cuales la actuación productora del impacto es visible, considerando para su análisis únicamente las características topográficas del terreno.

Como puntos de vista preferentes se han considerado aquéllos que, debido a su condición de infraestructura de gran afluencia, a su condición de bien cultural o debido a su fácil accesibilidad en definitiva, a causa de su gran actividad antrópica, permiten la afluencia de observadores potenciales, siendo éste el principal agente implicado a la hora de analizar un impacto visual.

La explotación se encuentra a 6 km del núcleo urbano de Villacarrillo (Jaén). El impacto visual potencial de la explotación es moderado, dada su situación y el tamaño de la misma. Sólo es visible por carretera justamente al pasar por el acceso a la explotación.

Con el fin de minimizarlo aún más se prevé implantar pantallas vegetales o de tierra junto a la zona de la carretera.

#### **14.5. Residuos y limpieza**

En primer lugar se procederá a la ordenación de la cantera a la hora de realizar la intalación de las diversas instalaciones.

Los residuos que se generen por parte de los operarios serán recogidos selectivamente, para ello junto a la entrada se instalarán los siguientes contenedores:

- Contenedor amarillo: envases metálicos y plásticos.
- Contenedor azul: papel y cartón.
- Contenedor verde: vidrio. Contenedor gris: residuos orgánicos.

La plaza de cantera y las pistas serán acondicionadas y sobre ellas se efectuará un mantenimiento de limpieza periódico.

La entrada de la cantera se limpiará periódicamente, incluso en un radio de unos 50 metros desde la entrada, para evitar que se produzca la acumulación de basura o áridos que accidentalmente puedan caer desde los camiones, igualmente, se señalizará convenientemente la incorporación de camiones a la calzada.

Se procederá al amojonamiento de la cantera.

La maquinaria se mantendrá en perfectas condiciones de uso, por lo que se realizará un mantenimiento preventivo adecuado.

La velocidad de los vehículos por el interior de la cantera estará limitada a 20 km/h para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

En cuanto a los residuos se incluye dentro de este concepto el conjunto de materiales sólidos inertes y orgánicos que se generarán como consecuencia de las acciones de la explotación y tratamiento del material. Cabe indicar que todo el volumen de material que se genere en este concepto, residuos de la actividad minera, de maquinaria, etc., deberá ser desalojado del ámbito extractivo cuando culminen las actuaciones a desarrollar, no obstante, con una periodicidad mínima de tres veces al año se realizarán campañas de limpieza a fin de recoger todo tipo de residuos, material y maquinaria deteriorados, que pudieran haberse ido acumulando en el interior del ámbito minero.

Todo el material de rechazo de planta que se genere será utilizado para el relleno de la cantera y la posterior restauración.

Por lo que se refiere a los vertidos se tomarán las medidas necesarias para evitar que durante las labores mineras y obras se produzcan vertidos accidentales de aceites y gasoil que contaminen las aguas superficiales y subterráneas. Para ello los cambios de aceites de la maquinaria se realizarán en un taller autorizado que deberá cumplir con los requisitos necesarios para realizar este tipo de operaciones.

## **15. Plan de ejecución de labores**

El objetivo de este apartado es determinar un plan de obra y explotación adecuado, definiendo el plazo de ejecución y la distribución temporal de las diversas tareas que intervienen en el presente proyecto.

La obtención del plazo total de ejecución de las labores definidas en este Proyecto, se ha basado en los rendimientos y en las jornadas de trabajo que son desarrolladas en la totalidad del apartado 9 de la presente memoria, junto con la definición de las fases de explotación desarrolladas en el apartado 8.2 de la presente memoria.

De acuerdo con estas premisas se ha determinado un plazo de ejecución de las obras de 2 meses y el plan de operación completo de la explotación se desarrollará a lo largo de 7 años y 2 meses, hasta llegar a la situación final diseñada, ver figura nº 128.



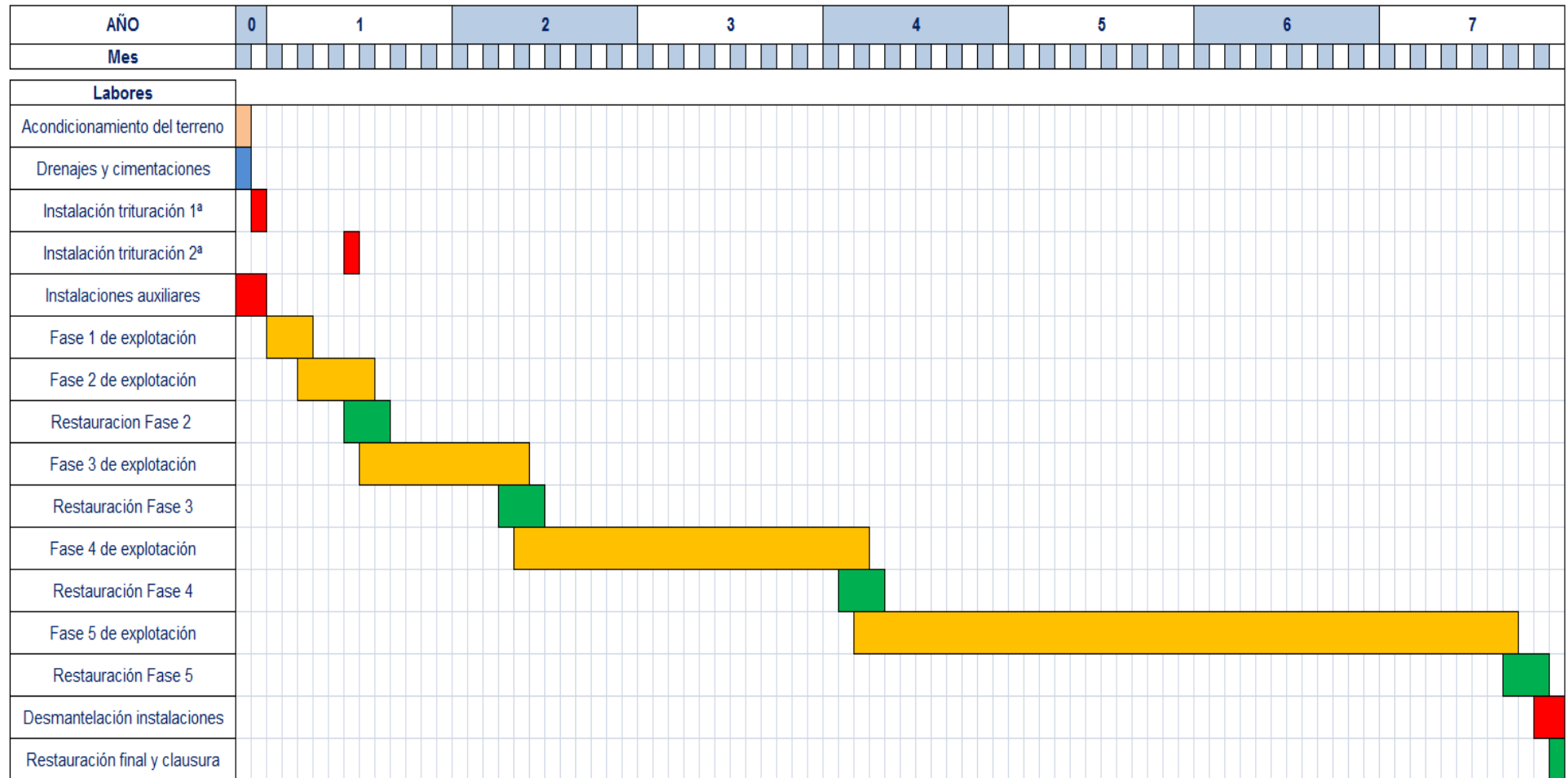


Figura nº 128: Plan de ejecución

## **16. Bibliografía**

### **16.1. Referencias bibliográficas**

- BUSTILLO REVUELTA, M. y LÓPEZ JIMENO, C. (1997): "Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras". Entorno Gráfico S.L., Madrid.
- LÓPEZ JIMENO, C. (1998): "Manual de Áridos: Prospección, explotación y aplicaciones". Entorno Gráfico S.L., Madrid.
- DURÁN LÓPEZ, A. (2007): "Selección práctica y aplicaciones de los equipos de trituración". Fueyo Editores. Madrid.
- HERRERA HERBERT, J. (2007): "Diseño de Explotaciones de Canteras de Áridos". Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

### **16.2. Referencias legislativas e I.T.C.'s**

- R.D.863/1985, en el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley de Minas 22/1973.
- Real Decreto 2857/1978, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1389/1997, por el que se aprueban las "disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras"
- R.D. 1215/1997, por el que se establecen las "disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo".
- Ley 34/2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- R.D.L. 1/2008, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos.
- R.D. 329/91, sobre Restauración de Espacios Naturales Afectados por Actividades Mineras.
- R.D. 230/98, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- R.D 1247/2008, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- R.D 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 16.3. Referencias de internet

- Documentación y cartografía geológica:  
[www.igme.es](http://www.igme.es)
- Cartografía:  
[www2.ign.es/iberpiz/visoriberpiz/visorign.html](http://www2.ign.es/iberpiz/visoriberpiz/visorign.html)  
[www.google.es/maps](http://www.google.es/maps)
- Documentación y cartografía medioambiental:  
[www.magrama.gob.es/es/](http://www.magrama.gob.es/es/)  
<http://laboratorioediam.cica.es/VisorGenerico/>  
[www.agenda21jaen.com](http://www.agenda21jaen.com)
- Legislación:  
[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/](http://noticias.juridicas.com/base_datos/)
- Seguridad y salud:  
<http://www.insht.es>
- Documentación maquinaria y equipos:  
[www.sandvik.com](http://www.sandvik.com)  
[www.kesa.es](http://www.kesa.es) (Komatsu)  
[www.metso.com](http://www.metso.com)  
[www.triman.es](http://www.triman.es)  
[www.atlascopco.es/eses/](http://www.atlascopco.es/eses/) (Atlas Copco)
- Descarga de software:  
<http://www.schneider-electric.es/es/product-category/5100-software/>  
<http://www.ormazabal.com/es/descargas/software/amikit>

## **ANEXO N° 1: EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **ANEXO Nº 1: EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **5. Introducción**

#### **5.1. Antecedentes**

Actualmente, la conexión por carretera entre las provincias de Jaén y Albacete se produce mediante el eje Villacarrillo-Albacete, que se desarrolla a través de la N-322. Dada la necesidad de una conexión rápida y fluida desde el noreste de Andalucía al Levante Español, que conectara los ejes Sevilla-Bailen y Albacete-Valencia, se planteó la necesidad de construir una futura autovía que sustituyera a la actual N-322.

Así nace la futura Autovía A-32 Villacarrillo-Albacete. Es indudable, que la construcción de una infraestructura viaria lleva acarreada la necesidad de suministro de un gran volumen de áridos. A su vez, se plantea la necesidad de reducir en lo posible la distancia de transporte de dicho material, desde el origen al punto de utilización, a fin de economizar costos.

Centrándonos en la zona del tramo de la A-32 Torreperogil-Villacarrillo, se observan elevadas distancias existentes entre las diferentes explotaciones activas en la zona. Derivada de esta situación se planeó la necesidad de búsqueda y estudio de una explotación alternativa a las existentes.

Derivado de este estudio se seleccionó una localización idónea para una explotación de áridos, a partir de ese momento denominada Cantera de "Majada Verde".

Esta futura explotación se sitúa en un afloramiento de calizas y dolomías que ocupa una pequeña ladera orientación Sur, de 300 m de longitud por 300 m de anchura y con cota máxima a 540 m s.n.m., situada 5.150 m al Noroeste del centro urbano de Villacarrillo (Jaén).

Los terrenos donde se ubica la futura explotación (parcelas 37,40,41 y 42 del polígono 4 del catastro de rústica) se sitúan en el término municipal de Villacarrillo (Jaén). Estos son propiedad de un particular y existe un contrato de arrendamiento con la empresa explotadora.

El ritmo de extracción máximo estimado de la cantera será de 250.000 t/año y el material extraído será tratado en una planta de tratamiento situado en la misma explotación.

La explotación se producirá a cielo abierto, realizándose la misma mediante voladuras y medios mecánicos con bancos de trabajo de altura máxima 10 m. El todo uno obtenido se someterá a un proceso primario de destierre y trituración mediante maquinaria móvil y a continuación en la planta de tratamiento se someterá a tratamiento secundario.

Para la realización del Proyecto de Explotación se tendrán en cuenta los criterios de:

- Seguridad, tanto durante el período de operación como tras el cese de la actividad.
- Mínima afección al entorno.
- Optimización de las actividades de operación minera.

## **1.2. Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental**

El objeto de este Estudio de Impacto Ambiental es evaluar la repercusión que sobre el medio ambiente puede tener la ejecución del proyecto de explotación de la Cantera "Majada Verde", identificando y valorando los efectos que puedan desencadenarse y estableciendo las medidas preventivas y correctoras que hagan posible el desarrollo de la actividad con el mínimo perjuicio ambiental.

Así mismo se da cumplimiento a la legislación vigente, en concreto a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, que en su Anexo I Proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª, grupo 2 Industrias extractivas, apartado A, establece la obligatoriedad de realización de Estudio de Impacto Ambiental en el caso de "Explotaciones y frentes de una misma autorización o concesión a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos de las secciones A, B, C y D cuyo aprovechamiento está regulado por la Ley

22/1973, de 21 de julio, de Minas y normativa complementaria", cuando se dé alguna de una serie de circunstancias, entre las que se encuentran: "2. Explotaciones que tengan un movimiento total de tierras superior a 200.000 metros cúbicos anuales" y "5. Explotaciones visibles desde autopistas, autovías, carreteras nacionales y comarcales, espacios naturales protegidos, núcleos urbanos superiores a 1.000 habitantes o situadas a distancias inferiores a 2 km de tales núcleos".

### 1.3. Legislación Aplicable

La legislación que afecta al ámbito de nuestro Estudio de Impacto Ambiental es fundamentalmente la siguiente:

- **Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental:** es la ley andaluza por la que se rige la obligación de realizar un estudio de impacto ambiental asociado a este tipo de proyectos. En concreto, en el artículo 20 se menciona que serán sometidas a Autorización Ambiental Integrada (AAI) las actuaciones públicas o privadas señaladas en el anexo I. La actividad objeto de este estudio se encuentra enmarcada en el apartado 1 de dicho anexo, de Industria extractiva, en concreto en el código 1.1., de explotaciones y frentes de una misma autorización o concesión a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos de las secciones A, B, C y D cuyo aprovechamiento está regulado por la Ley de Minas y normativa complementaria, así como aquellas modificaciones y prórrogas que impliquen un aumento de la superficie de explotación autorizada, excluyéndose las que no impliquen ampliación de la misma. Para este estudio de impacto ambiental, se deberá aplicar el contenido establecido en el anexo 2.A.1. para el procedimiento normal.
- **Real Decreto 833/1988:** es la normativa relativa a residuos, aplicable a esta instalación (junto con el Real Decreto 952/1997) por la producción de residuos peligrosos, y por ellos existe la obligación de obtener la autorización del organismo autonómico competente, y envasar, etiquetar, registrar y almacenar adecuadamente los residuos peligrosos generados, conforme al Real Decreto.
- **Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera:** la planta comparte una caldera de combustión de 15 MW, que está considerada como actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera y por ello debe obedecer a unos



límites de emisión establecidos por la comunidad autónoma en la que se encuentra, y estos límites (definidos en el Real Decreto 1073/2002) deberán ser controlados mediante el Plan de Vigilancia Ambiental. Además, según la ley 34/2007 la caldera de gas necesita una autorización administrativa, de la que dispone, ya que la instalación corresponde al grupo B (>2000 termias/horas, y en este caso son 12960 termias por hora, que es el equivalente a 15 MW).

Si bien, además habrá que tener en cuenta para aspectos concretos del proyecto otras normativas que se enumera a continuación:

- Decreto 5/2012, de 17 de enero, por el que se regula la autorización ambiental integrada y se modifica el Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía.
- Decreto 208/97, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Modificada por Ley 10/2006, de 28 de abril.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias de Andalucía.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres de Andalucía.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres. Modificado por el R.D. 1193/98,

de 12 de junio, R.D. 1421/2006, de 1 de diciembre. Anexos I, II, III, IV, V y VI: Derogados por Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

- Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Modificado por Orden de 9 de julio de 1998, Orden de 9 de junio de 1999, Orden de 10 de marzo de 2000.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 104/1994, de 10 de mayo, por el que se establece el Catálogo Andalúz de Especies de Flora Silvestre Amenazada.
- Orden de 4 de junio de 2009, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo Andalúz de Especies Amenazadas y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Andalucía en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad del aire, a excepción de los artículos 11, 12 y 13 que quedan derogados por la Ley GICA.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español.
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

- Decreto 32/1993, de 16 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento de Patrimonio Histórico de Andalucía.

## **2. Descripción del Proyecto**

### **2.1. Localización de la explotación**

La explotación extractiva de recursos de la sección A denominada "Cantera de Majada Verde" se encuentra situada en el término municipal de Villacarrillo (Jaén), en el paraje conocido como "Majada Verde".

El acceso a la explotación se realiza, desde Villacarrillo por la carretera A-6203, que une con Navas de San Juan (Jaén), a la altura del p.k. 6 se encuentra la explotación en el margen derecho de la carretera.

Los terrenos en los que se pretende realizar la explotación son propiedad de un particular, que ha suscrito un contrato de arrendamiento a la empresa explotadora cediendo los mismos para el aprovechamiento de los recursos de la sección A que en ellos se encuentran.

La explotación proyectada afecta a una superficie de 7,43 hectáreas de terreno pertenecientes a las fincas nº 37, 40, 41 y 42 del polígono 4 del Catastro.

Cuando en minería se habla de establecer una explotación para el aprovechamiento integral de los recursos contenidos en un determinado depósito, ya sea éste de origen natural o antrópico, es decir, producido como consecuencia de las acciones del hombre, es necesario emprender una serie de actuaciones con el fin de conocer y evaluar las reservas que contiene, para posteriormente proceder a su aprovechamiento por los medios que pone a disposición el estado actual de la técnica. Básicamente dichas actuaciones son las siguientes:

- Exploración e investigación.

- Infraestructura.
- Explotación.
- Modificaciones fisiográficas.

En el caso que nos ocupa, al encontrarse el yacimiento inmediatamente debajo de la cubierta de tierra vegetal, la explotación se realizará a cielo abierto, por lo que, como trabajos de exploración e investigación, se han realizado una serie de calicatas para tener un conocimiento más amplio de las características del yacimiento.

Como se observa en los planos correspondientes, la zona a explotar ya cuenta con acceso desde la carretera, por lo que no se considera necesaria la realización de ningún tipo de desvío y no será necesario realizar ningún tipo de infraestructura nueva.

Durante la fase de explotación, se requiere el empleo de la maquinaria de movimiento de tierras que resulta habitual en este tipo de obras, tales como palas excavadoras, cargadoras, bulldozes, dumpers, perforadoras, camiones, etcétera.

En tal sentido, los elementos, características y procesos ambientales susceptibles de ser afectados por la actividad extractiva, son los que se indican a continuación:

- Atmósfera: composición de la atmósfera y nivel de ruidos.
- Agua: superficiales y subterráneas.
- Suelo: características edáficas y usos del suelo.
- Vegetación: especies y comunidades vegetales.
- Fauna: especies y poblaciones animales.
- Procesos ecológicos: cadenas y redes tróficas.
- Procesos geofísicos: inundación, erosión, subsidencia, sedimentación, inestabilidad y sismicidad (vibración).
- Morfología y paisaje: Modificación del paisaje.

## **2.2. Materiales a explotar y suelo a ocupar**

Durante la fase de explotación de la concesión, los materiales que se utilizarán serán las calizas y dolomías que se pretende extraer, que como se ha dicho anteriormente, se halla inmediatamente debajo de la capa de tierra vegetal de espesor

variable, que deberá ser retirada con carácter previo a las labores de preparación y explotación para utilizarla posteriormente en la revegetación de las zonas alteradas a restaurar.

La industria extractiva quedará limitada a una extensión superficial encerrada por el polígono cuyos vértices tienen las coordenadas UTM, Huso 30 que se indican a continuación y que como ya se ha dicho, ocupa una superficie de 7,43 hectáreas.

| Orden | Longitud          | Latitud           | X(UTM)      | Y(UTM)       | Huso |
|-------|-------------------|-------------------|-------------|--------------|------|
| 1     | 3° 7' 43,7615" W  | 38° 8' 53,3463" W | 488712,0000 | 4222331,0000 | 30   |
| 2     | 4° 7' 42,6952" W  | 38° 8' 54,5181" W | 488738,0000 | 4222364,0000 | 30   |
| 3     | 5° 7' 40,0700" W  | 38° 8' 56,8543" W | 488802,0000 | 4222439,0000 | 30   |
| 4     | 6° 7' 39,9626" W  | 38° 8' 57,9262" W | 488829,0000 | 4222472,0000 | 30   |
| 5     | 7° 7' 34,8997" W  | 38° 9' 0,5586" W  | 488928,0000 | 4222553,0000 | 30   |
| 6     | 8° 7' 33,3396" W  | 38° 9' 1,2092" W  | 488966,0000 | 4222573,0000 | 30   |
| 7     | 9° 7' 28,6545" W  | 38° 9' 0,4355" W  | 489080,0000 | 4222549,0000 | 30   |
| 8     | 10° 7' 27,2148" W | 38° 8' 59,4313" W | 489115,0000 | 4222518,0000 | 30   |
| 9     | 11° 7' 26,7194" W | 38° 8' 58,0042" W | 489127,0000 | 4222474,0000 | 30   |
| 10    | 12° 7' 27,4571" W | 38° 8' 56,9328" W | 489109,0000 | 4222441,0000 | 30   |
| 11    | 13° 7' 27,9470" W | 38° 8' 55,0829" W | 489097,0000 | 4222384,0000 | 30   |
| 12    | 14° 7' 31,3524" W | 38° 8' 52,4188" W | 489014,0000 | 4222302,0000 | 30   |
| 13    | 15° 7' 36,7365" W | 38° 8' 53,6135" W | 488883,0000 | 4222339,0000 | 30   |
| 14    | 16° 7' 39,9411" W | 38° 8' 53,61" W   | 488805,0000 | 4222339,0000 | 30   |
| 15    | 17° 7' 43,5967" W | 38° 8' 53,0869" W | 488716,0000 | 4222323,0000 | 30   |

## 2.3. Componentes que integran la explotación

### 2.3.1. Cantera

Las características de la cantera se encuentran definidas en el apartado 7 de la memoria, se exponen a continuación los puntos principales de la misma.

- Se ha optado por definir una altura máxima del frente de trabajo de 10 metros. Lo cual permitiría tanto un arranque de material mediante la utilización de explosivos, como un arranque mecánico mediante retroexcavadora, si las condiciones del material lo permitiesen.

- El ángulo del talud de banco definido tanto en el caso de arranque con explosivos o con medios mecánicos será de 80°, con este ángulo se garantiza la estabilidad del frente para este tipo de material.
- Dado que la altura máxima de frente ya definida en el punto anterior, la topografía del área y la extensión de nuestra explotación, en la cual se ha determinado una potencia de roca explotable cercana a los 36 metros, se han determinado una configuración con 3 bancos.
- Definida la plataforma con labores de perforación más desfavorable y teniendo en cuenta la longitud media tipo de los equipos de perforación en 9 metros, más el margen de seguridad de 5 metros establecido, se ha optado por definir un ancho mínimo de la plataforma de trabajo en 14 metros.
- La plaza de cantera se situará a la cota 500 m.s.n.m., cota que se encuentra 1.00 metros por encima de la rasante de la carretera A-6203 a la altura del punto de acceso a la explotación, permitiéndose así un fácil acceso desde la misma.
- La altura máxima del frente y al ángulo final de la explotación en fase de abandono y restauración será definido en el correspondiente plan de restauración que se encuentra en el Anexo nº 2 de este proyecto.

### **2.3.2. Planta de tratamiento**

Las características de la planta de tratamiento se encuentran definidas en el apartado 11 de la memoria, se exponen a continuación los puntos principales de la misma.

- En la 1ª fase de explotación la configuración de las instalaciones se encuentra conformada por las siguientes partes:
  - Puesto de trituración primaria, compuesto por tolva de recepción de 50 m<sup>3</sup> de capacidad y parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm abatible mediante un sistema hidráulico y machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik.
  - Puesto de clasificación primaria, compuesto por una criba vibrante de movimiento circular de chasis primario modelo CVT-1025 de Triman Minerals, con una malla de 100 mm, una superficie de cribado de 2.5 m<sup>2</sup>.

- Puesto de trituración secundaria y clasificación, compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso, dispone de una tolva propia de alimentación, un molino de impactos modelo NP1213 de Metso y su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm.
- En la 2ª fase de explotación la configuración de las instalaciones se encuentra conformada por las siguientes partes:
  - Puesto de trituración primaria, compuesto por tolva de recepción de 50 m<sup>3</sup> de capacidad y parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm abatible mediante un sistema hidráulico y machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik.
  - Puesto de trituración secundaria y clasificación secundaria 1, compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso, dispone de una tolva propia de alimentación, un molino de impactos modelo NP1213 de Metso y su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm.
  - Puesto de clasificación secundaria 2, compuesto por el equipo móvil de clasificación modelo Lokotrack ST352, el cual dispone tolva de alimentación propia, 5.57 m<sup>2</sup> de superficie de cribado, con 2 bandejas de cribado con mallas de 15 y 5 mm y sus cintas de transporte dimensionadas.

### **2.3.3. Instalaciones**

Las instalaciones se componen de tres módulos de casetas prefabricadas provisionales:

- Módulo oficina: módulo con dos despachos y aseo, está provisto de dos ventanas y de aire acondicionado.
- Módulo Taller-almacén: módulo diáfano de 6 metros de longitud tipo contenedor, el cual se destinará como almacén de fungibles y herramientas de taller.
- Módulo vestuario: módulo mixto provisto de un área para vestuarios y un área con ducha y servicios, estará provisto de agua, aire acondicionado.



#### **2.3.4. Accesos**

Los accesos a la explotación se realizan directamente desde la carretera A-6203 a la plaza de cantera, sólo separada de la misma por el talud de protección.

### **3. Selección del Emplazamiento**

#### **3.1. Criterios de selección**

Para la selección del emplazamiento de nuestra explotación se definió en primer lugar su área definida por el trazado de la futura A-32 y las diferentes explotaciones existentes en la zona con las distancias menor a dicha traza, dado que si la distancia no es inferior a la explotaciones existentes no será posible competir económicamente con las mismas.

Definida este área de estudio, se procedió a continuación a realizar una evaluación pormenorizada del área, para lo que se tendrían en cuenta factores intrínsecos como las características geológicas o hidrogeológicas, junto con factores geográficos o antropogénicos como son las infraestructuras de transporte, las vías pecuarias y las áreas protegidas ya sean naturales o arqueológicas. El estudio de estos factores se realizó de forma independiente.

Derivado de este estudio se seleccionaron dos localizaciones idóneas, apartado 2.6 de la Memoria, para la implantación de una futura explotación, estas fueron la localización nº 2 de la zona B y la localización nº 3 de la zona B.

#### **3.4. Elección de localización:**

Una vez realizada la selección de las localizaciones idóneas, se procedió al estudio más detallado de los mismos, evaluando características intrínsecas del yacimiento como son:

- Naturaleza del afloramiento.

- Nivel freático regional.
- Estado tensional y distribución de diaclasas y fracturas en el macizo rocoso.
- Propiedades de los materiales.
- Cobertera.

De esta evaluación se procedió a seleccionar la localización número 3 de la zona B, denominada como "Majada Verde". Esta localización cumple con todos los requisitos expuestos en el apartado nº 2 de la Memoria.

De acuerdo a lo comentado, el emplazamiento propuesto para nuestra cantera presentará todas las características adecuadas para el funcionamiento de una cantera de explotación de áridos y su planta de tratamiento, compatibilizando dicho funcionamiento con la protección del medio ambiente.

#### **4. Justificación del Proyecto:**

Desde el punto de vista económico, es una explotación viable económicamente, generadora de un beneficio industrial y que además añade el efecto beneficioso para la zona dada la creación de nuevos puestos de trabajo.

#### **5. Acciones del Proyecto:**

En este apartado se describirán las acciones llevadas a cabo en cada una de las tres fases (construcción, explotación y abandono) para luego contrastarlas con el inventario ambiental para identificar los posibles impactos, describirlos, valorarlos y elaborar las acciones preventivas y correctoras.

##### **5.1. Construcción:**

- **Adquisición de los terrenos:** los terrenos pertenecen a un propietarios y se encuentran catalogados parte como suelo improductivo.

- **Contratación de mano de obra:** se requerirá mano de obra para toda la actividad de construcción.
- **Desbroce, limpieza y retirada de material vegetal:** supone la eliminación de la vegetación y tierra vegetal que se encuentre en la zona destinada a explotación e instalaciones.
- **Construcción de pistas de acceso:** se adecuarán o crearán los caminos necesarios para el movimiento de maquinaria por la zona de explotación.
- **Acondicionamiento del terreno:** el acondicionamiento del terreno para nuestro caso incluye la construcción de las infraestructuras necesarias para la evacuación de las aguas pluviales.
- **Construcción de instalaciones accesorias:** entre otras, caseta de oficina, almacén y vestuarios, desagüe, etc.
- **Transporte de materiales y maquinaria:** tanto para la entrada y salida de camiones como para el movimiento de maquinaria en la obra en sí, existirá un continuo trasiego de vehículos por la zona.
- **Cimentación:** para las instalaciones principales, se debe realizar una cimentación para la que se incluye la extracción de tierras y su posterior hormigonado para la instalación de las estructuras.
- **Construcción y montaje de las instalaciones principales:** tras la cimentación se procederá a la instalación y montaje de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la explotación, además de la conexión de nuestra instalación a la red eléctrica.

## 5.2. Explotación:

- **Mano de obra:** requerida para la explotación y mantenimiento de las instalaciones.

- **Presencia de la instalación:** la sola presencia de la explotación en la zona, y el suelo que ocupa, generan en sí una serie de afecciones que más adelante se analizarán.
- **Realización de voladuras:** las labores de voladura generarán polvo, ruido y vibraciones de forma periódica en la explotación.
- **Excavación del material:** al igual que las voladuras, generarán polvo, ruido y vibraciones de forma continua en la explotación.
- **Transporte de materiales:** durante el traslado del material del frente de cantera a la planta de tratamiento se generarán ruidos, polvo y vibraciones.
- **Planta de tratamiento:** las labores de trituración y clasificación del material generan polvo, ruido durante toda la vida de la explotación.
- **Transporte material triturado:** la carga sobre camión del material clasificado se crea polvo, ruido y vibraciones.
- **Acopios:** en la creación de acopios con el material clasificado se crea polvo, ruido, vibraciones e impacto visual.

### 5.3. Abandono:

- **Desmantelamiento de la instalación:** una vez terminada la vida útil de la explotación, se debe proceder a su adecuada desinstalación.
- **Evacuación de los residuos:** durante el desmantelamiento se realizará una correcta segregación de los residuos propios de la instalación o que se hubieran producido durante su funcionamiento, y se entregarán a gestores autorizados.
- **Restauración de la zona:** deberá llevarse a cabo un proyecto para la restauración de la zona y sus valores ecológicos iniciales.

## 6. Inventario ambiental y descripción de interacciones ecológicas y ambientales claves.

El estudio del medio o inventario ambiental, se realiza para valorar el entorno del proyecto como base de información para determinar, por comparación respecto a la situación previsible tras la implantación del proyecto, las alteraciones potenciales que generara la actividad.

Los trabajos efectuados aportan información general sobre el medio físico y socioeconómico en la zona de estudio, desarrollando más ampliamente aquellos factores ambientales previsiblemente afectados por la instalación como las interacciones ecológicas y ambientales claves del entorno.

A continuación se muestra una tabla que señala de forma gráfica el conjunto de factores ambientales a tener en cuenta en el estudio, y posteriormente se procede a describir el medio natural y socioeconómico de la región.

|                           |                           |                     |                         |                                   |
|---------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| INVENTARIO AMBIENTAL      | Subsistema Físico Natural | Medio inerte        | Aire                    | Nivel de contaminantes en el aire |
|                           |                           |                     |                         | Confort acústico                  |
|                           |                           |                     |                         | Partículas en el aire             |
|                           |                           |                     | Clima                   | Microclimas                       |
|                           |                           |                     | Suelo                   | Topografía                        |
|                           |                           |                     |                         | Contaminación de suelos           |
|                           |                           |                     |                         | Capacidad agrológica del suelo    |
|                           |                           |                     |                         | Compactación del suelo            |
|                           |                           | Aguas Continentales | Calidad del agua        |                                   |
|                           |                           |                     | Cantidad de agua        |                                   |
|                           |                           |                     | Recarga de acuíferos    |                                   |
|                           | Medio biótico             | Vegetación          | Flora y cultivos        |                                   |
|                           |                           | Fauna               | Poblaciones faunísticas |                                   |
|                           | Medio perceptual          | Paisaje             |                         |                                   |
| Subsistema Socioeconómico | Uso del suelo             |                     |                         |                                   |
|                           | Economía                  |                     |                         |                                   |

### **Descripción del medio:**

- **Clima:**

Villacarrillo tiene un clima mediterráneo continentalizado con una elevada amplitud térmica, superior a los 20 °C. Sus inviernos son fríos con algunas heladas y sus veranos muy calurosos y secos. Sus temperaturas medias oscilan entre los 7'5 °C del mes de enero y los más de 28 °C de temperatura media durante el mes de agosto.

Su régimen de lluvias presenta dos estaciones pluviométricas bien diferenciadas, siendo la húmeda de octubre a mayo y la seca de junio a septiembre. Su nivel de precipitación media es de 550 mm, aunque pueden existir grandes oscilaciones de un año a otro.

- **Edafología:**

El suelo de Villacarrillo según la memoria del mapa de suelos de la provincia de Jaén a escala 1:200.000 elaborado por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada del año 1987, se distribuye en:

### **Regosoles:**

La unidad hegemónica en el término municipal se corresponde con los regosoles cálcicos, desarrollados tanto sobre conglomerados y areniscas triásicas, como sobre margas y margo-arcillas.

Los regosoles en Villacarrillo suelen aparecer acompañados de cambisoles cálcicos y luvisoles crómicos en los relieves tabulares con morfología plana, mientras que en las zonas de vaguada, fruto de la erosión de la red de drenaje, aparecen los cambisoles.

Estos regosoles son de color pardo oscuro, de reducido a moderado desarrollo, de textura arcillosa y frecuentes poros, y de mediana actividad biológica; el contenido en

materia orgánica es inferior al 1%, la pedregosidad es variable y el contenido en carbonatos alto.

Los riesgos de degradación por erosión varían en función de la morfotopografía. El balance entre formación y degradación de suelo se encuentra equilibrado. Estimándose la pérdida de suelo igual que la tolerancia.

En la Loma de Villacarrillo son regosoles con elevado drenaje externo, apenas pedregosos, desarrollados en pendientes moderadamente pronunciadas y dedicados fundamentalmente al cultivo del olivo. En estas tierras los regosoles son de color gris pardo claro, por su carácter más deleznable y por registrar importantes procesos degradativos.

La acumulación de arcillas en los perfiles edáficos y la hidromorfia son los aspectos más relevantes en la incidencia sobre la distribución de los aprovechamientos agrícolas. Las zonas altas, por su excesivo drenaje, solamente dan cabida al cultivo del olivar; por el contrario, las depresiones, con mayor humedad edáfica, son un medio adecuado para los cereales de invierno.

La erosión de suelos resulta algo elevada y siempre superior a su tolerancia. Tanto la erosión laminar como la arroyada en surco están bien representadas y trasladan vertiente abajo clastos que acaban por configurar conos de deyección en zonas llanas y en los márgenes de las infraestructuras viarias. Apenas se realizan prácticas de conservación de suelos.

#### Arenosoles:

Las cadenas edáficas presentan regosoles en las lomas y laderas altas y arenosoles en los sectores de topografía más suave, muestran una textura arenosa y un perfil de gran espesor.

Los arenosoles álbicos se caracterizan por un drenaje excesivamente alto, baja fertilidad química, pedregosidad escasa y procesos de erosión laminar que tienden a lavar las sales coloidales y las fracciones más finas. Son suelos escasamente productivos



que soportan mayoritariamente usos forestales, localmente tiene cabida el olivar con amplios marcos de plantación adaptados a la moderada capacidad de los suelos.

#### Cambiosoles y luvisoles:

En una pequeña zona asociada al afloramiento de las arcillas triásicas intercaladas con frecuentes yesos, aparecen cambisoles crómicos y eútricos y luvisoles crómicos.

Estos suelos, con horizonte de cambio y con moderado desarrollo del perfil son los más extendidos en la geografía jiennense y andaluza, aunque en Villacarrillo su presencia es relativamente escasa. Los eútricos se encuentran en pendientes suaves y presentar buen drenaje y pedregosidad y rocosidad escasas. Están afectados por importantes problemas erosivos y formación de surcos de arroyada.

Los cálcicos presentan un alto grado de estructuración y un contenido en materia orgánica relativamente alto, por lo que son suelos muy aptos para el cultivo del olivar, que es uso exclusivo que se hace de ellos en esta zona. Los luvisoles son moderadamente bien drenados y muy pedregosos, con afloramientos rocosos, por lo que su aptitud para el laboreo es menor en comparación con los cambisoles.

#### Fluvisoles:

Por último aparecen un grupo asociado al valle fluvial del Guadalimar.

La vega del río Guadalimar tiene una pequeña extensión a su paso por el término de Villacarrillo, en ella se encuentran vertisoles crómicos y cambisoles vérticos, los suelos más fértiles de todo el término municipal. Estos suelos se generan por la acumulación de materiales finos procedentes de las margas de Mioceno colindantes y algunos usos agrícolas, mayoritariamente hortícolas, aunque soportan mayoritariamente olivar.

A partir de los materiales que forman el suelo, la productividad biológica de cada espacio, su fertilidad y el tipo de vegetación que es capaz de soportar, se diferencian, según zonas, tres asociaciones de suelos principales:

Parte este de Villacarrillo:

- Asociación de arenosoles álbicos y regosoles eútricos sobre los afloramientos graníticos.
- Asociación de cambisoles cálcicos, luvisoles crómicos y regosoles calcáricos sobre conglomerados y areniscas triásicas.

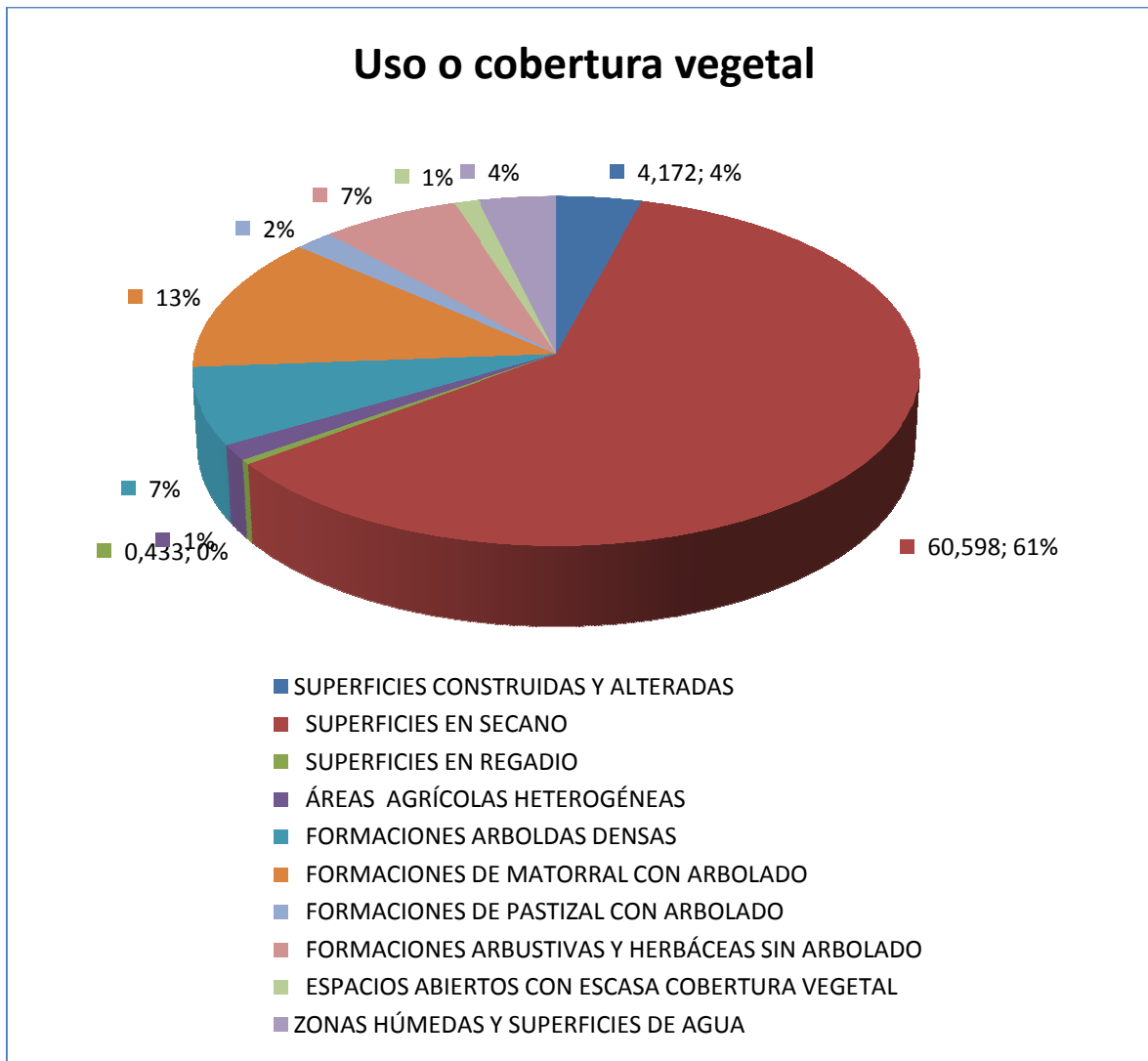
Loma de Villacarrillo:

- Asociación de regosoles calcáricos y vertisoles crómicos sobre las margas y margas arcillosas terciarias.

Atendiendo a una clasificación genética, los suelos se agrupan en grandes grupos según su litología de origen, aunque debe tenerse en cuenta que el relieve propicia secuencias y cadenas edáficas según se trate de una zona de erosión, transporte o acumulación.

En general, dentro de una misma unidad edáfica se produce un enriquecimiento y mayor desarrollo de los suelos de las vaguadas y laderas inferiores en detrimento de las zonas altas, donde la erosión laminar puede superar en términos absolutos a los procesos edafogenéticos.

Para el estudio de los usos del suelo se utiliza la base de datos del Instituto de Estadística de Andalucía, IEA, donde se recogen los datos de superficie de suelos según su uso para el municipio de Villacarrillo para el año 1996.



Según los datos del SIMA, la mayor superficie la ocupan suelos de secano para labor intensiva. En las tierras labradas en secano, el grupo más importante y más característico del municipio es el olivar.

La distribución actual de los usos del suelo en el medio rural de Villacarrillo es el resultado de la superposición histórica de diversos sistemas de aprovechamiento, entre los que destacan, por su mayor proyección territorial y económica, las transformaciones asociadas con las masas forestales y la implantación de usos e infraestructuras urbanas fuera de los asentamientos tradicionales, etc.

- **Hidrología subterránea y superficial:**

Hidrología superficial:

El emplazamiento, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentra enmarcado dentro de la influencia del río Guadalimar y la elevación de la loma de Úbeda.

La red de arroyada se encaja a lo largo de la loma presentando un carácter claramente estacional, con variaciones de caudal muy importantes y muy sensibles frente a las precipitaciones de carácter torrencial. Estas variaciones extremas hacen que el encajamiento de la red sea profundo y acaravado y que en las cabeceras de los arroyos por socavación se produzcan fenómenos de deslizamiento.

El régimen climático de la zona es de Mediterráneo-Continental con un valor del índice de Thornthwaite dentro del tipo seco-subhúmedo. De los datos del balance hídrico en l/m<sup>2</sup> recopilados en las estaciones climáticas existentes en la zona, se deduce que el nivel superficial del suelo se encuentra totalmente desecado desde mediados de abril hasta la segunda decena de septiembre, lo que supone que cualquier tormenta de verano o principio de otoño producirá: en un primer momento una erosión profunda en los cauces, por cuanto el tiempo de concentración es mínimo dada la configuración de las cuencas secundarias, y si es persistente (varios días lluviosos en otoño) la saturación de suelo superficial (2-3 m) y la reactivación de los deslizamientos y reptaciones.

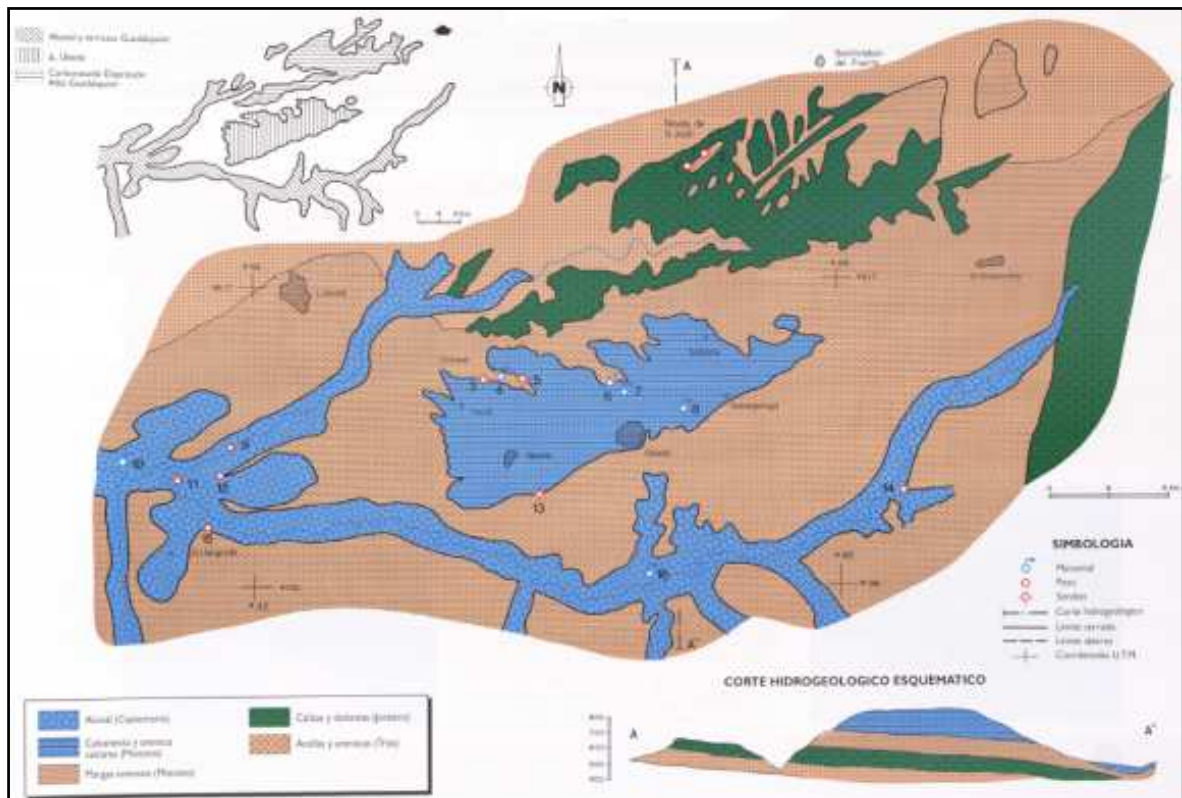
Sistemas Acuíferos:

Dentro de la zona del emplazamiento se distinguen dos sistemas acuíferos diferenciados:

- **Acuífero de Úbeda:** Este se situaría más al Oeste, limítrofe con el emplazamiento. Se correspondería con la Loma de Úbeda. A nivel regional se ubica entre el borde de la Meseta, la Depresión Neógena del Guadalquivir y las estribaciones septentrionales de las Cordilleras Béticas. Se encuentra atravesado por una red hidrográfica de arroyos que vierten hacia el norte siendo tributarios del Guadalimar o hacia el sur siendo tributarios del Guadalquivir. Está constituido, en términos generales, por una serie detrítica de hasta 40 metros de espesor

formada por bancos de areniscas bioclásticas y calcarenitas que intercalan ocasionalmente capas margosas. El acuífero aflora de forma continua en 100 km<sup>2</sup> apoyándose sobre margas impermeables. Los recursos totales estimados son 14 hm<sup>3</sup>/año y el agua se destina fundamentalmente a regadíos.

- **Acuífero carbonatado de la depresión del Alto Guadalquivir:** A este pertenecerían los materiales del afloramiento. El mismo encuentra localizado entre la Loma de Úbeda y el límite Sur de los afloramientos paleozoicos de Sierra Morena. El río Guadalimar está encajado en su parte Sur y regionalmente constituye el borde Mesozoico de la Meseta. Está constituido por un paquete calizo-dolomítico, en estratos bien tableados de color gris-amarillento, se dispone sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación está bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas. El flujo de agua discurre aproximadamente N-S, la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos y por el río Guadalimar, se estima en 12-15 hm<sup>3</sup>/año.



### Caracterización hidrogeológica de los materiales:

Así pues, los materiales existentes en el afloramiento se corresponderían con el ya mencionado paquete calizo-dolomítico del Jurásico, en estratos bien tableados sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación se encuentra bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas.

Así toda la zona donde se encuentra el emplazamiento, aledaña al curso del río Guadalimar, presenta una permeabilidad elevada y con caudales más o menos significativos, derivados de los materiales atravesados, calizas y dolomías.

Si bien, como conclusión no se han detectado ningún tipo de surgencia dentro de la zona prevista de emplazamiento, ni detectado el nivel freático en las catas existentes en el terreno.

- **Vegetación:**

El conjunto de plantas que poblan el término municipal de Villacarrillo se puede dividir en tres zonas principales: la campiña (70% de la extensión municipal), la dehesa mediterránea (2%), los pastizales (5%), matorral mediterráneo (7%) y los bosques de la ribera (4%), para nuestro caso nos vamos a centrar solo en la campiña y en los bosques de ribera.

La campiña: está poblada mayoritariamente por olivar y por herbáceos de secano, rodea al núcleo urbano y se extiende por todo el municipio, aunque su predominancia es más acusada en la mitad sur y gran parte del cuadrante noroeste.

La mayor parte de la superficie que ocupan los cultivos está destinada al olivar, que ocupa alrededor del 87% de los terrenos agrícolas. Algo menos del 10% de este terreno está destinado a los cultivos de secano, fundamentalmente, cereales del tipo del trigo, la cebada o la avena, y sólo algo más del 3% a los cultivos en regadío, básicamente las típicas huertas familiares. En esta unidad, y a pesar de no formar nunca masas importantes, las encinas están presentes de modo testimonial, diseminadas por toda la zona de cultivos, aprovechando fundamentalmente linderos de caminos.

Los bosques de ribera: son una intrusión del paisaje vegetal de la región climática eurosiberiana en la Iberia mediterránea. La compensación freática permite que especies propias del bosque caducifolio europeo se desarrollen en las cercanías de los cursos de agua de la región climática y biogeográfica mediterránea.

En muchos tramos, tanto de los ríos Guadalimar y Guadalquivir mantiene una vegetación densa y variada, típica de los bosques en galería, compuesta principalmente por fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix alba*), álamos blancos (*Populus alba*), eucaliptos, alisos (*Alnus glutinosa*), especie interesante por su distribución tan al sur de Sierra Morena, tarajes, tamujos (*Securinega tinctoria*), cañas (*Arundo donax*), etc.

- **Fauna:**

Villacarrillo cuenta con una superficie territorial muy antropizada y modificada, lo que a afectado a las especies de fauna presentes en el municipio. Al haber desaparecido prácticamente la cobertura vegetal original y haber sido sustituida por cultivos y actividades humanas, las especies faunísticas han quedado relegadas a especies adaptadas a este nuevo hábitat. En general las especies presentes son típicas del clima mediterráneo y aquellas poco especializadas.

Aves:

Conocidas en el municipio de Villacarrillo: 76

Conocidas en Jaén: 184

Conocidas en Andalucía: 300

Conocidas en España: 368

% Villacarrillo respecto a Jaén: 39,13%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 24%

% Villacarrillo respecto a España: 19,56%

Mamíferos:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 37

Conocidos en Jaén: 67

Conocidos en Andalucía: 86



Conocidos en España: 118

% Villacarrillo respecto a Jaén: 53,73%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 41,86%

% Villacarrillo respecto a España: 30,50%

#### Peces:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 5

Conocidos en Jaén: 18

Conocidos en Andalucía: 46

Conocidos en España: 68

% Villacarrillo respecto a Jaén: 33.3%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 13%

% Villacarrillo respecto a España: 8.8%

#### Reptiles:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 19

Conocidos en Jaén: 23

Conocidos en Andalucía: 27

Conocidos en España: 56

% Villacarrillo respecto a Jaén: 86.9%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 74,04%

% Villacarrillo respecto a España: 35,7%

#### Anfibios:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 14

Conocidos en Jaén: 16

Conocidos en Andalucía: 16

Conocidos en España: 26

% Villacarrillo respecto a Jaén: 87,5%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 87,5%

% Villacarrillo respecto a España: 53,84%

A continuación se relacionan los taxones incluidos en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (Ley 8/2003), presentes en Villacarrillo:

| Especie                           | Nombre vulgar           | Categoría CAEA |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|
| <i>Acanthodactylus erythrurus</i> | Lagartija Colirroja     | DIE            |
| <i>Acrocephalus arundinaceus</i>  | Carricero tordal        | DIE            |
| <i>Aegithalos caudatus</i>        | Mito                    | DIE            |
| <i>Alytes cisternasii</i>         | Sapo partero ibérico    | DIE            |
| <i>Anthus campestris</i>          | Bisbita campestre       | DIE            |
| <i>Apus apus</i>                  | Vencejo común           | DIE            |
| <i>Aquila chrysaetos</i>          | Águila real             | DIE            |
| <i>Athene noctua</i>              | Mochuelo                | DIE            |
| <i>Blanus cinereus</i>            | Culebrilla Ciega        | DIE            |
| <i>Bubo bubo</i>                  | Búho real               | DIE            |
| <i>Bubulcus ibis</i>              | Garcilla bueyera        | DIE            |
| <i>Bufo calamita</i>              | Sapo corredor           | DIE            |
| <i>Buteo buteo</i>                | Ratonero común          | DIE            |
| <i>Calandrella brachydactyla</i>  | Terrera común           | DIE            |
| <i>Calandrella rufescens</i>      | Terrera marismeña       | DIE            |
| <i>Caprimulgus europaeus</i>      | Chotacabras gris        | DIE            |
| <i>Cercotrichas galactotes</i>    | Alzacola                | DIE            |
| <i>Certhia brachydactyla</i>      | Agateador común         | DIE            |
| <i>Cettia cetti</i>               | Ruiseñor bastardo       | DIE            |
| <i>Ciconia ciconia</i>            | Cigüeña blanca          | DIE            |
| <i>Circus pygargus</i>            | Aguilucho cenizo        | VU             |
| <i>Cisticola juncidis</i>         | Buitrón                 | DIE            |
| <i>Coluber hippocrepis</i>        | Culebra de Herradura    | DIE            |
| <i>Coracias garrulus</i>          | Carraca                 | DIE            |
| <i>Coronella girondica</i>        | Culebra lisa meridional | DIE            |
| <i>Cuculus canorus</i>            | Cuco común              | DIE            |
| <i>Chalcides bedriagai</i>        | Eslizón ibérico         | DIE            |
| <i>Chalcides striatus</i>         | Eslizón tridáctilo      | DIE            |

| Especie                         | Nombre vulgar               | Categoría CAEA |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|
| <i>Delichon urbica</i>          | Avión común                 | DIE            |
| <i>Discoglossus galganoi</i>    | Sapillo pintojo ibérico     | DIE            |
| <i>Elaphe scalaris</i>          | Culebra de Escalera         | DIE            |
| <i>Emberiza cirrus</i>          | Escribano soteño            | DIE            |
| <i>Falco naumanni</i>           | Cernícalo primilla          | DIE            |
| <i>Falco tinnunculus</i>        | Cernícalo vulgar            | DIE            |
| <i>Felis silvestris</i>         | Gato Montés                 | DIE            |
| <i>Fringilla coelebs</i>        | Pinzón vulgar               | DIE            |
| <i>Galerida theklae</i>         | Cogujada montesina          | DIE            |
| <i>Gyps fulvus</i>              | Buitre leonado              | DIE            |
| <i>Hemidactylus turcicus</i>    | Salamanquesa rosada         | DIE            |
| <i>Hieraaetus fasciatus</i>     | Águila perdicera            | VU             |
| <i>Hippolais polyglotta</i>     | Zarcero común               | DIE            |
| <i>Hirundo daurica</i>          | Golondrina dáurica          | DIE            |
| <i>Hirundo rustica</i>          | Golondrina común            | DIE            |
| <i>Hyla meridionalis</i>        | Ranita meridionalis         | DIE            |
| <i>Lanius senator</i> )         | Alcaudón común              | DIE            |
| <i>Lullula arborea</i>          | Totovía                     | DIE            |
| <i>Luscinia megarhynchos</i>    | Ruiseñor común              | DIE            |
| <i>Macroprotodon cucullatus</i> | Culebra de Cogulla          | DIE            |
| <i>Merops apiaster</i>          | Abejaruco común             | DIE            |
| <i>Milvus migrans</i>           | Milano negro                | DIE            |
| <i>Milvus milvus</i>            | Milano real                 | DIE            |
| <i>Miniopterus schreibersi</i>  | Murciélago de cueva         | DIE            |
| <i>Monticola solitarius</i>     | Roquero solitario           | DIE            |
| <i>Motacilla flava</i>          | Lavandera boyera            | DIE            |
| <i>Myotis blythii</i>           | Murciélago ratonero mediano | DIE            |
| <i>Myotis daubentoni</i>        | Murciélago de ribera        | DIE            |
| <i>Myotis emarginata</i>        | Murciélago de oreja partida | DIE            |
| <i>Myotis myotis</i>            | Murciélago ratonero grande  | DIE            |
| <i>Natrix maura</i>             | Culebra Viperina            | DIE            |
| <i>Natrix natrix</i>            | Culebra de Agua             | DIE            |
| <i>Neophron percnopterus</i>    | Alimoche                    | EN             |
| <i>Oenanthe hispanica</i>       | Collalba rubia              | DIE            |

| Especie                          | Nombre vulgar                   | Categoría CAEA |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------|
| <i>Oenanthe leucura</i>          | Collalba negra                  | DIE            |
| <i>Oriolus oriolus</i>           | Oropéndola                      | DIE            |
| <i>Otus scops</i>                | Autillo                         | DIE            |
| <i>Parus ater</i>                | Carbonero garrapinos            | DIE            |
| <i>Parus cristatus</i>           | Herrerillo capuchino            | DIE            |
| <i>Pelobates cultripes</i>       | Sapo de espuelas                | DIE            |
| <i>Pelodytes punctatus</i>       | Sapillo moteado común           | DIE            |
| <i>Pipistrellus kuhlii</i>       | Murciélago de borde claro       | DIE            |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Murciélago enano                | DIE            |
| <i>Plecotus austriacus</i>       | Murciélago orejudo gris         | DIE            |
| <i>Pleurodeles waltl</i>         | Gallipato                       | DIE            |
| <i>Podarcis hispanica</i>        | Lagartija Ibérica               | DIE            |
| <i>Podiceps cristatus</i>        | Somormujo lavanco               | DIE            |
| <i>Porphyrio porphyrio</i>       | Calamón común                   | DIE            |
| <i>Psammodromus algirus</i>      | Lagartija Colilarga             | DIE            |
| <i>Psammodromus hispanicus</i>   | Lagartija cenicienta            | DIE            |
| <i>Regulus ignicapillus</i>      | Reyezuelo listado               | DIE            |
| <i>Rhinolophus euryale</i>       | Murciélago herradura            | DIE            |
| <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> | Murciélago grande de herradura  | DIE            |
| <i>Rhinolophus mehelyi</i>       | Murciélago mediano de herradura | DIE            |
| <i>Sylvia atricapilla</i>        | Curruca capilotada              | DIE            |
| <i>Sylvia cantillans</i>         | Curruca carrasqueña             | DIE            |
| <i>Sylvia hortensis</i>          | Curruca mirlona                 | DIE            |
| <i>Sylvia melanocephala</i>      | Curruca cabecinegra             | DIE            |
| <i>Sylvia undata</i>             | Curruca rabilarga               | DIE            |
| <i>Tadarida teniotis</i>         | Murciélago rabudo               | DIE            |
| <i>Tarentola mauritanica</i>     | Salamanquesa Común              | DIE            |
| <i>Triturus marmoratus</i>       | Triton ibérico                  | DIE            |
| <i>Triturus boscai</i>           | Tritón jaspeado                 | DIE            |
| <i>Tyto alba</i>                 | Lechuza común                   | DIE            |
| <i>Upupa epops</i>               | Abubilla                        | DIE            |

Así pues Villacarrillo cuenta entre su fauna con 93 especies catalogadas por la administración regional como amenazadas. 90 especies están catalogadas “De Interés Especial” y dos de estas especies cuentan con catalogación vulnerable, es decir sensible a las modificaciones del hábitat que podrían afectar a sus poblaciones, por último una de las especies está catalogada en peligro de extinción, se trata del alimoche.

- **Paisaje:**

La configuración del paisaje es directamente dependiente de las formas de uso del suelo que, a lo largo del tiempo, va implantando la mano del hombre. La clasificación que a continuación se presenta, se basa en el mapa de cultivos y aprovechamientos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el que se representan las grandes unidades de paisaje presentes en el municipio. Villacarrillo presenta en su mayoría paisajes creados por el hombre.

La mayor parte del solar municipal, hasta un 85% de su superficie, se destina en la actualidad a aprovechamientos agrícolas, en especial al olivar que, con casi el 87% de la superficie cultivada, domina por completo el paisaje y la economía rural.

El término municipal de Villacarrillo se encuentra en la zona de transición entre Sierra Morena y la depresión del Guadalquivir, presenta un área bien definida la campiña, que se extiende por todo el término municipal, y otras dos áreas de menor dimensión: los valles fluviales, paralelos a los cauces de agua, y las zonas urbanas. En nuestro caso nos centraremos en la campiña y en los valles fluviales:

La campiña: se encuentra representadas, mayoritariamente, por olivar y por herbáceos de secano, rodeando al núcleo urbano y extendiéndose por todo el territorio municipal. El olivar es, sin duda alguna, el paisaje agrario más característico de toda la provincia. Este cultivo crea una cultura de suma importancia, tanto desde el punto de vista económico como social. El olivar es un ecosistema y, como tal, para su conservación se deben tener en cuenta todos los elementos que lo constituyen: suelo, agua, vegetación y paisaje. El olivar es un patrimonio paisajístico, productivo y cultural de los habitantes del Mediterráneo que nos ha sido legado a lo largo de miles de años y

sirve de soporte económico, de modo de vida y de seguridad alimenticia. Las superficies dedicadas al cultivo de herbáceos se suelen encontrar desprovistas de vegetación algunos meses del año. El mantenimiento de determinados elementos como setos, márgenes de vegetación, etc. que tradicionalmente han estado presentes en nuestros campos y que en la actualidad están desapareciendo, es vital para el enriquecimiento del paisaje, además de tener una gran importancia como refugio de flora y fauna ya que estos elementos actúan como corredores biológicos.

Actualmente, las medidas existentes para compatibilizar la producción agrícola con el medio ambiente están fomentando el establecimiento y conservación de estos elementos. Los agricultores son los principales responsables de la conservación de estos elementos ya que es, en las lindes de sus parcelas, donde se encuentra esta vegetación. El mantener una cierta distancia a los márgenes de las parcelas cuando se están cultivando los campos es una responsabilidad y una decisión de la que ellos son los principales autores.

Los principales elementos que en la campiña contribuyen a la diversificación del paisaje son:

- Los setos, que son alineaciones de arbustos o pequeños árboles, espontáneos o plantados, que están en los márgenes de las parcelas, de los caminos y de los cursos de agua. Los setos proporcionan numerosos beneficios: constituyen refugio y lugares de origen para la flora y la fauna silvestre, actúan como cortavientos, protegen contra la erosión del suelo y tienen un alto valor paisajístico y cultural.
- La vegetación de márgenes de cauces hídricos, que suele ser herbácea o arbustiva, aunque no constituyen setos es de vital importancia para la flora y la fauna de los ecosistemas en ellos ubicados.
- Los elementos singulares: árboles aislados en zonas de cultivo, edificaciones rústicas, elementos de patrimonio como el caso del patrimonio minero de Villacarrillo, etc.

La valoración cultural de los paisajes agrarios pone de manifiesto la relación del hombre con la naturaleza, las costumbres y tradiciones a las que están ligados, así como la importancia económica que representan para el medio rural.

Valles fluviales: conlleva la aparición de vegetación que contribuye a aumentar la biodiversidad, favoreciendo el establecimiento de un número de especies tanto de flora como de fauna. Las áreas de ribera son uno de los sistemas más productivos del paisaje. Aunque la superficie total de la unidad es pequeña, tiene la particularidad de estar distribuida en forma de red, con lo que su efecto o influencia sobre el resto de las unidades es destacable.

- El río Guadalimar transcurre por la campiña, enriqueciendo esta unidad de paisaje.
- El Guadalquivir, por su tamaño y complejidad en terrazas dispuestas en varios niveles, tiene una especial relevancia en el territorio, presentando numerosos enclaves de interés tanto visual como ecológicos.

Las zonas urbanas estarían formada principalmente por los núcleos urbanos de Villacarrillo y Mogón, los bordes urbanos con edificaciones de baja calidad, las instalaciones industriales, la superposición incoherente de solares y edificaciones, empobrecen la imagen visual de la ciudad.

- **Medio socioeconómico:**

A continuación se muestra una tabla donde se resume la realidad socioeconómica del término municipal de Villacarrillo (Jaén):



| Población                                    |           |         |
|----------------------------------------------|-----------|---------|
| Nº de núcleos que componen el municipio 2015 | 5         |         |
| Total 2015                                   | 11.040    | Hab.    |
| Hombres 2015                                 | 5.578     | Hab.    |
| Mujeres 2015                                 | 5.462     | Hab.    |
| En núcleo 2015                               | 10.901    | Hab.    |
| En diseminado 2015                           | 139       | Hab.    |
| % menor de 20 años 2015                      | 21.71     | %       |
| % mayor de 65 años 2015                      | 19.10     | %       |
| Incremento relativo 2015                     | 1.27      | %       |
| Nº de extranjeros 2015                       | 403       | Hab.    |
| Procedencia principal 2015                   | Marruecos |         |
| % respecto del total de extranjeros 2015     | 36.72     | %       |
| Emigrantes 2015                              | 256       | Hab.    |
| Inmigrantes 2015                             | 196       | Hab.    |
| Nacidos 2015                                 | 95        | Hab.    |
| Fallecidos 2015                              | 103       | Hab.    |
| Matrimonios 2015                             | 20        | Parejas |
| Sociedad                                     |           |         |
| Centros de infantil 2015                     | 8         |         |
| Centros de primaria 2015                     | 7         |         |
| Centros E.S.O 2015                           | 4         |         |
| Centros de bachillerato 2015                 | 1         |         |
| Centros de C.F. de grado medio 2015          | 1         |         |
| Centros de C.F. de grado superior 2015       | 1         |         |
| Centros de educación de adultos 2015         | 1         |         |
| Bibliotecas públicas 2015                    | 1         |         |
| Centros de salud 2015                        | 1         |         |
| Consultorios 2015                            | 1         |         |
| Viviendas familiares principales 2015        | 4301      |         |
| Número de pantallas de cine 2015             | 0         |         |
|                                              |           |         |

| Economía                                      |                      |    |
|-----------------------------------------------|----------------------|----|
| Agricultura 2015                              |                      |    |
| Cultivos Herbáceos                            |                      |    |
| Superficie                                    | 360                  | Ha |
| Principal cultivo de regadío                  | Trigo                |    |
| Has Principal cultivo de regadío              | 20                   | Ha |
| Principal cultivo de secano                   | Trigo                |    |
| Has Principal cultivo de secano               | 169                  | Ha |
| Cultivos Leñosos                              |                      |    |
| Superficie                                    | 15307                | Ha |
| Principal cultivo de regadío                  | Olivar               |    |
| Has Principal cultivo de regadío              | 13030                | Ha |
| Principal cultivo de secano                   | Olivar               |    |
| Has Principal cultivo de secano               | 2276                 | Ha |
| Establecimientos con actividad económica 2015 |                      |    |
| Sin empleo conocido                           | 351                  |    |
| Hasta 5 asalariados                           | 166                  |    |
| Entre 6 y 19 asalariados                      | 29                   |    |
| De 20 y más asalariados                       | 6                    |    |
| Total establecimientos                        | 552                  |    |
| Principales actividades económicas 2015       |                      |    |
| Sección G                                     | 229 Establecimientos |    |
| Sección F                                     | 36 Establecimientos  |    |
| Sección I                                     | 51 Establecimientos  |    |
| Sección M                                     | 49 Establecimientos  |    |
| Sección C                                     | 45Establecimientos   |    |
| Transportes 2014                              |                      |    |
| Vehículos turismos                            | 4375                 |    |
| Autorizaciones taxi                           | 5                    |    |
| Autorizaciones mercancías                     | 83                   |    |
| Autorizaciones Viajeros                       | 10                   |    |
| Vehículos matriculados                        | 81                   |    |
| Vehículos matriculados turismos               | 64                   |    |

| Otros indicadores                             |            |     |
|-----------------------------------------------|------------|-----|
| Inversiones nuevas industrias 2012            | 601496     |     |
| Oficinas bancarias 2014                       | 9          |     |
| Consumo energía eléctrica 2014                | 42910      | MWh |
| Consumo energía eléctrica residencial 2014    | 16817      | MWh |
| Líneas telefónicas 2014                       | 4446       |     |
| Líneas ADSL en servicio 2014                  | 1807       |     |
| Turismo                                       |            |     |
| Hoteles 2015                                  | 1          |     |
| Hostales y pensiones 2015                     | 0          |     |
| Plazas en hoteles 2015                        | 72         |     |
| Plazas en hostales y pensiones 2015           | 0          |     |
| Mercado de trabajo                            |            |     |
| Paro registrado mujeres 2015                  | 329        |     |
| Paro registrado hombres 2015                  | 311        |     |
| Paro registrado extranjeros 2015              | 46         |     |
| Contratos registrados mujeres 2015            | 3632       |     |
| Contratos registrados hombres 2015            | 12287      |     |
| Contratos registrados indefinidos 2015        | 64         |     |
| Contratos registrados temporales 2015         | 15854      |     |
| Contratos registrados extranjeros 2015        | 3708       |     |
| Trabajadores eventuales agrarios mujeres 2015 | 411        |     |
| Trabajadores eventuales agrarios hombres 2015 | 156        |     |
| Hacienda                                      |            |     |
| Presupuesto local 2014                        |            |     |
| Presupuesto liquidados ingresos               | 12.279.137 | €   |
| Presupuesto liquidado gastos                  | 10.725.772 | €   |
| Ingresos por habitante                        | 1.107.03   | €   |
| Gastos por habitante                          | 966.98     | €   |

| IRPF 2012                                 |               |   |
|-------------------------------------------|---------------|---|
| Nº de declaraciones                       | 5.249         |   |
| Rentas del trabajo                        | 38.562.486.76 | € |
| Rentas netas estimación directa           | 4.051.980.19  | € |
| Rentas netas estimación objetiva          | 6.608.135.62  | € |
| Otro tipo de rentas                       | 2.885.603.49  | € |
| Renta neta media declarada                | 9.927.26      | € |
| Impuesto Actividades Económicas 2013      |               |   |
| Situaciones de alta en act. empresariales | 824           |   |
| Situaciones de alta en act. profesionales | 87            |   |
| Situaciones de alta en act. artísticas    | 1             |   |

## 7. Identificación, Descripción y Valoración de Impactos:

### 7.1. Identificación de Impactos:

Procedemos a la identificación de los impactos que pueden afectar a nuestro proyecto.

La metodología que se ha usado ha sido la **matriz causa-efecto**. En este tipo de matrices se usan tablas de doble entrada, donde se enumeran los factores ambientales en las filas y las acciones del proyecto en las columnas. Al cruzarse se obtienen casilleros en los cuales se debe señalar con una X en el caso en que esa acción del proyecto afecte a ese factor ambiental. Junto a cada X señalada en la matriz, se encuentra una codificación para facilitar el posterior tratamiento de los datos, consistente en dos letras y una cifra, siendo la primera letra correspondiente a la fase del proyecto ("C" en construcción, "E" en explotación y "A" en abandono), la segunda letra correspondiente a cada factor ambiental, empezando desde la A, y sirviendo la cifra para señalar la acción del proyecto concreto.

A continuación se muestra la matriz causa-efecto para nuestra explotación para las fases de construcción, explotación y abandono.

|                    |                                | Construcción (C)             |                                               |                                |                               |                               |                                  |                           |                               | Explotación (E) |                             |           |            |            |                       |                                 |         | Abandono (A)                 |                        |                             |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-----------------------|---------------------------------|---------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                    |                                | 1                            | 2                                             | 3                              | 4                             | 5                             | 6                                | 7                         | 8                             | 1               | 2                           | 3         | 4          | 5          | 6                     | 7                               | 8       | 1                            | 2                      | 3                           |
| FACTORES DEL MEDIO |                                | Contratación de mano de obra | Desbroce, limpieza y retirada de mat. vegetal | Construcción de vías y accesos | Acondicionamiento del terreno | Construcción de instalaciones | Transporte materiales y máquinas | Cimentación instalaciones | Montaje instalación principal | Mano de obra    | Presencia de la explotación | Voladuras | Excavación | Transporte | Planta de tratamiento | Transporte material trituración | Acopios | Desmantelamiento explotación | Evacuación de residuos | Revegetación y restauración |
| A                  | Nivel de contaminantes en aire |                              |                                               | X                              | X                             | X                             | X                                |                           |                               |                 |                             | X         | X          | X          | X                     | X                               |         | X                            |                        | X                           |
| B                  | Confort acústico               |                              |                                               | X                              | X                             | X                             | X                                |                           | X                             |                 |                             | X         | X          | X          | X                     | X                               |         | X                            |                        | X                           |
| C                  | Partículas en el aire          |                              |                                               | X                              | X                             | X                             | X                                |                           |                               |                 |                             | X         | X          | X          | X                     | X                               |         | X                            |                        | X                           |
| D                  | Microclimas                    |                              |                                               |                                |                               |                               |                                  |                           |                               |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                              |                        |                             |
| E                  | Topografía                     |                              |                                               | X                              | X                             |                               |                                  |                           |                               |                 |                             | X         | X          |            |                       |                                 |         | X                            |                        |                             |
| F                  | Contaminación de suelos        |                              |                                               |                                |                               |                               |                                  | X                         |                               |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         | X                            | X                      | X                           |
| G                  | Calidad y cantidad de agua     |                              |                                               | X                              | X                             |                               |                                  |                           |                               |                 |                             |           | X          |            |                       |                                 |         |                              |                        |                             |
| H                  | Flora y cultivos               |                              | X                                             |                                |                               |                               |                                  |                           |                               |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                              |                        | X                           |
| I                  | Fauna                          |                              | X                                             |                                |                               |                               |                                  |                           |                               |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                              |                        | X                           |
| J                  | Paisaje                        |                              | X                                             | X                              | X                             |                               |                                  |                           | X                             |                 | X                           |           |            |            |                       |                                 | X       | X                            |                        | X                           |
| K                  | Economía                       | X                            |                                               |                                |                               |                               |                                  |                           |                               | X               |                             |           |            |            |                       |                                 |         | X                            |                        | X                           |

## **7.2. Descripción de Impactos:**

Una vez terminada esta tarea de identificación, se procede a describir cada impacto identificado con una X en las matrices causa-efecto correspondiente a cada fase.

### **C. Impactos en la fase de construcción:**

- **Nivel de contaminantes en el aire:**

- ✓ Construcción de vías de acceso (CA3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CA4).
- ✓ Construcción de instalaciones (CA5).
- ✓ Transporte de materiales y maquinaria (CA6).

El trasiego continuo de maquinaria y camiones cargados de material generará un aumento en el nivel de contaminantes atmosféricos.

- **Confort acústico:**

- ✓ Construcción de vías de acceso (CB3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CB4).
- ✓ Construcción de instalaciones (CB5).
- ✓ Transporte de materiales y maquinaria (CB6).
- ✓ Montaje instalación principal (CB8).

Durante cada una de estas actividades de la fase de construcción se necesita e uso de maquinaria, como desbrozadoras, retroexcavadoras, apisonadoras, hormigoneras, grúas o camiones, y todas ellas provocan el incremento del nivel sonoro de la zona.

- **Partículas en el aire:**

- ✓ Construcción de vías de acceso (CC3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CC4).
- ✓ Construcción de instalaciones (CC5).

- ✓ Transporte de materiales y maquinaria (CC6).

El desbroce y acondicionamiento del terreno implican movimiento de tierras, lo que facilita el transporte de partículas con el viento, y además las cuatro actividades conllevan un trasiego de maquinaria que levantará igualmente partículas a su paso, aumentando el nivel de éstas en el aire.

- **Microclimas:**

No se aprecia afección.

- **Topografía:**

- ✓ Construcción de vías de acceso (CE3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CE4).

Estas acciones conllevan la creación de pequeños taludes, eliminación de montículos o lomas y nivelación del terreno.

- **Contaminación de suelos:**

- ✓ Cimentación instalaciones (CF7).

Esta acción conlleva la introducción permanente en el suelo de materiales de cimentación, de distinta naturaleza a los presentes en el terreno. Si además otras acciones paralelas a esta, como el lavado de hormigoneras, se realizan de manera inapropiada o en zonas no previstas, la contaminación de este tipo de materiales se hace más intensa.

- **Calidad y cantidad de agua:**

- ✓ Construcción de vías de acceso (CG3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CG4).



Estas acciones modifican la permeabilidad del terreno frente a lluvias y cambian las líneas de escorrentía.

- **Flora y cultivos:**

- ✓ Desbroce, limpieza y retirada de material vegetal (CH2).

La vegetación que existía en la zona proyectada dejará de existir permanentemente tras el desbroce.

- **Fauna:**

- ✓ Desbroce, limpieza y retirada de material vegetal (CI2).

El desbroce conlleva la eliminación de una porción de los hábitats de las especies que habitan en la zona (sin llegar a fragmentar gravemente las poblaciones), lo que supone un impacto directo para ellas.

- **Paisaje:**

- ✓ Desbroce, limpieza y retirada de material vegetal (CJ2).
- ✓ Construcción de vías de acceso (CJ3).
- ✓ Acondicionamiento del terreno (CJ4).
- ✓ Montaje instalación principal (CJ8).

En cuanto al desbroce, el cambio de un paisaje de vegetación por uno árido tiene una afección evidente sobre éste. Sobre la construcción de vías de acceso y acondicionamiento del terreno, está claro que se modifica la orografía del paisaje típico. Además, el paisaje se verá alterado de forma gradual conforme se avancen las obras, ya que la construcción de las instalaciones conlleva el uso de grúas de grandes dimensiones.

- **Economía:**

- ✓ Contratación de mano de obra (CK1).

La economía de la zona se verá afectada positivamente por la construcción de las instalaciones ya que aumentará la oferta de empleo, especialmente en el sector de la construcción.

#### **E. Impactos en la fase de explotación:**

- **Nivel de contaminantes en el aire:**

- ✓ Voladuras (EA3).
- ✓ Excavación (EA4).
- ✓ Transporte (EA5).
- ✓ Planta tratamiento (EA6).
- ✓ Transporte material tratado (EA7).

En las voladuras se producen gran cantidad de gases, además tanto en el transporte, como en la planta de tratamiento se consumen gran cantidad de gasóleo, lo que producen emisiones de contaminantes de NO<sub>x</sub>, CO y CO<sub>2</sub>.

- **Confort acústico:**

- ✓ Voladuras (EB3).
- ✓ Excavación (EB4).
- ✓ Transporte (EB5).
- ✓ Planta tratamiento (EB6).
- ✓ Transporte material tratado (EB7).

En las voladuras se eleva puntualmente los niveles acústicos, pero en las demás labores enunciadas se producen altos niveles de ruido derivados de equipos en funcionamiento.

- **Partículas en el aire:**

- ✓ Voladuras (EC3).

- ✓ Excavación (EC4).
- ✓ Transporte (EC5).
- ✓ Planta tratamiento (EC6).
- ✓ Transporte material tratado (EC7).

Principalmente en las voladuras, pero también en las demás labores enunciadas se producen altos niveles de polvo derivados de equipos en funcionamiento.

- **Microclimas:**

No se aprecia afección.

- **Topografía:**

- ✓ Voladuras (EE3).
- ✓ Excavación (EE4).

En ambas labores se modifica la topografía de la zona paulatínamente.

- **Contaminación de suelos:**

No se aprecia afección.

- **Calidad y cantidad de agua:**

- ✓ Excavación (EG4).

Con la excavación progresiva de los bancos se va modificando el curso de las escorrentías.

- **Flora y cultivos:**

No se aprecia afección.

- **Fauna:**

No se aprecia afección.

- **Paisaje:**

- ✓ Presencia de la explotación (EJ2).
- ✓ Acopios (EJ8).

La presencia de la explotación y generación de los acopios de material modificará considerablemente el paisaje de la zona, Si bien por situación de la explotación el impacto visual es mínimo.

- **Economía:**

- ✓ Mano de obra (EO1).

Se aumenta la oferta de empleo debido a la operación y mantenimiento de la explotación.

**A. Impactos en la fase de abandono:**

- **Nivel de contaminantes en el aire:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AA1).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AA3).

El trasiego continuo de maquinaria y camiones cargados de material generará un aumento en el nivel de contaminantes atmosféricos.

- **Confort acústico:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AB1).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AB3).

Debido a la realización de estas labores se requerirá el uso de maquinaria y un trasiego de camiones que producirán un aumento del nivel sonoro en la zona.

- **Partículas en el aire:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AC1).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AC3).

El desmantelado, la demolición y el aporte de tierras, junto con el uso de maquinaria y un trasiego de camiones producirán un aumento del nivel de partículas en el aire.

- **Microclimas:**

No se aprecia afección.

- **Topografía:**

No se aprecia afección.

- **Contaminación de suelos:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AF1).
- ✓ Evacuación de residuos (AF2).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AF3).

La evacuación de la gran cantidad de residuos de construcción y demolición que se generarán tras la desinstalación de la instalación, así como los integrantes de las estructuras que componen la planta, podrán generar episodios de contaminación local de suelos si no se realiza de forma adecuada, tomando las precauciones pertinentes.

- **Calidad y cantidad de agua:**

- ✓ Evacuación de residuos (AG2).

La contaminación de los suelos con residuos procedentes de la explotación pueden provocar una contaminación de las aguas cercanas.

- **Flora y cultivos:**

- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AH3).

La revegetación y restauración de la zona aumentará la disponibilidad de hábitat para la fauna y se favorecerá la recuperación de especies vegetales.

- **Fauna:**

- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AI3).

La restauración, aumentará la disponibilidad de hábitat para la fauna y se favorecerá la recuperación de especies.

- **Paisaje:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AJ1).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AJ3).

El paisaje se verá afectado de forma positiva, sobre todo por la revegetación y restauración de la zona

- **Economía:**

- ✓ Desmantelamiento de la explotación (AK1).
- ✓ Revegetación y restauración de la zona (AK3).

El impacto sobre la economía de la zona es difícil de considerar, dado que aumentará la oferta de empleo para desmantelar la explotación y para realizar la

restauración, pero se perderán puestos de trabajo de mantenimiento y operación de la misma.

### 7.3. Valoración Cualitativa de Impactos:

Posteriormente a la descripción se procede a valorar cada impacto con una nueva metodología, **la matriz de importancia**. Esta metodología consiste en valorar cada impacto mediante una serie de parámetros, de manera que para cada parámetro, el impacto recibe un valor determinado por la metodología. Una vez valorados los distintos parámetros para un impacto, se procede a calcular la importancia del mismo mediante una fórmula. Según la importancia de los impactos, estos se clasifican en compatibles, moderados, severos y críticos. Los parámetros son los siguientes:

- **Signo:** puede ser positivo (+), si el impacto es de carácter beneficioso o negativo (-) si es de carácter perjudicial.
- **Intensidad (I):** grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. Varía de uno a doce.
- **Extensión (EX):** se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área del entorno en el que se manifiesta). Variación de uno a ocho. En caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico se atribuye un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería por su extensión.
- **Momento (MO):** el plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

| Tiempo   | Calificación | Valor |
|----------|--------------|-------|
| Cero     | Inmediato    | 4     |
| < 1 año  | Corto plazo  | 4     |
| 1-5 años | Medio plazo  | 2     |
| >5 años  | Largo plazo  | 1     |



Si transcurre alguna circunstancia que hiciera que el impacto fuera crítico, cabría atribuirle de una a cuatro unidades por encima de la especificada.

- **Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas, bien por medios naturales o bien por el establecimiento de medidas correctoras.

| Tiempo    | Calificación | Valor |
|-----------|--------------|-------|
| < 1 año   | Fugaz        | 1     |
| 1-10 años | Temporal     | 2     |
| >10 años  | Permanente   | 4     |

- **Reversibilidad (RV):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

| Tiempo    | Calificación | Valor |
|-----------|--------------|-------|
| < 1 año   | Corto plazo  | 1     |
| 1-10 años | Medio plazo  | 2     |
| >10 años  | Irreversible | 4     |

- **Recuperabilidad (MC):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de intervención humana.

| Recuperabilidad                                         | Valor |
|---------------------------------------------------------|-------|
| Totalmente recuperable de manera inmediata              | 1     |
| Totalmente recuperable a corto plazo                    | 2     |
| Mitigable o parcialmente recuperable                    | 4     |
| Irrecuperable con posibilidad de medidas compensatorias | 4     |
| Irrecuperable                                           | 8     |

- **Sinergia (SI):** el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia mayor que la que cabría esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente.
- **Acumulación (AC):** este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- **Efecto (EF):** relación causa-efecto, es decir, la forma de manifestarse el efecto sobre un factor, como consecuencia de la acción (directa/indirecta).
- **Periodicidad (PR):** regularidad de la manifestación del efecto, bien sea cíclico o recurrente, impredecible, o constante en el tiempo.

|                                                                     |                                                                                                                                             |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naturaleza</b>                                                   | <b>Intensidad (I)</b>                                                                                                                       | <b>Extensión (EX)</b>                                                  |
| Beneficioso (+)<br>Perjudicial (-)                                  | Baja (1)<br>Media (2)<br>Alta (4)<br>Muy alta (8)<br>Total (12)                                                                             | Puntual (1)<br>Parcial (2)<br>Extenso (4)<br>Total (8)<br>Crítica (+4) |
| <b>Momento (MO)</b>                                                 | <b>Persistencia (PE)</b>                                                                                                                    | <b>Reversibilidad (RV)</b>                                             |
| Largo plazo (1)<br>Medio plazo (2)<br>Inmediato (4)<br>Crítico (+4) | Fugaz (1)<br>Temporal (2)<br>Permanente (4)                                                                                                 | Corto plazo (1)<br>Medio plazo (2)<br>Irreversible (4)                 |
| <b>Sinergia (SI)</b>                                                | <b>Acumulación (AC)</b>                                                                                                                     | <b>Efecto (EF)</b>                                                     |
| Simple (1)<br>Sinérgico (2)<br>Muy sinérgico (4)                    | Simple (1)<br>Acumulativo (4)                                                                                                               | Indirecto (1)<br>Directo (4)                                           |
| <b>Periodicidad (PR)</b>                                            | <b>Recuperabilidad (MC)</b>                                                                                                                 |                                                                        |
| Irregular (1)<br>Periódico (2)<br>Contínuo (4)                      | Recuperable de manera inmediata (1)<br>Recuperable a corto plazo (2)<br>Recuperable a medio plazo (4)<br>Mitigable (4)<br>Irrecuperable (8) |                                                                        |

Por último, una vez asignados los valores de cada parámetro al impacto en estudio, se sustituyen los valores en la fórmula de importancia del impacto:

$$I = +/- ( 3I + 2EX + MO + PE+ RV + SI + AC + EF + PR + MC )$$

Una vez hecho esto, se clasifica el impacto en una de las siguientes categorías:

| Importancia   | Impacto    |
|---------------|------------|
| Menor de 25   | Compatible |
| Entre 25 y 50 | Moderado   |
| Entre 50 y 75 | Severo     |
| Superior a 75 | Crítico    |

#### 7.4. Tabla Cualitativa de Impactos:

A continuación se presenta la tabla con los valores obtenidos para cada interacción, se han asignado los valores manteniendo siempre las mismas premisas a fin de garantizar en lo posible la mayor objetividad. Si bien, se debe realizar la justificación de los valores otorgados para cada uno de los impactos para realizar el cálculo de su importancia, dado el gran número de interacciones obtenidas entre impactos y factores impactados sólo se van a justificar los resultados de importancia obtenidos más significativos y relevantes.

| CODIGO | INTENSIDAD | EXTENSION | MOMENTO | PERSISTENCIA | REVERSIBILIDAD | SINERGIA | ACUMULACION | PERIODICIDAD | RECUPERABILIDAD | IMPORTANCIA | CLASIFICACION |
|--------|------------|-----------|---------|--------------|----------------|----------|-------------|--------------|-----------------|-------------|---------------|
| CA3    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 1               | -21         | COMPATIBLE    |
| CA4    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 1               | -21         | COMPATIBLE    |
| CA5    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 1               | -21         | COMPATIBLE    |
| CA6    | 2          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 1               | -24         | COMPATIBLE    |
| CB3    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -32         | MODERADO      |
| CB4    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -32         | MODERADO      |
| CB5    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -32         | MODERADO      |
| CB6    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -26         | MODERADO      |
| CB8    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -26         | MODERADO      |
| CC3    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 1            | 1               | -29         | MODERADO      |
| CC4    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 1            | 1               | -29         | MODERADO      |
| CC5    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 1            | 1               | -23         | COMPATIBLE    |
| CC6    | 1          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 1            | 1               | -20         | COMPATIBLE    |
| CE3    | 2          | 2         | 4       | 4            | 4              | 2        | 2           | 4            | 2               | -36         | MODERADO      |
| CE4    | 4          | 4         | 1       | 4            | 4              | 2        | 2           | 4            | 2               | -43         | MODERADO      |
| CF7    | 1          | 1         | 2       | 4            | 4              | 1        | 2           | 1            | 2               | -25         | COMPATIBLE    |
| CG3    | 2          | 1         | 2       | 2            | 2              | 2        | 1           | 2            | 2               | -25         | COMPATIBLE    |
| CG4    | 4          | 2         | 4       | 2            | 2              | 2        | 1           | 2            | 2               | -35         | MODERADO      |
| CH2    | 12         | 8         | 2       | 4            | 4              | 1        | 1           | 4            | 2               | -74         | SEVERO        |
| CI2    | 2          | 4         | 4       | 2            | 2              | 1        | 1           | 4            | 2               | -34         | MODERADO      |
| CJ2    | 4          | 8         | 4       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 2               | -48         | MODERADO      |
| CJ3    | 2          | 2         | 4       | 2            | 2              | 2        | 2           | 4            | 2               | -32         | MODERADO      |
| CJ4    | 2          | 8         | 4       | 4            | 4              | 2        | 2           | 4            | 2               | -48         | MODERADO      |
| CJ8    | 2          | 2         | 2       | 1            | 1              | 2        | 2           | 4            | 1               | -27         | MODERADO      |
| CK1    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1              | 1        | 1           | 1            | 1               | 28          | COMPATIBLE    |
| EA3    | 2          | 4         | 1       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -27         | MODERADO      |
| EA4    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -20         | COMPATIBLE    |
| EA5    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -20         | COMPATIBLE    |
| EA6    | 1          | 2         | 1       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -22         | COMPATIBLE    |
| EA7    | 1          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 4            | 1               | -23         | COMPATIBLE    |
| EB3    | 8          | 8         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -56         | SEVERO        |
| EB4    | 4          | 2         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -32         | MODERADO      |
| EB5    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -24         | COMPATIBLE    |
| EB6    | 4          | 2         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -32         | MODERADO      |
| EB7    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1              | 2        | 1           | 2            | 1               | -24         | COMPATIBLE    |

| CODIGO | INTENSIDAD | EXTENSION | MOMENTO | PERSISTENCIA | REVESIBILIDAD | SINERGIA | ACUMULACION | PERIODICIDAD | RECUPERABILIDAD | IMPORTANCIA | CLASIFICACION |
|--------|------------|-----------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|--------------|-----------------|-------------|---------------|
| EC3    | 12         | 4         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 2            | 1               | -60         | SEVERO        |
| EC4    | 4          | 2         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 2            | 1               | -32         | MODERADO      |
| EC5    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 2            | 1               | -30         | MODERADO      |
| EC6    | 4          | 2         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 2            | 1               | -32         | MODERADO      |
| EC7    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 4            | 1               | -26         | MODERADO      |
| EE3    | 8          | 4         | 2       | 4            | 4             | 2        | 2           | 4            | 4               | -58         | SEVERO        |
| EE4    | 8          | 4         | 2       | 4            | 4             | 2        | 2           | 4            | 4               | -58         | SEVERO        |
| EG4    | 1          | 1         | 1       | 2            | 2             | 1        | 2           | 1            | 1               | -19         | COMPATIBLE    |
| EJ2    | 2          | 2         | 4       | 4            | 4             | 2        | 1           | 4            | 1               | -34         | MODERADO      |
| EJ8    | 2          | 2         | 2       | 4            | 4             | 2        | 2           | 1            | 1               | -30         | MODERADO      |
| EK1    | 2          | 2         | 4       | 1            | 1             | 1        | 1           | 4            | 1               | 27          | COMPATIBLE    |
| AA1    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -17         | MODERADO      |
| AA3    | 1          | 1         | 1       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -17         | COMPATIBLE    |
| AB1    | 4          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -29         | MODERADO      |
| AB3    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -23         | COMPATIBLE    |
| AC1    | 1          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -20         | COMPATIBLE    |
| AC3    | 4          | 2         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | -31         | MODERADO      |
| AF1    | 1          | 1         | 1       | 4            | 4             | 2        | 2           | 1            | 2               | -25         | MODERADO      |
| AF2    | 1          | 1         | 1       | 4            | 4             | 2        | 2           | 1            | 2               | -25         | MODERADO      |
| AF3    | 4          | 8         | 4       | 4            | 4             | 2        | 2           | 4            | 4               | 56          | SEVERO        |
| AG2    | 1          | 1         | 2       | 1            | 1             | 1        | 2           | 1            | 1               | -18         | MODERADO      |
| AH3    | 12         | 8         | 2       | 4            | 4             | 1        | 2           | 4            | 4               | 77          | COMPATIBLE    |
| AI3    | 4          | 8         | 2       | 4            | 4             | 1        | 2           | 4            | 4               | 53          | COMPATIBLE    |
| AJ1    | 8          | 4         | 4       | 4            | 4             | 2        | 1           | 4            | 4               | 59          | COMPATIBLE    |
| AJ3    | 8          | 8         | 2       | 4            | 4             | 2        | 1           | 4            | 4               | 65          | COMPATIBLE    |
| AK1    | 2          | 1         | 4       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | 23          | COMPATIBLE    |
| AK3    | 2          | 2         | 1       | 1            | 1             | 2        | 1           | 1            | 1               | 22          | COMPATIBLE    |

## 7.5. Análisis de los impactos detectados:

Se han detectado un total de 62 afecciones o impactos del proyecto sobre el medio ambiente y la socioeconomía, valorados globalmente como:

Impactos negativos: 53

- 5 severos
- 30 moderados
- 18 compatibles

Impactos positivos: 9

- 2 moderados
- 2 compatibles
- 5 severos

De su análisis detallado se desprende que:

- Los mayores impactos positivos registrados se encuentran en la fase de abandono de la instalación y se centran como no podía ser de otra forma en las labores de revegetación y restauración de la zona en los apartados de flora, fauna, suelos y paisaje. Además de las labores de desmantelamiento de la explotación a nivel de paisaje.
- Los mayores impactos negativos registrados se encuentran mayormente en la fase de explotación de la instalación y se centran como no podía ser de otra forma en las labores de voladura afectando a los apartados de confort acústico, partículas en el aire y la topografía, las labores de excavación también afectan significativamente a apartado de topografía. En la fase de construcción se encuentra la afección sobre la flora y los cultivos que producen las labores de desbroce, limpieza y retirada de material vegetal.

La mayor parte de los impactos detectados requieren de la adopción de medidas protectoras, correctoras e incluso compensatorias; excepto los más leves o asumibles como puede ser el aumento del nivel de contaminantes del aire causada por el tráfico de camiones.

En el apartado correspondiente se proponen y detallan estas medidas. Sujeta a la implementación de estas medidas de acuerdo con lo señalado en la matriz, la caracterización de estos impactos puede ser tomada incluso como positiva.

## 7.6. Matriz de Importancia:

Con los datos obtenidos con ecuación de importancia procedemos a elaborar la matriz de importancia correspondiente a nuestro proyecto, esta matriz es clave para poder establecer una valoración sobre el mismo.

Esta valoración se establecerá siguiendo dos criterios:

- **Valoración Absoluta:** consideramos que la importancia relativa de todos los factores del medio es la misma y por tanto la afección que sufran todos ellos debe ser considerada de la misma manera.
- **Valoración Ponderada:** establecemos una importancia relativa de los factores en función de su mayor o menor contribución a la situación del Medio, de tal forma que está quedara reflejada a través de unos coeficientes de ponderación. El valor de estos coeficientes vendrá expresado en Unidades de Importancia (UIP), de tal manera que el método considera un valor de 1000 UIP a la situación óptima del Medio, distribuyendo esta cantidad entre los diferentes componentes en función de su contribución al alcance de ese óptimo.

La ponderación establecida en el presente EIsA se corresponde a la que el método establece, de forma genérica, para sistemas naturales y socio-económicos característicos de nuestro país, si bien, debemos hacer hincapié, en la importancia que para el resultado final del análisis tiene una ponderación de los factores adecuada y ajustada a cada situación concreta, lo que impediría establecer un estudio exhaustivo del medio afectado mediante consulta a expertos en los diferentes factores.

La suma del impacto por columnas, nos identificarán las acciones más agresivas, las poco agresivas y las beneficiosas. Así mismo, la suma de la importancia de impacto por filas, nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

A continuación se muestran los resultados de obtenidos utilizando una matriz de valoración absoluta para el total de los impactos contemplados.



Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| MATRIZ DE IMPORTANCIA          |  |  |  |  |  | Construcción (C)             |                                             |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         | Explotación (E) |                             |           |            |            |                       |                          |         | Abandono (A)     |                     |                             | V. ABSOLUTA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------|--|--|--|--|--|------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-----------------------|--------------------------|---------|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                |  |  |  |  |  | 1                            | 2                                           | 3                              | 4                               | 5                             | 6                               | 7                         | 8                       | 1               | 2                           | 3         | 4          | 5          | 6                     | 7                        | 8       | 1                | 2                   | 3                           |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                |  |  |  |  |  | Contratación de mano de obra | Desbroce, limpieza y retirada de m. vegetal | Construcción de vías de acceso | Acondicionamiento o del terreno | Construcción de instalaciones | Transporte de materiales y maq. | Cimentación instalaciones | Montaje inst. principal | Mano de obra    | Presencia de la explotación | Voladuras | Excavación | Transporte | Planta de tratamiento | Transporte materializado | Acopios | Desmantelamiento | Evacuación residuos | Revegetación y restauración |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS |  |  |  |  |  |                              |                                             |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                          |         |                  |                     |                             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Analizando los datos obtenidos en la matriz de importancia podemos deducir en valores absolutos que:

- El factor ambiental más afectado negativamente por la implantación de la explotación es el aire, y dentro del mismo son las partículas en el aire y el confort acústico debido principalmente a las voladuras y a la acondicionamiento del terreno.
- El segundo factor ambiental más afectado es el suelo, y dentro del mismo el apartado de topografía también derivados de la acondicionamiento del terreno, las voladuras y la excavación.

Realizamos ahora nuevamente la matriz de importancia asignado unos valores a cada uno de los factores ambientales que influyen en nuestro proyecto, utilizando la valoración ponderada.

A la hora de asignar el reparto de puntos efectuada, debemos puntualizar dentro del reparto de puntos de la matriz de importancia que se ha efectuado:

- Dadas las características del medio, su naturaleza y fragilidad, se ha dado mucha más importancia al medio inerte con un total de 500 UIP frente a 300 UIP que se reparten el medio biótico y el paisaje.
- Dentro del medio inerte, se ha dado más peso al aire con 140 UIP, seguido por las aguas con 130 UIP dadas las necesidades de la industria y el suelo con 130 UIP dado su fragilidad.

Si realizamos nuevamente la matriz de importancia teniendo en cuenta el peso de cada uno de los factores ambientales, podemos observar que existe una disminución de la valoración ambiental del proyecto. Esto se debe a que todos los factores ambientales no son igual de importantes y de hecho en determinados proyectos podemos prescindir de alguno de ellos.

A continuación se muestran los resultados de obtenidos en utilizando la matriz de valoración ponderada para todos los impactos contemplados.

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| MATRIZ DE IMPORTANCIA                                                                           |                           |                  |                           |                            |                                   | UIP | Construcción (C)             |                                          |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         | Explotación (E) |                             |           |            |            |                       |                                 |         | Abandono (A)     |                     |                             | V. ABSOLUTA | V. PONDERADA |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-----------------------|---------------------------------|---------|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|--------------|-------|-------|
|                                                                                                 |                           |                  |                           |                            |                                   |     | 1                            | 2                                        | 3                              | 4                               | 5                             | 6                               | 7                         | 8                       | 1               | 2                           | 3         | 4          | 5          | 6                     | 7                               | 8       | 1                | 2                   | 3                           |             |              |       |       |
| FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS                                                                  |                           |                  |                           |                            |                                   |     | Contratación de mano de obra | Desbroce, limpieza y retirada de vegetal | Construcción de vías de acceso | Acondicionamiento o del terreno | Construcción de instalaciones | Transporte de materiales y maq. | Cimentación instalaciones | Montaje inst. principal | Mano de obra    | Presencia de la explotación | Voladuras | Excavación | Transporte | Planta de tratamiento | Transporte material clasificado | Acopios | Desmantelamiento | Evacuación residuos | Revegetación y restauración |             |              |       |       |
| I<br>N<br>V<br>E<br>N<br>T<br>A<br>R<br>I<br>O<br><br>A<br>M<br>B<br>I<br>E<br>N<br>T<br>A<br>L | Subsistema Físico Natural | MEDIO INERTE     | AIRE                      | A                          | Nivel de contaminantes en el aire | 60  |                              |                                          | -21                            | -21                             | -21                           | -24                             |                           |                         |                 |                             | -27       | -20        | -20        | -22                   | -23                             |         | -17              |                     | -17                         | -233        | -14,0        |       |       |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | B                          | Confort acústico                  | 20  |                              |                                          | -32                            | -32                             | -32                           | -26                             |                           | -26                     |                 |                             |           | -56        | -32        | -24                   | -32                             | -24     |                  | -29                 |                             | -23         | -368         | -7,4  |       |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | C                          | Partículas en el aire             | 60  |                              |                                          | -29                            | -29                             | -23                           | -20                             |                           |                         |                 |                             |           | -60        | -32        | -30                   | -32                             | -26     |                  | -20                 |                             | -31         | -332         | -19,9 |       |
|                                                                                                 |                           |                  | TOTAL AIRE                |                            |                                   |     |                              | 140                                      |                                |                                 | -82                           | -82                             | -76                       | -70                     |                 | -26                         |           |            | -143       | -84                   | -74                             | -86     | -73              |                     | -66                         |             | -71          | -933  | -41,3 |
|                                                                                                 |                           |                  | CLIMA                     | D                          | Microclimas                       | 100 |                              |                                          |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     |                             |             |              | 0     | 0,0   |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | TOTAL CLIMA                |                                   |     |                              |                                          | 100                            |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     |                             |             |              | 0     | 0,0   |
|                                                                                                 |                           |                  | SUELO                     | E                          | Topografía                        | 60  |                              |                                          | -36                            | -43                             |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            | -58        | -58                   |                                 |         |                  |                     |                             |             |              | -195  | -11,7 |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | F                          | Contaminación de suelos           | 70  |                              |                                          |                                |                                 |                               |                                 |                           | -25                     |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     | -25                         | -25         | 56           | -19   | -1,3  |
|                                                                                                 |                           |                  | TOTAL SUELO               |                            |                                   |     |                              | 130                                      |                                |                                 | -36                           | -43                             |                           | -25                     |                 |                             |           |            | -58        | -58                   |                                 |         |                  |                     | -25                         | -25         | 56           | -214  | -13,0 |
|                                                                                                 |                           | AGUAS CONTINENT. | G                         | Calidad y cantidad de agua | 130                               |     |                              | -25                                      | -35                            |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            | -19        |                       |                                 |         |                  |                     | -18                         |             | -97          | -12,6 |       |
|                                                                                                 |                           |                  | TOTAL AGUAS CONTINENTALES |                            |                                   |     |                              | 130                                      |                                |                                 | -25                           | -35                             |                           |                         |                 |                             |           |            | -19        |                       |                                 |         |                  |                     | -18                         |             | -97          | -12,6 |       |
|                                                                                                 |                           | MEDIO BIOTICO    | VEGETACION                | H                          | Flora y cultivos                  | 100 |                              | -74                                      |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     |                             | 77          | 3            | 0,3   |       |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | TOTAL VEGETACION           |                                   |     |                              |                                          | 100                            |                                 |                               | -74                             |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     | 77                          | 3           | 0,3          |       |       |
|                                                                                                 |                           |                  | FAUNA                     | I                          | Fauna                             | 100 |                              | -34                                      |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     |                             | 53          | 19           | 1,9   |       |
|                                                                                                 |                           |                  |                           | TOTAL FAUNA                |                                   |     |                              |                                          | 100                            |                                 |                               | -34                             |                           |                         |                 |                             |           |            |            |                       |                                 |         |                  |                     |                             | 53          | 19           | 1,9   |       |
|                                                                                                 | MEDIO PERCEPTUAL          | PAISAJE          | J                         | Paisaje                    | 100                               |     | -48                          | -32                                      | -48                            |                                 |                               |                                 | -27                       |                         | -34             |                             |           |            |            |                       |                                 | -30     | 59               |                     | 65                          | -95         | -9,5         |       |       |
|                                                                                                 |                           |                  | TOTAL PAISAJE             |                            |                                   |     |                              | 100                                      |                                |                                 | -48                           |                                 |                           |                         | -27             |                             | -34       |            |            |                       |                                 | -30     | 59               |                     | 65                          | -95         | -9,5         |       |       |
|                                                                                                 |                           | Economía         |                           | K                          | Economía                          | 200 | 28                           |                                          |                                |                                 |                               |                                 |                           |                         | 27              |                             |           |            |            |                       |                                 |         | 23               |                     | 22                          | 100         | 20,0         |       |       |
|                                                                                                 | TOTAL ECONOMIA            |                  |                           |                            |                                   | 200 | 28                           |                                          |                                |                                 |                               |                                 |                           | 27                      |                 |                             |           |            |            |                       |                                 | 23      |                  | 22                  | 100                         | 20,0        |              |       |       |
| IMPACTOS POSITIVOS                                                                              |                           |                  |                           |                            |                                   |     | 28                           | 0                                        | 0                              | 0                               | 0                             | 0                               | 0                         | 0                       | 27              | 0                           | 0         | 0          | 0          | 0                     | 0                               | 0       | 82               | 0                   | 273                         | 410         | 22,2         |       |       |
| IMPACTOS NEGATIVOS                                                                              |                           |                  |                           |                            |                                   |     | 0                            | -156                                     | -175                           | -208                            | -76                           | -70                             | -25                       | -53                     | 0               | -34                         | -201      | -161       | -74        | -86                   | -73                             | -30     | -91              | -43                 | -71                         | -1627       | -76,4        |       |       |
| VALORACION ABSOLUTA                                                                             |                           |                  |                           |                            |                                   |     | 28                           | -156                                     | -175                           | -208                            | -76                           | -70                             | -25                       | -53                     | 27              | -34                         | -201      | -161       | -74        | -86                   | -73                             | -30     | -9               | -43                 | 202                         | -1217       |              |       |       |
| VALORACION PONDERADA                                                                            |                           |                  |                           |                            |                                   |     | 5,6                          | -15,6                                    | -12,3                          | -15,6                           | -3,3                          | -3,2                            | -1,8                      | -3,2                    | 5               | -3                          | -10       | -10        | -3         | -4                    | -3                              | -3      | 6                | -4                  | 24                          |             | -54,2        |       |       |

Volvemos a analizar los datos esta vez de la matriz de valoración ponderada, de los datos obtenidos deducir que:

- El factor ambiental más afectado negativamente por la implantación de la explotación es el aire, y dentro del mismo son las partículas en el aire y el confort acústico debido principalmente a las voladuras, al desbroce, la excavación y al acondicionamiento del terreno.
- El segundo factor ambiental más afectado es el suelo, y dentro del mismo el apartado de topografía también derivados de la acondicionamiento del terreno, las voladuras y la excavación.

#### **7.9. Valoración Final:**

Podemos apreciar en los datos obtenidos que existe una disminución apreciable entre la valoración absoluta inicial obtenida por nuestro proyecto (-1217 UIP) frente a la valoración ponderada (-54 UIP), mucho más realista.

Este valor obtenido nos indica que la explotación afectará ambientalmente al entorno, pero este valor se puede contemplar como que el proyecto es viable ambientalmente, teniendo en cuenta medidas para paliar su impacto.

En cualquier caso, se desprende de los valores obtenidos que el factor más importante que se verá afectado por el proyecto será el aire y el suelo, tanto en la fase de construcción como en la de explotación. Es por lo que nuestras medidas preventivas deben de concentrarse fundamentalmente en estos factores ambientales.

#### **8. Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias:**

En este apartado se indicarán una serie de medidas preventivas, correctoras o compensatorias, destinadas a prevenir, mitigar o compensar los efectos ambientales significativos de las distintas actividades del proyecto. La implantación de estas medidas tiene su base legal en el artículo 11 del R.D. 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que

se aprueba el reglamento para la ejecución del R.D.L. 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

En la siguiente tabla se presentan resumidamente las actividades que provocan los impactos más importantes (severos) y el factor ambiental al que afectan de acuerdo con los datos que podemos recoger en la matriz de evaluación:

| CODIGO | FACTOR                | FASE         | ACCION                                       |
|--------|-----------------------|--------------|----------------------------------------------|
| CH2    | Flora y cultivos      | Construcción | Desbroce, limpieza y retirada tierra vegetal |
| EB3    | Confort acústico      | Explotación  | Realización de voladuras                     |
| EC3    | Partículas en el aire | Explotación  | Realización de voladuras                     |
| EE3    | Topografía            | Explotación  | Realización de voladuras                     |
| EE4    | Topografía            | Explotación  | Excavación                                   |

Identificadas las acciones que ocasionan los impactos más importantes, podemos definir las medidas preventivas, correctoras y/o compensatorias destinadas a prevenir y evitar los efectos que dichas acciones pueden producir en el entorno.

A continuación se procederá a definir las medidas a llevar a cabo mediante un sistema de fichas:

|                 |                                                  |                                                                                                                                              |                   |         |  |
|-----------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Colocación de protecciones en la línea eléctrica |                                                                                                                                              |                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                       | FACTOR:                                                                                                                                      | Fauna (indirecto) |         |  |
| IMPACTO:        |                                                  | Aumento de la mortandad en animales al entrar en contacto con la línea eléctrica                                                             |                   |         |  |
| OBJETIVO:       |                                                  | Prevención de riesgo de electrocución con partes electrificadas.                                                                             |                   |         |  |
| DESCRIPCION:    |                                                  | Se dispondrá de una serie de protecciones en cada una de las torres eléctricas y se vallará adecuadamente el recinto de los transformadores. |                   |         |  |

|                 |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |         |  |
|-----------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Habilitación de paso inferiores |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                      | FACTOR:                                                                                                                                                                                                                                                          | Fauna (indirecto) |         |  |
| IMPACTO:        |                                 | Aumento de la mortandad en animales por cruce de vías e instalaciones                                                                                                                                                                                            |                   |         |  |
| OBJETIVO:       |                                 | Prevención de riesgo de atropello durante el tránsito de vehículos y maquinaria en las instalaciones.                                                                                                                                                            |                   |         |  |
| DESCRIPCION:    |                                 | Se estudiarán los lugares de paso preferente por parte de la fauna local dentro de las instalaciones y se habilitaran paso pasos inferiores para el paso de la fauna sin interferirse con las labores de mantenimiento, favoreciendo la supresión de atropellos. |                   |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                   |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Riego de Caminos                                                                                                                                                                                                                                              |         |                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                    | FACTOR: | Fauna (indirecto) |         |  |
| IMPACTO:        | Aumento de partículas en suspensión y deposición de las mismas sobre los cultivos adyacentes                                                                                                                                                                  |         |                   |         |  |
| OBJETIVO:       | Prevención del levantamiento de partículas al paso de los camiones y maquinaria                                                                                                                                                                               |         |                   |         |  |
| DESCRIPCION:    | Se dispondrá de un depósito de agua para realizar riegos en las vías por las que transcurran camiones o en los terrenos por los que la maquinaria realice su labor existiendo la posibilidad de levantamiento de polvo. El riego se realizará una vez al día. |         |                   |         |  |

|                 |                                                         |                                                                                                                                                       |                                   |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Cubrimiento de camiones durante el transporte de tierra |                                                                                                                                                       |                                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                              | FACTOR:                                                                                                                                               | Partículas y cultivos (indirecto) |         |  |
| IMPACTO:        |                                                         | Aumento de partículas en suspensión y deposición de las mismas sobre los cultivos adyacentes                                                          |                                   |         |  |
| OBJETIVO:       |                                                         | Prevención del levantamiento de partículas procedentes de la carga de camiones que transportan tierras procedentes del acondicionamiento del terreno. |                                   |         |  |
| DESCRIPCION:    |                                                         | Se utilizará una lona resistente bien ajustada para cubrir la carga de camiones que transporten tierras de una zona a otra de la obra.                |                                   |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                   |         |  |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Gestión de tierra extraída                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | FACTOR: | Partículas y cultivos (indirecto) |         |  |
| IMPACTO:        | Aumento de partículas en suspensión y deposición de las mismas sobre los cultivos adyacentes                                                                                                                                                                                                                 |         |                                   |         |  |
| OBJETIVO:       | Prevención del levantamiento de partículas procedentes de los montículos de tierra vegetal extraída de la zona, en espera de ser reutilizada o destinada a un nuevo uso.                                                                                                                                     |         |                                   |         |  |
| DESCRIPCION:    | Gestión de la tierra vegetal acopiándola en caballones de un metro y medio de altura aproximadamente, nunca superando los dos metros de altura y ubicarlos en un espacio acondicionada a tal efecto y balizado. Mantener el caballón recubierto de plantas vivas preferentemente y regar con una frecuencia. |         |                                   |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                  |         |                         |         |  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Creación de zona para lavado de hormigoneras y reparación de maquinaria                                                                                                                                                          |         |                         | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                       | FACTOR: | Contaminación de suelos |         |  |
| IMPACTO:        | Contaminación de suelos por vertidos de hormigón y aceite                                                                                                                                                                        |         |                         |         |  |
| OBJETIVO:       | Prevención de la contaminación del suelo por vertidos puntuales de hormigón procedente del lavado de las hormigoneras y vertidos de aceite en reparación y mantenimiento de maquinaria.                                          |         |                         |         |  |
| DESCRIPCION:    | Adecuación de una pequeña porción de la parcela mediante impermeabilización y balizado para realizar las labores de lavado de hormigoneras y reparación de la maquinaria, para permitir el correcto tratamiento de los residuos. |         |                         |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                               |         |                                |         |  |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Minimizar la extracción de tierra vegetal                                                                                                                                     |         |                                | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                    | FACTOR: | Capacidad agrológica del suelo |         |  |
| IMPACTO:        | Afección a la capacidad agrológica del suelo por destrucción o retirada de la estructura del suelo y sus propiedades, debido a la adecuación del terreno y al desbroce.       |         |                                |         |  |
| OBJETIVO:       | Minimizar el deterioro de los distintos horizontes del suelo intentando conservar su grado de evolución al máximo, para evitar la pérdida del potencial agrológico del suelo. |         |                                |         |  |
| DESCRIPCION:    | Retirada de sólo la tierra necesaria y reutilizar la que sea útil para el acondicionamiento del terreno.                                                                      |         |                                |         |  |

|                 |                                    |                                                                                                                             |                                   |         |  |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Balizamiento de zonas de ocupación |                                                                                                                             |                                   | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                         | FACTOR:                                                                                                                     | Compactación del suelo y cultivos |         |  |
| IMPACTO:        |                                    | Compactación del terreno debido al trasiego de maquinaria.                                                                  |                                   |         |  |
| OBJETIVO:       |                                    | Minimizar la compactación del suelo                                                                                         |                                   |         |  |
| DESCRIPCION:    |                                    | Balizamiento de caminos y zonas de ocupación para evitar el paso de maquinaria fuera de las zonas estrictamente necesarias. |                                   |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                           |         |                         |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Instalación de depósitos estancos para la aguas fecales                                                                                                                                                                   |         |                         | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                | FACTOR: | Contaminación de suelos |         |  |
| IMPACTO:        | Contaminación de suelos mediante infiltración de aguas fecales.                                                                                                                                                           |         |                         |         |  |
| OBJETIVO:       | Prevención de la infiltración de aguas fecales en el suelo producidas durante la fase de construcción.                                                                                                                    |         |                         |         |  |
| DESCRIPCION:    | Se dispondrán de depósitos estancos para el almacenamiento y posterior gestión de las aguas fecales generadas, evitando así el vertido de las mismas directamente al suelo, lo que provocaría una contaminación de suelo. |         |                         |         |  |



|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--|
| MEDIDA:         | Localización de maquinaria y elementos auxiliares de construcción en lugares de mínimo impacto visual                                                                                                                                                                                             |         |         | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                                                        | FACTOR: | Paisaje |         |  |
| IMPACTO:        | Afección al paisaje                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |         |         |  |
| OBJETIVO:       | Evitar en la medida de lo posible que el paisaje se vea afectado debido a dichos elementos.                                                                                                                                                                                                       |         |         |         |  |
| DESCRIPCION:    | Mediante un estudio de cuencas visuales se elegirá el lugar adecuado para la colocación de maquinaria y elementos auxiliares de construcción, evitando así una merma de la calidad paisajística ya de por sí afectada, especialmente desde zonas con un tránsito considerable, como la carretera. |         |         |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                     |         |  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Revegetación de taludes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                     | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva y correctiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | FACTOR: | Paisaje, partículas |         |  |
| IMPACTO:        | Impacto paisajístico derivado del desbroce con el que comienzan las obras, provocando además un aumento de la erosión eólica, y con ello un incremento en los niveles de partículas en aire, debido a la eliminación de la vegetación, y una posible desestabilización del terreno en las zonas límites de las instalaciones.                                                |         |                     |         |  |
| OBJETIVO:       | Prevención del levantamiento de partículas mediante erosión eólica, aumento puntual de la calidad del paisaje y estabilización de taludes.                                                                                                                                                                                                                                   |         |                     |         |  |
| DESCRIPCION:    | Se revegetarán mediante biorrollos o mantas orgánicas los taludes en los límites de la zona de construcción para estabilizar el terreno. Con esta medida además se evita, gracias a la presencia de vegetación, la erosión eólica que generaría un aumento de los niveles de partículas en suspensión, y se eleva en los límites del terreno de obra la calidad del paisaje. |         |                     |         |  |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |         |         |  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--|
| MEDIDA:         | Pantalla visual                                                                                                                                                                                                                                                      |         |         | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                           | FACTOR: | Paisaje |         |  |
| IMPACTO:        | Afección a la calidad paisajística de la zona debido a la presencia de la explotación                                                                                                                                                                                |         |         |         |  |
| OBJETIVO:       | Minimizar la afección al paisaje por la presencia de la instalación en la medida de lo posible.                                                                                                                                                                      |         |         |         |  |
| DESCRIPCION:    | Se dispondrá una pantalla visual de vegetación a lo largo del perímetro junto a la carretera planta para evitar tanto como sea posible la visualización de la explotación. A su vez, deben ser tupidos desde el suelo hasta la copa para que la medida sea efectiva. |         |         |         |  |

|                 |                                                         |                                                                                                                                                                                         |                |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Contratación de mano de obra local para la restauración |                                                                                                                                                                                         |                | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Compensatoria                                           | FACTOR:                                                                                                                                                                                 | Socioeconómica |         |  |
| IMPACTO:        |                                                         | Disminución local de la oferta de empleo debido al cese de la actividad de la central.                                                                                                  |                |         |  |
| OBJETIVO:       |                                                         | Minimizar el impacto socioeconómico en la zona a medio plazo desde el cierre de la central.                                                                                             |                |         |  |
| DESCRIPCION:    |                                                         | Para compensar la pérdida de empleo en el municipio debido al cese de operación de la explotación, se favorecerá la contratación de mano de obra local para la restauración de la zona. |                |         |  |

|                 |                                                   |         |                  |         |  |
|-----------------|---------------------------------------------------|---------|------------------|---------|--|
| MEDIDA:         | Gestión de consumo de agua                        |         |                  | CODIGO: |  |
| TIPO DE MEDIDA: | Preventiva                                        | FACTOR: | Cantidad de agua |         |  |
| IMPACTO:        | Uso excesivo de agua durante épocas de escasez.   |         |                  |         |  |
| OBJETIVO:       | Controlar el uso de agua.                         |         |                  |         |  |
| DESCRIPCION:    | Realizar restricciones durante épocas de escasez. |         |                  |         |  |

## **9. Programa de Vigilancia Ambiental:**

Este programa establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental. El programa de vigilancia ambiental debe:

- Indicar a la administración responsable los aspectos objeto de vigilancia, los cuales pueden referirse al medio o al proyecto.
- Ofrecer a dicha administración un método, sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.

Dichos aspectos objeto de vigilancia serán necesariamente los siguientes:

- Medidas protectoras, correctoras y compensatorias, para controlar su aplicación efectiva y los resultados que consiguen.
- Impactos residuales, derivados de alteraciones cuya total corrección no sea posible, con riesgo de manifestarse con efectos notables.
- Impactos detectados en el estudio para verificar su real aparición en las condiciones de valor, tiempo y lugar previstos.
- Impactos no previsibles o de difícil estimación en fase de proyecto pero con riesgo de aparición durante la de obras o después, incluso los derivados de posibles accidentes.

El programa de vigilancia a de señalar también los tipos de situaciones que pueden darse y su nivel de intensidad, y, para cada uno de ellas, los umbrales inadmisibles que disparan señales de alerta ante las cuales es preciso adoptar medidas complementarias.

En cuanto al método, los aspectos que deben ser vigilados pasan por dos fases:

- Definición de indicadores: proporcionan la forma de medir la consecución de los objetivos en distintos momentos, de forma cuantitativa, cualitativa, de comportamiento, etc. La definición y observación de los indicadores permite, por tanto, conocer el grado de integración ambiental logrado por el proyecto.
- Seguimiento de los indicadores: los indicadores definidos deberían ser de tal naturaleza que la simple inspección visual, realizada mediante recorridos por la zona afectada, permitan a un técnico percatarse del grado de cumplimiento del programa.

A continuación se desarrolla el conjunto de criterios del programa de vigilancia ambiental para las distintas medidas e impactos considerados en el proyecto.

|                                   |                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Riego de Caminos</b>                                                                                                                  |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Levantamiento de polvo al paso de vehículos y maquinaria                                                                                 |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Aspecto seco y polvoriento de la vías de acceso de tal manera que el paso de vehículos ligeros o la misma brisa levanten polvo a su paso |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual, una vez al día en periodos secos                                                                                     |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | A lo largo de toda la vía de acceso                                                                                                      |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                                |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Prohibición del paso de vehículos pesados hasta que se rieguen las vías.                                                                 |

|                                   |                                                                                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Cubrimiento de camiones durante el transporte de tierra</b>                              |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Levantamiento de partículas procedentes de la carga de los camiones                         |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Observación de nubes de polvo al paso de camiones                                           |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual diaria                                                                   |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Zona de salida de camiones                                                                  |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                   |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Prohibición de la marcha de vehículos cargados de tierra hasta que se cubran correctamente. |

|                                   |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Gestión de la tierra extraída</b>                                                                                                                                                |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Levantamiento de partículas procedentes de los acopios de tierra extraída                                                                                                           |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Levantamiento de polvo en las zonas de acopio y pérdida de volumen de los montículos de tierra                                                                                      |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual una vez al día                                                                                                                                                   |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Zona de acopios                                                                                                                                                                     |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                                                                           |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | En el caso que, aun teniendo vegetación para evitar la erosión eólica, ésta se siga produciendo, se procederá al riego de los acopios con una frecuencia de tres veces a la semana. |

|                                   |                                                                                                                              |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Replantación de taludes y zonas adyacentes</b>                                                                            |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Superficie tratada                                                                                                           |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Aparición de surcos, cárcavas y zonas desprendidas en los taludes, debido a la aparición de calvas en las zonas replantadas. |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual dos veces al mes en los meses cálidos y una vez al mes el resto del año                                   |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Taludes en el perímetro de la zona de construcción                                                                           |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                    |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Volver a replantar los taludes y zonas adyacentes en caso de superación del umbral de alerta.                                |

|                                   |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Creación de zonas para el lavado de hormigoneras y reparación de maquinaria</b>                                                                                                       |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Zonas aledañas y subsuelo de la zona de lavado de hormigoneras y reparación de maquinaria                                                                                                |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Aparición de restos de hormigón fuera de las zonas habilitadas para el lavado, o descubrimiento de infiltraciones líquidos procedentes de la reparación y mantenimiento de la maquinaria |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual para los restos de hormigón cada 15 días e inspección del subsuelo mediante sonda manual una vez al mes                                                               |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Zona de lavado y mantenimiento                                                                                                                                                           |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                                                                                |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Revisión de la impermeabilización y balizamiento de la zona de lavado y mantenimiento                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Balizamiento de zonas de ocupación</b>                                                                           |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Señales de balizamiento en zonas de ocupación                                                                       |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Aparición de balizas derribadas o fuera de lugar, o huellas de camiones o maquinaria fuera de las zonas delimitadas |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual una vez a la semana                                                                              |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Toda la zona de movimiento de camiones y maquinaria                                                                 |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                           |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Reposición de balizas derribadas y advertencia verbal a los conductores de camiones y maquinaria                    |

|                                   |                                                                                                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Depósitos para aguas fecales</b>                                                                                  |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Presencia de depósito estanco para aguas fecales                                                                     |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Aparición de vertidos de aguas fecales en zonas aledañas al depósito y a las conducciones de dichas aguas            |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Observación visual una vez a la semana de la estanqueidad del depósito y de la ausencia de fugas en las conducciones |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Zona de instalaciones accesorias.                                                                                    |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                            |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Cambiar el depósito o reparar las fugas en las conducciones en caso de vertido.                                      |

|                                   |                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Pantallas vegetales</b>                                                                                                                      |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Visibilidad de la instalación desde otros puntos de la zona, como la carretera                                                                  |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | La visión de alguna parte de la planta a través de la pantalla vegetal                                                                          |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | 6 meses después de su plantación y dos veces al año durante el resto de la vida útil de la explotación                                          |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Todo el perímetro plantado                                                                                                                      |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                                       |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Volver a replantar ejemplares insuficientemente tupidos como para que la medida pueda dejar de ser efectiva y sustituir los ejemplares muertos. |

|                                   |                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Gestión de vertidos</b>                                                                                                                  |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Características físico-químicas del agua a la salida de las instalaciones                                                                   |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Superación de niveles establecidos en el estudio realizado al comenzar el funcionamiento de la explotación                                  |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Dos veces en semana                                                                                                                         |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Salida de las instalaciones                                                                                                                 |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                                                   |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | En caso de superar los niveles permitidos, parar el funcionamiento de la planta para no poner en peligro los ecosistemas del medio receptor |

|                                   |                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Control de niveles de contaminantes en el aire</b>                                                                 |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Niveles de contaminantes a la salida de los equipos                                                                   |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Superación de los niveles establecidos por la Ley (Real Decreto 1073/2002)                                            |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Anualmente                                                                                                            |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Tubos de escape equipos                                                                                               |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                                             |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | En caso de superar los niveles permitidos, parar el funcionamiento del equipo y establecer medidas para disminuirlos. |

|                                   |                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Control de residuos</b>                                                                |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Observación visual por parte del técnico de medio ambiente                                |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | Incumplimiento de la correcta gestión de los residuos                                     |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Diariamente                                                                               |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Toda la zona de la explotación                                                            |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Técnico de medio ambiente                                                                 |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Advertencia verbal al incumplidor y subsanación de la incorrecta gestión de los residuos. |

|                                   |                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIDA:</b>                    | <b>Protección del patrimonio arqueológico</b>                                                                                          |
| <b>INDICADOR:</b>                 | Disponibilidad de un protocolo a seguir en caso de descubrimiento y presencia de un especialista (arqueólogo) durante las excavaciones |
| <b>UMBRAL DE ALERTA:</b>          | El no cumplimiento del protocolo de actuación ante un descubrimiento arqueológico                                                      |
| <b>CALENDARIO DE COMPROBACION</b> | Durante todo el plazo de explotación                                                                                                   |
| <b>PUNTO DE COMPROBACION:</b>     | Toda la zona de obra                                                                                                                   |
| <b>PERSONAL ENCARGADO:</b>        | Arqueólogo                                                                                                                             |
| <b>MEDIDAS DE URGENCIA:</b>       | Paralización de las excavaciones                                                                                                       |



## **10. Conclusiones:**

Tras el análisis de los posibles impactos ambientales, durante la explotación de las instalaciones, en el ecosistema en que se ubicará la instalación, no se han apreciado actuaciones que puedan desaconsejar su emplazamiento, habiéndose estudiado las posibles afecciones al medio geofísico y socio-económico.

En cuanto a otras posibles afecciones no se aprecian problemas que puedan afectar al medio o a las personas que en él habitan de forma significativa.

Tras analizar todos los factores considerados, se resuelve que la construcción y funcionamiento de la planta solar termoeléctrica del presente Estudio de Impacto Ambiental, es:

***VIABLE AMBIENTALMENTE***

## **11. Bibliografía:**

- Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto Legislativo 1/001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013.
- Gómez Orea, Domingo - Evaluación de Impacto Ambiental - Ediciones Mundi-Prensa, 2003.
- Guías Metodológicas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental - Ministerio de Medio Ambiente, 2000.
- Informe Técnico Ambiental de la Agenda 21 Jaén para el término municipal de Villacarrillo.
- Visor GIS de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía REDIAM
- Visor GIS de Junta de Andalucía IDEAVISOR

## **ANEXO N° 2: PLAN DE RESTAURACION DEL ENTORNO NATURAL (PREN)**

## **ANEXO Nº 2: PLAN DE RESTAURACIÓN DEL ENTORNO NATURAL (PREN)**

### **1. Objetivo**

El presente anexo se desarrolla como parte del proyecto de explotación de la futura cantera denominada "Majada Verde". Este anexo tiene por objeto el definir el plan de restauración del entorno natural degradado (PREN) de la futura explotación a cielo abierto, siendo esta restauración la última fase de explotación de la misma.

### **2. Reglamentación**

Se realizará el presente anexo según el R.D. 975/2009, de 12 de junio sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Del contenido del mismo se exponen a continuación los puntos a tener en cuenta al redactar un plan de restauración del entorno natural degradado (PREN):

*" Artículo 3. Plan de restauración: requisitos generales y contenidos.*

*1. La entidad explotadora está obligada a tomar todas las medidas necesarias para prevenir o reducir en lo posible cualquier efecto negativo sobre el medio ambiente y sobre la salud de las personas derivado de la investigación y aprovechamiento de recursos minerales. Dichas medidas estarán basadas en las mejores técnicas disponibles e incluirán la gestión de los residuos mineros y de todas las instalaciones de residuos también con posterioridad a su cierre, cuando proceda, así como la prevención de accidentes graves que puedan ocurrir en las instalaciones, y la limitación de sus consecuencias para el medio ambiente y la salud humana.*

*2. Queda prohibido el abandono, vertido o depósito incontrolado de residuos mineros.*

*3. Con el fin de reducir a un mínimo durante el desarrollo de la explotación los*

efectos negativos ocasionados al medio y los riesgos de diferir la rehabilitación hasta fases más avanzadas de aquélla, en el plan de restauración deberán justificarse las fases de la rehabilitación prevista. En todo caso, los planes de restauración y explotación se coordinarán de forma que los trabajos de rehabilitación se lleven tan adelantados como sea posible a medida que se efectúe la explotación.

Únicamente se autorizará el inicio de la rehabilitación al final de la vida de la explotación en casos debidamente justificados y documentados a efectos de poder llevar a cabo técnicamente el laboreo.

4. El plan de restauración estará estructurado tal y como se describe a continuación, y contendrá, como mínimo:

Parte I: Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

Parte II: Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Parte III: Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejos a la investigación y explotación de recursos minerales.

Parte IV: Plan de Gestión de Residuos.

Parte V: Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de rehabilitación.

5. Todo plan de restauración, en el que se incluye el plan de gestión de residuos, deberá estar dirigido y firmado por un técnico competente con la titulación exigida por la ley.

6. Asimismo, todos los estudios técnicos de apoyo, ensayos, análisis, etc. encargados para la elaboración del plan de restauración y que en él se adjunten deberán ser desarrollados y firmados por técnicos competentes, sin perjuicio de que el técnico firmante del plan los haga suyos al incluirlos en la documentación presentada.

7. A los efectos de este real decreto se entenderá por:

a) *Rehabilitación:* el tratamiento del terreno afectado por las actividades mineras de forma que se devuelva el terreno a un estado satisfactorio, en particular en lo que se refiere, según los casos, a la calidad del suelo, la fauna, los hábitats naturales, los sistemas de agua dulce, el paisaje y los usos beneficiosos apropiados.

b) *Entidad explotadora:* aquella que realice cualquier actividad regulada en la

*Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.*

*c) Residuos mineros: aquellos residuos sólidos o aquellos lodos que quedan tras la investigación y aprovechamiento de un recurso geológico, tales como son los estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos, subproductos abandonados y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal y cobertera en determinadas condiciones, siempre que constituyan residuos tal y como se definen en la Ley 10/1998, de Residuos.*

*d) Residuos mineros peligrosos: aquellos residuos mineros calificados como peligrosos en la legislación vigente de residuos peligrosos.*

*e) Residuo minero inerte: aquel que no experimente ninguna transformación física, química o biológica significativa. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto, de forma que puedan provocar la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes en ellos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y, en particular, no deberán suponer riesgo para la calidad de las aguas superficiales ni subterráneas. Las características específicas de los residuos mineros inertes se desarrollan en el anexo I.b.*

*f) Suelo no contaminado: aquel que se retira de la capa superior del terreno durante la investigación y aprovechamiento y que, con arreglo a la legislación vigente, se considera que no está contaminado. Generalmente comprende la tierra vegetal y la cobertera previa al estéril de mina.*

*g) Instalación de residuos mineros: cualquier zona designada para la acumulación o el depósito de residuos mineros, tanto en estado sólido como líquido o en solución o suspensión, para plazos de las siguientes duraciones:*

*1.º Sin plazo alguno para las instalaciones de residuos mineros de categoría A y las instalaciones de residuos mineros caracterizados como peligrosos en el plan de gestión de residuos mineros.*

*2.º Un plazo de más de seis meses para instalaciones de residuos mineros peligrosos generados que no estaban previstos.*

*3.º Un plazo superior a un año para las instalaciones de residuos mineros no inertes no peligrosos.*

4.º Un plazo superior a tres años en el caso de las instalaciones destinadas a suelo no contaminado, residuos no peligrosos procedentes de labores de investigación, residuos mineros inertes y residuos mineros resultantes del aprovechamiento de la turba.

Se considera que forman parte de dichas instalaciones cualquier presa u otra estructura que sirva para contener, retener o confinar residuos mineros o tenga otra función en la instalación, así como, entre otras cosas, las escombreras y las balsas. Los huecos de explotación rellenados con residuos mineros tras el aprovechamiento del mineral con fines de rehabilitación o de construcción no tienen la consideración de instalaciones de residuos mineros, si bien están sujetos a lo dispuesto en el artículo 13.

h) Público: una o varias personas físicas o jurídicas y a las asociaciones, organizaciones o grupos de esas personas.

i) Público interesado: público afectado, o que pueda verse afectado por el proceso decisorio del presente real decreto, o que tenga un interés en el mismo. Se considerarán interesados en el proceso las organizaciones no gubernamentales de ámbito medioambiental, siempre que cumplan las disposiciones vigentes previstas que les sean de aplicación.

j) Escombrera: una instalación de residuos mineros construida para el depósito de residuos mineros sólidos en superficie.

k) Balsa: una instalación de residuos mineros natural o construida para la eliminación de residuos mineros de grano fino junto con cantidades diversas de agua libre, resultantes del tratamiento y beneficio de recursos minerales y del aclarado y reciclado del agua usada para dicho tratamiento y beneficio.

l) Cianuro disociable en ácido débil: al cianuro y compuestos de cianuro que se disocian con un ácido débil a un pH determinado.

m) Lixiviado: cualquier líquido que se filtre a través de los residuos mineros depositados y que proceda de una instalación de residuos mineros o esté contenido en ella, incluido el drenaje contaminado que pueda tener un efecto negativo sobre el medio ambiente si no se trata adecuadamente.

n) Cambio sustancial: todo cambio en la estructura o el funcionamiento de una instalación de residuos mineros que, a juicio de la autoridad competente, pueda tener importantes efectos negativos para la salud de las personas o para el medio ambiente.

ñ) *Accidente grave: un acontecimiento en el emplazamiento ocurrido durante una operación que forme parte de la gestión de residuos mineros en cualquiera de los establecimientos a los que se aplica este real decreto, que entrañe para la salud humana o para el medio ambiente un peligro grave, ya sea inmediato o con el tiempo, en el propio emplazamiento o fuera de él.*

o) *Industria extractiva: todos los establecimientos y empresas que practican la extracción en superficie o subterránea de recursos minerales con fines comerciales, incluida la extracción mediante perforación o el tratamiento del materia extraído.*

p) *Submarina: La zona del mar y del fondo del mar que se extiende a partir de la línea de bajamar de mareas normales o medias hacia el mar.*

q) *Tratamiento: Preparación, concentración y beneficio. El proceso o la combinación de procesos mecánicos, físicos, biológicos, térmicos o químicos que se aplican a los recursos minerales con el fin de extraer el mineral, y que incluye el cambio de tamaño, la clasificación, la separación, el lixiviado y el reprocesamiento de residuos mineros previamente desechados, pero excluye las operaciones de fusión, los procesos industriales térmicos (distintos de la incineración de piedra caliza) y los procesos metalúrgicos.*

r) *Presa: una estructura construida y diseñada para contener agua o residuos mineros en una balsa.*

s) *Mejores técnicas disponibles: las mejores técnicas disponibles tal u como se definen en el artículo 2, apartado 11, de la Directiva 96/61/CE.*

t) *Establecimiento de beneficio: Establecimiento destinado a la preparación, concentración y beneficio de los recursos minerales, según lo dispuesto en el artículo 112 de la Ley de Minas.*

### **CAPÍTULO III**

#### **Partes I, II y III del plan de restauración**

**Artículo 12. Parte I: Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.**

1. *La Parte I del plan de restauración, «Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras», contendrá, como mínimo, los siguientes aspectos:*

a) *Descripción del medio físico: geología, hidrología e hidrogeología,*



*edafología, climatología, vegetación, fauna, paisaje y demás elementos que permitan definir el medio.*

*b) Definición del medio socioeconómico de la zona: aprovechamientos preexistentes, situación geográfica, usos del suelo, demografía, empleo, infraestructuras, espacios de interés histórico, arqueológico y paleontológico y puntos de interés.*

*c) Cuando proceda, identificación del área de aprovechamiento y de su entorno, con expresión de los lugares previstos para la propia explotación, accesos, instalaciones anejas, etc.*

*d) Epítome de las características del aprovechamiento del recurso, como por ejemplo descripción de los métodos de explotación, preparación, concentración o beneficio posteriores a los que se someta el recurso mineral, residuos mineros resultantes, superficies afectadas y medidas necesarias para evitar o reducir las emisiones de polvo.*

*2. La Parte I del plan de restauración, a fin de evitar duplicidades, podrá entenderse cumplimentada si la entidad explotadora presenta a la autoridad competente en la materia documento similar y con los mismos contenidos durante la fase de evaluación de impacto ambiental, en caso de que esta sea necesaria según el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, y posteriores modificaciones.*

*Artículo 13. Parte II: Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.*

*La entidad explotadora adoptará las medidas que procedan para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y aprovechamiento de recursos minerales en función del tipo de rehabilitación que haya sido considerado según los usos finales del suelo como espacio natural, agrícola, de ocio, suelo industrial u otros previstos legalmente.*

*La Parte II del plan de restauración, «Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales», contendrá, como mínimo, descripción de los siguientes aspectos, cuando proceda en función del tipo de rehabilitación a realizar:*

*1. Remodelado del terreno.*

a) Cuando la entidad explotadora rellene con residuos mineros propios o ajenos el hueco de explotación creado, ya sea en superficie o por laboreo de interior, describirá las medidas necesarias tenidas en cuenta para asegurar la compatibilidad de la ubicación del hueco con el depósito de residuos mineros, asegurar la estabilidad de estos residuos, prevenir la contaminación del suelo, de las aguas superficiales y subterráneas en virtud de la legislación vigente a tal efecto y garantizar su mantenimiento y control posterior a la rehabilitación, todo ello de conformidad *mutatis mutandis*, con lo dispuesto en los artículos del 20 al 35 del presente real decreto.

b) Además, en el caso de que esté previsto en el plan de restauración dejar que se inunde el hueco de explotación tras el agotamiento del recurso, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar o minimizar el deterioro del estado de las aguas y la contaminación del suelo de conformidad con lo dispuesto, *mutatis mutandis*, en los artículos del 20 al 35. Asimismo, la entidad explotadora proporcionará a la autoridad competente la información necesaria para garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de aguas.

c) Cuando la entidad explotadora rellene con residuos mineros ajenos el hueco de explotación, ya sea en superficie o por laboreo de interior, registrará y certificará el origen y naturaleza de estos residuos, asegurando su compatibilidad medioambiental con el hueco en el que se van a depositar, y anotándose en el Libro de Registro definido en el artículo 32, que estará a disposición de la autoridad competente.

d) Cuando la entidad explotadora rellene con residuos de procedencia no minera el hueco de explotación, ya sea en superficie o por laboreo de interior, registrará y certificará, sin perjuicio de la normativa vigente de residuos y, en particular, la correspondiente a la eliminación mediante depósito en vertedero, que les será de aplicación, el origen y naturaleza de estos residuos, anotándose en el Libro de Registro definido en el artículo 32, que estará a disposición de la autoridad competente.

## 2. Procesos de revegetación.

a) Objetivos de la revegetación.

b) Labores de preparación de la superficie a revegetar.

c) Extensión posterior de tierra vegetal y combinación adecuada de materiales apropiados para hidrosiembra, cuando proceda.

d) Selección de especies para revegetación del área, con justificación de la selección hecha en orden a las probabilidades de éxito según las características climáticas y edáficas y de su idoneidad para la rehabilitación del medio.

e) Descripción de siembras y plantaciones.

3. En el caso de las obras públicas en las que se utilicen plantas móviles de beneficio, la rehabilitación de la superficie afectada únicamente se referirá a la restitución del terreno a su cota y condiciones naturales. Para otras alternativas de rehabilitación será exigible, por parte de la autoridad competente, la autorización del correspondiente plan de restauración.

4. Descripción de otras posibles actuaciones de rehabilitación.

a) Rehabilitación de pistas mineras, accesos y entorno afectado. Descripción de medidas destinadas a la integración paisajística, estabilidad de taludes y desvío de escorrentía superficial.

b) Rellenos superficiales.

c) Medidas para evitar la posible erosión. Medidas para reducir la posible erosión eólica, por escorrentía concentrada y por escorrentía difusa.

d) Protección del paisaje. Medidas para adecuar las formas geométricas al entorno e integrar en el paisaje todos los terrenos afectados por la actividad.

5. Anteproyecto de abandono definitivo de labores.

Artículo 14. Parte III: Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejos a la investigación y explotación de recursos minerales.

La Parte III del plan de restauración, «Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejos a la investigación y explotación de recursos minerales», contendrá, como mínimo, descripción de los siguientes aspectos, cuando proceda, en función del tipo de rehabilitación proyectada:

1. Instalaciones y servicios auxiliares.

a) Desmantelamiento y rehabilitación de zonas en las que se sitúen las instalaciones de preparación, plantas de concentración y plantas de beneficio de la explotación.

b) Desmantelamiento y rehabilitación de zonas de instalaciones auxiliares tales como naves, edificios, obra civil, etc.

2. Instalaciones de residuos mineros.–La rehabilitación del espacio afectado

*por las instalaciones de residuos mineros se regula en el plan de gestión de residuos mineros.*

*Artículo 15. Abandono definitivo de labores de aprovechamiento.*

*1. Dentro de la Parte II del plan de restauración, y en estrecha relación con el resto de las labores de rehabilitación, la entidad explotadora presentará un anteproyecto de abandono definitivo de labores de aprovechamiento.*

*2. Al finalizar el aprovechamiento, cuando la entidad explotadora deba proceder a la rehabilitación y abandono definitivos de la explotación, presentará para su autorización ante la autoridad competente en materia de seguridad minera, un proyecto de abandono definitivo de labores en el que se justificarán las medidas adoptadas y a adoptar para garantizar la seguridad de las personas y bienes.*

*3. Una vez autorizado, con las modificaciones que en su caso estime la autoridad competente en materia de seguridad minera, la entidad explotadora ejecutará los correspondientes trabajos y, una vez finalizados, lo comunicará a la misma, solicitando la autorización de abandono definitivo de la explotación.*

*4. El abandono definitivo de las labores de aprovechamiento sólo podrá considerarse efectivamente realizado después de que la autoridad competente en materia de seguridad minera, en el plazo de un año, haya realizado una inspección final in situ, haya evaluado todos los informes presentados por la entidad explotadora y haya comunicado a la entidad explotadora su autorización del abandono, y siempre que se haya certificado a través un organismo de control que cumpla lo dispuesto en el anexo III del presente real decreto que la situación final del terreno afectado por la explotación de recursos minerales y sus instalaciones y servicios auxiliares no suponen ningún peligro para la seguridad de las personas y haya comunicado a la entidad explotadora su autorización del abandono.*

*5. La autorización del abandono por parte de la autoridad competente no disminuirá en ningún caso las responsabilidades de la entidad explotadora de acuerdo con las condiciones de la autorización u otras obligaciones legales.*

*6. Si la entidad explotadora procediese al abandono de un aprovechamiento y de sus instalaciones y servicios auxiliares sin haber obtenido la correspondiente autorización de la autoridad competente, ésta adoptará posteriormente las medidas de seguridad precisas para salvaguardar la seguridad y los intereses de terceros, sin perjuicio de las sanciones administrativas y responsabilidades.*

## *CAPÍTULO IV*

### *Parte IV del plan de restauración: El plan de gestión de residuos*

#### *Sección 1.ª Aspectos Generales del Plan de Gestión de Residuos*

##### *Artículo 16. Alcance.*

*La gestión de residuos mineros no incluye aquellos que no resultan directamente de la investigación y aprovechamiento, aunque se generen en el desarrollo de estas actividades, como son los residuos alimentarios, los aceites usados, las pilas, los vehículos al final de su vida útil y otros análogos, que se regirán por la Ley 10/98, de 22 de abril, de Residuos, y sus disposiciones de desarrollo.*

##### *Artículo 17. Objetivos del plan de gestión de residuos mineros.*

*1. La entidad explotadora realizará un plan de gestión de residuos mineros enfocado a su reducción, tratamiento, recuperación y eliminación teniendo en cuenta el principio de desarrollo sostenible.*

*En el plan de gestión de residuos mineros la entidad explotadora garantizará que estos residuos se gestionan de un modo que no suponga peligro para la salud de las personas y sin utilizar procesos o métodos que puedan dañar el medio ambiente y, en particular, suponer riesgos para el agua, el aire, el suelo, la fauna o la flora, sin causar molestias debidas al ruido o los malos olores y sin afectar negativamente al paisaje ni a lugares que representen un interés especial.*

*2. Los objetivos del plan de gestión de residuos mineros serán:*

*a) Prevenir o reducir la producción de residuos mineros y su nocividad, en particular teniendo en cuenta los siguientes elementos:*

*1.º La gestión de los residuos en la fase de proyecto y la elección del método de explotación y de preparación, concentración o beneficio del recurso mineral.*

*2.º Las transformaciones que puedan experimentar los residuos mineros por el aumento de la superficie y la exposición a la intemperie.*

*3.º El relleno con residuos mineros del hueco de explotación, en la medida en que ello sea técnica y económicamente viable en la práctica y respetuoso con el*

*medio ambiente de conformidad con las normas vigentes en la materia y con los requisitos del presente real decreto, cuando proceda.*

*4.º Tras su finalización, el recubrimiento del terreno afectado por la investigación y aprovechamiento con la tierra vegetal original que previamente se habrá depositado en su propia instalación de residuos, tras su cierre, cuando esto sea viable en la práctica. Si no es así, se procurará la utilización de esta tierra vegetal en otro sitio.*

*5.º El uso de sustancias menos peligrosas para la preparación, concentración o beneficio de los recursos minerales.*

*b) Fomentar la recuperación de los residuos mineros mediante su reciclado, reutilización o valorización cuando ello sea respetuoso con el medio ambiente de conformidad con la legislación vigente y con lo dispuesto en el presente real decreto, cuando proceda.*

*c) Garantizar la eliminación segura a corto y largo plazo de los residuos mineros. El cumplimiento de este objetivo deberá tenerse en cuenta en la planificación y el desarrollo de las fases de explotación u operación de la instalación de residuos, cierre y clausura, y mantenimiento y control posterior a la clausura. A tales efectos, se deberá elegir un diseño que:*

*1.º Exija un mínimo o, si es posible, ningún mantenimiento y control posterior a la clausura de la instalación de residuos mineros.*

*2.º Prevenga o al menos minimice todo efecto negativo a largo plazo atribuible, por ejemplo, al desplazamiento por el aire o el agua de sustancias contaminantes precedentes de la instalación de residuos mineros.*

*3.º Garantice la estabilidad geotécnica a largo plazo de la instalación de residuos mineros.*

#### **ANEXO I.a.- Caracterización de residuos mineros**

*1. Los residuos que se vayan a depositar en una instalación deberán caracterizarse de tal manera que quede garantizada la estabilidad física y química a largo plazo de la estructura de la instalación y se eviten accidentes graves. La caracterización de los residuos incluirá, cuando proceda y de acuerdo con la categoría de la instalación de residuos, los siguientes aspectos:*

a) *Descripción de las características físicas y químicas previstas de los residuos que deban verse a corto y largo plazo, con referencia particular a su estabilidad en las condiciones atmosféricas/meteorológicas reinantes en superficie, teniendo en cuenta el tipo de mineral o minerales extraídos y la naturaleza de cualesquiera terrenos de recubrimiento o minerales de ganga que se desplacen en el curso de las operaciones de extracción;*

b) *Clasificación de los residuos según la entrada pertinente de la Decisión 2000/532/CE, con especial atención a sus características peligrosas;*

c) *Descripción de las sustancias químicas que deban utilizarse durante el tratamiento del recurso mineral y de su estabilidad;*

d) *Descripción del método de vertido;*

e) *Sistema de transporte de residuos que se vaya a utilizar.*

2. *Se establece esta caracterización de los residuos mineros, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 22.1.e) de la Directiva 2006/21/CE del Parlamento y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE. En consecuencia, los requerimientos técnicos necesarios definidos por la Comisión Europea serán de directa aplicación en nuestro ordenamiento una vez aprobados por dicha Institución de la Unión Europea.*

#### *ANEXO I.b.- Definición de residuos mineros inertes*

1. *Se entenderá por residuo minero inerte aquel que no experimente ninguna transformación física, química o biológica significativa. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto, de forma que puedan provocar la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes en ellos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y, en particular, no deberán suponer riesgo para la calidad de las aguas superficiales ni subterráneas.*

2. *Esta definición de residuo minero inerte se establece a reserva de lo que, de acuerdo con lo previsto en el artículo 22.1.f) de la Directiva 2006/21/CE, se determine por la Comisión Europea, cuya decisión al respecto será de directa*



*aplicación en nuestro ordenamiento.*

## *ANEXO II.- Clasificación de instalaciones de residuos mineros*

*1. Una instalación de residuos se clasificará en la categoría A, si:*

*a) Conforme a una evaluación del riesgo realizada teniendo en cuenta factores tales como el tamaño actual o futuro, la ubicación y el impacto medioambiental de la instalación de residuos, pudiera producirse un accidente grave como resultado de un fallo o un funcionamiento incorrecto, por ejemplo el colapso de una escombrera o la rotura de una presa, o*

*b) Si contiene residuos clasificados como peligrosos con arreglo a la Directiva 91/689/CEE por encima de un umbral determinado, o*

*c) Si contiene sustancias o preparados clasificados como peligrosos con arreglo a las Directivas 67/548/CEE ó 1999/45/CE por encima de un umbral determinado.*

*2. Esta clasificación de instalaciones de residuos mineros podrá verse modificada como consecuencia de los criterios de clasificación que, al amparo de lo previsto en el artículo 22.1.g) de la Directiva 2006/21/CE, se establezcan por la Comisión Europea y que serán de directa aplicación en nuestro ordenamiento. "*

### **3. Datos de partida**

#### **3.1. Antecedentes**

El área donde se sitúa la futura explotación fue utilizada antes de 2009, por los propietarios de la zona para abastecerse esporádicamente de zahorras para los caminos circundantes.

En 2009, los propietarios inician el procedimiento para la concesión de un permiso de investigación para recursos de la sección C, con el nombre de Majada Verde, con una extensión de 6 cuadrículas mineras.

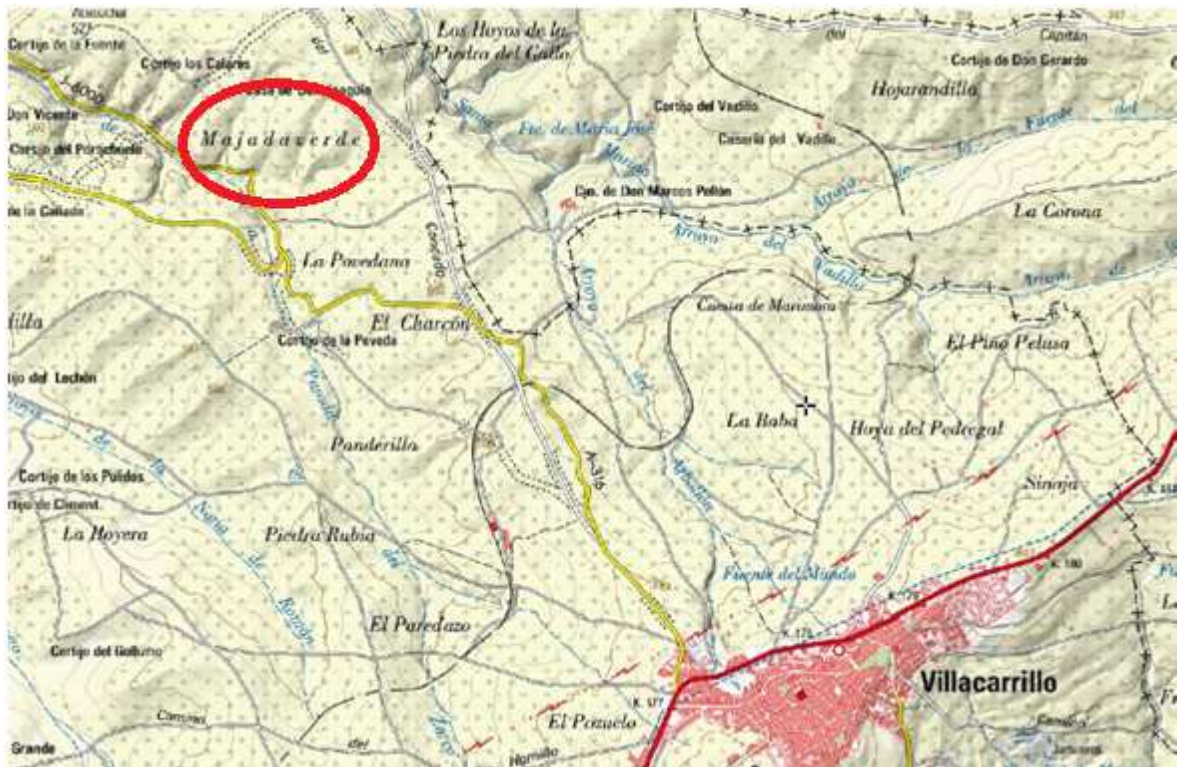


Posteriormente en ese mismo año, a nombre de UTE Autovía A-32 Villacarrillo se inicia el procedimiento de autorización de explotación. Otorgándose el mismo con fecha 2 de junio de 2010, con un periodo de vigencia de 5 años. La extensión al amparo de esta autorización de explotación es de 74.300 m<sup>2</sup>.

Desde la autorización de explotación, en esta superficie sólo se han realizado pequeñas y puntuales labores de extracción de material, más bien para el acondicionamiento de una pequeña plaza de cantera y habilitar la zona de acceso. También se ha realizado el vallado parcial del perímetro.

### 3.2. Localización

La explotación se sitúa en el margen izquierdo de la carretera comarcal A-6203 en el p.k. 6, dirección Villacarrillo (Jaén), en el paraje denominado "Majada Verde", en el término municipal de Villacarrillo.



### 3.3. Materiales a explotar y suelo a ocupar

Durante la fase de explotación de la concesión, los materiales que se utilizarán serán las calizas y dolomías que se pretende extraer, que como se ha dicho anteriormente, se halla inmediatamente debajo de la capa de tierra vegetal de espesor variable, que deberá ser retirada con carácter previo a las labores de preparación y explotación para utilizarla posteriormente en la revegetación de las zonas alteradas a restaurar.

La futura explotación tiene una autorización de explotación es de 74.300 m<sup>2</sup> (7.43 ha), su perímetro se encuentra definido por las siguientes coordenadas U.T.M. (Huso 30):

| Orden | Longitud         | Latitud           | X (UTM)  | Y (UTM)   | HUSO |
|-------|------------------|-------------------|----------|-----------|------|
| 1     | 3° 7' 43,7615" W | 38° 8' 53,3463" W | 488712,0 | 4222331,0 | 30   |
| 2     | 3° 7' 42,6952" W | 38° 8' 54,5181" W | 488738,0 | 4222364,0 | 30   |
| 3     | 3° 7' 40,0700" W | 38° 8' 56,8543" W | 488802,0 | 4222439,0 | 30   |
| 4     | 3° 7' 39,9626" W | 38° 8' 57,9262" W | 488829,0 | 4222472,0 | 30   |
| 5     | 3° 7' 34,8997" W | 38° 9' 00,5586" W | 488928,0 | 4222553,0 | 30   |
| 6     | 3° 7' 33,3396" W | 38° 9' 01,2092" W | 488966,0 | 4222573,0 | 30   |
| 7     | 3° 7' 28,6545" W | 38° 9' 00,4355" W | 489080,0 | 4222549,0 | 30   |
| 8     | 3° 7' 27,2148" W | 38° 8' 59,4313" W | 489115,0 | 4222518,0 | 30   |
| 9     | 3° 7' 26,7194" W | 38° 8' 58,0042" W | 489127,0 | 4222474,0 | 30   |
| 10    | 3° 7' 27,4571" W | 38° 8' 56,9328" W | 489109,0 | 4222441,0 | 30   |
| 11    | 3° 7' 27,9470" W | 38° 8' 55,0829" W | 489097,0 | 4222384,0 | 30   |
| 12    | 3° 7' 31,3524" W | 38° 8' 52,4188" W | 489014,0 | 4222302,0 | 30   |
| 13    | 3° 7' 36,7365" W | 38° 8' 53,6135" W | 488883,0 | 4222339,0 | 30   |
| 14    | 3° 7' 39,9411" W | 38° 8' 53,6100" W | 488805,0 | 4222339,0 | 30   |
| 15    | 3° 7' 43,5967" W | 38° 8' 53,0869" W | 488716,0 | 4222323,0 | 30   |

La superficie total (7.43 ha) se encuentra situada en su totalidad sobre el polígono catastral 4, comprendiendo las parcelas 37, 40, 41 y 42, pertenecientes al municipio de Villacarrillo (Jaén).

### 3.4. Componentes que integran la explotación

Todas las características de la explotación se encuentran definidas en la memoria, a continuación sólo se detallan los puntos principales de la misma.

#### **3.4.1. Cantera**

Las características de la cantera se encuentran definidas en el apartado 7 de la memoria, se exponen a continuación los puntos principales de la misma.

- Se ha optado por definir una altura máxima del frente de trabajo de 10 metros. Lo cual permitiría tanto un arranque de material mediante la utilización de explosivos, como un arranque mecánico mediante retroexcavadora, si las condiciones del material lo permitiesen.
- El ángulo del talud de banco definido tanto en el caso de arranque con explosivos o con medios mecánicos será de 80º, con este ángulo se garantiza la estabilidad del frente para este tipo de material.
- Dado que la altura máxima de frente ya definida en el punto anterior, la topografía del área y la extensión de nuestra explotación, en la cual se ha determinado una potencia de roca explotable cercana a los 36 metros, se han determinado una configuración con 3 bancos.
- Definida la plataforma con labores de perforación más desfavorable y teniendo en cuenta la longitud media tipo de los equipos de perforación en 9 metros, más el margen de seguridad de 5 metros establecido, se ha optado por definir un ancho mínimo de la plataforma de trabajo en 14 metros.
- La plaza de cantera se situará a la cota 500 m.s.n.m., cota que se encuentra 1.00 metros por encima de la rasante de la carretera A-6203 a la altura del punto de acceso a la explotación, permitiéndose así un fácil acceso desde la misma.
- La altura máxima del frente y al ángulo final de la explotación en fase de abandono y restauración será definido en el correspondiente plan de restauración que se encuentra en el Anexo nº 2 de este proyecto.

#### **3.4.2. Planta de tratamiento**

Las características de la planta de tratamiento se encuentran definidas en el apartado 11 de la memoria, se exponen a continuación los puntos principales de la misma.

- En la 1ª fase de explotación la configuración de las instalaciones se encuentra conformada por las siguientes partes:
  - Puesto de trituración primaria, compuesto por tolva de recepción de 50 m<sup>3</sup> de capacidad y parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm abatible mediante un sistema hidráulico y machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik.
  - Puesto de clasificación primaria, compuesto por una criba vibrante de movimiento circular de chasis primario modelo CVT-1025 de Triman Minerals, con una malla de 100 mm, una superficie de cribado de 2.5 m<sup>2</sup>.
  - Puesto de trituración secundaria y clasificación, compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso, dispone de una tolva propia de alimentación, un molino de impactos modelo NP1213 de Metso y su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm.
  
- En la 2ª fase de explotación la configuración de las instalaciones se encuentra conformada por las siguientes partes:
  - Puesto de trituración primaria, compuesto por tolva de recepción de 50 m<sup>3</sup> de capacidad y parrilla realizada mediante perfiles metálicos con una luz de 600 mm abatible mediante un sistema hidráulico y machacadora de mandíbulas de simple efecto modelo CJ211 de Sandvik.
  - Puesto de trituración secundaria y clasificación secundaria 1, compuesto por el equipo móvil de trituración LT1213 de Metso, dispone de una tolva propia de alimentación, un molino de impactos modelo NP1213 de Metso y su propia criba vibrante con un tamiz con luz 25 mm.
  - Puesto de clasificación secundaria 2, compuesto por el equipo móvil de clasificación modelo Lokotrack ST352, el cual dispone tolva de alimentación propia, 5.57 m<sup>2</sup> de superficie de cribado, con 2 bandejas de cribado con mallas de 15 y 5 mm y sus cintas de transporte dimensionadas.

### **3.4.3. Instalaciones**

Las instalaciones auxiliares se encuentran detalladas en el apartado 12.4. de la memoria, en resumen se componen de tres módulos de casetas prefabricadas provisionales:

- Módulo oficina: módulo con dos despachos y aseo, está provisto de dos ventanas y de aire acondicionado.
- Módulo Taller-almacén: módulo diáfano de 6 metros de longitud tipo contenedor, el cual se destinará como almacén de fungibles y herramientas de taller.
- Módulo vestuario: módulo mixto provisto de un área para vestuarios y un área con ducha y servicios, estará provisto de agua, aire acondicionado.

### **3.4.4. Accesos**

Los accesos a la explotación se realizan directamente desde la carretera A-6203 a la plaza de cantera, sólo separada de la misma por el talud de protección.

### **5.3.5. Estabilidad de taludes**

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto es importante a la hora de realizar un plan de restauración, este punto se trata en el apartado 3.8 de la memoria, pero se incluye en el presente anexo un resumen del mismo con los puntos fundamentales.

En nuestro caso, los materiales son homogéneos, con cierto grado de alteración, en toda la potencia que conforma nuestra explotación y sólo presentan una estratificación subhorizontal. Los otros planos de rotura existentes no tiene una dirección paralela a la dirección del talud .

Por tanto, el tipo de rotura que puede darse en el talud de nuestra explotación será el de rotura circular.

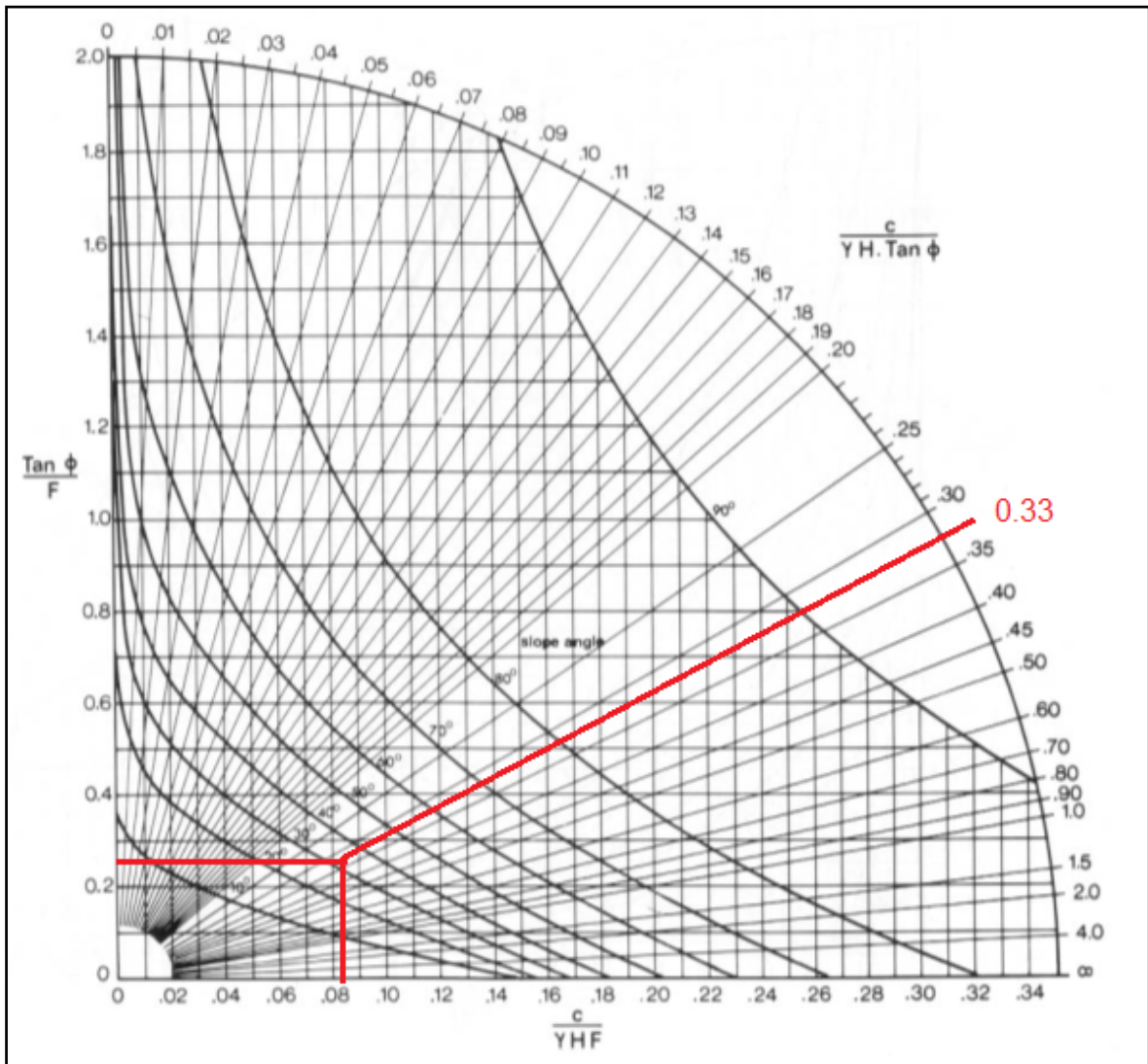
A partir de los ábacos de Hoek y Bray y las características de diseño de los bancos se determina el factor de seguridad para el talud final de la explotación. En la siguiente tabla aparecen los datos de cálculo para el talud:

| Talud final explotación      |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Angulo del talud             | 35 °                      |
| Altura talud                 | 35 m                      |
| Cohesión aparente            | 200.000 kg/m <sup>2</sup> |
| Angulo de rozamiento interno | 35°                       |
| Densidad del material        | 2450 kg/m <sup>3</sup>    |

Obteniéndose un valor del coeficiente adimensional de Hoek y Bray de 0.33 que una vez introducido en el ábaco nº 2 nos proporciona el factor de seguridad F:

$$\left. \begin{array}{l} \text{tg}\Phi / F = 0.25 \longrightarrow F = 2.80 \\ C / (Y \cdot H \cdot F) = 0.084 \longrightarrow F = 2.77 \end{array} \right\} \longrightarrow \text{Talud estable}$$





El valor  $F = 1$  señala la frontera en la cual un talud es, o deja de ser, estable. El valor de  $F$  debe ser del orden de 1.5 a 1.6, que son los valores mínimos establecidos en la normativa española vigente.

En nuestro caso, tal y como se puede observar el Factor de Seguridad ( $F$ ) supera a la unidad ampliamente con un valor de 2.77, por lo que el talud final de explotación resultante es estable. Es de reseñar que ya resultaba estable el talud de explotación a 80°.

#### **4. PARTE I.: Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras**

La descripción detallada del entorno donde se tiene previsto desarrollar las labores mineras se encuentra definido en el anexo 1 de Evaluación del Impacto Ambiental, pero se incluye de nuevo en el presente anexo con el fin de preservar la integridad de este con arreglo a la normativa vigente.

##### **4.1. Medio físico**

###### **4.1.1. Clima**

Villacarrillo tiene un clima mediterráneo continentalizado con una elevada amplitud térmica, superior a los 20 °C. Sus inviernos son fríos con algunas heladas y sus veranos muy calurosos y secos. Sus temperaturas medias oscilan entre los 7'5 °C del mes de enero y los más de 28 °C de temperatura media durante el mes de agosto.

Su régimen de lluvias presenta dos estaciones pluviométricas bien diferenciadas, siendo la húmeda de octubre a mayo y la seca de junio a septiembre. Su nivel de precipitación media es de 550 mm, aunque pueden existir grandes oscilaciones de un año a otro.

###### **4.1.2. Edafología**

El suelo de Villacarrillo según la memoria del mapa de suelos de la provincia de Jaén a escala 1:200.000 elaborado por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada del año 1987, se distribuye en:

###### Regosoles:

La unidad hegemónica en el término municipal se corresponde con los regosoles cálcicos, desarrollados tanto sobre conglomerados y areniscas triásicas, como sobre margas y margo-arcillas.



Los regosoles en Villacarrillo suelen aparecer acompañados de cambisoles cálcicos y luvisoles crómicos en los relieves tabulares con morfología plana, mientras que en las zonas de vaguada, fruto de la erosión de la red de drenaje, aparecen los cambisoles.

Estos regosoles son de color pardo oscuro, de reducido a moderado desarrollo, de textura arcillosa y frecuentes poros, y de mediana actividad biológica; el contenido en materia orgánica es inferior al 1%, la pedregosidad es variable y el contenido en carbonatos alto.

Los riesgos de degradación por erosión varían en función de la morfotopografía. El balance entre formación y degradación de suelo se encuentra equilibrado. Estimándose la pérdida de suelo igual que la tolerancia.

En la Loma de Villacarrillo son regosoles con elevado drenaje externo, apenas pedregosos, desarrollados en pendientes moderadamente pronunciadas y dedicados fundamentalmente al cultivo del olivo. En estas tierras los regosoles son de color gris pardo claro, por su carácter más deleznable y por registrar importantes procesos degradativos.

La acumulación de arcillas en los perfiles edáficos y la hidromorfia son los aspectos más relevantes en la incidencia sobre la distribución de los aprovechamientos agrícolas. Las zonas altas, por su excesivo drenaje, solamente dan cabida al cultivo del olivar; por el contrario, las depresiones, con mayor humedad edáfica, son un medio adecuado para los cereales de invierno.

La erosión de suelos resulta algo elevada y siempre superior a su tolerancia. Tanto la erosión laminar como la arroyada en surco están bien representadas y trasladan vertiente abajo clastos que acaban por configurar conos de deyección en zonas llanas y en los márgenes de las infraestructuras viarias. Apenas se realizan prácticas de conservación de suelos.

#### Arenosoles:

Las cadenas edáficas presentan regosoles en las lomas y laderas altas y arenosoles en los sectores de topografía más suave, muestran una textura arenosa y un perfil de gran espesor.

Los arenosoles álbicos se caracterizan por un drenaje excesivamente alto, baja fertilidad química, pedregosidad escasa y procesos de erosión laminar que tienden a lavar las sales coloidales y las fracciones más finas. Son suelos escasamente productivos que soportan mayoritariamente usos forestales, localmente tiene cabida el olivar con amplios marcos de plantación adaptados a la moderada capacidad de los suelos.

#### Cambiosoles y luvisoles:

En una pequeña zona asociada al afloramiento de las arcillas triásicas intercaladas con frecuentes yesos, aparecen cambisoles crómicos y eútricos y luvisoles crómicos.

Estos suelos, con horizonte de cambio y con moderado desarrollo del perfil son los más extendidos en la geografía jiennense y andaluza, aunque en Villacarrillo su presencia es relativamente escasa. Los eútricos se encuentran en pendientes suaves y presentar buen drenaje y pedregosidad y rocosidad escasas. Están afectados por importantes problemas erosivos y formación de surcos de arroyada.

Los cálcicos presentan un alto grado de estructuración y un contenido en materia orgánica relativamente alto, por lo que son suelos muy aptos para el cultivo del olivar, que es uso exclusivo que se hace de ellos en esta zona. Los luvisoles son moderadamente bien drenados y muy pedregosos, con afloramientos rocosos, por lo que su aptitud para el laboreo es menor en comparación con los cambisoles.

#### Fluvisoles:

Por último aparecen un grupo asociado al valle fluvial del Guadalimar.

La vega del río Guadalimar tiene una pequeña extensión a su paso por el término de Villacarrillo, en ella se encuentran vertisoles crómicos y cambisoles vérticos, los suelos más fértiles de todo el término municipal. Estos suelos se generan por la acumulación de

materiales finos procedentes de las margas de Mioceno colindantes y algunos usos agrícolas, mayoritariamente hortícolas, aunque soportan mayoritariamente olivar.

A partir de los materiales que forman el suelo, la productividad biológica de cada espacio, su fertilidad y el tipo de vegetación que es capaz de soportar, se diferencian, según zonas, tres asociaciones de suelos principales:

Parte este de Villacarrillo:

- Asociación de arenosoles álbicos y regosoles eútricos sobre los afloramientos graníticos.
- Asociación de cambisoles cálcicos, luvisoles crómicos y regosoles calcáricos sobre conglomerados y areniscas triásicas.

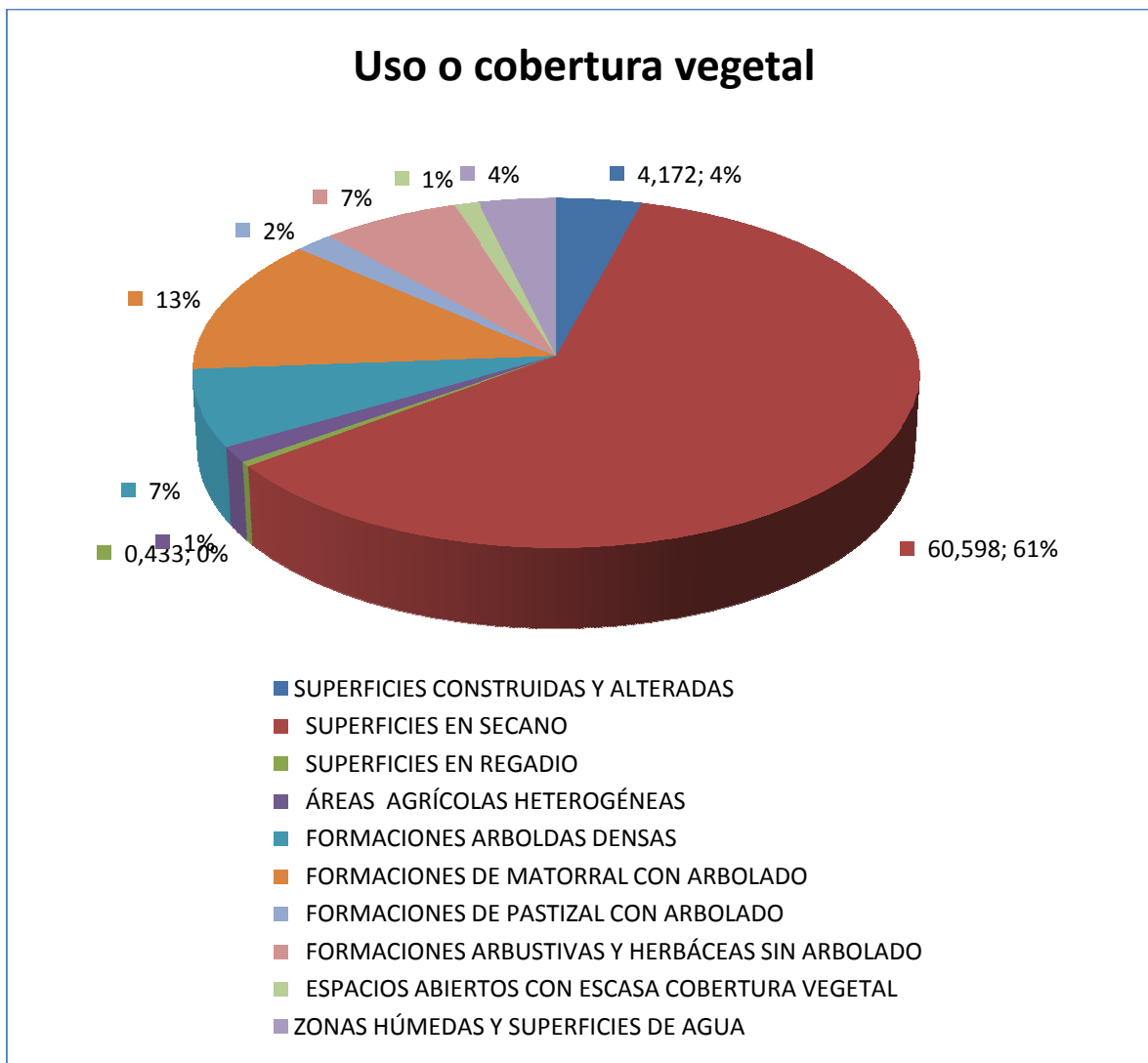
Loma de Villacarrillo:

- Asociación de regosoles calcáricos y vertisoles crómicos sobre las margas y margas arcillosas terciarias.

Atendiendo a una clasificación genética, los suelos se agrupan en grandes grupos según su litología de origen, aunque debe tenerse en cuenta que el relieve propicia secuencias y cadenas edáficas según se trate de una zona de erosión, transporte o acumulación.

En general, dentro de una misma unidad edáfica se produce un enriquecimiento y mayor desarrollo de los suelos de las vaguadas y laderas inferiores en detrimento de las zonas altas, donde la erosión laminar puede superar en términos absolutos a los procesos edafogenéticos.

Para el estudio de los usos del suelo se utiliza la base de datos del Instituto de Estadística de Andalucía, IEA, donde se recogen los datos de superficie de suelos según su uso para el municipio de Villacarrillo para el año 1996.



Según los datos del SIMA, la mayor superficie la ocupan suelos de secano para labor intensiva. En las tierras labradas en secano, el grupo más importante y más característico del municipio es el olivar.

La distribución actual de los usos del suelo en el medio rural de Villacarrillo es el resultado de la superposición histórica de diversos sistemas de aprovechamiento, entre los que destacan, por su mayor proyección territorial y económica, las transformaciones asociadas con las masas forestales y la implantación de usos e infraestructuras urbanas fuera de los asentamientos tradicionales, etc.

#### **4.1.3. Hidrología subterránea y superficial**

##### Hidrología superficial:

El emplazamiento, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentra enmarcado dentro de la influencia del río Guadalimar y la elevación de la loma de Úbeda.

La red de arroyada se encaja a lo largo de la loma presentando un carácter claramente estacional, con variaciones de caudal muy importantes y muy sensibles frente a las precipitaciones de carácter torrencial. Estas variaciones extremas hacen que el encajamiento de la red sea profundo y acarcavado y que en las cabeceras de los arroyos por socavación se produzcan fenómenos de deslizamiento.

El régimen climático de la zona es de Mediterráneo-Continental con un valor del índice de Thornthwaite dentro del tipo seco-subhúmedo. De los datos del balance hídrico en l/m<sup>2</sup> recopilados en las estaciones climáticas existentes en la zona, se deduce que el nivel superficial del suelo se encuentra totalmente desecado desde mediados de abril hasta la segunda decena de septiembre, lo que supone que cualquier tormenta de verano o principio de otoño producirá: en un primer momento una erosión profunda en los cauces, por cuanto el tiempo de concentración es mínimo dada la configuración de las cuencas secundarias, y si es persistente (varios días lluviosos en otoño) la saturación de suelo superficial (2-3 m) y la reactivación de los deslizamientos y reptaciones.

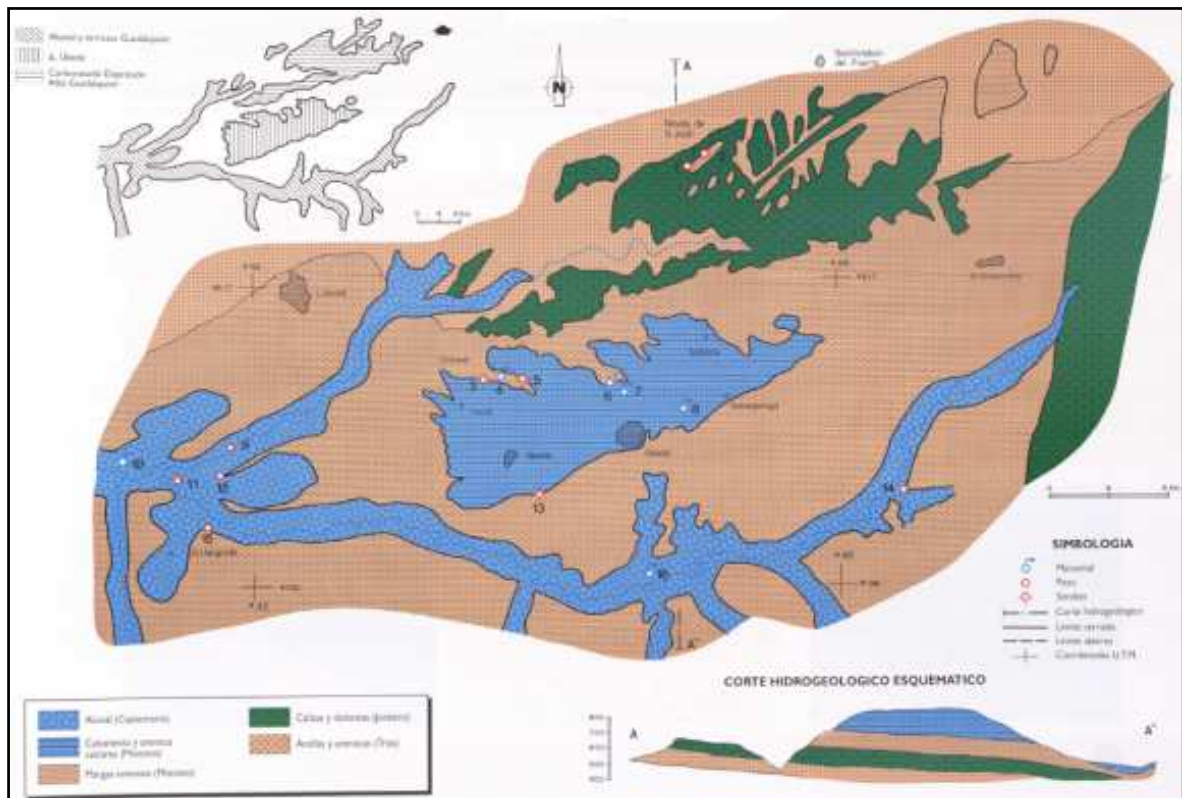
##### Sistemas Acuíferos:

Dentro de la zona del emplazamiento se distinguen dos sistemas acuíferos diferenciados:

- Acuífero de Úbeda: Este se situaría más al Oeste, limítrofe con el emplazamiento. Se correspondería con la Loma de Úbeda. A nivel regional se ubica entre el borde de la Meseta, la Depresión Neógena del Guadalquivir y las estribaciones septentrionales de las Cordilleras Béticas. Se encuentra atravesado por una red hidrográfica de arroyos que vierten hacia el norte siendo tributarios del Guadalimar o hacia el sur siendo tributarios del Guadalquivir. Está constituido, en términos generales, por una serie detrítica de hasta 40 metros de espesor

formada por bancos de areniscas bioclásticas y calcarenitas que intercalan ocasionalmente capas margosas. El acuífero aflora de forma continua en 100 km<sup>2</sup> apoyándose sobre margas impermeables. Los recursos totales estimados son 14 hm<sup>3</sup>/año y el agua se destina fundamentalmente a regadíos.

- **Acuífero carbonatado de la depresión del Alto Guadalquivir:** A este pertenecerían los materiales del afloramiento. El mismo encuentra localizado entre la Loma de Úbeda y el límite Sur de los afloramientos paleozoicos de Sierra Morena. El río Guadalimar está encajado en su parte Sur y regionalmente constituye el borde Mesozoico de la Meseta. Está constituido por un paquete calizo-dolomítico, en estratos bien tableados de color gris-amarillento, se dispone sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación está bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas. El flujo de agua discurre aproximadamente N-S, la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos y por el río Guadalimar, se estima en 12-15 hm<sup>3</sup>/año.



#### Caracterización hidrogeológica de los materiales:

Así pues, los materiales existentes en el afloramiento se corresponderían con el ya mencionado paquete calizo-dolomítico del Jurásico, en estratos bien tableados sin discontinuidad aparente y con potencia variable. La formación se encuentra bastante dolomitizada y diaclasada lo que le confiere buenas características hidrogeológicas.

Así toda la zona donde se encuentra el emplazamiento, aledaña al curso del río Guadalimar, presenta una permeabilidad elevada y con caudales más o menos significativos, derivados de los materiales atravesados, calizas y dolomías.

Si bien, como conclusión no se han detectado ningún tipo de surgencia dentro de la zona prevista de emplazamiento, ni detectado el nivel freático en las catas existentes en el terreno.

#### **4.1.4. Flora**

El conjunto de plantas que poblan el término municipal de Villacarrillo se puede dividir en tres zonas principales: la campiña (70% de la extensión municipal), la dehesa mediterránea (2%), los pastizales (5%), matorral mediterráneo (7%) y los bosques de la ribera (4%), para nuestro caso nos vamos a centrar solo en la campiña y en los bosques de ribera.

La campiña: está poblada mayoritariamente por olivar y por herbáceos de secano, rodea al núcleo urbano y se extiende por todo el municipio, aunque su predominancia es más acusada en la mitad sur y gran parte del cuadrante noroeste.

La mayor parte de la superficie que ocupan los cultivos está destinada al olivar, que ocupa alrededor del 87% de los terrenos agrícolas. Algo menos del 10% de este terreno está destinado a los cultivos de secano, fundamentalmente, cereales del tipo del trigo, la cebada o la avena, y sólo algo más del 3% a los cultivos en regadío, básicamente las típicas huertas familiares. En esta unidad, y a pesar de no formar nunca masas importantes, las encinas están presentes de modo testimonial, diseminadas por toda la zona de cultivos, aprovechando fundamentalmente linderos de caminos.

Los bosques de ribera: son una intrusión del paisaje vegetal de la región climática eurosiberiana en la Iberia mediterránea. La compensación freática permite que especies propias del bosque caducifolio europeo se desarrollen en las cercanías de los cursos de agua de la región climática y biogeográfica mediterránea.

En muchos tramos, tanto de los ríos Guadalimar y Guadalquivir mantiene una vegetación densa y variada, típica de los bosques en galería, compuesta principalmente por fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix alba*), álamos blancos (*Populus alba*), eucaliptos, alisos (*Alnus glutinosa*), especie interesante por su distribución tan al sur de Sierra Morena, tarajes, tamujos (*Securinega tinctoria*), cañas (*Arundo donax*), etc.

#### **4.1.5. Fauna**

Villacarrillo cuenta con una superficie territorial muy antropizada y modificada, lo que a afectado a las especies de fauna presentes en el municipio. Al haber desaparecido prácticamente la cobertura vegetal original y haber sido sustituida por cultivos y actividades humanas, las especies faunísticas han quedado relegadas a especies adaptadas a este nuevo hábitat. En general las especies presentes son típicas del clima mediterráneo y aquellas poco especializadas.

##### Aves:

Conocidas en el municipio de Villacarrillo: 76

Conocidas en Jaén: 184

Conocidas en Andalucía: 300

Conocidas en España: 368

% Villacarrillo respecto a Jaén: 39,13%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 24%

% Villacarrillo respecto a España: 19,56%

##### Mamíferos:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 37

Conocidos en Jaén: 67



Conocidos en Andalucía: 86

Conocidos en España: 118

% Villacarrillo respecto a Jaén: 53,73%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 41,86%

% Villacarrillo respecto a España: 30,50%

#### Peces:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 5

Conocidos en Jaén: 18

Conocidos en Andalucía: 46

Conocidos en España: 68

% Villacarrillo respecto a Jaén: 33,3%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 13%

% Villacarrillo respecto a España: 8.8%

#### Reptiles:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 19

Conocidos en Jaén: 23

Conocidos en Andalucía: 27

Conocidos en España: 56

% Villacarrillo respecto a Jaén: 86.9%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 74,04%

% Villacarrillo respecto a España: 35,7%

#### Anfibios:

Conocidos en el municipio de Villacarrillo: 14

Conocidos en Jaén: 16

Conocidos en Andalucía: 16

Conocidos en España: 26

% Villacarrillo respecto a Jaén: 87,5%

% Villacarrillo respecto a Andalucía: 87,5%

% Villacarrillo respecto a España: 53,84%

A continuación se relacionan los taxones incluidos en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (Ley 8/2003), presentes en Villacarrillo:

| Especie                           | Nombre vulgar           | Categoría CAEA |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|
| <i>Acanthodactylus erythrurus</i> | Lagartija Colirroja     | DIE            |
| <i>Acrocephalus arundinaceus</i>  | Carricero tordal        | DIE            |
| <i>Aegithalos caudatus</i>        | Mito                    | DIE            |
| <i>Alytes cisternasii</i>         | Sapo partero ibérico    | DIE            |
| <i>Anthus campestris</i>          | Bisbita campestre       | DIE            |
| <i>Apus apus</i>                  | Vencejo común           | DIE            |
| <i>Aquila chrysaetos</i>          | Águila real             | DIE            |
| <i>Athene noctua</i>              | Mochuelo                | DIE            |
| <i>Blanus cinereus</i>            | Culebrilla Ciega        | DIE            |
| <i>Bubo bubo</i>                  | Búho real               | DIE            |
| <i>Bubulcus ibis</i>              | Garcilla bueyera        | DIE            |
| <i>Bufo calamita</i>              | Sapo corredor           | DIE            |
| <i>Buteo buteo</i>                | Ratonero común          | DIE            |
| <i>Calandrella brachydactyla</i>  | Terrera común           | DIE            |
| <i>Calandrella rufescens</i>      | Terrera marismeña       | DIE            |
| <i>Caprimulgus europaeus</i>      | Chotacabras gris        | DIE            |
| <i>Cercotrichas galactotes</i>    | Alzacola                | DIE            |
| <i>Certhia brachydactyla</i>      | Agateador común         | DIE            |
| <i>Cettia cetti</i>               | Ruiseñor bastardo       | DIE            |
| <i>Ciconia ciconia</i>            | Cigüeña blanca          | DIE            |
| <i>Circus pygargus</i>            | Aguilucho cenizo        | VU             |
| <i>Cisticola juncidis</i>         | Buitrón                 | DIE            |
| <i>Coluber hippocrepis</i>        | Culebra de Herradura    | DIE            |
| <i>Coracias garrulus</i>          | Carraca                 | DIE            |
| <i>Coronella girondica</i>        | Culebra lisa meridional | DIE            |
| <i>Cuculus canorus</i>            | Cuco común              | DIE            |
| <i>Chalcides bedriagai</i>        | Eslizón ibérico         | DIE            |

| Especie                         | Nombre vulgar               | Categoría CAEA |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|
| <i>Chalcides striatus</i>       | Eslizón tridáctilo          | DIE            |
| <i>Delichon urbica</i>          | Avión común                 | DIE            |
| <i>Discoglossus galganoi</i>    | Sapillo pintojo ibérico     | DIE            |
| <i>Elaphe scalaris</i>          | Culebra de Escalera         | DIE            |
| <i>Emberiza cirulus</i>         | Escribano soteño            | DIE            |
| <i>Falco naumanni</i>           | Cernícalo primilla          | DIE            |
| <i>Falco tinnunculus</i>        | Cernícalo vulgar            | DIE            |
| <i>Felis silvestris</i>         | Gato Montés                 | DIE            |
| <i>Fringilla coelebs</i>        | Pinzón vulgar               | DIE            |
| <i>Galerida theklae</i>         | Cogujada montesina          | DIE            |
| <i>Gyps fulvus</i>              | Buitre leonado              | DIE            |
| <i>Hemidactylus turcicus</i>    | Salamanquesa rosada         | DIE            |
| <i>Hieraaetus fasciatus</i>     | Águila perdicera            | VU             |
| <i>Hippolais polyglotta</i>     | Zarcero común               | DIE            |
| <i>Hirundo daurica</i>          | Golondrina dáurica          | DIE            |
| <i>Hirundo rustica</i>          | Golondrina común            | DIE            |
| <i>Hyla meridionalis</i>        | Ranita meridionalis         | DIE            |
| <i>Lanius senator</i> )         | Alcaudón común              | DIE            |
| <i>Lullula arborea</i>          | Totovía                     | DIE            |
| <i>Luscinia megarhynchos</i>    | Ruiseñor común              | DIE            |
| <i>Macroprotodon cucullatus</i> | Culebra de Cogulla          | DIE            |
| <i>Merops apiaster</i>          | Abejaruco común             | DIE            |
| <i>Milvus migrans</i>           | Milano negro                | DIE            |
| <i>Milvus milvus</i>            | Milano real                 | DIE            |
| <i>Miniopterus schreibersi</i>  | Murciélago de cueva         | DIE            |
| <i>Monticola solitarius</i>     | Roquero solitario           | DIE            |
| <i>Motacilla flava</i>          | Lavandera boyera            | DIE            |
| <i>Myotis blythii</i>           | Murciélago ratonero mediano | DIE            |
| <i>Myotis daubentoni</i>        | Murciélago de ribera        | DIE            |
| <i>Myotis emarginata</i>        | Murciélago de oreja partida | DIE            |
| <i>Myotis myotis</i>            | Murciélago ratonero grande  | DIE            |
| <i>Natrix maura</i>             | Culebra Viperina            | DIE            |
| <i>Natrix natrix</i>            | Culebra de Agua             | DIE            |
| <i>Neophron percnopterus</i>    | Alimoche                    | EN             |

| Especie                          | Nombre vulgar                  | Categoría CAEA |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------|
| <i>Oenanthe hispanica</i>        | Collalba rubia                 | DIE            |
| <i>Oenanthe leucura</i>          | Collalba negra                 | DIE            |
| <i>Oriolus oriolus</i>           | Oropéndola                     | DIE            |
| <i>Otus scops</i>                | Autillo                        | DIE            |
| <i>Parus ater</i>                | Carbonero garrapinos           | DIE            |
| <i>Parus cristatus</i>           | Herrerillo capuchino           | DIE            |
| <i>Pelobates cultripes</i>       | Sapo de espuelas               | DIE            |
| <i>Pelodytes punctatus</i>       | Sapillo moteado común          | DIE            |
| <i>Pipistrellus kuhlii</i>       | Murciélago de borde claro      | DIE            |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> | Murciélago enano               | DIE            |
| <i>Plecotus austriacus</i>       | Murciélago orejudo gris        | DIE            |
| <i>Pleurodeles waltl</i>         | Gallipato                      | DIE            |
| <i>Podarcis hispanica</i>        | Lagartija Ibérica              | DIE            |
| <i>Podiceps cristatus</i>        | Somormujo lavanco              | DIE            |
| <i>Porphyrio porphyrio</i>       | Calamón común                  | DIE            |
| <i>Psammmodromus algirus</i>     | Lagartija Colilarga            | DIE            |
| <i>Psammmodromus hispanicus</i>  | Lagartija cenicienta           | DIE            |
| <i>Regulus ignicapillus</i>      | Reyezuelo listado              | DIE            |
| <i>Rhinolophus euryale</i>       | Murciélago herradura           | DIE            |
| <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> | Murciélago grande de herradura | DIE            |
| <i>Rhinolophus mehelyi</i>       | Murciélago mediano Herradura   | DIE            |
| <i>Sylvia atricapilla</i>        | Curruca capilotada             | DIE            |
| <i>Sylvia cantillans</i>         | Curruca carrasqueña            | DIE            |
| <i>Sylvia hortensis</i>          | Curruca mirlona                | DIE            |
| <i>Sylvia melanocephala</i>      | Curruca cabecinegra            | DIE            |
| <i>Sylvia undata</i>             | Curruca rabilarga              | DIE            |
| <i>Tadarida teniotis</i>         | Murciélago rabudo              | DIE            |
| <i>Tarentola mauritanica</i>     | Salamanquesa Común             | DIE            |
| <i>Triturus marmoratus</i>       | Triton ibérico                 | DIE            |
| <i>Triturus boscai</i>           | Tritón jaspeado                | DIE            |
| <i>Tyto alba</i>                 | Lechuza común                  | DIE            |
| <i>Upupa epops</i>               | Abubilla                       | DIE            |

Así pues Villacarrillo cuenta entre su fauna con 93 especies catalogadas por la administración regional como amenazadas. 90 especies están catalogadas “De Interés Especial” y dos de estas especies cuentan con catalogación vulnerable, es decir sensible a las modificaciones del hábitat que podrían afectar a sus poblaciones, por último una de las especies está catalogada en peligro de extinción, se trata del alimoche.

#### **4.1.6. Paisaje**

La configuración del paisaje es directamente dependiente de las formas de uso del suelo que, a lo largo del tiempo, va implantando la mano del hombre. La clasificación que a continuación se presenta, se basa en el mapa de cultivos y aprovechamientos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el que se representan las grandes unidades de paisaje presentes en el municipio. Villacarrillo presenta en su mayoría paisajes creados por el hombre.

La mayor parte del solar municipal, hasta un 85% de su superficie, se destina en la actualidad a aprovechamientos agrícolas, en especial al olivar que, con casi el 87% de la superficie cultivada, domina por completo el paisaje y la economía rural.

El término municipal de Villacarrillo se encuentra en la zona de transición entre Sierra Morena y la depresión del Guadalquivir, presenta un área bien definida la campiña, que se extiende por todo el término municipal, y otras dos áreas de menor dimensión: los valles fluviales, paralelos a los cauces de agua, y las zonas urbanas. En nuestro caso nos centraremos en la campiña y en los valles fluviales:

La campiña: se encuentra representadas, mayoritariamente, por olivar y por herbáceos de secano, rodeando al núcleo urbano y extendiéndose por todo el territorio municipal. El olivar es, sin duda alguna, el paisaje agrario más característico de toda la provincia. Este cultivo crea una cultura de suma importancia, tanto desde el punto de vista económico como social. El olivar es un ecosistema y, como tal, para su conservación se deben tener en cuenta todos los elementos que lo constituyen: suelo, agua, vegetación y paisaje. El olivar es un patrimonio paisajístico, productivo y cultural de

los habitantes del Mediterráneo que nos ha sido legado a lo largo de miles de años y sirve de soporte económico, de modo de vida y de seguridad alimenticia. Las superficies dedicadas al cultivo de herbáceos se suelen encontrar desprovistas de vegetación algunos meses del año. El mantenimiento de determinados elementos como setos, márgenes de vegetación, etc. que tradicionalmente han estado presentes en nuestros campos y que en la actualidad están desapareciendo, es vital para el enriquecimiento del paisaje, además de tener una gran importancia como refugio de flora y fauna ya que estos elementos actúan como corredores biológicos.

Actualmente, las medidas existentes para compatibilizar la producción agrícola con el medio ambiente están fomentando el establecimiento y conservación de estos elementos. Los agricultores son los principales responsables de la conservación de estos elementos ya que es, en las lindes de sus parcelas, donde se encuentra esta vegetación. El mantener una cierta distancia a los márgenes de las parcelas cuando se están cultivando los campos es una responsabilidad y una decisión de la que ellos son los principales autores.

Los principales elementos que en la campiña contribuyen a la diversificación del paisaje son:

- Los setos, que son alineaciones de arbustos o pequeños árboles, espontáneos o plantados, que están en los márgenes de las parcelas, de los caminos y de los cursos de agua. Los setos proporcionan numerosos beneficios: constituyen refugio y lugares de origen para la flora y la fauna silvestre, actúan como cortavientos, protegen contra la erosión del suelo y tienen un alto valor paisajístico y cultural.
- La vegetación de márgenes de cauces hídricos, que suele ser herbácea o arbustiva, aunque no constituyen setos es de vital importancia para la flora y la fauna de los ecosistemas en ellos ubicados.
- Los elementos singulares: árboles aislados en zonas de cultivo, edificaciones rústicas, elementos de patrimonio como el caso del patrimonio minero de Villacarrillo, etc.

La valoración cultural de los paisajes agrarios pone de manifiesto la relación del hombre con la naturaleza, las costumbres y tradiciones a las que están ligados, así como la importancia económica que representan para el medio rural.

Valles fluviales: conlleva la aparición de vegetación que contribuye a aumentar la biodiversidad, favoreciendo el establecimiento de un número de especies tanto de flora como de fauna. Las áreas de ribera son uno de los sistemas más productivos del paisaje. Aunque la superficie total de la unidad es pequeña, tiene la particularidad de estar distribuida en forma de red, con lo que su efecto o influencia sobre el resto de las unidades es destacable.

- El río Guadalimar transcurre por la campiña, enriqueciendo esta unidad de paisaje.
- El Guadalquivir, por su tamaño y complejidad en terrazas dispuestas en varios niveles, tiene una especial relevancia en el territorio, presentando numerosos enclaves de interés tanto visual como ecológicos.

Las zonas urbanas estarían formada principalmente por los núcleos urbanos de Villacarrillo y Mogón, los bordes urbanos con edificaciones de baja calidad, las instalaciones industriales, la superposición incoherente de solares y edificaciones, empobrecen la imagen visual de la ciudad.

#### **4.2. Medio socioeconómico**

A continuación se muestra una tabla donde se resume la realidad socioeconómica del término municipal de Villacarrillo (Jaén):

| Población                                    |        |      |
|----------------------------------------------|--------|------|
| Nº de núcleos que componen el municipio 2015 | 5      |      |
| Total 2015                                   | 11.040 | Hab. |
| Hombres 2015                                 | 5.578  | Hab. |
| Mujeres 2015                                 | 5.462  | Hab. |

|                                          |           |         |
|------------------------------------------|-----------|---------|
| En núcleo 2015                           | 10.901    | Hab.    |
| En diseminado 2015                       | 139       | Hab.    |
| % menor de 20 años 2015                  | 21.71     | %       |
| % mayor de 65 años 2015                  | 19.10     | %       |
| Incremento relativo 2015                 | 1.27      | %       |
| Nº de extranjeros 2015                   | 403       | Hab.    |
| Procedencia principal 2015               | Marruecos |         |
| % respecto del total de extranjeros 2015 | 36.72     | %       |
| Emigrantes 2015                          | 256       | Hab.    |
| Inmigrantes 2015                         | 196       | Hab.    |
| Nacidos 2015                             | 95        | Hab.    |
| Fallecidos 2015                          | 103       | Hab.    |
| Matrimonios 2015                         | 20        | Parejas |
| <b>Sociedad</b>                          |           |         |
| Centros de infantil 2015                 | 8         |         |
| Centros de primaria 2015                 | 7         |         |
| Centros E.S.O 2015                       | 4         |         |
| Centros de bachillerato 2015             | 1         |         |
| Centros de C.F. de grado medio 2015      | 1         |         |
| Centros de C.F. de grado superior 2015   | 1         |         |
| Centros de educación de adultos 2015     | 1         |         |
| Bibliotecas públicas 2015                | 1         |         |
| Centros de salud 2015                    | 1         |         |
| Consultorios 2015                        | 1         |         |
| Viviendas familiares principales 2015    | 4301      |         |
| Número de pantallas de cine 2015         | 0         |         |
| <b>Economía</b>                          |           |         |
| <b>Agricultura 2015</b>                  |           |         |
| Cultivos Herbáceos                       |           |         |
| Superficie                               | 360       | Ha      |
| Principal cultivo de regadío             | Trigo     |         |
| Has Principal cultivo de regadío         | 20        | Ha      |
| Principal cultivo de secano              | Trigo     |         |



|                                                      |                      |     |
|------------------------------------------------------|----------------------|-----|
| Has Principal cultivo de secano                      | 169                  | Ha  |
| Cultivos Leñosos                                     |                      |     |
| Superficie                                           | 15307                | Ha  |
| Principal cultivo de regadío                         | Olivar               |     |
| Has Principal cultivo de regadío                     | 13030                | Ha  |
| Principal cultivo de secano                          | Olivar               |     |
| Has Principal cultivo de secano                      | 2276                 | Ha  |
| <b>Establecimientos con actividad económica 2015</b> |                      |     |
| Sin empleo conocido                                  | 351                  |     |
| Hasta 5 asalariados                                  | 166                  |     |
| Entre 6 y 19 asalariados                             | 29                   |     |
| De 20 y más asalariados                              | 6                    |     |
| Total establecimientos                               | 552                  |     |
| <b>Principales actividades económicas 2015</b>       |                      |     |
| Sección G                                            | 229 Establecimientos |     |
| Sección F                                            | 36 Establecimientos  |     |
| Sección I                                            | 51 Establecimientos  |     |
| Sección M                                            | 49 Establecimientos  |     |
| Sección C                                            | 45Establecimientos   |     |
| <b>Transportes 2014</b>                              |                      |     |
| Vehículos turismos                                   | 4375                 |     |
| Autorizaciones taxi                                  | 5                    |     |
| Autorizaciones mercancías                            | 83                   |     |
| Autorizaciones Viajeros                              | 10                   |     |
| Vehículos matriculados                               | 81                   |     |
| Vehículos matriculados turismos                      | 64                   |     |
| <b>Otros indicadores</b>                             |                      |     |
| Inversiones nuevas industrias 2012                   | 601496               |     |
| Oficinas bancarias 2014                              | 9                    |     |
| Consumo energía eléctrica 2014                       | 42910                | MWh |
| Consumo energía eléctrica residencial 2014           | 16817                | MWh |
| Líneas telefónicas 2014                              | 4446                 |     |
| Líneas ADSL en servicio 2014                         | 1807                 |     |

| <b>Turismo</b>                                |               |   |
|-----------------------------------------------|---------------|---|
| Hoteles 2015                                  | 1             |   |
| Hostales y pensiones 2015                     | 0             |   |
| Plazas en hoteles 2015                        | 72            |   |
| Plazas en hostales y pensiones 2015           | 0             |   |
| <b>Mercado de trabajo</b>                     |               |   |
| Paro registrado mujeres 2015                  | 329           |   |
| Paro registrado hombres 2015                  | 311           |   |
| Paro registrado extranjeros 2015              | 46            |   |
| Contratos registrados mujeres 2015            | 3632          |   |
| Contratos registrados hombres 2015            | 12287         |   |
| Contratos registrados indefinidos 2015        | 64            |   |
| Contratos registrados temporales 2015         | 15854         |   |
| Contratos registrados extranjeros 2015        | 3708          |   |
| Trabajadores eventuales agrarios mujeres 2015 | 411           |   |
| Trabajadores eventuales agrarios hombres 2015 | 156           |   |
| <b>Hacienda</b>                               |               |   |
| Presupuesto local 2014                        |               |   |
| Presupuesto liquidados ingresos               | 12.279.137    | € |
| Presupuesto liquidado gastos                  | 10.725.772    | € |
| Ingresos por habitante                        | 1.107.03      | € |
| Gastos por habitante                          | 966.98        | € |
| <b>IRPF 2012</b>                              |               |   |
| Nº de declaraciones                           | 5.249         |   |
| Rentas del trabajo                            | 38.562.486.76 | € |
| Rentas netas estimación directa               | 4.051.980.19  | € |
| Rentas netas estimación objetiva              | 6.608.135.62  | € |
| Otro tipo de rentas                           | 2.885.603.49  | € |
| Renta neta media declarada                    | 9.927.26      | € |
| <b>Impuesto Actividades Económicas 2013</b>   |               |   |
| Situaciones de alta en act. empresariales     | 824           |   |
| Situaciones de alta en act. profesionales     | 87            |   |
| Situaciones de alta en act. artísticas        | 1             |   |

## **5. PARTE II.: Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales**

Según ha quedado programado por el Proyecto de Explotación, de manera sincrónica con el avance de la extracción serán acometidas labores parciales de restauración y acondicionamiento de los terrenos al objeto de conseguir el uso final que se pretende para la superficie objeto de explotación.

La sincronización de estas labores determinará que a medida que se produzca la explotación de cada uno de los bancos éstos irán siendo restaurados mediante la realización de la última voladura del final de frente con una inclinación de los barrenos de 45º, con posterior suavizado de sus pies, añadido de tierra y plantación de especies vegetales. Tal opción, frente a la alternativa de abordar una restauración final completa implicará la minimización del impacto visual a lo largo de los años que se tiene previsto actuar así como la reducción de los costes ya que una restauración posterior resultaría más costosa.

### **5.1. Acondicionamiento del terreno**

La geomorfología, que sólo se verá afectada dentro de los límites del ámbito minero descrito, quedará modificada permanentemente de manera favorable, ya que se homogeneizarán los taludes, formando bancos sobre los que posteriormente se plantarán especies propias del piso basal. En la parte inferior quedará una plataforma, esta plataforma no tendrá socavones o depresiones que dificulten la restauración.

Los ciclos de explotación-restauración se irán solapando, ya que se realizarán labores de restauración en un banco ya sin explotación al mismo tiempo que se comienza la explotación del banco inferior. Estas labores se realizarán en las zonas delimitadas, dado que al solaparse en el tiempo las fases de explotación y restauración primero se deberá garantizar la seguridad de los trabajos de explotación del banco inferior para proceder a la restauración del banco superior.

Con el inicio de las labores de restauración inmediatamente después del fin de la explotación en un banco, se pretende reducir los riesgos de erosión potenciales y aportar estabilidad al terreno, logrando al mismo tiempo una integración paisajística de los terrenos explotados con el entorno que le rodea ya que en aquellos puntos donde se alcancen los objetivos de relleno marcados se procederá a su revegetación paulatina.

Con todo ello, el propio Proyecto de Explotación de la cantera se puede contemplar como la fase inicial del proceso de restauración, puesto que el escalonamiento de la superficie de extracción contemplado en dicho Documento contribuye a reducir el impacto paisajístico, favoreciendo la integración del área de extracción con la superficie y formas del entorno, al mismo tiempo se contribuye a la consecución del resto de las actuaciones relacionadas con el Plan de Restauración de los terrenos afectados, consistentes básicamente en el acondicionamiento de los taludes para devolverles a un estado natural.

Cabe indicar que el régimen normal de escorrentía actual no se verá modificado y que no habrá afección del acuífero como consecuencia del desarrollo del sistema de explotación propuesto.

## **5.2. Medidas para evitar la erosión**

La erosión de los materiales se define como el desgaste de la superficie terrestre por la acción de agentes externos como el viento o el agua. El fenómeno erosivo se asocia fundamentalmente a la fase de explotación de la cantera, estando íntimamente ligado a la modificación de la geomorfología del área afectada, teniendo a la vez una relación directa con la desaparición del poco suelo existente y de la cobertura vegetal.

El acondicionamiento del terreno descrito en el apartado anterior y en concordancia con el método de banqueo propuesto, donde se contempla un adecuado tratamiento de taludes y explanadas, se ha diseñado en función de la erosionabilidad de los terrenos descritos, del régimen de precipitaciones y de la cobertura vegetal, a fin de

no potenciar la erosión natural, en la fase de restauración al adecuar los bancos finales de explotación se procederá a la plantación de diferentes especies vegetales (de porte arbustivo y tapizante) por lo que se contribuirá a frenar la erosión.

Las medidas que se contemplan para evitar la erosión de los taludes son el refino de los bancos mediante su descabezado, el aporte de tierra vegetal al hoyo para la realización de las plantaciones propuestas y revegetación de los taludes, considerándose como una medida necesaria y efectiva tanto para evitar la erosión y dar estabilidad al talud, como para minimizar el impacto visual de la explotación.

Así mismo y siempre y cuando fuera necesario, podrá plantearse la necesidad de proceder a la apertura de zanjas drenantes situadas en las cabeceras de los taludes, diseñadas de tal forma que la correcta evacuación de ocasionales escorrentías quede asegurada, no interfiriendo en las condiciones originales.

### **5.3. Protección del paisaje y vegetación**

Las zonas de ocupación temporal para la acumulación de materiales de la extracción, parque de maquinaria y para el acopio temporal del material de rechazo se ubicarán únicamente dentro del perímetro marcado para tales fines.

Con periodicidad anual, como mínimo, se realizará una campaña de limpieza a fin de recoger todo tipo de residuos, basuras o elementos deteriorados que pudieran haberse acumulado en la zona. Igualmente, la superficie destinada a cambio de aceites y reparaciones de maquinaria estará debidamente habilitada, para evitar, en caso de producirse cualquier vertido accidental de aceite o gasoil, infiltraciones hacia las capas profundas del terreno y las consecuentes afecciones a las aguas subterráneas.

Los residuos generados por estos cambios serán almacenados en recipientes estancos y entregados periódicamente a una empresa autorizada para su posterior gestión.

Los residuos generados por el personal laboral de la explotación, serán debidamente almacenados en recipientes comunes para una recogida selectiva, posteriormente serán recogidos por una empresa autorizada para su posterior gestión.

#### **5.4. Restauración de taludes y bermas**

Tal y como se ha expuesto en el apartado 7 de la Memoria, la extracción de material se realizará entre las cotas 500 y 536 m.s.n.m.; los bancos de restauración se ajustarán a la altura de los bancos de explotación existentes, es decir 10 m de altura, modificando en la última voladura la inclinación del talud pasando de una inclinación de 80° del talud de explotación a una inclinación de 45°. Respecto a las bermas se establecerán bermas de 6 m de ancho, lo que permitirá la seguridad en el tránsito para labores de mantenimiento, inspección o riego, y con una inclinación hacia el interior de 3°.

Las bermas de una vez finalizada la actividad extractiva, presentarán una superficie aproximada de 8.333,22 m<sup>2</sup>.

Al adoptar este tipo de bancos se consiguen dos objetivos, por un lado se mejora la estabilidad de los taludes existentes fruto de las labores mineras y por otra se consigue una mayor integración geomorfológica con el medio circundante.

Se ha determinado el descabezado parcial de los taludes y aporte de estas tierras en las bermas para conseguir eliminar aristas.

Al realizar las bermas con una pendiente del 3° al interior se logrará que aquellas piedras o materiales desprendidos se frenen, de la misma manera la tierra desprendida quedará frenada por lo que siempre se tendrá en las bermas pequeñas capas de tierra vegetal que favorecerán el arraigo de las especies vegetales. Además favorece la retención del agua de lluvia, ya que minimiza la escorrentía y favorece la infiltración de este recurso en el terreno.

Las bermas de los bancos de restauración serán objeto de revegetación a medida que vaya avanzando las fases de remodelación geomorfológica y paisajística de la cantera.

Las especies seleccionadas para la realización de la siembra deberán tener las siguientes características:

- Especies no anuales.
- Raíz fasciculada con buenas características para la retención del suelo.
- Capacidad de implantación sobre suelos pobres.
- Alta capacidad germinativa.
- Condicionantes hídricos y climáticos acordes a las características del lugar de implantación.
- Disponibilidad comercial y precio.

A continuación, se señalan las especies vegetales elegidas en la revegetación de las bermas de los bancos de restauración final.

- Pinus Pinaster
- Retama Sphaerocarpa
- Quercus Coccifera
- Thymus Vulgaris
- Pistacia Lentiscus
- Nerium Oelander

Estas especies se plantarán en proporciones aleatorias con el fin de proporcionar una estética naturalizada a las bermas revegetadas.

Los pies suministrados habrán de presentarse en envase, con cepellón o a raíz desnuda, que corresponda en su tamaño a las características de cada especie, edad, altura y circunferencia. El envase deberá ser de tamaño proporcional a la planta, permitir un correcto desarrollo de las raíces, ser fácil de manipular y de plástico fotodegradable.

Se prohíbe la utilización de plantas que no puedan garantizar su origen de vivero, no se permitirá, por tanto, el trasplante de plantas desde las inmediaciones para su aprovechamiento en la restauración.

Antes de llevar a cabo las plantaciones se procederá al vertido de una delgada capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor sobre las superficies de las bermas de 6 metros, lo que supone 2.499,96 m<sup>3</sup> de tierra vegetal.

El vertido de tierra vegetal se realizará sobre el terreno seco con un perfil adecuado y con maquinaria de ruedas de goma y ligeras en cuanto a peso que aseguren la no compactación. Se escarificará la superficie de cada capa de 15 centímetros de espesor antes de cubrirla si el material sobre el que se fuera a extender estuviera compactado para favorecer el buen contacto entre las sucesivas capas de material, previniendo la laminación en capas, la mejora de la infiltración y el movimiento del agua, asimismo se evitará el deslizamiento de la tierra extendida y se facilitará la penetración de las raíces de las especies que se planten.

Luego se diseñarán los hoyos de plantación donde se ubicarán las diferentes plantas; se realizará el dimensionado adecuado de tal manera que quede un espacio mínimo de 30 cm y una profundidad por debajo del límite inferior del sistema radical de 15 cm como mínimo. En el hoyo se introducirá tierra de cabeza fertilizada y el relleno se efectuará con tierra vegetal debidamente abonada.

No se establece la necesidad de instalar red de riego en las zonas restauradas, ya que las especies implantadas son las propias del lugar y se encuentran adaptadas a las condiciones allí imperantes, sin embargo, tras la plantación de las mismas se ejecutarán unos riegos abundantes durante los primeros meses a fin de que estas arraiguen, para posteriormente irlos eliminando de forma paulatina hasta que se hagan innecesarios.



Respecto a los taludes resultantes se dispondrá una pradera mediante hidrosiembra, cuyos componentes se detallan a continuación:

- Agua en obra:  $0,010 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- Ácidos húmicos  $0,005 \text{ l/m}^2$
- Estabilizante  $0,025 \text{ kg/m}^2$
- Abono soluble lenta liberación  $0,035 \text{ kg/m}^2$
- Mulching de Ecofibra  $0,250 \text{ kg/m}^2$
- Mezcla de semillas leguminosas  $0,025 \text{ kg/m}^2$

La mezcla de semillas será la siguiente:

- Medicago sativa (15%)
- Trifolium stellatum (15%)
- Lygeum Spartum (10%)
- Genista cirenea (20 %)
- Coronilla glauca (20%)
- Stipa tenacísima (20 %)

Se trata de especies en su mayor parte leguminosas que se caracterizan por su poca exigencia en cuanto a habitat y adaptación climática.

El semillado procederá de viveros autorizados y se realizará con semillas seleccionadas disponibles en el mercado, preferentemente de especies leguminosas propias de la zona, a razón de 250 kg de semilla/Ha.

La época de hidrosiembra será en los periodos más favorables para la germinación de las semillas, es decir, otoño (1 de octubre a 30 de noviembre) o en primavera (15 de marzo a 15 de mayo). Estos periodos pueden variar en + 15 días en función de las características climáticas del año. En ningún caso se efectuarán hidrosiembras en épocas de heladas o en periodos de aridez estival.

En lo que respecta a las operaciones de conservación y mantenimiento de las especies forestales plantadas, éstas se intensificarán durante las primeras semanas y

meses, ya que una vez superado dicho periodo crítico, las especies deberán establecerse y seguir sin la intervención humana, salvo ligeras actuaciones periódicas.

Las operaciones a desarrollar incluyen:

- Desbroces, escardas, siegas y binas.
- Podas.
- Abonado y tratamiento fitosanitario.
- Riego.
- Reposición de marras, etc.

### **5.5. Restauración de la plataforma**

La plataforma de explotación, una vez finalizada la actividad extractiva y después del desmantelamiento de las instalaciones y limpieza de residuos, presentará una superficie aproximada de 35.000 m<sup>2</sup>. Sobre la misma se extenderá el resto de la tierra vegetal acopiada unos 16.153 m<sup>3</sup>, lo que supone un espesor de entre 40-50 cm. Dadas sus dimensiones, facilidad de accesos y nivelación, se mantendrá a la espera del uso al que se destine, previsiblemente cultivo de olivar.

### **5.6. Pantallas verdes**

Desde el comienzo de la explotación se prevé el mantenimiento de la franja de terreno que discurre paralela a la carretera A-6203. Esta franja con una altura de unos 2.5 m sobre el piso de la carretera conforma una mota de protección de la explotación y evitando parcialmente el impacto visual de la misma.

Ya desde la fase 1 de explotación, se prevé la construcción de una pantalla verde sobre esta mota natural, lo que permitirá minimizar aun más el impacto visual, mitigar el ruido y permitir limitar la propagación de polvo de la explotación a la carretera.

Las especies seleccionadas para su confección son la Pistacia Lentiscus y el Nerium Oelander, se trata de especies que se caracterizan por su poca exigencia en cuanto a habitat y adaptación climática, por su fácil crecimiento y por la densidad y porte de ramas desde el suelo.

Estas plantaciones creadas en una primera fase relacionadas con las pantallas de ocultación visual y sonora de la actividad se mantendrán durante toda la vida de la explotación. Una vez finalizada la vida de la misma, se podrá optar por su mantenimiento o por entresacar algunos ejemplares para naturalizar y mimetizar con arreglo a otras áreas cercanas a la carretera.

#### **6. PARTE III: Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejas a la investigación y explotación de recursos minerales**

En el interior del ámbito de la explotación existen una serie de instalaciones anejas a la actividad de la explotación de la cantera, las cuales, consisten en:

- Planta de tratamiento y cribado de áridos.
- Instalaciones auxiliares (oficinas, vestuarios, almacén).
- Depósito de combustible.

Para la completa restauración del ámbito es necesario realizar la retirada y demolición de estas instalaciones mediante los procesos adecuados para evitar la contaminación del terreno y el tratamiento adecuado de los residuos generados.

El desmantelamiento de las instalaciones se realizará de la siguiente forma:

### **6.1. Traslado de la planta de tratamiento y cribado de áridos**

En el interior de la explotación se dispone de una planta de cribado de áridos donde se realiza la clasificación del árido extraído en la explotación.

El desmantelamiento de estas instalaciones consistirá en lo siguiente:

- Retirada de los equipos móviles de trituración y clasificación.
- Desconexión de la instalación eléctrica de la instalación de trituración primaria.
- Desmontaje de tolva de alimentación.
- Desmontaje de la trituradora de mandíbulas.
- Desmontaje de la criba clasificadora.
- Desmontaje de la cinta transportadora.
- Desmontaje de estructura portante de toda la instalación de trituración primaria.
- Carga de los diversos elementos de la planta sobre plataforma y transporte hasta zona de almacenamiento.
- Demolición de cimentaciones de la planta, losa de descarga y muro de protección.
- Carga y transporte de los residuos generados a vertedero autorizado.

### **6.2. Retirada de las instalaciones anexas**

En el interior de la explotación se disponen de módulos prefabricados destinados como oficina, vestuarios o almacén.

El desmantelamiento de estas instalaciones consistirá en lo siguiente:

- Desconexión de la instalación eléctrica de las distintas instalaciones presentes en los módulos.
- Desconexión de la red de saneamiento existente.

- Desconexión de la red de abastecimiento de agua existente.
- Desmontaje de los distintos módulos.
- Carga de los diversos elementos sobre plataforma y transporte hasta zona de almacenamiento.
- Demolición de cimentaciones de los módulos.
- Retirada de la fosa séptica instalada y demolición de la red de saneamiento.
- Retirada de los distintos residuos generados mediante el correspondiente gestor autorizado.

### **6.3. Retirada de infraestructuras de drenaje**

En el interior de la explotación se dispone de dos redes de drenaje:

- Red de drenaje para las aguas de escorrentía exteriores, a fin de evitar su entrada en la explotación.
- Red de drenaje interior, para evitar la llegada de aguas cargadas de polvo al cauce cercano, la cual dispone de una balsa de decantación.

El desmantelamiento de estas instalaciones consistirá en lo siguiente:

- Retirada del hormigón de todas cunetas.
- Demolición de la balsa de decantación
- Mantenimiento de la configuración de las cunetas, ahora en tierra, para la protección de la revegetación de la restauración.
- Rellenado de la balsa de decantación y formación sobre esta de un tramo de cuneta que conecte con el cauce próximo.
- Retirada de los distintos residuos generados mediante el correspondiente gestor autorizado.

#### **6.4. Depósito de combustible**

En el interior de la explotación podrá existir un depósito móvil de combustible para el eventual abastecimiento de la maquinaria de la instalación.

El desmantelamiento de estas instalaciones consistirá en lo siguiente:

- Vaciado del depósito en contenedor adecuado.
- Descontaminación del interior del depósito y entrega de los residuos generados a gestor residuos.
- Desmontaje de tuberías de transporte.
- Retirada y carga del depósito sobre camión.
- Transporte del depósito hasta lugar de almacenaje o gestor autorizado.
- Demolición del cubeto de retención.
- Carga y transporte de los restos hasta vertedero autorizado.

#### **6.5. Señalización**

El artículo 113 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera establece que cualquier explotación a cielo abierto estará debidamente señalizada o cercada para evitar que personas ajenas accedan a los trabajos. Es por lo cual, la explotación se encuentra vallada y señalizada en todo su perímetro.

Conjuntamente con las labores finales de restauración y clausura de la explotación se procederá a la retirada de la señalización. Si bien, el vallado perimetral existente, de tipo cinagético, podrá ser mantenido en función de las necesidades futuras de la propiedad.

## **7. PARTE IV.: Plan de gestión de residuos**

Debido a las características del material y de los sistemas de explotación, no se producirán durante las labores residuos que sean objeto de un Plan de Gestión de Residuos de acuerdo al Real Decreto 975/2009, de 12 de junio sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Los residuos sólidos procedentes del mantenimiento de las instalaciones se almacenarán en una zona de la plaza de cantera denominada “vertedero”, eliminándose periódicamente mediante un gestor autorizado. No obstante, no se realizará ningún tipo de vertido al terreno.

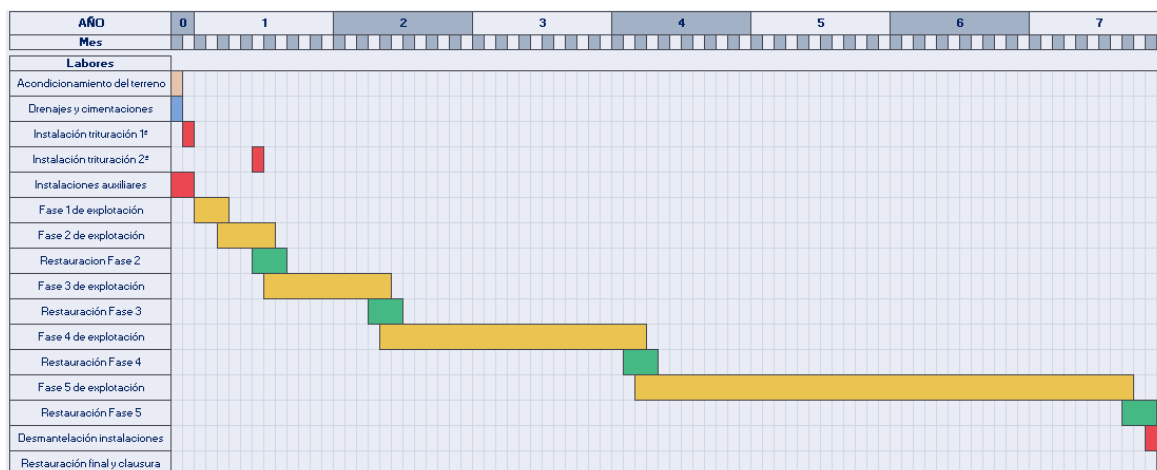
El promotor cuenta con registro de productor de residuos peligrosos, siendo retirados éstos periódicamente por gestor autorizado.

Aquellos residuos sólidos asimilables a urbanos serán clasificados y depositados en contenedores e incorporados a la red municipal para su correcta gestión.

Los cambios de aceite de la maquinaria se realizarán junto al taller-almacén, en un espacio habilitado especialmente para ello, a fin de evitar filtraciones al terreno en caso de vertido accidental.

## **8. PARTE V.: Calendario de ejecución coste estimado de los trabajos de restauración y rehabilitación**

Para la restauración se han establecido 5 fases diferentes de restauración, cada una de las cuales tiene una duración de unos 3 meses, con el siguiente calendario previsto:



En cada una de las 4 primeras fases de restauración se irán realizando los taludes finales correspondientes a ese banco, extendido de la capa de tierra vegetal correspondiente y según la fecha idónea más cercana para la plantación se procederá a la revegetación con las diferentes especies vegetales del área correspondiente.

Posteriormente se realizará la fase de desmantelado de las instalaciones y por último se realizará la restauración de la plataforma.

## 9. PARTE VI.: Coste estimado de los trabajos de restauración y rehabilitación

El presupuesto estimado del Plan de Restauración del Entorno Natural degradado del la explotación "Majada Verde" asciende a ciento veintisiete mil setecientos noventa y ocho euros con un céntimo (127.798,01 €).

A continuación se presenta el presupuesto con el coste estimado de los trabajos de restauración y rehabilitación.



Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Presupuesto Plan Restauración Majada Verde |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |          |         |        |         |          |            |            |           |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|----------|---------|--------|---------|----------|------------|------------|-----------|
| Ud                                         | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Comentario | N     | Longitud | Anchura | Altura | Parcial | CANTIDAD | PRECIO     | IMPORTE    |           |
| PLAN DE RESTAURACION MAJADA VERDE          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |          |         |        |         | 1        | 127.798,01 | 127.798,01 |           |
| Ha                                         | HIDROSIEMBRA DE TALUDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |          |         |        |         | 2,90     | 4.370,50   | 12.688,10  |           |
|                                            | Hidrosiembra de taludes a base de una primera pasada con mezcla de semillas (25 % Agropyrum cristatum, 10 % Agropyrum elongatum, 5 % Poa compressa, 25 % Lolium rigidum, 5 % Buchloe dactyloides, 10 % Medicago media, 15 % Melilotus officinalis, 5 % Melilotus alba), abono mineral complejo de liberación lenta 8-15-15, mulch orgánico, estabilizadores orgánicos y polímero absorbente de agua, tapado inmediatamente después con mulch y estabilizador orgánico. |            |       |          |         |        |         |          |            |            |           |
| h.                                         | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |          |         |        |         | 3,000    | 15,14      | 45,42      |           |
| h.                                         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |          |         |        |         | 12,000   | 13,09      | 157,08     |           |
| h.                                         | Hidrosembr. s/remolque 1400 l.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |          |         |        |         | 12,000   | 50,75      | 609,00     |           |
| kg                                         | Mezcla semillas z.semiáridas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |          |         |        |         | 350,000  | 4,01       | 1.403,50   |           |
| kg                                         | Estabilizante orgánico de suelos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |          |         |        |         | 170,000  | 3,00       | 510,00     |           |
| kg                                         | Abono micelio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |          |         |        |         | 400,000  | 0,90       | 360,00     |           |
| kg                                         | Mulch de paja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |          |         |        |         | 300,000  | 0,30       | 90,00      |           |
| kg                                         | Mulch celulósico biodegradable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |          |         |        |         | 850,000  | 0,90       | 765,00     |           |
| kg                                         | Polímeros sint. absorbent.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |          |         |        |         | 50,000   | 7,90       | 395,00     |           |
| m3                                         | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |          |         |        |         | 50,000   | 0,71       | 35,50      |           |
|                                            | SUPERFICIE TALUDES RESTAURACION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | 1E-04 | 2.033,00 | 0,00    | 14,28  | 2,90    |          |            |            |           |
|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |          |         |        |         | R00004   | 2,90       | 4.370,50   | 12.688,10 |
| PA                                         | LIMPIEZA PREVIA EXPLOTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |          |         |        |         | 1,00     | 4.000,00   | 4.000,00   |           |
|                                            | Partida alzada de limpieza, incluido transporte de Residuos a vertedero y mano de obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |          |         |        |         |          |            |            |           |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Ud                                       | Resumen                                          | Comentario                                                                                                                                                                                                                                                                                            | N | Longitud | Anchura | Altura | Parcial       | CANTIDAD        | PRECIO            | IMPORTE           |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|---------|--------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <b>PLAN DE RESTAURACION MAJADA VERDE</b> |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | <b>1</b>        | <b>127.798,01</b> | <b>127.798,01</b> |
| ud                                       | PLANTACION MECANICA ARBOLES A RAÍZ PROFUNDA 1-2m | Plantación puntual simultánea a raíz profunda, utilizándose para la realización de los hoyos una retroexcavadora de orugas de 135 CV de potencia nominal, siendo el diámetro de los árboles a utilizar de entre 8 y 10 cm y la profundidad de labor de entre 1 y 2 m. Se incluye el precio del árbol. |   |          |         |        |               | 2.800,00        | 12,36             | 34.608,00         |
| h.                                       | Peón ordinario agroforestal                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,050           | 8,73              | 0,44              |
| h.                                       | Excavadora hidráulica cadenas 135 CV             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,050           | 53,00             | 2,65              |
| ud                                       | Plantón de arbol 1.5 m altura                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 1,000           | 9,27              | 9,27              |
|                                          |                                                  | 2 LINEAS EN BERMAS                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1 | 2.800,00 | 0,00    | 0,00   | 2.800,00      |                 |                   |                   |
|                                          |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        | <b>R00003</b> | <b>2.800,00</b> | <b>12,36</b>      | <b>34.608,00</b>  |
| m3                                       | DEMOLICIÓN O.F. HORMIGÓN EN MASA                 | Demolición de obra de fábrica de hormigón en masa, incluso retirada del material resultante a vertedero.                                                                                                                                                                                              |   |          |         |        |               | 173,52          | 11,98             | 2.078,77          |
| h.                                       | Capataz                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,040           | 14,72             | 0,59              |
| h.                                       | Peón ordinario                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,140           | 13,09             | 1,83              |
| h.                                       | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,140           | 42,00             | 5,88              |
| h.                                       | Martillo rompedor hidráulico 600 kg.             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,110           | 9,47              | 1,04              |
| h.                                       | Camión basculante 4x4 14 t.                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 0,060           | 35,50             | 2,13              |
| m3                                       | Canon de escombros a vertedero                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               | 1,000           | 0,51              | 0,51              |
|                                          |                                                  | Red de drenaje                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | 964,00   | 1,20    | 0,15   | 173,52        |                 |                   |                   |
|                                          |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        | <b>R00008</b> | <b>173,52</b>   | <b>11,98</b>      | <b>2.078,77</b>   |
|                                          |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |          |         |        |               |                 |                   |                   |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                               | Comentario | N     | Longitud  | Anchura | Altura | Parcial       | CANTIDAD         | PRECIO            | IMPORTE           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-----------|---------|--------|---------------|------------------|-------------------|-------------------|
|    | <b>PLAN DE RESTAURACION MAJADA VERDE</b>                                                                                                                                                                                                                              |            |       |           |         |        |               | <b>1</b>         | <b>127.798,01</b> | <b>127.798,01</b> |
| m3 | EXTENDIDO TIERRA VEGETAL ALMACENADA<br>CARG.TRANS.<br>Extendido de tierra vegetal almacenada, procedente de la excavación, incluyendo carga y transporte hasta una distancia de 1 km., realizado por un bulldozer de 200 CV equipado con lámina. Incluyendo perfilado |            |       |           |         |        |               | 18.602,27        | 1,26              | 23.438,86         |
| h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |           |         |        |               | 0,004            | 14,72             | 0,06              |
| h. | Dozer cadenas D-7 200 CV                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |           |         |        |               | 0,007            | 86,00             | 0,60              |
| h. | Pala cargadora neumáticos 200 CV/3,7m3                                                                                                                                                                                                                                |            |       |           |         |        |               | 0,004            | 61,00             | 0,24              |
| h. | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |           |         |        |               | 0,010            | 35,50             | 0,36              |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | bermas     | 1     | 8.333,22  | 0,00    | 0,30   | 2.499,97      |                  |                   |                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | plataforma | 1     | 35.005,00 | 0,00    | 0,46   | 16.102,30     |                  |                   |                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |           |         |        | <b>R00002</b> | <b>18.602,27</b> | <b>1,26</b>       | <b>23.438,86</b>  |
| Ha | LABOREO CULTIVADOR MUELLES<br>Laboreo pleno, a hecho, realizado con tractor de ruedas neumáticas de entre 71 y 100 CV de potencia nominal, con cultivador de muelles reforzados de 17 brazos, en terreno con pendiente menor al 15 %,siendo el ancho de labor de 3 m. |            |       |           |         |        |               | 4,33             | 28,24             | 122,39            |
| h. | Tractor neumático 71/100 CV                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |           |         |        |               | 0,900            | 28,10             | 25,29             |
| h. | Cultivador muelles                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |           |         |        |               | 0,900            | 3,28              | 2,95              |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | bermas     | 1E-04 | 8.333,22  | 0,00    | 0,00   | 0,83          |                  |                   |                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | plataforma | 1E-04 | 35.005,00 | 0,00    | 0,00   | 3,50          |                  |                   |                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |           |         |        | <b>R00001</b> | <b>4,33</b>      | <b>28,24</b>      | <b>122,39</b>     |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |           |         |        |               |                  |                   |                   |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Ud                                       | Resumen                            | Comentario                                                                                                                                                                                                                                                                                      | N     | Longitud  | Anchura | Altura | Parcial       | CANTIDAD      | PRECIO            | IMPORTE           |
|------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|--------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| <b>PLAN DE RESTAURACION MAJADA VERDE</b> |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | <b>1</b>      | <b>127.798,01</b> | <b>127.798,01</b> |
| mud                                      | RIEGO PUNTUAL CON CISTERNA         | Riego de los pies plantados mediante el uso de remolque cisterna de 10000 l. de capacidad, arrastrado por tractor de ruedas neumáticas de 101-130 CV de potencia nominal, siendo la dosis de riego de 50 l/pie. Se considera el punto de abastecimiento de agua a una distancia máxima de 4 km. |       |           |         |        |               | 120,00        | 403,76            | 48.451,20         |
| h.                                       | Peón ordinario agroforestal        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 7,000         | 8,73              | 61,11             |
| h.                                       | Tractor neumático 101-130 CV       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 7,000         | 33,29             | 233,03            |
| h.                                       | Cisterna de 10.000 l.              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 7,000         | 15,66             | 109,62            |
|                                          |                                    | riego 2º año                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12    | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 12,00         |               |                   |                   |
|                                          |                                    | riego 3º año                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 24    | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 24,00         |               |                   |                   |
|                                          |                                    | riego 5º                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36    | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 36,00         |               |                   |                   |
|                                          |                                    | riego 7º                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 48    | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 48,00         |               |                   |                   |
|                                          |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        | <b>R00005</b> | <b>120,00</b> | <b>403,76</b>     | <b>48.451,20</b>  |
| Ha                                       | FERTILIZ. HECHO ABONO MINER. GRAN. | Fertilización a hecho con abono mineral compuesto, granulado, de riqueza N-P-K (15-15-15), en dosis de 250 kg/ha, con abonadora centrífuga de 300 l. de capacidad impulsada por tractor de entre 71 y 100 CV.                                                                                   |       |           |         |        |               | 4,33          | 128,14            | 555,34            |
| h.                                       | Peón ordinario agroforestal        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 0,065         | 8,73              | 0,57              |
| h.                                       | Tractor neumático 71/100 CV        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 0,260         | 28,10             | 7,31              |
| h.                                       | Abonadora centrífuga 300 l.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 0,260         | 1,00              | 0,26              |
| kg                                       | Abono mineral NPK 15-15-15         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        |               | 250,000       | 0,48              | 120,00            |
|                                          |                                    | bermas                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1E-04 | 8.333,22  | 0,00    | 0,00   | 0,83          |               |                   |                   |
|                                          |                                    | plataforma                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1E-04 | 35.005,00 | 0,00    | 0,00   | 3,50          |               |                   |                   |
|                                          |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |           |         |        | <b>R00010</b> | <b>4,33</b>   | <b>128,14</b>     | <b>555,34</b>     |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Ud                                       | Resumen                              | Comentario                                                                                                               | N   | Longitud | Anchura | Altura | Parcial | CANTIDAD | PRECIO            | IMPORTE           |
|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|---------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>PLAN DE RESTAURACION MAJADA VERDE</b> |                                      |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | <b>1</b> | <b>127.798,01</b> | <b>127.798,01</b> |
| m3                                       | DEMOLICIÓN O.F. HORMIGÓN ARMADO      | Demolición de obra de fábrica de hormigón armado, incluso corte de acero y retirada del material resultante a vertedero. |     |          |         |        |         | 106,20   | 17,47             | 1.855,35          |
| h.                                       | Capataz                              |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,060    | 14,72             | 0,88              |
| h.                                       | Oficial segunda                      |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,160    | 14,24             | 2,28              |
| h.                                       | Peón ordinario                       |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,160    | 13,09             | 2,09              |
| h.                                       | Equipo oxicorte                      |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,160    | 3,73              | 0,60              |
| h.                                       | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV   |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,180    | 42,00             | 7,56              |
| h.                                       | Martillo rompedor hidráulico 600 kg. |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,150    | 9,47              | 1,42              |
| h.                                       | Camión basculante 4x4 14 t.          |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 0,060    | 35,50             | 2,13              |
| m3                                       | Canon de escombros a vertedero       |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | 1,000    | 0,51              | 0,51              |
|                                          |                                      | balsa decantación                                                                                                        | 0,2 | 19,10    | 5,50    | 1,00   | 21,01   |          |                   |                   |
|                                          |                                      |                                                                                                                          | 2   | 19,10    | 1,00    | 0,20   | 7,64    |          |                   |                   |
|                                          |                                      |                                                                                                                          | 2   | 5,50     | 1,00    | 0,20   | 2,20    |          |                   |                   |
|                                          |                                      | losa cargadero                                                                                                           | 1   | 10,80    | 6,00    | 0,40   | 25,92   |          |                   |                   |
|                                          |                                      | losa apoyo                                                                                                               | 1   | 5,20     | 5,20    | 0,80   | 21,63   |          |                   |                   |
|                                          |                                      | instalaciones                                                                                                            | 1   | 9,00     | 5,00    | 0,20   | 9,00    |          |                   |                   |
|                                          |                                      |                                                                                                                          | 1   | 7,00     | 7,00    | 0,20   | 9,80    |          |                   |                   |
|                                          |                                      |                                                                                                                          | 1   | 9,00     | 5,00    | 0,20   | 9,00    |          |                   |                   |
|                                          |                                      |                                                                                                                          |     |          |         |        | R00007  | 106,20   | 17,47             | 1.855,35          |
| <b>PRESTUPUESTO TOTAL</b>                |                                      |                                                                                                                          |     |          |         |        |         | <b>1</b> | <b>127.798,01</b> | <b>127.798,01</b> |

## **ANEXO N° 3: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **ANEXO N°3: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. Datos del proyecto**

#### **1.1. Objeto del estudio**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidente de trabajo y enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas comunes de higiene y bienestar de los trabajadores en la explotación de la cantera "Majada Verde", todo ello de forma coherente con el contenido del proyecto de explotación.

Se elabora en obligado cumplimiento de lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995) que indica la obligatoriedad de la inclusión de un documento de seguridad, ya sea Estudio o Estudio Básico de Seguridad, dependiendo de unas determinadas condiciones en relación al volumen y tipología del proyecto que se trate, e introduce la figura del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Asimismo, y conforme a lo preconizado por la citada Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su art. 16, en el presente documento se recoge la ordenación de las actividades de identificación y evaluación inicial de los riesgos, así como la planificación de la actividad preventiva.

#### **1.2. Situación y descripción del proyecto**

La explotación se sitúa paralela a la carretera comarcal A-6203 a la altura del punto kilométrico 6, en el término municipal de Villacarrillo (Jaén). Esta está constituida por un paquete de calizas y dolomías con cierto grado de alteración de tonalidades rojizas, de disposición horizontal y con alguna intercalación arcillosa.

La explotación cuenta con un área cercana a las 8 hectáreas y la potencia comprendida entre 10 y 40 m. Resultando de estas medidas unas de reservas estimadas cercanas a 1.000.000 m<sup>3</sup> de material.

El material extraído será utilizado como árido en diferentes materiales de la construcción, como fabricación de hormigones, aglomerados asfálticos, sub-base para carreteras, caminos y otros usos similares.

La explotación se realizará a cielo abierto por el método de banqueo descendente en profundidad y restauración posterior, mediante arranque por perforación y voladura, y posterior carga y transporte de materiales por medios mecánicos.

Una vez realizada la pega, la caliza volada quedará depositada *in situ* sobre la propia plataforma y será cargada sobre volquetes de unas 25 tn por medio de una retroexcavadora.

La altura de banco será de unos 10 m de potencia media cada uno, con un ángulo de talud de unos 80°.

Con las cifras de reservas explotables, resulta una vida útil del proyecto del orden de 7 años.

El avance de explotación se realizará mediante un único frente abierto con una longitud de unos 200 m, de manera que se limita la superficie alterada y se facilitan las labores de restauración a medida que avanza la explotación.

#### **1.4. Presupuesto estimado, plazo de ejecución y número de trabajadores**

El presupuesto final estimado de la explotación asciende a 7.415.863,37 Euros, incluido construcción, explotación y restauración de la explotación. La vida estimada del proyecto con este presupuesto anual es de 7 años.

En base a la planificación del proyecto y dadas sus características, se estima que el número máximo de trabajadores en la explotación será de unas 14 personas.



#### **1.4. Accesos, servicios públicos y acometidas**

La concesión de la explotación se sitúa paralela a la carretera comarcal A-6203 a la altura del punto kilométrico 6, en el término municipal de Villacarrillo (Jaén).

La parcela cuenta con acceso directo desde la carretera, mediante una conexión tipo "T", por donde en la actualidad accede, y será el utilizado por el personal laboral y los camiones de transporte de áridos.

#### **1.5. Centro asistencial más próximo**

En caso de un accidente de un trabajador que requiera una atención de urgencia, en la obra se dispondrán de los medios internos o externos para la evacuación del trabajador al centro asistencial más próximo situado en:

**Hospital Comarcal San Juan de la Cruz**  
**Carretera de Linares, km 1**  
**23400 Úbeda (Jaén)**  
**Teléfono: 953 02 82 00**

### **3. Aplicación de la seguridad en el proyecto**

A continuación se describen los distintos trabajos de que consta la explotación de la cantera, los riesgos más frecuentes de cada uno de ellos y las medidas que a priori se considera necesario tomar para que las condiciones de seguridad y salud de cada puesto sean las adecuadas.

#### **2.1. Perforación**

##### **2.1.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo consiste en la ubicación y elaboración de los barrenos necesarios para la colocación de explosivos utilizados en las voladuras.

### **2.1.2. Actuaciones previas**

Deberá señalizarse la zona de realización de los barrenos conforme con el diseño de la voladura, será importante una correcta ubicación de los barrenos y un acondicionamiento previo del terreno para el correcto posicionamiento de la perforadora.

### **2.1.3. Circulación de personal en las inmediaciones**

Durante la perforación se deberá evitar el tránsito de personal en la zona de la perforación, especialmente sin las medidas de protección necesarias. Además es conveniente no quitar las marcas de señalización de los lugares en los que se deben colocar los barrenos.

### **2.1.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida dentro de la zona de acción.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caídas de objetos y bloques.

### **2.1.5. Medidas de seguridad**

#### **2.1.5.1. Previas al arranque de la maquinaria**

El personal tendrá que:

- Realizar una inspección visual de posibles roturas y daños en los componentes de la maquinaria.
- Utilizar la vestimenta de seguridad necesaria.

- Conocer el lugar de trabajo, así como las vías de traslado al mismo.
- Todas las mangueras presurizadas deberán estar positivamente aseguradas.
- Inspeccionar las herramientas y accesorios de perforación necesarios, que deberán estar en su sitio y en buenas condiciones de uso.
- Inspeccionar los niveles y puntos de engrase de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Inspeccionar el funcionamiento de los sistemas de transmisión, frenado y dirección.

#### **2.1.5.2. En el arranque de la maquinaria**

- Inspeccionar la posición correcta de todos los mandos de control de la perforadora.
- Arrancar la perforadora por el personal autorizado y desde el lugar adecuado.
- No abandonar la perforadora si está en funcionamiento.

#### **2.1.5.3. Después del arranque de la maquinaria**

- Comprobar el correcto funcionamiento de todos los controles.
- Vigilar los indicadores de control de la perforadora.
- Prestar atención a ruidos no habituales.

#### **2.1.5.4. En los desplazamientos de la maquinaria**

- Todos los accesorios de perforación deberán estar inmovilizados.
- Antes de realizar cualquier maniobra el maquinista se asegurará de que no existen personas u obstáculos próximos a la máquina.
- La deslizadora de perforación se situará en posición abatida durante el desplazamiento.
- Durante el transporte el operador ocupará el lugar de conducción designado por el fabricante. No se permitirá la presencia de personas no autorizadas sobre la perforadora.

- Las pendientes de los itinerarios de traslado estarán de acuerdo con los impuestos por el fabricante.

#### **2.1.5.5. Durante la perforación**

- El posicionamiento de la perforadora tendrá en cuenta la posible inestabilidad del terreno, asegurándose la existencia del macizo de protección necesaria en base a las características estáticas y dinámicas de la máquina.
- Los operadores dispondrán en todo momento de las medidas de protección personal necesarias.
- El emplazamiento de perforación dispondrá de condiciones de visibilidad apropiadas.
- No se emboquillará sobre fondos de barrenos antiguos.
- En las maniobras de cambio de barrenos o tubos prestará atención a los accesorios de perforación que puedan encontrarse inseguros.
- Los accesorios de perforación que puedan afectar a la seguridad serán desechados.
- Los operadores se mantendrán alejados de los componentes en movimiento de la perforadora, tales como cables, correas, etc.
- El levantamiento de accesorios pesados se realizará adoptando las siguientes precauciones:
  - Mantener los pies separados y situados a cada lado del objeto.
  - Doblar las piernas y agacharse manteniendo la cabeza erguida.
  - Asir el objeto con toda la mano arrojándolo con los brazos.
  - Mantenerse aplomado sobre los pies, levantando el objeto con los músculos posteriores de las piernas.
  - Al depositar el objeto no girar el cuerpo y mantenerlo próximo al punto de descarga.

#### **2.1.5.6. Al finalizar la perforación**

- No se abandonará la máquina con el motor en movimiento.

- La parada de la perforadora se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- No se aparcará la perforadora en zonas peligrosas, como el borde de un banco, debajo de taludes en pendientes, etc.
- Antes de abandonar la perforadora se liberarán de presión todos los circuitos, se dejarán los controles en posición de parada y estacionamiento haciendo uso de los bloqueos existentes y retirando las llaves de arranque.

#### **2.1.5.7. En el mantenimiento y servicio**

- En todo momento se seguirán las instrucciones de servicio especificadas por el fabricante en su manual de servicio y mantenimiento.
- Durante las operaciones de mantenimiento y reparaciones, la perforadora estará perfectamente frenada y rígidamente inmovilizada de forma que no pueda moverse inesperadamente.
- Los controles de arranque estarán bloqueados y etiquetados de forma que sólo la persona autorizada pueda accionarlos.
- Las operaciones que indiquen el movimiento de la deslizadera o mástil de perforación se realizarán con el operador en el puesto de control, y cualquier otra persona que se halle próxima se situará en la parte posterior de la máquina.
- El personal de servicio a las baterías estará provisto siempre de gafas de seguridad, guantes y ropa resistente al ácido.
- Cuando se cambie una batería, el terminal de tierra será el primero en desconectarse y el último en conectarse.
- Verificar frecuentemente el nivel de electrolito; en caso necesario añadir agua destilada, y hacerlo siempre antes de arrancar, nunca al parar el motor. Un nivel correcto supone menor número de gases en el interior de la batería.
- No está permitido el uso de llama para verificar el nivel de una batería; esta operación deberá realizarse con una lámpara portátil.
- Durante las reparaciones con la torre de perforar en posición abatida no se dejarán sobre las mismas herramientas, accesorios o piezas sueltas que pudieran provocar accidentes por caída al levantar la torre.

- Se mantendrán las manos, brazos y resto del cuerpo, así como la ropa de trabajo, alejados de cualquier parte de la perforadora o compresor en movimiento (cadenas, poleas, perforadora, etc.).
- No se puede abrir ningún depósito o manguera de aire o aceite durante el funcionamiento del equipo, o si están presurizados.
- El repostado se realizará con el motor parado y en áreas perfectamente ventiladas.
- Cuando se derrame combustible, y previamente al arranque, se limpiarán todas las superficies impregnadas.
- En un radio no superior a 10 m del punto de repostado estará prohibido fumar, no habrá llamas, materiales incandescentes o mecanismos productores de chispas.

#### **2.1.6. Protecciones personales**

##### **PROTECCIONES DE LA CABEZA:**

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos.
- Gafas contra impactos.

##### **PROTECCIONES DEL CUERPO:**

- Monos o buzos de trabajo.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón de sujeción en el caso de trabajos de perforación en lugares con riesgos de caídas a distinto nivel.

##### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:**

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

##### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:**

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).
- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.

## **2.4. Voladuras**

### **2.2.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar consiste en la carga de barrenos y en la colocación de los dispositivos de iniciado y cebado de la voladura, así como en la distribución de hilo detonante y de los microrretardos necesarios para la correcta realización de la voladura. A continuación se realizará la pega del explosivo.

### **2.2.2. Actuaciones previas**

- Deberá acotarse la zona de la voladura y evitar el paso de todo el personal y vehículos que no estén autorizados.
- Inspeccionar el área de voladura por si existen barrenos fallidos, cables eléctricos, etc.
- Señalizar el área de voladura para impedir el paso a maquinaria o personal no autorizado.
- Señalar correctamente los barrenos objeto de la voladura.

### **2.2.3. Circulación en las inmediaciones de la zona de la voladura**

Quedará prohibida la circulación en la zona de la voladura a menos que se trate de personal expresamente autorizado por el responsable de la misma.

### **2.2.4. Riesgos más frecuentes**

- Explosiones e incendios.

- Exposición a sustancias nocivas.

## **2.2.5. Medidas de seguridad**

### **2.2.5.1. Personal**

- Toda persona implicada en el uso y manejo de explosivos estará en posesión del carnet correspondiente autorizado por la autoridad competente.
- Toda persona implicada en el uso de explosivos estará obligada a cumplir la normativa vigente.
- Toda persona implicada en el uso de explosivos conocerá de forma precisa las funciones a realizar.
- No se permitirá manipular explosivos a personas bajo los efectos del alcohol, drogas o incapacidad de cualquier tipo.
- El artillero o artilleros debidamente autorizados por la Autoridad Competente, son personal facultado para realizar todas las operaciones de manejo y transporte (en la cantera) del explosivo, en los trabajos en que se utilice éste.
- Otras personas, debidamente instruidas por el Director Técnico, podrán manejar o manipular explosivo, como ayudantes de los artilleros autorizados. Estas personas nunca podrán preparar el cartucho-cebo, conectar detonadores o línea de tiro, ni efectuar el disparo de las pegas o voladuras. El Director Técnico enviará relación de este personal, para su comunicación y registro, a la Autoridad Minera competente.
- Son cometidos del artillero los siguientes trabajos:
  - El transporte de los explosivos desde los depósitos auxiliares blindados, si los hubiera, a los distintos lugares en que hayan de ser empleados.
  - La preparación del cartucho-cebo, sea la colocación de detonador en el correspondiente cartucho.
  - La carga de los barrenos y el disparo de los mismos.

Todas las maniobras que el artillero realice en función de su cometido, estarán de acuerdo con las Disposiciones Internas de Seguridad de la explotación, existirá una copia de las mismas siempre depositadas en el centro de trabajo.



#### **2.2.5.2. Transporte interno**

- Las operaciones de carga y descarga de explosivos y accesorios se realizarán de forma cuidadosa y sin golpes.
- No se transportará en el mismo vehículo detonadores y material explosivo.
- En el vehículo sólo se encontrará el personal autorizado y en ningún caso estará permitido fumar.
- La distribución de material explosivo y detonadores en el frente de voladura se realizará en pilas separadas. Los detonadores se mantendrán separados de cualquiera de las pilas de material explosivo.
- En todo momento y hasta el disparo de la voladura se mantendrá custodiado el área de la voladura.

#### **2.2.5.3. Carga de barrenos**

- Se prohíbe el uso de herramientas metálicas que puedan producir chispas en la apertura de envases explosivos.
- No se permitirá fumar.
- Los explosivos destinados para la voladura serán descargados en lugares secos alejados de fuentes de calor, aceites o combustibles.
- Las operaciones de voladura se realizarán con luz suficiente para que no se produzca ningún riesgo originado por falta de visibilidad.

#### **2.2.5.4. Preparación del cebo**

- La preparación y colocación del cebo se realizará de acuerdo con la reglamentación existente.
- Se asegurará el correcto posicionamiento y amarre del detonador o cordón detonante al cartucho cebo.
- La inserción del detonador o cordón detonante en el cartucho se realizará con la herramienta autorizada (madera, latón o aluminio).

- Se prepararán solamente los cartuchos cebos necesarios por voladura.

#### **2.2.5.5. Durante la carga de barrenos**

- Se conocerá el historial de la perforación y la longitud perforada.
- No se cargará barreno alguno recientemente perforado.
- Cuando exista agua en un barreno se agotará con los sistemas de bombeo adecuados y se empleará un explosivo resistente a la misma.
- El cartucho cebo se descenderá con las máximas precauciones para evitar su atranque. En caso de atranque no se intentará perforar la obstrucción o forzar el descenso del cartucho.
- La carga posterior del cartucho cebo se realizará evitando golpear el mismo.
- Cuando se inicie un barreno con cordón detonante éste se cortará a la longitud necesaria. El tramo exterior del cordón se amarrará con seguridad para impedir su caída al interior del barreno.
- La carga del barreno se realizará de acuerdo con las cantidades calculadas y comprobando periódicamente que su posición es la prevista.
- No se cargarán barrenos disparados con anterioridad.
- Todos los procedimientos de carga y conexiones se realizarán de acuerdo con la legislación vigente.
- Todo el explosivo sobrante, una vez finalizada la carga, será devuelto al polvorín o se destruirá, según las normas del fabricante.

#### **2.2.5.6. En el retacado del barreno**

- El retacado se realizará con arena o material inerte.
- El vertido del material se realizará con las máximas precauciones para evitar daños al sistema iniciador.
- Durante el retacado se comprobará el ascenso del material vertido, evitando daños al sistema iniciador.

#### **2.2.5.7. En la preparación de la pega. Riesgos**

- Se deberán tener en cuenta los efectos producidos por: tormentas, electricidad estática, corrientes galvánicas, centros emisiones de radio frecuencia, convertidores estáticos, descargas a tierra de equipos eléctricos, corrientes magnéticas inducidas, efecto corona producido por las líneas de A.T.
- No mezclar detonadores eléctricos en un mismo circuito de diferentes fabricantes ni de diferentes características de homologado y adecuado.
- Los extremos de la línea de tiro y de los hilos del detonador, se mantendrán en cortocircuito hasta que la voladura esté preparada para su disparo.
- En el caso de proximidad o durante la tormenta se paralizarán las operaciones con explosivo o accesorios y se evacuará la zona.
- Los circuitos y conexiones de disparo se mantendrán aislados de tierra hasta que todo esté preparado para el disparo.
- Antes de realizar las conexiones de los terminales de los cables en el circuito de disparo, se verificará su limpieza y una vez conectadas, se procederá adecuadamente.
- La línea general y explosor estarán de acuerdo con el tipo y número de detonadores a utilizar.
- Una vez realizadas las conexiones entre detonadores y con la línea general se realizará la comprobación del circuito desde la línea de disparo, manteniéndose en cortocircuito hasta el momento del disparo.
- Los equipos de comprobación y disparo serán revisados periódicamente por el fabricante.

#### **2.2.5.8. En el disparo**

- Se dispondrá con tiempo suficiente del personal necesario para impedir el acceso de personal.
- Se dispondrá de protecciones adecuadas para el personal y maquinaria.
- Se dispondrá de sistemas de aviso adecuados.
- En el área de la voladura no existirán explosivos o accesorios residuales.
- El disparo de la voladura lo realizará la persona autorizada, una vez recibida la orden del responsable.

- El disparo de la voladura se realizará con luz del día a cielo abierto.

#### **2.2.5.9. Posterior al disparo**

- Nadie accederá al área de la voladura hasta que lo autorice el responsable.
- No se regresará al banco donde se haya realizado la voladura hasta que la visibilidad sea completa y hayan desaparecido el polvo, gases y humos.
- Se desconectará el explosor y se pondrá en cortocircuito con la línea general de tiro.
- Se inspeccionará el frente por el responsable para comprobar los posibles barrenos fallidos.

#### **2.2.5.11. Caso de barrenos fallidos**

- Se mantendrá aislada el área hasta que se eliminen todos los barrenos.
- La inspección se realizará bajo la dirección del responsable de la voladura.

#### **2.2.5.12. Destrucción del explosivo**

La destrucción de los explosivos averiados o sobrantes se realizará de la siguiente manera:

- Destrucción por combustión.- Para proceder a la combustión se preparará una cama alargada de una anchura de 50 a 80 cm de leña fina, matorrales secos, paja, etc. Los cartuchos se extienden en hilera sobre la cama, sin formar montón, evitando además que se caigan de la misma, o estén en contacto con el suelo. Nunca deben quemarse las sustancias explosivas en sus bolsas o cajas de embalaje. En general, debe evitarse el confinamiento de cargas a destruir, ya que éste aumenta el riesgo de explosión. Si el explosivo no es muy combustible (como los pulverulentos de seguridad) o la leña está algo verde o húmeda, debe rociarse el conjunto con gas-oil para favorecer la combustión.

- En un extremo de la cama se colocará una brazada de leña seca o papel donde se iniciará la combustión. Debe tenerse en cuenta que la línea de fuego sea contraria a la dirección del viento, pues de lo contrario se producirá un calentamiento en la zona de explosivos en los que aún no se ha producido la combustión. Iniciado el fuego se retirará el personal a lugar seguro para resguardarse durante el proceso de combustión. Terminada la combustión, se dejará transcurrir, como mínimo, media hora para que se enfríen los restos, y entonces se examinarán detenidamente para comprobar si quedan explosivos sin quemar.
- En el caso de que se hubiera cortado el fuego, se preparará la continuación del mismo, una vez que el obligado enfriamiento del explosivo hubiera terminado, añadiendo gasoil a la leña seca. Los restos definitivos de cualquier quema de explosivos, serán enterrados ya que podrían ser perjudiciales para el ganado.
- En estas operaciones de destrucción de explosivos, no hay que mezclar los cordones detonantes. Para éstos se preparará otra cama donde se colocarán los detonadores a lo largo de la misma, igualmente y por separado se procederá a la destrucción de los detonadores eléctricos sobrantes o averiados.

#### **2.2.6. Protecciones personales**

##### PROTECCIONES DE LA CABEZA:

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.

##### PROTECCIONES DEL CUERPO:

- Monos o buzos de trabajo.
- Impermeables en presencia de humedad.

##### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

#### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:

- Botas impermeables.

### **2.4. Carga y transporte a cielo abierto**

#### **2.3.2. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar consiste en recoger el material de la voladura mediante excavadora o pala cargadora y su carga sobre camión volquete minero. Éste transportará el material desde el frente de explotación hasta la planta de trituración.

#### **2.3.2. Actuaciones previas**

Deberá acotarse, conforme a lo establecido en el Proyecto, el perímetro de la explotación mediante vallado o mediante un cordón de material para evitar el paso de toda persona ajena a la cantera hacia las zonas de circulación habitual de volquetes y palas cargadoras y con el fin de evitar el acceso a zonas de pendientes elevadas o con riesgos de caídas. Además se contará con la señalización adecuada.

#### **2.3.3. Circulación en la explotación**

Durante los trabajos deberá evitarse el acercamiento de personas o vehículos, no directamente involucrados, a la zona de trabajo. El acceso a pie del personal, a ser posible, se realizará utilizando vías distintas a las del paso de vehículos.

En las operaciones de carga de materiales a camiones, si fuera preciso, un auxiliar se encargaría de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y

colisiones con otros vehículos. En caso necesario se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías de circulación.

La circulación rodada se ordenará de acuerdo con la normativa vigente en esta materia.

Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica a la maquinaria, cuando éstos no estén acondicionados especialmente para ello. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos. Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán las precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y se entrecrucen itinerarios.

#### **2.3.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Atropellos o atrapamiento del personal.
- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida dentro de la zona de acción.
- Ausencia de resguardos en los elementos móviles de la maquinaria.

#### **2.3.5. Protecciones personales**

- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, sin objetos innecesarios que puedan estorbar.
- Disponer de barandillas en zonas peligrosas.
- Señalizar adecuadamente la obra.
- Definir zonas de peligrosidad alrededor de las máquinas.

### **2.3.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria**

- Disponer de maquinistas competentes y cualificados.
- Los cables, tambores y grilletes metálicos se deben revisar periódica-mente para advertir si están desgastados.
- Todos los engranajes y demás partes móviles de la maquinaria deben estar resguardados adecuadamente.
- Los escalones y la escalera se habrán de conservar en buenas condicio-nes.
- Ajustar el asiento de la cabina de la maquinaria según las características del maquinista.
- Usar una boquilla de conexión automática para inflar los neumáticos y colocarse detrás de éstos cuando los esté inflando.
- En las máquinas hidráulicas nunca se alterarán los valores de regulación de presión indicados, así como tampoco los precintos de control.
- No tratar de hacer ajustes o reparaciones cuando la máquina esté en movimiento o con el motor funcionando.
- No se permitirá emplear la excavadora como grúa.
- No se utilizará la cuchara para el transporte de materiales.
- Se prohíbe estar en la cabina a otra persona que no sea el maquinista, mientras se está trabajando.
- No bajar de la cabina mientras el embrague general esté engranado.
- No abandonar la máquina cargada.
- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No abandonar la máquina con la cuchara subida.
- Almacenar los trapos aceitosos y otros materiales combustibles en un lugar seguro.
- No se deben almacenar dentro de la cabina, latas de aceite, gasóleo o gasolina de repuesto.
- Se debe colocar un equipo extintor portátil en la máquina, en sitios de fácil acceso. El maquinista debe estar debidamente adiestrado en su uso.



### **2.3.7. Normas de seguridad para la pala cargadora**

- El peso del material cargado en el cucharón no debe superar el límite máximo del peso considerado como seguro para el vehículo.
- Salvo en emergencias, no se empleará el cucharón u otro accesorio para frenar.
- Durante los períodos de parada la cuchara estará apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado y se quitará la llave, el freno de aparcamiento puesto y la batería desconectada.
- Si es preciso realizar reparaciones en la cuchara, se colocarán topes para suprimir caídas imprevistas.

### **2.3.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora**

- Durante la realización de los trabajos, la máquina estará calzada, mediante apoyos que eleven las ruedas del suelo, para evitar desplazamientos y facilitar la inmovilidad del conjunto. Si la rodadura es sobre orugas, estas calzas son innecesarias.
- Si el tren de rodadura lleva neumáticos, todos estarán inflados con la presión adecuada.
- Se evitará elevar o girar el equipo bruscamente o frenar de repente, ya que estas acciones ejercen una sobrecarga en los elementos de la máquina y consiguientemente producen inestabilidad en el conjunto.

### **2.3.9. Carga de material sobre volquetes**

- Para realizar la carga de los camiones se procederá de forma que ningún vehículo estacionado en la zona de espera esté dentro de la zona de peligrosidad.
- Se cargarán los materiales a los camiones, por los lados o por la parte de atrás.
- La cuchara de la excavadora nunca pasará por encima de la cabina.
- Cuando el camión no sea un volquete minero, el conductor abandonará la cabina del camión y se situará fuera de la zona de peligrosidad a menos que la cabina sea reforzada.

- El conductor nunca abandonará la cabina mientras se está realizando la carga.
- El conductor nunca accederá a la caja mientras se realizan las labores de carga.
- La caja será bajada inmediatamente de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento el código de circulación y la señalización de la explotación.
- Las maniobras dentro del recinto de la explotación se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la cantera en caso de necesidad.
- Antes de comenzar la descarga, el vehículo estará debidamente frenado.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar maniobras.

#### **2.3.11. Transporte de material mediante volquetes**

- Se prestará especial atención cuando se sube a la caja del camión, evitando situarse en los bordes.
- Las subidas y bajadas del vehículo se realizarán utilizando las escalerillas, que deberán encontrarse en perfecto estado de conservación.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas de la zona de trabajo se hará con precaución.
- Se instalarán en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, cuando el vertido se realiza en la tolva, ésta dispondrá igualmente de tope de limitación.
- Todo el personal que maneje maquinaria móvil, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

### **2.3.12. Protecciones personales**

#### **PROTECCIONES DE LA CABEZA:**

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.

#### **PROTECCIONES DEL CUERPO:**

- Monos o buzos de trabajo: para todo tipo de trabajos.
- Impermeables en presencia de humedad.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón de sujeción

#### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:**

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

#### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:**

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).
- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.

## **2.4. Movimiento de tierras**

### **2.4.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar consiste en los movimientos de tierra necesarios para los trabajos de construcción de pistas, accesos, preparación de bancos y realización de acometidas y obra civil.

#### **2.4.2. Actuaciones previas**

Deberá acotarse, conforme a lo establecido en el Proyecto de Explotación, el perímetro de la explotación mediante vallados, verjas, cordones de tierra o sistemas similares y señalizarlo convenientemente.

#### **2.4.3. Circulación en la obra**

Durante los trabajos deberá evitarse el acercamiento de personas o vehículos, no directamente involucrados, a la zona de trabajo. El acceso a pie del personal, a ser posible, se realizará utilizando vías distintas a las del paso de vehículos.

La circulación rodada se ordenará de acuerdo con la normativa vigente en esta materia o con las circunstancias particulares recogidas en las DIS.

Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica a la maquinaria, cuando éstos no estén acondicionados especialmente para ello. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos. Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán las precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y se entrecrucen itinerarios.

#### **2.4.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Atropellos o atrapamiento del personal.
- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida dentro de la zona de acción.

- Ausencia de resguardos en los elementos móviles de la maquinaria.

#### **2.4.5. Protecciones personales**

- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, sin objetos innecesarios que puedan estorbar.
- Disponer de barandillas en zonas peligrosas.
- Señalizar adecuadamente la obra.
- Definir zonas de peligrosidad alrededor de las máquinas.

#### **2.4.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria**

- Disponer de maquinistas competentes y cualificados.
- Los cables, tambores y grilletes metálicos se deben revisar periódicamente para advertir si están desgastados.
- Todos los engranajes y demás partes móviles de la maquinaria deben estar resguardados adecuadamente.
- Los escalones y la escalera se habrán de conservar en buenas condiciones.
- Ajustar el asiento de la cabina de la maquinaria según las características del maquinista.
- Usar una boquilla de conexión automática para inflar los neumáticos y colocarse detrás de éstos cuando los esté inflando.
- En las máquinas hidráulicas nunca se alterarán los valores de regulación de presión indicados, así como tampoco los precintos de control.
- No tratar de hacer ajustes o reparaciones cuando la máquina esté en movimiento o con el motor funcionando.
- No se permitirá emplear la excavadora como grúa.
- No se utilizará la cuchara para el transporte de materiales.
- Se prohíbe estar en la cabina a otra persona que no sea el maquinista, mientras se está trabajando.
- No bajar de la cabina mientras el embrague general esté engranado.
- No abandonar la máquina cargada.

- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No abandonar la máquina con la cuchara subida.
- Almacenar los trapos aceitosos y otros materiales combustibles en un lugar seguro.
- No se deben almacenar dentro de la cabina, latas de aceite, gasóleo o gasolina de repuesto.
- Se debe colocar un equipo extintor portátil en la máquina, en sitios de fácil acceso. El maquinista debe estar debidamente adiestrado en su uso.

#### **2.4.7. Normas de seguridad para la pala cargadora**

- El peso del material cargado en el cucharón no debe superar el límite máximo del peso considerado como seguro para el vehículo.
- Salvo en emergencias, no se empleará el cucharón u otro accesorio para frenar.
- Durante los períodos de parada la cuchara estará apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado y se quitará la llave, el freno de aparcamiento puesto y la batería desconectada.
- Si es preciso realizar reparaciones en la cuchara, se colocarán topes para suprimir caídas imprevistas.

#### **2.4.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora**

- Durante la realización de los trabajos, la máquina estará calzada, mediante apoyos que eleven las ruedas del suelo, para evitar desplazamientos y facilitar la inmovilidad del conjunto. Si la rodadura es sobre orugas, estas calzas son innecesarias.
- Si el tren de rodadura lleva neumáticos, todos estarán inflados con la presión adecuada.
- Se evitará elevar o girar el equipo bruscamente o frenar de repente, ya que estas acciones ejercen una sobrecarga en los elementos de la máquina y consiguientemente producen inestabilidad en el conjunto.

#### **2.4.9. Carga de material sobre camiones**

- Para realizar la carga de los camiones se procederá de forma que ningún vehículo estacionado en la zona de espera esté dentro de la zona de peligrosidad.
- Se cargarán los materiales a los camiones, por los lados o por la parte de atrás.
- La cuchara de la excavadora nunca pasará por encima de la cabina.
- Cuando el camión no sea un volquete minero, el conductor abandonará la cabina del camión y se situará fuera de la zona de peligrosidad a menos que la cabina sea reforzada.
- El conductor nunca abandonará la cabina mientras se está realizando la carga.
- El conductor nunca accederá a la caja mientras se realizan las labores de carga.
- La caja será bajada inmediatamente de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas de la zona de trabajo, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de otro operario.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento el código de circulación y la señalización de la obra.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- Antes de comenzar la descarga, el vehículo estará debidamente frenado.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste maniobras.

#### **2.4.11. Transporte de material mediante volquetes**

- Se prestará especial atención cuando se sube a la caja del camión, evitando situarse en los bordes.
- Las subidas y bajadas del vehículo se realizarán utilizando las escalerillas, que deberán encontrarse en perfecto estado de conservación.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

- Al realizar las entradas o salidas de la zona de trabajo se hará con precaución.
- Se instalarán en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos toques de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, cuando el vertido se realiza en la tolva, ésta dispondrá igualmente de tope de limitación.
- Todo el personal que maneje maquinaria móvil, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

#### **2.4.12. Protecciones personales**

##### PROTECCIONES DE LA CABEZA:

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.

##### PROTECCIONES DEL CUERPO:

- Monos o buzos de trabajo: para todo tipo de trabajos.
- Impermeables: para trabajos en presencia de humedad.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón de sujeción

##### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

##### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).
- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.



## **2.6. Realización de pistas y accesos**

### **2.5.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar consiste en el trazado y realización de las pistas y accesos necesarios para que se pueda realizar el transporte del material y el acceso de maquinaria a todos los puntos de la explotación. Se entiende por pista la vía destinada a la circulación de vehículos y/o personal de carácter eventual, para el servicio a un frente de explotación.

### **2.5.2. Actuaciones previas**

Deberá acotarse y/o señalizarse convenientemente, conforme a lo establecido en el Proyecto de Explotación, la zona de ubicación de las nuevas pistas o accesos.

En el diseño de pistas y accesos, deben considerarse los dos aspectos de trazado en planta y perfil, con vistas a garantizar una circulación segura y sin dificultades, en función de los tipos de vehículos que vayan a utilizarlos y la intensidad prevista de circulación.

En su construcción debe tenerse en cuenta la calidad de la superficie de rodadura, así como la estabilidad y posibilidad de frenado de los vehículos que vayan a circular por ellos. Por otra parte, debe proyectarse un perfil transversal adecuado que facilite el desagüe, así como un perfil longitudinal que evite la existencia de badenes.

En cuanto a las demás condiciones en el diseño de pistas y accesos, se deberán ajustar en todo a lo que se indica en la I.T.C. 07.1.03 punto 1.5.

### **2.5.3. Circulación en la zona de las pistas**

Durante los trabajos deberá evitarse el acercamiento de personas o vehículos, no directamente involucrados, a la zona de trabajo. El acceso a pie del personal, a ser posible, se realizará utilizando vías distintas a las del paso de vehículos.

En las operaciones de carga de materiales a camiones, si fuera preciso, un auxiliar se encargaría de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos. En caso necesario se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías de circulación.

La circulación rodada se ordenará de acuerdo con la normativa vigente en esta materia.

Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica a la maquinaria, cuando éstos no estén acondicionados especialmente para ello. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos. Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán las precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y se entrecrucen itinerarios.

#### **2.5.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Atropellos o atrapamiento del personal.
- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida dentro de la zona de acción.
- Ausencia de resguardos en los elementos móviles de la maquinaria.

#### **2.5.5. Medidas generales**

- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, sin objetos innecesarios que puedan estorbar.
- Disponer de barandillas en zonas peligrosas.

- Señalizar adecuadamente la obra.
- Definir zonas de peligrosidad alrededor de las máquinas.

#### **2.5.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria**

- Disponer de maquinistas competentes y cualificados.
- Los cables, tambores y grilletes metálicos se deben revisar periódicamente para advertir si están desgastados.
- Todos los engranajes y demás partes móviles de la maquinaria deben estar resguardados adecuadamente.
- Los escalones y la escalera se habrán de conservar en buenas condiciones.
- Ajustar el asiento de la cabina de la maquinaria según las características del maquinista.
- Usar una boquilla de conexión automática para inflar los neumáticos y colocarse detrás de éstos cuando los esté inflando.
- En las máquinas hidráulicas nunca se alterarán los valores de regulación de presión indicados, así como tampoco los precintos de control.
- No tratar de hacer ajustes o reparaciones cuando la máquina esté en movimiento o con el motor funcionando.
- No se permitirá emplear la excavadora como grúa.
- No se utilizará la cuchara para el transporte de materiales.
- Se prohíbe estar en la cabina a otra persona que no sea el maquinista, mientras se está trabajando.
- No bajar de la cabina mientras el embrague general esté engranado.
- No abandonar la máquina cargada.
- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No abandonar la máquina con la cuchara subida.
- Almacenar los trapos aceitosos y otros materiales combustibles en un lugar seguro.
- No se deben almacenar dentro de la cabina, latas de aceite, gasóleo o gasolina de repuesto.
- Se debe colocar un equipo extintor portátil en la máquina, en sitios de fácil acceso. El maquinista debe estar debidamente adiestrado en su uso.

#### **2.5.7. Normas de seguridad para la pala cargadora**

- El peso del material cargado en el cucharón no debe superar el límite máximo del peso considerado como seguro para el vehículo.
- Salvo en emergencias, no se empleará el cucharón u otro accesorio para frenar.
- Durante los períodos de parada la cuchara estará apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado y se quitará la llave, el freno de aparcamiento puesto y la batería desconectada.
- Si es preciso realizar reparaciones en la cuchara, se colocarán topes para suprimir caídas imprevistas.

#### **2.5.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora**

- Durante la realización de los trabajos, la máquina estará calzada, mediante apoyos que eleven las ruedas del suelo, para evitar desplazamientos y facilitar la inmovilidad del conjunto. Si la rodadura es sobre orugas, estas calzas son innecesarias.
- Si el tren de rodadura lleva neumáticos, todos estarán inflados con la presión adecuada.
- Se evitará elevar o girar el equipo bruscamente o frenar de repente, ya que estas acciones ejercen una sobrecarga en los elementos de la máquina y consiguientemente producen inestabilidad en el conjunto.

#### **2.5.9. Carga de material sobre camiones**

- Para realizar la carga de los camiones se procederá de forma que ningún vehículo estacionado en la zona de espera esté dentro de la zona de peligrosidad.
- Se cargarán los materiales a los camiones, por los lados o por la parte de atrás.
- La cuchara de la excavadora nunca pasará por encima de la cabina.

- Cuando el camión no sea un volquete minero, el conductor abandonará la cabina del camión y se situará fuera de la zona de peligrosidad a menos que la cabina sea reforzada.
- El conductor nunca abandonará la cabina mientras se está realizando la carga.
- El conductor nunca accederá a la caja mientras se realizan las labores de carga.
- La caja será bajada inmediatamente de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento el código de circulación y la señalización de la explotación.
- Las maniobras dentro del recinto de explotación se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la cantera en caso de necesidad.
- Antes de comenzar la descarga, el vehículo estará debidamente frenado.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar maniobras.

#### **2.5.11. Protecciones personales**

##### PROTECCIONES DE LA CABEZA:

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.

##### PROTECCIONES DEL CUERPO:

- Monos o buzos de trabajo: para todo tipo de trabajos.
- Impermeables: para trabajos en presencia de humedad.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón de sujeción

#### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

#### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).
- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.

### **2.6. Relleno de la explotación**

#### **2.6.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar consiste en los movimientos de tierra necesarios para el relleno de la explotación y en su compactación durante la restauración.

#### **2.6.2. Actuaciones previas**

Deberá acotarse, conforme a lo establecido en el Proyecto de Explotación, el perímetro de la explotación mediante vallados, verjas cordones de tierra o sistemas similares y señalizarlo convenientemente.

#### **2.6.3. Circulación en la obra**

Durante los trabajos deberá evitarse el acercamiento de personas o vehículos, no directamente involucrados, a la zona de trabajo. El acceso a pie del personal, a ser posible, se realizará utilizando vías distintas a las del paso de vehículos.

La circulación rodada se ordenará de acuerdo con la normativa vigente en esta materia o con las circunstancias particulares recogidas en las DIS.

Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica a la maquinaria, cuando éstos no estén acondicionados especialmente para ello. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos. Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán las precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y se entrecrucen itinerarios.

#### **2.6.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Atropellos o atrapamiento del personal.
- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida dentro de la zona de acción.
- Ausencia de resguardos en los elementos móviles de la maquinaria.

#### **2.6.5. Protecciones personales**

- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, sin objetos innecesarios que puedan estorbar.
- Disponer de barandillas en zonas peligrosas.
- Señalizar adecuadamente la obra.
- Definir zonas de peligrosidad alrededor de las máquinas.

#### **2.6.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria**

- Disponer de maquinistas competentes y cualificados.

- Los cables, tambores y grilletes metálicos se deben revisar periódicamente para advertir si están desgastados.
- Todos los engranajes y demás partes móviles de la maquinaria deben estar resguardados adecuadamente.
- Los escalones y la escalera se habrán de conservar en buenas condiciones.
- Ajustar el asiento de la cabina de la maquinaria según las características del maquinista.
- Usar una boquilla de conexión automática para inflar los neumáticos y colocarse detrás de éstos cuando los esté inflando.
- En las máquinas hidráulicas nunca se alterarán los valores de regulación de presión indicados, así como tampoco los precintos de control.
- No tratar de hacer ajustes o reparaciones cuando la máquina esté en movimiento o con el motor funcionando.
- No se permitirá emplear la excavadora como grúa.
- No se utilizará la cuchara para el transporte de materiales.
- Se prohíbe estar en la cabina a otra persona que no sea el maquinista, mientras se está trabajando.
- No bajar de la cabina mientras el embrague general esté engranado.
- No abandonar la máquina cargada.
- No abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No abandonar la máquina con la cuchara subida.
- Almacenar los trapos aceitosos y otros materiales combustibles en un lugar seguro.
- No se deben almacenar dentro de la cabina, latas de aceite, gasóleo o gasolina de repuesto.
- Se debe colocar un equipo extintor portátil en la máquina, en sitios de fácil acceso. El maquinista debe estar debidamente adiestrado en su uso.

#### **2.6.7. Normas de seguridad para la pala cargadora**

- El peso del material cargado en el cucharón no debe superar el límite máximo del peso considerado como seguro para el vehículo.
- Salvo en emergencias, no se empleará el cucharón u otro accesorio para frenar.



- Durante los períodos de parada la cuchara estará apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado y se quitará la llave, el freno de aparcamiento puesto y la batería desconectada.
- Si es preciso realizar reparaciones en la cuchara, se colocarán topes para suprimir caídas imprevistas.

#### **2.6.8. Normas de seguridad para la retroexcavadora**

- Durante la realización de los trabajos, la máquina estará calzada, mediante apoyos que eleven las ruedas del suelo, para evitar desplazamientos y facilitar la inmovilidad del conjunto. Si la rodadura es sobre orugas, estas calzas son innecesarias.
- Si el tren de rodadura lleva neumáticos, todos estarán inflados con la presión adecuada.
- Se evitará elevar o girar el equipo bruscamente o frenar de repente, ya que estas acciones ejercen una sobrecarga en los elementos de la máquina y consiguientemente producen inestabilidad en el conjunto.

#### **2.6.9. Transporte de material mediante volquetes**

- Se prestará especial atención cuando se sube a la caja del camión, evitando situarse en los bordes.
- Las subidas y bajadas del vehículo se realizarán utilizando las escalerillas, que deberán encontrarse en perfecto estado de conservación.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas de la zona de trabajo se hará con precaución.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, cuando el vertido se realiza en la tolva, ésta dispondrá igualmente de tope de limitación.

- Todo el personal que maneje maquinaria móvil, será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.

#### **2.6.11. Vertido de material mediante volquetes**

- Se tendrá especial cuidado en los puntos de vertido.
- No está permitida la aglomeración de vehículos.
- La espera para el descargue se realizará a distancia prudencial de los camiones que ha están realizando.
- El bulldozer o la pala de ruedas nunca comenzará la labor de extendido hasta que el vertido esté finalizado, libre de vehículos y personas en la zona de explanación.
- Cuando el camión inicie la maniobra de recule para el descargue, deberá tener visión perfecta del corte de avance de la explanada.
- Nunca se aproximará a una distancia menor de 1,50 metros de los derrames de la explanada y planos de avance de la explanación.
- Las compactaciones o desplazamientos en zonas inclinadas mantendrán el eje longitudinal de la máquina en la misma dirección de la máxima pendiente.
- Nunca se compactará ni desplazarán máquinas por terraplenes en direcciones oblicuas a la línea de máxima pendiente.
- La pendiente máxima de actuación dependerá de la máquina, pero no debe exceder de 30 grados.

#### **2.6.12. Protecciones personales**

##### **PROTECCIONES DE LA CABEZA:**

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.

#### PROTECCIONES DEL CUERPO:

- Monos o buzos de trabajo: para todo tipo de trabajos.
- Impermeables: para trabajos en presencia de humedad.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón de sujeción

#### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

#### PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).
- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.

### **2.7. Planta de tratamiento**

#### **2.7.1. Descripción de los trabajos**

El trabajo a realizar en la planta de tratamiento consiste en la trituración y clasificación del material proveniente del frente de explotación para que cumpla las características técnicas necesarias para su utilización.

#### **2.7.2. Actuaciones previas**

Deberá señalizarse las zonas de tránsito de personal con la planta en funcionamiento. Se deberán colocar carteles de advertencia en las distintas máquinas así como las características principales en el manejo de las mismas y los sistemas de parada y emergencia.

### **2.7.3. Circulación en la planta**

- Se deberá respetar y conocer la señalización de seguridad.
- Extremar las precauciones en las zonas de cruce con vehículos.
- No se permitirá la presencia de personal no autorizado en las zonas de trabajo.
- Si se utiliza vehículos de transporte durante los trayectos internos por la explotación circular a velocidad lenta. Guardar la distancia de seguridad con el personal a pie, máquinas en movimiento o zonas peligrosas.

### **2.7.4. Riesgos más frecuentes**

- Ausencia de protecciones.
- Caídas al mismo nivel (tropezones, pisadas en falso en suelo o en escaleras sucias o resbaladizas).
- Caídas a distinto nivel (cuando se circula por las parrillas elevadas o por las escaleras).
- Contacto eléctrico (por mal estado del cuadro de mandos).
- Caída de objetos en manipulación.
- Atrapamientos (en el momento de la limpieza de las cintas que se puedan poner en funcionamiento).
- Choques o vuelcos.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes, cortes y erosiones (por objetos y herramientas).

### **2.7.5. Protecciones personales**

- Mantener la planta limpia y ordenada, sin objetos innecesarios que puedan estorbar.
- Disponer de barandillas en zonas peligrosas.
- Señalizar adecuadamente la planta.

## **2.7.6. Normas de seguridad aplicables a la maquinaria**

### **2.7.6.1. Durante la puesta en marcha**

- El operador conocerá la secuencia de puesta en marcha de los equipos que componen la instalación.
- Se asegurará, antes de arrancar, que no existe riesgo para las personas.
- No se pondrá en funcionamiento un equipo o sección de la instalación hasta que se tenga la seguridad del buen funcionamiento de los precedentes.

### **2.7.6.2. Durante el funcionamiento**

- Cada operario ocupará y desempeñará las funciones que le hayan sido asignadas.
- El operario de la trituradora primaria, cuidará de la descarga de los volquetes y dará las indicaciones pertinentes.
- Procurará evitar la caída en la tolva de bolos que puedan originar atranques.
- Ningún operario se introducirá en las tolvas de alimentación o máquinas que estén funcionando. No se podrán rebasar las barandillas o protecciones de partes en movimiento.
- No se circulará bajo o sobre cintas transportadoras en movimiento.
- Las labores de limpieza que se realicen con la instalación en marcha solo estarán permitidas fuera de la zona de influencia de elementos en movimiento.
- Las manchas de aceite o grasas en barandillas etc., que puedan provocar deslizamientos se limpiarán de inmediato.

### **2.7.6.3. Medidas para la instalación**

- El operador será conocedor del flujo de materiales de la misma, así como la secuencia establecida para realizar la parada en condiciones seguras.
- La secuencia de parada de la instalación se realizará en la misma dirección que el flujo de materiales.

- Se irán parando los equipos una vez que estén descargados y con la seguridad de que no van a recibir material.
- Durante la secuencia de parada, se tendrá la seguridad de que el equipo está parado antes de hacerlo con los siguientes
- Las condiciones normales de parada no se observarán en caso de emergencia.
- Se pondrá en conocimiento del encargado todas las anomalías.

#### **2.7.6.4. Mantenimiento y servicio**

- Se utilizarán la ropa y elementos de protección personal de acuerdo con la naturaleza de los trabajos a desarrollar.
- Las actividades de mantenimiento y servicio sólo serán realizadas por personal autorizado, debidamente capacitado, con las herramientas adecuadas y según los procedimientos establecidos en los manuales del fabricante.
- Todo el personal conocerá, empleará y respetará la señalización que exista o sea necesario disponer.
- No se efectuarán revisiones, reparaciones, limpieza, etc., con la maquinaria en marcha. Cuando sea necesario, se hará caso de los dispositivos de bloqueo eléctrico y mecánico, colocando en el pulsador de bloqueo una etiqueta con la señalización de NO TOCAR. Es responsabilidad del supervisor o encargado emitir y controlar las autorizaciones de parada y arranque.
- No está permitido portar herramientas en la ropa de trabajo.
- Cuando sea necesario desmontar un elemento se actuará con orden y limpieza, disponiendo de cajas donde colocar las piezas, y evitando tirar al suelo los trapos o algodones de limpieza.
- El montaje o desmontaje de correas de transmisión se realizará con precaución, pues determinados elementos pueden hallarse en tensión.
- En las transmisiones por correa trapezoidal no e intentará nunca hacerlas girar tirando de la correa.
- El levantamiento manual de objetos se realizará consciente del peso y esfuerzo a realizar, de forma segura, esto es, con las rodillas dobladas, la espalda recta, y usando los músculos de las piernas para levantar.
- Cuando se utilice grúa para izar objetos se adoptarán las siguientes precauciones:

- Adecuación de las características y peso de la carga a las de la grúa.
- Amarres sólidos con eslingas de características apropiadas y en perfecto estado.
- El gancho de izado se situará perpendicular a la carga y correctamente centrado.
- La suspensión de la carga se realizará sólo durante el tiempo estrictamente necesario.
- Los movimientos de la carga se realizarán lentamente, sin balanceos y prestando atención a los topes fin de carrera y posibles obstrucciones.
- En la zona de trabajo sólo estará el personal autorizado, fuera del radio de acción de los elementos en movimiento o suspendidos.
- La utilización de equipos de soldadura y corte oxiacetilénico se realizará considerando las recomendaciones siguientes:
  - Se utilizarán los elementos de protección personal apropiados.
  - Las mangueras se hallarán en perfecto estado de conservación sin empalmes y con abrazaderas, nunca con alambres.
  - El equipo dispondrá de válvula antirretroceso.
  - Las botellas estarán alejadas del punto de trabajo al menos tres metros, así como de la acción directa del sol, calor o llamas.
  - El encendido se realizará con chispa, nunca con llama.
  - No se abandonará el equipo dejando el soplete abierto o encendido.
  - Una vez finalizado el trabajo, se cerrarán las válvulas con suavidad, se colocarán los capuchones en las botellas y se recogerán las mangueras evitando dobleces.
  - Cuando se utilice soldadura eléctrica se adoptarán las precauciones siguientes:
    - Utilizar siempre toma de tierra en la pieza a soldar, independiente de la masa.
    - Las tuberías de servicio no se utilizarán como tierra o masa.
    - La toma de corriente se realizará a través de interruptor o clavija, nunca con cables desnudos.
    - Se situará la masa tan próxima como sea posible al punto de soldadura.
  - La pinza portaelectrodos se depositará siempre sobre una superficie aislante, nunca sobre elementos metálicos.
  - Cuando se trabaje en altura se utilizará cinturón de seguridad.
  - En los trabajos a realizar en equipos eléctricos se adoptarán las siguientes precauciones:
    - El operario nunca trabajará en un elemento bajo tensión, y comprobará, siempre de forma positiva y segura, el corte de la misma.

- El trabajo en cualquier elemento eléctrico implica el corte y bloqueo en el cuadro de control, la comprobación mediante el intento de puesta en marcha, y la colocación de una etiqueta con la prohibición de tocar.
- Siempre se utilizarán los elementos de protección personal apropiados, así como herramientas con aislamiento acorde con la tensión existente.
- En los trabajos de transformadores, la secuencia de corte consiste en apertura del lado Baja Tensión y, posteriormente, del lado de Alta. El servicio se restablecerá actuando de forma inversa.
- Cuando sea imprescindible trabajar en elementos con tensión o próximo a instalaciones de Baja Tensión en servicio, se actuará desde lugar aislado, y con herramientas y equipos apropiados.

#### **2.7.7. Protecciones personales**

##### **PROTECCIONES DE LA CABEZA:**

- Cascos de protección.
- Protectores auditivos para trabajos con nivel de ruido elevado.
- Gafas contra impactos.
- Mascarilla.

##### **PROTECCIONES DEL CUERPO:**

- Monos o buzos de trabajo.
- Impermeables en presencia de humedad.

##### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES SUPERIORES:**

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.

##### **PROTECCIONES DE EXTREMIDADES INFERIORES:**

- Calzado de seguridad clase III (puntera y suela metálica).



- Calzado de seguridad clase I (puntera metálica).
- Botas impermeables.

#### **4. Instalaciones adicionales**

##### **3.1. Instalaciones para uso del personal**

La oficina, los servicios de personal y el almacén de repuestos se encuentran situados en módulos prefabricados adaptados a las necesidades específicas del uso al que están destinados, los cuales cuentan con electricidad y agua corriente.

###### **3.1.1. Instalaciones sanitarias**

Para el personal, existe un módulo de servicios con una superficie de 13 m<sup>2</sup>, se dispone de:

- 3 inodoro de tanque bajo
- 3 lavabos con agua fría/caliente
- 3 duchas con agua fría/caliente

En la oficina y en una superficie de 2 m<sup>2</sup>, se dispone de:

- 1 inodoro de tanque bajo
- 1 lavabo con agua fría/caliente

La ventilación de los servicios se realiza a través de huecos de ventanas.

Todos los aparatos sanitarios están instalados en cabinas independientes de medidas reglamentarias.

Para los desagües existe un depósito estanco de recogida de aguas residuales, los residuos serán retirados periódicamente por un Gestor Autorizado.

### **3.1.2. Dotación del vestuario**

Los vestuarios tienen una superficie de 13 m<sup>2</sup>, disponen de una taquilla para cada trabajador, provista de cerradura y asientos

### **3.1.3. Normas generales de conservación y limpieza**

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc., estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En el tablón de anuncios del comedor y en la báscula, se colocará en sitio bien visible, la dirección asistencial de urgencia y teléfonos del mismo.

## **3.2. Instalación contra incendios**

Los medios de extinción serán extintores portátiles del tipo adecuado para cada lugar dónde se sitúen. Asimismo deben tenerse en cuenta otros medios de extinción, tales como el agua, arena, herramientas de uso común (palos, rastrillos, picos, etc.).

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos; de aquí la importancia del orden y la limpieza en todos los tajos. Existirá la adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar, situación del extintor, camino de evacuación, etc.

Todas estas medidas, han sido adoptadas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos, hasta la llegada de los bomberos.

### **3.3. Instalación eléctrica**

#### **3.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.

#### **3.3.2. Normas básicas de seguridad**

- Cualquier parte de la instalación, se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- En las instalaciones de alumbrado, estarán separados circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m. del suelo; las que se puedan alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Se sustituirán de inmediato las mangueras que presentan algún deterioro en la capa aislante de protección.
- Deberá existir un mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros distribuidores, etc.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- No se empleará maquinaria que no esté provista de puesta a tierra, que no disponga de doble aislamiento, o que no venga aprovisionado de transformador de seguridad, según el caso.
- No se sobrecargarán las líneas de alimentación, ni los cuadros de distribución.
- Los armarios de distribución, dispondrán de llave, que permita la accesibilidad a sus órganos, para evitar maniobras peligrosas o imprevistas.

### **3.3.3. Protecciones colectivas**

Existirá una señalización sencilla y clara, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

## **3.4. Instalaciones de combustibles**

### **3.4.1. Descripción de los trabajos**

Los trabajos que se realizarán consisten en el repostaje de combustible por parte de las máquinas de la cantera, así como el llenado de los depósitos y su almacenamiento en las condiciones de seguridad establecidas en el Real Decreto 379/2001. Se deberán tomar las medidas necesarias para detectar la existencia de elementos nocivos y potencialmente explosivos en el ambiente.

### **3.4.2. Riesgos más frecuentes**

- Roturas de los depósitos.
- Deficiencias en las juntas.
- Mal funcionamiento de llaves y válvulas.
- Incorrecto llenado de los depósitos.

### **3.4.3. Normas básicas de seguridad**

- Se deberá tener especial cuidado en el llenado de los depósitos.
- No se podrá fumar ni realizar acciones que puedan suponer la inflamación del combustible en las inmediaciones de los depósitos.
- Se deberán realizar inspecciones visuales en cada repostaje.
- Con la periodicidad que se estime se realizarán inspecciones del suelo para comprobar que no existen fugas.

- Según la legislación vigente se etiquetarán los depósitos indicando la existencia de sustancias inflamables.
- En el repostaje de vehículos el personal estará equipado con los equipos de protección individual necesarios, como guantes de goma, mascarilla en caso de deficiente ventilación y botas de goma.
- La zona situada junto a los depósitos estará dotada de los equipos de extinción de incendios necesarios.

## **5. Herramientas manuales y medios auxiliares**

### **4.1. Herramientas manuales**

En este grupo se incluyen las siguientes: soldadora, taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, rozadora, pala de mano, rastrillos.

#### **4.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

#### **4.1.2. Normas básicas de seguridad**

- Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que maneje estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.

- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe. Si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las condiciones de utilización de las herramientas se ajustarán exactamente a lo indicado por el fabricante en la placa de características o en su defecto a las indicaciones de tensión, intensidad, etc., que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.
- Se verificará el aislamiento y protecciones que recubren a los conductores.
- Las tomas de corriente, prolongadores y conectores se dispondrán de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.
- Sólo se utilizarán lámparas portátiles manuales que estén en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrotécnico para baja tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara serán de material aislante, y el cable flexible de alimentación garantizará el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas portátiles como remachadoras, sierras, etc., llevarán un aislamiento de clase II. Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

#### **4.1.3. Protecciones personales**

- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares.

#### **4.1.4. Protecciones colectivas**

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

#### **4.2. Medios auxiliares**

##### **4.2.1. Descripción de los medios auxiliares**

Los más habituales son las escaleras de mano.

Las escaleras empleadas en la obra serán del tipo de mano y podrán existir dos tipos: metálicas o de madera. Serán empleadas para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo. La distancia entre peldaños será inferior a 30 cm.

##### **4.2.2. Riesgos más frecuentes**

- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas a distinto nivel.
- Riesgo eléctrico
- Riesgo por atrapamientos

##### **4.2.3. Normas básicas de Seguridad**

Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.

El apoyo inferior se realizará sobre superficies horizontales, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento. El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.

Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.

Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 kg o cargas que obliguen al uso de las dos manos. No deberán ser usadas simultáneamente por dos o más trabajadores.

Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que limiten su apertura.

#### **4.2.4. Protecciones personales**

- Zapatos con suela antideslizante
- Portaherramientas a base de cinturón especial de cuero con compartimentos.

#### **4.2.5. Protecciones colectivas**

- Se evitará el paso del personal por debajo de las escaleras.
- Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada.
- Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.
- El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.



- No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 m de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.
- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.

## **6. Organización preventivas**

En cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1997, con respecto a la planificación y organización de la actividad preventiva la explotación deberá contar con una cierta organización preventiva de manera que sea capaz de asegurar los derechos de los trabajadores en esta materia.

## **7. Plan de emergencia**

Como se indica en el R.D.-1389/1997, se deberá disponer de un plan de emergencia para poder actuar en caso de incidente o accidente grave.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud será el encargado de que el plan funcione correctamente y los equipos de emergencia se encuentren en buen estado.

Analizadas las circunstancias habituales de la empresa se considera razonable contemplar las siguientes actuaciones de emergencia:

- Emergencia médica.
- Emergencia de incendio.
- Evacuación del centro de trabajo.
- Accidente de tráfico

Si se produce alguna de estas situaciones y se determina que la gravedad de la situación así lo aconseja, se procederá a utilizar los medios de evacuación y salvamento, coordinados por la persona designada en materia de seguridad y salud en la empresa.

En general se podrá dividir el tipo de accidente dentro de uno de los tipos siguientes:

- Conato de emergencia: accidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección de la explotación.
- Emergencia parcial: accidente que para ser dominado requiere la actuación de equipos especiales de la explotación. Sus efectos se limitan a un sector de la explotación y no afecta a los colindantes ni a terceras personas.
- Emergencia general: accidente que precisa de todos los equipos y medios de protección de la explotación y la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores. Comporta evacuación de personas de determinados sectores.

#### **6.1. Medios de evacuación y salvamento**

Se impartirán cursos de primeros auxilios entre los trabajadores en materia de primeros auxilios.

Como norma general la evacuación de algún herido se realizará siempre bajo el consejo de un especialista en el caso de que la gravedad del accidente así lo indique.

En caso de incidente grave que pueda derivar en daños a las personas o a las máquinas se deberá actuar con serenidad y bajo la supervisión del encargado en materia de emergencia. Para una mejor coordinación de todos los medios se realizarán con periodicidad anual prácticas de evacuación y seguridad.

Las vías de circulación permanecerán siempre en buen estado y libres de obstáculos que impidan un tránsito de vehículos de manera segura. La accesibilidad a todos los puntos de la explotación deberá estar asegurada.

Los equipos de rescate deberán encontrarse siempre en buen estado y listos para una rápida utilización, es decir deberán encontrarse en lugares accesibles. La comprobación de su correcto funcionamiento deberá ser periódica.

Se dispondrá de equipos de primeros auxilios adaptados a la actividad ejercida en todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran. Su señalización deberá ser adecuada y de fácil acceso. Su utilización deberá estar en conocimiento de un número suficiente de trabajadores.

## **6.2. Sistemas de comunicación, alerta y alarma**

Para comunicar de un incidente o un accidente al resto del personal de la explotación se dispondrá de un sistema de comunicación compuesto por sirenas de puesta en marcha y parada de los distintos equipos de la explotación. Además se dispondrá de un sistema de alarma mediante señales luminosas de emergencia en cada uno de los equipos fijos o semifijos.

Todos los trabajadores deberán recibir formación para actuar de forma apropiada en caso de emergencia.

En los lugares dentro de la instalación que dispongan de comunicación telefónica, así como en todos los teléfonos móviles de la empresa deberán figurar los números correspondientes a los equipos de salvamento, urgencia y protección ciudadana correspondientes a la zona.

## **8. Libro de incidencias**

Durante la explotación de la cantera se hará uso del LIBRO DE INCIDENCIAS, extendiéndose en el mismo las hojas por triplicado. En dicho libro se deberá anotar cualquier incidencia que haya surgido en la explotación.

Se deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes, a la autoridad competente, de todos los accidentes mortales y graves que se produzcan y de cualquier situación de peligro grave.

## **9. Actualización del documento de seguridad y salud**

Se deberá efectuar un análisis de los riesgos en cada puesto de trabajo de forma periódica, lo que ayudará a mejorar las disposiciones internas de seguridad de la cantera. La periodicidad con que se realice este estudio se pactará con los trabajadores y quedará reflejada en la Política de Prevención de Riesgos Laborales. Este proceso está dirigido a estimar la magnitud y tipo de riesgos existentes en la explotación. Tomando como base la información obtenida se decidirá las medidas preventivas a adoptar y de qué tipo, así como el establecimiento de las normas básicas de actuación en caso de accidente.

La evaluación de riesgos se debe extender a todos los puestos de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo existentes o previstas y los trabajadores que los ocupen o puedan ocuparlos. La evaluación se deberá repetir en aquellos puestos que se vean afectados por:

- La elección de los equipos de trabajo, introducción de nuevos dispositivos de trabajo o modificación del acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- El cambio de condiciones de trabajo.
- La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

El Documento de Seguridad y Salud se deberá actualizar dando cuenta de las medidas tomadas para evitar tanto la repetición de accidentes como la mejora de las condiciones en aquellos puestos de trabajo en que se hayan advertido deficiencias en las medidas adoptadas.

## **9. Plan de seguridad**

La empresa redactará un Plan de Seguridad para adaptar este Estudio a sus medios, aunque antes de ponerlo en práctica deberá someterlo a la aprobación de la Dirección Facultativa. Una copia del Plan habrá de someterse al Coordinador de Seguridad y Salud, que podrá sugerir alternativas al mismo.

En caso de tener que realizar trabajos no habituales especialmente peligrosos se establecerá un sistema de autorización de trabajo para la ejecución de los que sean peligrosos y para la ejecución de los trabajos normalmente sin peligro pero que puedan ocasionar graves riesgos en el caso de interferir con estas u otras actividades.

La autorización de trabajo deberá expedirla una persona responsable, antes del comienzo de los trabajos, y deberá especificar las condiciones que se habrán de cumplir y las precauciones que se deberán tomar, antes, durante y después de los trabajos.

La cantera dispondrá de sus correspondientes DIS (Disposiciones Internas de Seguridad).

## **10. Pliego de condiciones**

### **10.1. Disposiciones legales de aplicación**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Directiva Marco para Promover la Mejora de la Seguridad y Salud en los Trabajadores. (CEE 89/391).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995).
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento General de Higiene y Seguridad en el Trabajo (capítulo VII, Andamios) O.M. 31-1-1940.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la Industria de la Construcción y Obras Públicas O.M. 20-5-1952 (B.O.E. 15-6-1952).
- Normas para la señalización de Obras de Carretera O.M. 14-3-1960 (B.O.E. 23-3-1960).
- Real Decreto 773/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas sobre seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Reglamento Técnico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Real Decreto 315/1968 de 28 de Noviembre.

- Ordenanza de trabajo en la Construcción, vidrio y cerámica O.M. 28-8-1970 (B.O.E. 5, 7, 8 y 9-9-1970).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (título II Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medios de protección) O.M. 9-3-1971 (B.O.E. 16-3-1971).
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo O.M. 9-3-1971 (B.O.E. 11-3-1971).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión O.M. 31-10-1973.
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (Normas técnicas reglamentarias M.T.) O.M. 17-5-1974 (B.O.E. 29-5-1974).
- Reglamento de aparatos elevadores para obra O.M. 23-5-1977 (B.O.E. 17-6-1977).
- Reglamento de los servicios de prevención, Real Decreto 39/1977 de 17 de Enero.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo, Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 25-10-1997).
- Estatuto de los Trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Ordenanzas de Municipio donde se ejecute la obra.

## **10.2. Condiciones generales**

### **10.2.1. Propiedad**

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Explotación.

La Dirección Facultativa exigirá el cumplimiento de todas las normas y criterios establecidos en el presente documento. Podrá asimismo implantar, durante la realización de la obra, aquellos elementos de seguridad que aun no estando incluidos en el Presupuesto, sean aconsejables para la mejora de las condiciones de seguridad.

#### **10.2.2. Contratista**

El Contratista se obliga al cumplimiento de las directrices contenidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, que contará con la aprobación de la Dirección de la explotación previamente al comienzo de la misma.

La Empresa pondrá a disposición de sus trabajadores todo el material de seguridad necesario a cada puesto de trabajo. Asimismo velará por su buen estado de conservación haciendo las oportunas inspecciones y reposiciones al desgaste natural o accidental de los referidos materiales. La Empresa tendrá la obligación de hacer cumplir a su personal todas las normas dadas en materia de Seguridad, y obligará a utilizar todo el material de seguridad necesario para realizar el trabajo, cubriendo al máximo la integridad física de los trabajadores.

Los medios de protección personal, estarán homologados por un organismo competente y, en el caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados a juicio del Comité de Seguridad y Salud, con el visto bueno de la Dirección Facultativa.

El Contratista cumplirá las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

El Contratista podrá mejorar las previsiones técnicas siempre que éstas supongan un aumento en la seguridad y salud de la explotación y cuenten con la aprobación de la Dirección Facultativa. Toda modificación introducida en el Proyecto de Explotación dará lugar a la confección de un anexo (o modificación) al Plan de Seguridad, el cual deberá ser también presentado a la aprobación de la Dirección Facultativa.

### **10.3. Organización general de la seguridad en la explotación**

#### **10.3.1. Reconocimientos médicos**

Se deberá efectuar un reconocimiento médico a los trabajadores antes de que comiencen a prestar sus servicios en la explotación. Periódicamente se efectuarán reconocimientos médicos a todo el personal.

#### **10.3.2. Botiquín de primeros auxilios**

El contenido de los botiquines se ajustará a lo especificado en el Art. 43-5 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, debiendo estar atendido por persona cualificada que al menos haya seguido un cursillo sobre primeros auxilios.

#### **10.3.3. Comité de seguridad y salud**

La constitución y funciones del Comité se llevarán a efecto según el apartado 2 del Artículo 38 de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales y la Ordenanza General de Seguridad.

#### **10.3.4. Índices de control de accidentes**

Se llevarán en la explotación, calculados con carácter anual, los siguientes índices:

- Índice de incidencia o número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.
- Índice de frecuencia o número de siniestros con baja, acaecidos por cada millón de horas trabajadas.
- Índice de gravedad o número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.
- Duración media de incapacidad o número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.



#### **10.3.5. Partes**

Por cada accidente ocurrido, aunque haya sido sin baja, se rellenará un parte (independientemente y aparte del modelo oficial que se rellene para el envío a los Organismos oficiales) en el que se especificarán los datos del trabajador, día y hora, lesiones sufridas, lugar donde ocurrió, maquinaria, maniobra o acción causantes del accidentes y normas o medidas preventivas a tener para evitar su repetición. Este parte deberá ser confeccionado por el responsable de seguridad de la explotación.

El Coordinador de Seguridad y Salud de la explotación emitirá periódicamente partes de detección de riesgos en los que se indicarán la zona de explotación, los riesgos observados y las medidas de seguridad a implantar (o reparar) para la eliminación del riesgo. Una copia de estos partes será enviada a la Dirección Facultativa y al Contratista.

#### **10.3.6. Libro de incidencias**

El libro de incidencias deberá estar a disposición permanente de la Dirección Facultativa, representantes del Contratista, Coordinador de Seguridad y Salud y los representantes de los trabajadores, los cuales podrán anotar las observancias de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud de la explotación.

En el plazo de 24 horas, el Contratista deberá remitir cada una de las copias de lo anotado a la Inspección de Trabajo, a la Dirección Facultativa y al Comité de Seguridad y Salud del centro de trabajo (o representantes de los trabajadores).

#### **10.4. Formación del personal**

Al comienzo de la explotación se impartirá al personal una formación básica sobre los riesgos inherentes a la explotación en general y, con carácter periódico durante toda la duración del Proyecto, se continuará esta formación con charlas o cursillos, con explicación de los riesgos existentes y normas y medidas preventivas a utilizar.

Se informará a todo el personal en obra sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, explosivos, etc., y se advertirá acerca de las medidas a tomar en cada caso.

#### **10.5. Coordinador de seguridad y salud**

Según el Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención, se designará a uno o varios trabajadores para desarrollar la actividad preventiva. El número de trabajadores y el tiempo de dedicación serán los necesarios para realizar adecuadamente sus funciones preventivas. Los trabajadores designados han de tener la capacidad correspondiente a las funciones a desempeñar.

#### **10.6. Requisitos a cumplir por las instalaciones de higiene sanitarias y locales provisionales de obra**

Los suelos, paredes y techos de aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

Los suelos, paredes y techos de los locales destinados a botiquín, comedor, etc., serán continuos, lisos e impermeables, también enlucidos en tonos claros.

Todos estos locales dispondrán de luz y calefacción y se mantendrán en las debidas condiciones de limpieza.

Los retretes tendrán ventilación al exterior y no comunicarán directamente con vestuarios, comedores, etc.

Todas estas instalaciones se adaptarán, en todo lo referente a dimensiones, dotación y demás características, a lo establecido en la Reglamentación vigente.

#### **10.6.1. Botiquín**

Deberá cumplir lo especificado en el artículo 43 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **10.6.2. Vestuarios**

Deberán cumplir lo especificado en los artículos 39 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **10.6.3. Retretes, lavabos y duchas**

Deberán cumplir lo especificado en los artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **10.6.4. Abastecimiento de agua**

Deberá cumplir lo especificado en el artículo 38 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

### **10.7. Normas técnicas a cumplir por las prendas de protección personal**

Las prendas de protección personal ostentarán las siguientes homologaciones:

- Cascos de seguridad no metálicos: NTR MT-1
- Protectores auditivos: NTR MT-2
- Pantallas de soldadores: NTR MT-3

- Guantes aislantes de la electricidad: NTR MT-4
- Calzado de seguridad: NTR MT-5
- Equipos de protección de vías respiratorias: NTR MT-7 y 8
- Cinturones de seguridad: NTR.MT-13,21y 22
- Gafas de seguridad: NTR MT-16 y 17
- Aislamiento de seguridad en herramientas manuales: NTR MT-26
- Botas impermeables: NTR MT-27

## **10.8. Prevención de riesgos higiénicos**

### **10.8.1. Ruido**

Cuando los Niveles Diarios Equivalente de ruido, o el Nivel de Pico, superen lo establecido en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, se dotará a los operarios de protectores auditivos debidamente homologados y acordes con la frecuencia del ruido a atenuar.

Por encima de los 80 dBA de ruido, se proveerá a los operarios afectados de protectores auditivos.

Por encima de los 85 dBA (de nivel diario equivalente) ó 135 dBA de nivel de pico será obligatorio el uso de protectores auditivos por todo el personal afectado.

### **10.8.2. Polvo**

En la lucha contra el polvo se deberán cumplir los preceptos establecidos en la ITC: 07.1.04 Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Si las medidas de prevención técnica no son suficientes se deberá recurrir a:

- Aislamiento de cabinas de vehículos y puestos de mando de máquinas e instalaciones.

- Separación del personal del foco de producción de polvo, mediante la utilización de mando a distancia.
- Utilización de mascarillas de protección individual, de eficacia comprobada y debidamente autorizadas.

### **10.8.3. Iluminación**

En todos aquellos trabajos realizados al aire libre, de noche o en lugares faltos de luz natural, se dispondrá una adecuada iluminación artificial que cumplirá los mínimos siguientes:

- Lugares de paso: 20 lux
- Lugares de trabajo en los que la distinción de detalles no sea esencial: 50 lux
- Cuando sea necesaria una pequeña distinción de detalles: 100 lux

Asimismo, se asegurará el cumplimiento de todo lo especificado en los artículos 191 de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y 25 de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## **11. Presupuesto económico**

El presupuesto total del presente estudio básico de seguridad y salud para el proyecto de la cantera "Majada Verde" asciende a setenta y nueve mil quinientos trece euros con noventa y cinco céntimos (79.513,95 €), los cuales serán repartidos entre los siete años en que se tiene estimada la duración de la explotación.

A continuación se presenta el presupuesto desglosado, con las mediciones y precios unitarios.

### 11.1. Precios unitarios

| Estudio Básico Seguridad y Salud Proyecto Cantera "Majada Verde" |     |                                                            |          |
|------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|----------|
| CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS                                      |     |                                                            |          |
| CODIGO                                                           | UD  | DESCRIPCION                                                | PRECIO   |
| 001                                                              | ud  | Extintor incluido soporte y colocación                     | 265,40 € |
| 002                                                              | ud  | Botiquín                                                   | 198,95 € |
| 003                                                              | ud  | Reconocimiento médico obligatorio                          | 50,00 €  |
| 004                                                              | hr  | Formación en seguridad y salud en el trabajo               | 24,75 €  |
| 005                                                              | ud  | Material sanitario básico reposición botiquines            | 148,95 € |
| 006                                                              | año | Concierto actividad técnica preventiva, revisión anual DIS | 846,00 € |
| 007                                                              | ud  | Filtro mascarilla antipolvo                                | 0,50 €   |
| 008                                                              | ud  | Protector auditivo tipo orejeras                           | 12,75 €  |
| 009                                                              | ud  | Mascarilla de respiración antipolvo                        | 8,60 €   |
| 010                                                              | ud  | Casco de seguridad homologado                              | 9,00 €   |
| 011                                                              | ud  | Par de guantes de goma finos                               | 2,50 €   |
| 012                                                              | ud  | Par de guantes de cuero                                    | 11,75 €  |
| 013                                                              | ud  | Par de botas impermeables seguridad                        | 28,40 €  |
| 014                                                              | ud  | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo     | 32,05 €  |
| 015                                                              | ud  | Par de botas de seguridad                                  | 35,25 €  |
| 017                                                              | ud  | Impermeable con dispositivo reflectante                    | 40,10 €  |
| 018                                                              | ud  | Gafas anti-polvo y anti-impacto                            | 12,80 €  |
| 019                                                              | ud  | Señal normalizada de tráfico con soporte metálico          | 81,30 €  |
| 020                                                              | ud  | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico           | 8,00 €   |
| 021                                                              | ud  | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico           | 3,50 €   |
| 022                                                              | ud  | Cinturon de seguridad antivibratorio                       | 18,00 €  |
| 023                                                              | ud  | Cinturon de seguridad clase C                              | 24,70 €  |
| 024                                                              | año | Estudio de polvo según ITC2585/2007                        | 980,00 € |
| 025                                                              | año | Estudio de niveles sonoros                                 | 525,00 € |
| 026                                                              | ud  | Alarma acústica sirena                                     | 21,80 €  |
| 027                                                              | ud  | Conos de balizamiento de 1 m de altura                     | 28,20 €  |
| 028                                                              | ud  | Malla balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m  | 27,45 €  |
| 029                                                              | ud  | Cinta de señalización rollo 100 m                          | 3,70 €   |
| 030                                                              | ud  | Protector auditivo tipo tapón plástico                     | 1,25 €   |
| 031                                                              | ud  | Rotativo luminoso                                          | 93,00 €  |

## 11.2. Mediciones

| Estudio Básico Seguridad y Salud Proyecto Cantera "Majada Verde" |    |                                                        |                |    |    |     |         |        |
|------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------|----------------|----|----|-----|---------|--------|
| MEDICIONES                                                       |    |                                                        |                |    |    |     |         |        |
| CODIGO                                                           | UD | DESCRIPCION                                            | COMENTARIO     | Nº | ud | año | Parcial | TOTAL  |
| CAP 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES                                  |    |                                                        |                |    |    |     |         |        |
| 007                                                              | ud | Filtro mascarilla antipolvo                            | Operarios 1ª F | 14 | 12 | 2   | 336     | 876,00 |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 12 | 5   | 540     |        |
| 008                                                              | ud | Protector auditivo tipo orejeras                       | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 009                                                              | ud | Mascarilla de respiración antipolvo                    | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 010                                                              | ud | Casco de seguridad homologado                          | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 011                                                              | ud | Par de guantes de goma finos                           | Operarios 1ª F | 14 | 2  | 2   | 56      | 146,00 |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 2  | 5   | 90      |        |
| 012                                                              | ud | Par de guantes de cuero                                | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 013                                                              | ud | Par de botas impermeables seguridad                    | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 014                                                              | ud | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo | Operarios 1ª F | 14 | 2  | 2   | 56      | 146,00 |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 2  | 5   | 90      |        |
| 015                                                              | ud | Par de botas de seguridad                              | Operarios 1ª F | 14 | 2  | 2   | 56      | 146,00 |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 2  | 5   | 90      |        |
| 017                                                              | ud | Impermeable con dispositivo reflectante                | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 018                                                              | ud | Gafas anti-polvo y anti-impacto                        | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 022                                                              | ud | Cinturón de seguridad antivibratorio                   | Operarios 1ª F | 3  | 1  | 1   | 3       | 5,00   |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 2  | 1  | 1   | 2       |        |
| 023                                                              | ud | Cinturón de seguridad clase C                          | Operarios 1ª F | 4  | 1  | 1   | 4       | 6,00   |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 2  | 1  | 1   | 2       |        |
| 030                                                              | ud | Protector auditivo tipo tapón plástico                 | Operarios 1ª F | 14 | 12 | 2   | 336     | 876,00 |
|                                                                  |    |                                                        | Operarios 2ª F | 9  | 12 | 5   | 540     |        |

| Estudio Básico Seguridad y Salud Proyecto Cantera "Majada Verde" |     |                                                              |                |    |    |     |         |        |
|------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|----------------|----|----|-----|---------|--------|
| MEDICIONES                                                       |     |                                                              |                |    |    |     |         |        |
| CODIGO                                                           | UD  | DESCRIPCION                                                  | COMENTARIO     | Nº | ud | año | Parcial | TOTAL  |
| CAP 2 PROTECCIONES COLECTIVAS                                    |     |                                                              |                |    |    |     |         |        |
| 001                                                              | ud  | Extintor incluido soporte y colocación                       | Equipos        | 8  | 1  | 2   | 16      | 26,00  |
|                                                                  |     |                                                              | Instalaciones  | 5  | 1  | 2   | 10      |        |
| 019                                                              | ud  | Señal normalizada de tráfico con soporte metálico            | Accesos        | 3  | 1  | 1   | 3       | 3,00   |
| 020                                                              | ud  | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico             | Instalaciones  | 10 | 1  | 1   | 10      | 10,00  |
| 021                                                              | ud  | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico             | Equipos        | 8  | 1  | 1   | 8       | 8,00   |
| 026                                                              | ud  | Alarma acústica sirena                                       | Instalaciones  | 1  | 1  | 1   | 1       | 1,00   |
| 027                                                              | ud  | Conos de balizamiento de 1 m de altura                       | Control acceso | 15 | 1  | 1   | 15      | 15,00  |
| 028                                                              | ud  | Malla de balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m | Control acceso | 4  | 1  | 7   | 28      | 28,00  |
| 029                                                              | ud  | Cinta de señalización rollo 100 m                            | Control acceso | 4  | 1  | 7   | 28      | 28,00  |
| 031                                                              | ud  | Rotativo luminoso                                            | Equipos        | 8  | 1  | 1   | 8       | 13,00  |
|                                                                  |     |                                                              | Instalaciones  | 5  | 1  | 1   | 5       |        |
| CAP 3 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS                    |     |                                                              |                |    |    |     |         |        |
| 002                                                              | ud  | Botiquín                                                     | Equipos        | 8  | 1  | 1   | 8       | 13,00  |
|                                                                  |     |                                                              | Instalaciones  | 5  | 1  | 1   | 5       |        |
| 003                                                              | ud  | Reconocimiento médico obligatorio                            | Operarios 1ª F | 14 | 1  | 2   | 28      | 73,00  |
|                                                                  |     |                                                              | Operarios 2ª F | 9  | 1  | 5   | 45      |        |
| 005                                                              | ud  | Material sanitario básico reposición botiquines              | Equipos        | 8  | 1  | 6   | 48      | 78,00  |
|                                                                  |     |                                                              | Instalaciones  | 5  | 1  | 6   | 30      |        |
| CAP 4 SERVICIOS DE PREVENCIÓN                                    |     |                                                              |                |    |    |     |         |        |
| 004                                                              | hr  | Formación en seguridad y salud en el trabajo                 | Operarios 1ª F | 14 | 8  | 2   | 224     | 584,00 |
|                                                                  |     |                                                              | Operarios 2ª F | 9  | 8  | 5   | 360     |        |
| 006                                                              | año | Concierto actividad técnica preventiva, revisión anual DIS   | Informe anual  | 1  | 1  | 7   | 7       | 7,00   |
| 024                                                              | año | Estudio de polvo según ITC2585/2007                          | Informe anual  | 1  | 1  | 7   | 7       | 7,00   |
| 025                                                              | año | Estudio de niveles sonoros                                   | Informe anual  | 1  | 1  | 7   | 7       | 7,00   |



### 11.3. Presupuesto

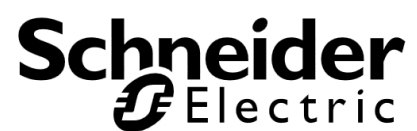
| Estudio Básico Seguridad y Salud Proyecto Cantera "Majada Verde" |    |                                                              |          |          |             |
|------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------|----------|----------|-------------|
| PRESUPUESTO                                                      |    |                                                              |          |          |             |
| CODIGO                                                           | UD | DESCRIPCION                                                  | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE     |
| <b>CAP 1</b>                                                     |    | <b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>                             |          |          |             |
| 7                                                                | ud | Filtro mascarilla antipolvo                                  | 876      | 0,50 €   | 438,00 €    |
| 8                                                                | ud | Protector auditivo tipo orejeras                             | 73       | 12,75 €  | 930,75 €    |
| 9                                                                | ud | Mascarilla de respiración antipolvo                          | 73       | 8,60 €   | 627,80 €    |
| 10                                                               | ud | Casco de seguridad homologado                                | 73       | 9,00 €   | 657,00 €    |
| 11                                                               | ud | Par de guantes de goma finos                                 | 146      | 2,50 €   | 365,00 €    |
| 12                                                               | ud | Par de guantes de cuero                                      | 73       | 11,75 €  | 857,75 €    |
| 13                                                               | ud | Par de botas impermeables seguridad                          | 73       | 28,40 €  | 2.073,20 €  |
| 14                                                               | ud | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo       | 146      | 32,05 €  | 4.679,30 €  |
| 15                                                               | ud | Par de botas de seguridad                                    | 146      | 35,25 €  | 5.146,50 €  |
| 17                                                               | ud | Impermeable con dispositivo reflectante                      | 73       | 40,10 €  | 2.927,30 €  |
| 18                                                               | ud | Gafas anti-polvo y anti-impacto                              | 73       | 12,80 €  | 934,40 €    |
| 22                                                               | ud | Cinturón de seguridad antivibratorio                         | 5        | 18,00 €  | 90,00 €     |
| 23                                                               | ud | Cinturón de seguridad clase C                                | 6        | 24,70 €  | 148,20 €    |
| 30                                                               | ud | Protector auditivo tipo tapón plástico                       | 876      | 1,25 €   | 1.095,00 €  |
| CAP 1                                                            |    | PROTECCIONES INDIVIDUALES                                    |          |          | 20.970,20 € |
| <b>CAP 2</b>                                                     |    | <b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                               |          |          |             |
| 1                                                                | ud | Extintor incluido soporte y colocación                       | 26       | 265,40 € | 6.900,40 €  |
| 19                                                               | ud | Señal normalizada de tráfico con soporte metálico            | 3        | 81,30 €  | 243,90 €    |
| 20                                                               | ud | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico             | 10       | 8,00 €   | 80,00 €     |
| 21                                                               | ud | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico             | 8        | 3,50 €   | 28,00 €     |
| 26                                                               | ud | Alarma acústica sirena                                       | 1        | 21,80 €  | 21,80 €     |
| 27                                                               | ud | Conos de balizamiento de 1 m de altura                       | 15       | 28,20 €  | 423,00 €    |
| 28                                                               | ud | Malla de balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m | 28       | 27,45 €  | 768,60 €    |
| 29                                                               | ud | Cinta de señalización rollo 100 m                            | 28       | 3,70 €   | 103,60 €    |
| 31                                                               | ud | Rotativo luminoso                                            | 13       | 93,00 €  | 1.209,00 €  |
| CAP 2                                                            |    | PROTECCIONES COLECTIVAS                                      |          |          | 9.778,30 €  |

| Estudio Básico Seguridad y Salud Proyecto Cantera "Majada Verde" |     |                                                            |          |          |                    |
|------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|----------|----------|--------------------|
| PRESUPUESTO                                                      |     |                                                            |          |          |                    |
| CODIGO                                                           | UD  | DESCRIPCION                                                | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE            |
| <b>CAP 3</b>                                                     |     | <b>MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>             |          |          |                    |
| 2                                                                | ud  | Botiquín                                                   | 13       | 198,95 € | 2.586,35 €         |
| 3                                                                | ud  | Reconocimiento médico obligatorio                          | 73       | 50,00 €  | 3.650,00 €         |
| 5                                                                | ud  | Material sanitario básico reposición botiquines            | 78       | 148,95 € | 11.618,10 €        |
| CAP 3                                                            |     | MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS                    |          |          | 17.854,45 €        |
| <b>CAP 4</b>                                                     |     | <b>SERVICIOS DE PREVENCIÓN</b>                             |          |          |                    |
| 4                                                                | hr  | Formación en seguridad y salud en el trabajo               | 584      | 24,75 €  | 14.454,00 €        |
| 6                                                                | año | Concierto actividad técnica preventiva, revisión anual DIS | 7        | 846,00 € | 5.922,00 €         |
| 24                                                               | año | Estudio de polvo según ITC2585/2007                        | 7        | 980,00 € | 6.860,00 €         |
| 25                                                               | año | Estudio de niveles sonoros                                 | 7        | 525,00 € | 3.675,00 €         |
| CAP 4                                                            |     | SERVICIOS DE PREVENCIÓN                                    |          |          | 30.911,00 €        |
| <b>TOTAL</b>                                                     |     | <b>ESTUDIO BASICO SEGURIDAD Y SALUD</b>                    |          |          | <b>79.513,95 €</b> |

## ANEXO Nº 4: INFORME DE CALCULO ELECTRICO DE LA INSTALACION

# Informe del cálculo eléctrico de la instalación

Instalacion electrica Majada Verde  
Completo



## 1. Descripción del proyecto

### 1.1. Parámetros generales del proyecto

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Instalación simple              | IEC60364    |
| Cálculo simple                  | TR50480     |
| Norma interruptores automaticos | IEC 60947-2 |
| Frecuencia                      | 50 Hz       |

### 1.2. Parámetros de cálculo del cableado

|            |                     |
|------------|---------------------|
| CSA máxima | 240 mm <sup>2</sup> |
|------------|---------------------|

### 1.3. Listado de cargas

#### 1.3.1. Cargas genéricas

| Nombre            | Sr (kVA) | Pr (kW) | Ir (A) | Cosφ | Nbr | Polaridad | Carga no lineal | THDi 3 (%) |
|-------------------|----------|---------|--------|------|-----|-----------|-----------------|------------|
| Módulo oficinas   | 4,12     | 3,5     | 5,94   | 0,85 | 1   | 3F+ N     | No              | 0          |
| Módulo vestuarios | 4,12     | 3,5     | 5,94   | 0,85 | 1   | 3F+ N     | No              | 0          |

#### 1.3.2. Tomas de corriente

| Nombre                     | Sr (kVA) | Pr (kW) | Ir (A) | Cosφ | Nbr | Polaridad | Carga no lineal | THDi 3 (%) |
|----------------------------|----------|---------|--------|------|-----|-----------|-----------------|------------|
| Toma corriente cinta       | 4,12     | 3,5     | 5,94   | 0,85 | 1   | 3F+ N     | No              | 0          |
| Toma corriente trituradora | 4,12     | 3,5     | 5,94   | 0,85 | 1   | 3F+ N     | No              | 0          |
| Corriente almacén          | 4,12     | 3,5     | 5,94   | 0,85 | 1   | 3F+ N     | No              | 0          |

#### 1.3.3. Distribución de la iluminación

| Nombre                     | Tipo de lámpara        | Lámpara (W) | P Balasto (W) | N.º de lámparas/luminarias | N.º de luminarias |
|----------------------------|------------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------------|
| Torre iluminación exterior | Halógeno incandescente | 1000        | 0             | 1                          | 4                 |

#### 1.3.4. Cargas del motor

| Nombre                    | Sr (kVA) | Pr (kW) | Ir (A) | Cosφ | Nbr | Polaridad | Carga no lineal | THDi 3 (%) |
|---------------------------|----------|---------|--------|------|-----|-----------|-----------------|------------|
| Trituradora Sandvik CJ211 | 1,87     | 1,68    | 2,7    | 0,9  | 1   | 3F        | No              | 0          |
| Criba CVT-1025            | 7,97     | 6,61    | 11,5   | 0,83 | 1   | 3F        | No              | 0          |
| Cinta Trituracion 1ª      | 10,7     | 8,91    | 15,5   | 0,83 | 1   | 3F        | No              | 0          |

## 2. Diseño general de la instalación

### 2.1. Listado de aparamenta

#### 2.1.1. Transformador de MT/BT

| Nombre | N.º | Rango  | Aislamiento    | Sr (kVA) | ukrT (%) | Conexión | U2 (V) | SEA | Rb (mΩ) |
|--------|-----|--------|----------------|----------|----------|----------|--------|-----|---------|
| TRAFO  | 1   | Minera | Aceite mineral | 50       | 4        | WC       | 420    | TT  | 10000   |

#### 2.1.2. Juego de barras y cuadros de BT

| Nombre del cuadro          | Rango             |    | Calibre (A)) |     | IP                     |
|----------------------------|-------------------|----|--------------|-----|------------------------|
| Cuadro General             | Cualquiera        |    | 0,00         |     | Sin definir            |
| Nombre del juego de barras | Nombre del cuadro | Ks | Polaridad    | SEA | Conexión equipotencial |
| WC 8                       | Cuadro General    | 1  | 3F+ N        | TT  | Con                    |

#### 2.1.3. Interruptor automático

| Nombre   | Nbr | Rango - Designación   | Calibre (A) | Polos | Curva de disparo/unidad de control | Bloque diferencial | Clase de bloque diferencial |
|----------|-----|-----------------------|-------------|-------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| QA 10    | 1   | Compact NSX - NSX250F | 250         | 3P3d  | Micrologic 2.2 M                   | Vigi MH            | A                           |
| QA 11    | 1   | GV - GV2ME 14         | 14          | 3P3d  | ME16                               | RH99M              | A                           |
| QA 12    | 1   | GV - GV2ME 18         | 18          | 3P3d  | ME20                               | RH99M              | A                           |
| QA 14    | 1   | iC60 - iC60N 6        | 6           | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 13    | 1   | iC60 - iC60N 6        | 6           | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 15    | 1   | iC60 - iC60N 10       | 10          | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 21    | 1   | iC60 - iC60N 6        | 6           | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 20    | 1   | iC60 - iC60N 6        | 6           | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 22    | 1   | iC60 - iC60N 6        | 6           | 4P4d  | C                                  | Vigi iC60          | A                           |
| QA 43    | 1   | Acti9 C120 - C120N    | 80          | 4P4d  | C                                  | Vigi C120          | A                           |
| QA 43bis | 1   | Acti9 NG125 - NG125N  | 80          | 4P4d  | C                                  | Vigi NG125         | A                           |
| QA 44    | 1   | iC60 - iC60H 40       | 40          | 4P4d  | C                                  |                    |                             |

#### 2.1.4. Programa de cables

| Nombre  | N.º | Entrada | Alimentador                | Tipo      | Aislamiento     | L (m) | L1/L2/L3      | N             | PE/PEN        |
|---------|-----|---------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|---------------|---------------|
| L0 subt | 1   | QA 43   | QA 43bis                   | Multicond | Sin halógeno 90 | 40    | 3x50 Aluminio | 3x50 Aluminio | 3x50 Aluminio |
| L4      | 1   | QA 13   | Módulo vestuarios          | Multicond | Sin halógeno 90 | 30    | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   |
| L5      | 1   | QA 14   | Módulo oficinas            | Multicond | Sin halógeno 90 | 30    | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   |
| L9      | 1   | QA 15   | Torre iluminación exterior | Multicond | Sin halógeno 90 | 20    | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   | 1x2,5 Cobre   |
| L1      | 1   | QA 10   | Trituradora Sandvik CJ211  | Monocond  | Sin halógeno 90 | 20    | 3x25 Cobre    | 3x10 Cobre    | 1x25 Cobre    |

|          |   |       |                            |           |                 |    |             |             |             |
|----------|---|-------|----------------------------|-----------|-----------------|----|-------------|-------------|-------------|
| L2       | 1 | QA 11 | Criba CVT                  | Multicond | Sin halógeno 90 | 15 | 1x4 Cobre   | 1x4 Cobre   | 1x4 Cobre   |
| L0 aerea | 1 | TRAFO | QA 43                      | Monocond  | Sin halógeno 90 | 10 | 1x16 Cobre  | 1x16 Cobre  | 1x16 Cobre  |
| L3       | 1 | QA 12 | Cinta Trituracion 1ª       | Multicond | Sin halógeno 90 | 10 | 1x4 Cobre   | 1x4 Cobre   | 1x4 Cobre   |
| L8       | 1 | QA 22 | Corriente almacén          | Multicond | Sin halógeno 90 | 5  | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre |
| L6       | 1 | QA 20 | Toma corriente trituradora | Multicond | Sin halógeno 90 | 5  | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre |
| L7       | 1 | QA 21 | Toma corriente cinta       | Multicond | Sin halógeno 90 | 5  | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre | 1x2,5 Cobre |

#### 2.1.5. Cable de MT

| Nombre  | Nbr | Designación | CSA (mm²)  | Icc (A) | In (A) | Un (kV) |
|---------|-----|-------------|------------|---------|--------|---------|
| MVWD 43 | 1   | NA          | 1 x 150 Al | 13,3    | 308    | 24      |

#### 2.1.6. Protector de sobretensiones

| Nombre | Alcance | Un(V) | Designación | I <sub>max</sub> (kA) | I <sub>sc</sub> (kA) | Tipo   | Categoría de riesgo |
|--------|---------|-------|-------------|-----------------------|----------------------|--------|---------------------|
| FA 44  | iPRD    | 400   | iPRD40r     | 40                    | 10                   | Type 2 | Media               |

### 3. Notas de cálculo

#### 3.1. Circuitos de la fuente

##### 3.1.1. Circuito Fuente 43

|                                             |                |
|---------------------------------------------|----------------|
| MT alimentación                             | Red Endesa     |
| Potencia de cortocircuito Máx.              | 250 MVA        |
| Potencia de cortocircuito Mín.              | 125 MVA        |
| Cable de MT                                 | MVWD 43        |
| Parámetros                                  |                |
| Longitud                                    | 10 m           |
| Tipo de cable                               | Unipolar       |
| I <sub>b</sub>                              | 2 A            |
| Nb conductor de fase del                    | 1              |
| Sección                                     | 1 x 150 Al mm² |
| Ánima                                       | Aluminio       |
| Resistencia a la corriente de cortocircuito | 13,3 kA        |
| Tensión de asignado                         | 15 kV          |
| Tensión de aislamiento                      | 24 kV          |
| Transformador MT/BT                         | TRAFO          |

|                                                              |                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Gama                                                         | Minera                                                              |
| Tecnología                                                   | Aceite mineral                                                      |
| SrT                                                          | 50 kVA                                                              |
| ukrt                                                         | 4 %                                                                 |
| Tipo de pérdidas                                             | NFC                                                                 |
| Pkrt                                                         | 1350 W                                                              |
| Esquema de puesta a tierra (BT)                              | TT                                                                  |
| Acoplamiento MT                                              | WC                                                                  |
| Acoplamiento BT                                              | yn                                                                  |
| UrT0 BT                                                      | 420V                                                                |
| Ur BT                                                        | 400V                                                                |
| Rb (puesta en tierra del neutro)                             | 10000 m $\square$                                                   |
| Ra (puesta en tierra de las masas)                           | 10000 m $\square$                                                   |
| <b>Cable</b>                                                 | <b>L0 aerea</b>                                                     |
| <b>Parámetros</b>                                            |                                                                     |
| Longitud                                                     | 10 m                                                                |
| longitud máxima                                              | NA                                                                  |
| Modo de colocación                                           | 21                                                                  |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | C                                                                   |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables monoconductores fijados directamente bajo un techo de madera |
| Tipo de cable                                                | Monoconductor                                                       |
| Cdad de circuitos juntos                                     | 0                                                                   |
| suplementarios                                               |                                                                     |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                     |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                               |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                 |
| Ib                                                           | 72 A                                                                |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                  |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                 |
| <b>Factores de corrección</b>                                |                                                                     |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                             |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                   |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                             |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                   |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                              |
| Factor de agrupamiento                                       | 0,95                                                                |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                             |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                   |
| Factor global                                                | 0,864                                                               |
| <b>Fase seleccionada</b>                                     |                                                                     |
| Sección                                                      | 1x16 mm <sup>2</sup>                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                               |
| Iz                                                           | 83 A                                                                |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                   |                                                                     |
| Sección                                                      | 1x16 mm <sup>2</sup>                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                               |
| Iz                                                           | 83 A                                                                |
| <b>PE seleccionado</b>                                       |                                                                     |
| Sección                                                      | 1x16 mm <sup>2</sup>                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                               |



| Corrientes de cortocircuito                 |        |        |        |        |        |             |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |
| Modo de explotación Normal                  |        |        |        |        |        |             |
| (kA)                                        | 1,84   | 1,59   | 1,73   | 1,22   | 1,28   | 0,02 0,00   |
| Resumen para todos los modos de explotación |        |        |        |        |        |             |
| (kA)                                        | 1,84   | 1,59   | 1,73   | 1,22   | 1,28   | 0,02 0,00   |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Protección                               | QA 43                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 72,2 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | Acti9 C120               |
| Designación                              | C120N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 80 A                     |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 80 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 80 A                     |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 680 A                    |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |

| Resultados discriminación              |                                                              |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Previo                                 | Límite discriminación                                        |
| Modo Operativo Normal                  |                                                              |
| NA                                     | Selectividad no calculada: no hay protección BT aguas arriba |
| Designación RCD                        | Vigi C120                                                    |
| Clase                                  | A                                                            |
| I <sub>Δn</sub>                        | 1000 mA                                                      |
| Tiempo de la rotura                    | 0,17 s                                                       |
| t <sub>Δt</sub>                        | 0,14 s                                                       |
| Discriminación                         | NA                                                           |
| Tiempo de descanso normativo requerido | [0,00 ; 1,00] s                                              |
| Normativa sensibilidad requerida       | [0,03 ; 10,84] mA                                            |

| Resultados discriminación                                    |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                    |
| Modo Operativo Normal                                        |                                                                          |
| NA                                                           | Selectividad no calculada                                                |
| Cable                                                        |                                                                          |
| L0 subt                                                      |                                                                          |
| Parámetros                                                   |                                                                          |
| Longitud                                                     | 40 m                                                                     |
| longitud máxima                                              | NA                                                                       |
| Modo de colocación                                           | 31                                                                       |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | E                                                                        |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                           |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                        |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                          |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                    |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                      |
| Ib                                                           | 72 A                                                                     |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                       |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                      |
| Factores de corrección                                       |                                                                          |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                     |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                  |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                        |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                  |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                        |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                   |
| Factor de agrupamiento                                       | 0,82                                                                     |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-20                                                                  |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                        |
| Factor global                                                | 0,746                                                                    |
| Fase seleccionada                                            |                                                                          |
| Sección                                                      | 3x50 mm <sup>2</sup>                                                     |
| Ánima                                                        | Aluminio                                                                 |
| Iz                                                           | 327 A                                                                    |
| Neutro seleccionado                                          |                                                                          |
| Sección                                                      | 3x50 mm <sup>2</sup>                                                     |
| Ánima                                                        | Aliminio                                                                 |
| Iz                                                           | 327 A                                                                    |
| PE seleccionado                                              |                                                                          |
| Sección                                                      | 3x50 mm <sup>2</sup>                                                     |
| Ánima                                                        | Aliminio                                                                 |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |             |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 1,76 | 1,53 | 1,60 | 1,18 | 1,20 | 0,02 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,76 | 1,53 | 1,60 | 1,18 | 1,20 | 0,02 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la  
aparatura bajo la responsabilidad del usuario.

| Protección                               | QA 43bis                 |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 72,2 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | Acti9 NG125              |
| Designación                              | NG125N                   |
| Circuito nominal del interruptor         | 80 A                     |
| Poder de corte                           | 25 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 80 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 80 A                     |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 640 A                    |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |

| Resultados discriminación |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Previo                    | Límite discriminación |

| Modo Operativo Normal |  |
|-----------------------|--|
|-----------------------|--|

QA 43 Sin selectividad  
C120N  
C  
80 A / 4P4d

| Designación RCD     | Vigi NG125 |
|---------------------|------------|
| Clase               | A          |
| I <sub>n</sub>      | 300 mA     |
| Tiempo de la rotura | 0,03 s     |
| t                   | 0 s        |

|                                        |                       |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Discriminación                         | NA                    |
| Tiempo de descanso normativo requerido | [0,00 ; 1,00] s       |
| Normativa sensibilidad requerida       | [0,03 ; 5,45] mA      |
| <b>Resultados discriminación</b>       |                       |
| Previo                                 | Límite discriminación |
| <b>Modo Operativo Normal</b>           |                       |
| Vigi C120 (QA 43)                      | Selectividad total    |

### 3.2. Sobretensiones circuitos de pararrayos

#### 3.2.1. Circuito Limitador de sobretensión 44

|                                          |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Protección</b>                        | <b>QA 44</b>             |
| Ib                                       | NA                       |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60H                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 40 A                     |
| Poder de corte                           | 15 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 40 A                     |
| <b>Ajustes de retardo largos</b>         |                          |
| Ir                                       | 40 A                     |
| Tr                                       | NA                       |
| <b>Ajustes de retardo cortos</b>         |                          |
| corriente Isd                            | 320 A                    |
| Tsd                                      | NA                       |
| <b>Disparo instantáneo</b>               |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |
| <b>Resultados discriminación</b>         |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| <b>Modo Operativo Normal</b>             |                          |
| QA 43bis                                 | 640 A                    |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |

|                                                                                                                                                                                                                              |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Protector de sobre tensiones</b>                                                                                                                                                                                          | <b>FA 44</b> |
| Alcance                                                                                                                                                                                                                      | iPRD         |
| Designación                                                                                                                                                                                                                  | iPRD40r      |
| Un                                                                                                                                                                                                                           | 400 V        |
| Imax                                                                                                                                                                                                                         | 40 kA        |
| Isc                                                                                                                                                                                                                          | 10 kA        |
| Tipo o Clase                                                                                                                                                                                                                 | Type 2       |
| Categoría de riesgo                                                                                                                                                                                                          | Media        |
| Información adicional                                                                                                                                                                                                        |              |
| ADVERTENCIA: Por favor, tome nota de la regla de 50 cm, mientras que a instalación del dispositivo de protección contra sobretensiones. Para obtener más información, por favor consulte la siguiente <a href="#">enlace</a> |              |

### 3.3. Circuitos de carga genérica

#### 3.3.1. Circuito Oficinas

|                                          |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Protección</b>                        | <b>QA 14</b>             |
| Ib                                       | 5,94 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 6 A                      |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 6 A                      |
| <b>Ajustes de retardo largos</b>         |                          |
| Ir                                       | 6 A                      |
| Tr                                       | NA                       |
| <b>Ajustes de retardo cortos</b>         |                          |
| corriente Isd                            | 48 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| <b>Disparo instantáneo</b>               |                          |
| Corriente li                             | OFF                      |
| <b>Resultados discriminación</b>         |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| <b>Modo Operativo Normal</b>             |                          |
| QA 43bis                                 | Selectividad total       |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |

| Designación RCD                        | Vigi iC60             |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Clase                                  | A                     |
| I <sub>n</sub>                         | 500 mA                |
| Tiempo de la rotura                    | 0,03 s                |
| t                                      | 0 s                   |
| Discriminación                         | NA                    |
| Tiempo de descanso normativo requerido | [0,00 ; 0,07] s       |
| Normativa sensibilidad requerida       | [0,00 ; 5,30] mA      |
| Resultados discriminación              |                       |
| Previo                                 | Límite discriminación |

| Modo Operativo Normal |                  |
|-----------------------|------------------|
| Vigi NG125 (QA 43bis) | Sin selectividad |

| Cable                                                                                   | L5                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Parámetros                                                                              |                                                                                         |
| Longitud                                                                                | 30 m                                                                                    |
| longitud máxima                                                                         | NA                                                                                      |
| Modo de colocación                                                                      | 70                                                                                      |
| según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | D1<br>Cables multiconductores en tubos o en conductos de sección no circular enterrados |
| Tipo de cable                                                                           | Multiconductor                                                                          |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                                                 | 0                                                                                       |
| Aislante                                                                                | Sin halógeno 90                                                                         |
| Temperatura sección enterrados                                                          | 20 °C                                                                                   |
| THDI de rango 3 en el neutro                                                            | 0 %                                                                                     |
| I <sub>b</sub>                                                                          | 6 A                                                                                     |
| Limitación de dimensionamiento                                                          | I <sub>z</sub>                                                                          |
| Información de dimensionamiento                                                         | Dimensionada con I <sub>r</sub>                                                         |
| Factores de corrección                                                                  |                                                                                         |
| Factor de temperatura                                                                   | 1                                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                                                          | B-52-15                                                                                 |
| Factor de resistividad térmica del                                                      | 1                                                                                       |
| Referencia de tabla estándar                                                            | B-52-16                                                                                 |
| Factor de neutro cargado                                                                | 1                                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                                                          | E-52-1                                                                                  |
| Factor de agrupamiento                                                                  | 1                                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                                                          | B-52-19                                                                                 |
| Usuario factor de corrección                                                            | 1                                                                                       |
| Factor global                                                                           | 1                                                                                       |

| Fase seleccionada |           |
|-------------------|-----------|
| Sección           | 1x2,5 mm² |
| Ánima             | Cobre     |
| Iz                | 28 A      |

| Neutro seleccionado |                       |
|---------------------|-----------------------|
| Sección             | 1x2,5 mm <sup>2</sup> |
| Ánima               | Cobre                 |
| Iz                  | 28 A                  |
| PE seleccionado     |                       |
| Sección             | 1x2,5 mm <sup>2</sup> |
| Ánima               | Cobre                 |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |     |         |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| Ik3max                      | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief | Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 0,74 | 0,64 | 0,44 | 0,45 | 0,30 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 0,74 | 0,64 | 0,44 | 0,45 | 0,30 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                       | Módulo oficinas |
|-----------------------------|-----------------|
| U                           | 400 V           |
| S                           | 4,12 kVA        |
| P                           | 3,5 kW          |
| I                           | 5,94 A          |
| cosφ                        | 0,85            |
| Polaridad                   | 3F+ N           |
| Fase(s) de alimentación     |                 |
| Número de circuitos         | 1               |
| Ku (Normal)                 | 1               |
| Generador de armónicos      | No              |
| THDI3                       | 0               |
| Sensibilidad a sobretensión | No              |

| Corrientes de empleo |     |     |    |
|----------------------|-----|-----|----|
| IL1                  | IL2 | IL3 | IN |

| Modo de explotación Normal |       |       |         |
|----------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                        | 5,943 | 5,943 | 5,943 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |         |
|---------------------------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                                         | 5,943 | 5,943 | 5,943 0 |

| Caídas de tensión       |          |
|-------------------------|----------|
| Acumuladas aguas arriba | Circuito |

| Modo de operación Normal |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 1,343 | 0,625 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 1,545 | 0,722 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 1,539 | 0,722 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 1,545 | 0,722 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 1,343 | 0,625 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 1,333 | 0,625 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 1,333 | 0,625 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |
|---------------------------------------------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       | 1,343 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     | 1,545 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     | 1,539 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)                     | 1,545 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)                      | 1,343 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)                      | 1,333 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)                      | 1,333 |

### 3.3.2. Circuito Vestuarios

| Protección                               | QA 13                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 5,94 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 6 A                      |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 6 A                      |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 6 A                      |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 48 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |

| Resultados discriminación |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Previo                    | Límite discriminación |

| Modo Operativo Normal |                    |
|-----------------------|--------------------|
| QA 43bis              | Selectividad total |
| NG125N                |                    |
| C                     |                    |
| 80 A / 4P4d           |                    |

| Designación RCD     | Vigi iC60 |
|---------------------|-----------|
| Clase               | A         |
| I <sub>Δn</sub>     | 500 mA    |
| Tiempo de la rotura | 0,03 s    |
| t                   | 0 s       |
| Discriminación      | NA        |



|                                                                                                            |                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tiempo de descanso normativo requerido                                                                     | [0,00 ; 0,07] s                                                                               |
| Normativa sensibilidad requerida                                                                           | [0,00 ; 5,30] mA                                                                              |
| <b>Resultados discriminación</b>                                                                           |                                                                                               |
| Previo                                                                                                     | Límite discriminación                                                                         |
| <b>Modo Operativo Normal</b>                                                                               |                                                                                               |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                                                                      | Sin selectividad                                                                              |
| <b>Cable</b>                                                                                               | <b>L4</b>                                                                                     |
| <b>Parámetros</b>                                                                                          |                                                                                               |
| Longitud                                                                                                   | 30 m                                                                                          |
| longitud máxima                                                                                            | NA                                                                                            |
| Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | 70<br>D1<br>Cables multiconductores en tubos o en conductos de sección no circular enterrados |
| Tipo de cable                                                                                              | Multiconductor                                                                                |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                                                                    | 0                                                                                             |
| Aislante                                                                                                   | Sin halógeno 90                                                                               |
| Temperatura sección enterrados                                                                             | 20 °C                                                                                         |
| THDI de rango 3 en el neutro                                                                               | 0 %                                                                                           |
| Ib                                                                                                         | 6 A                                                                                           |
| Limitación de dimensionamiento                                                                             | Iz                                                                                            |
| Información de dimensionamiento                                                                            | Dimensionada con Ir                                                                           |
| <b>Factores de corrección</b>                                                                              |                                                                                               |
| Factor de temperatura                                                                                      | 1                                                                                             |
| Cuadro de referencia normativa                                                                             | B-52-15                                                                                       |
| Factor de resistividad térmica del                                                                         | 1                                                                                             |
| Referencia de tabla estándar                                                                               | B-52-16                                                                                       |
| Factor de neutro cargado                                                                                   | 1                                                                                             |
| Cuadro de referencia normativa                                                                             | E-52-1                                                                                        |
| Factor de agrupamiento                                                                                     | 1                                                                                             |
| Cuadro de referencia normativa                                                                             | B-52-19                                                                                       |
| Usuario factor de corrección                                                                               | 1                                                                                             |
| Factor global                                                                                              | 1                                                                                             |
| <b>Fase seleccionada</b>                                                                                   |                                                                                               |
| Sección                                                                                                    | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                         |
| Ánima                                                                                                      | Cobre                                                                                         |
| Iz                                                                                                         | 28 A                                                                                          |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                                                                 |                                                                                               |
| Sección                                                                                                    | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                         |
| Ánima                                                                                                      | Cobre                                                                                         |
| Iz                                                                                                         | 28 A                                                                                          |
| <b>PE seleccionado</b>                                                                                     |                                                                                               |
| Sección                                                                                                    | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                         |
| Ánima                                                                                                      | Cobre                                                                                         |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |             |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 0,74 | 0,64 | 0,44 | 0,45 | 0,30 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 0,74 | 0,64 | 0,44 | 0,45 | 0,30 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la  
apararmenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                       | Módulo vestuarios |
|-----------------------------|-------------------|
| U                           | 400 V             |
| S                           | 4,12 kVA          |
| P                           | 3,5 kW            |
| I                           | 5,94 A            |
| cosφ                        | 0,85              |
| Polaridad                   | 3F+ N             |
| Fase(s) de alimentación     |                   |
| Número de circuitos         | 1                 |
| Ku (Normal)                 | 1                 |
| Generador de armónicos      | No                |
| THDI3                       | 0                 |
| Sensibilidad a sobretensión | No                |
| Corrientes de empleo        |                   |
|                             | IL1 IL2 IL3 IN    |

| Modo de explotación Normal |       |       |       |   |
|----------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                        | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |       |   |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                                         | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Caídas de tensión       |          |
|-------------------------|----------|
| Acumuladas aguas arriba | Circuito |

| Modo de operación Normal |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 1,343 | 0,625 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 1,545 | 0,722 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 1,539 | 0,722 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 1,545 | 0,722 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 1,343 | 0,625 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 1,333 | 0,625 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 1,333 | 0,625 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |  |
|---------------------------------------------|-------|--|
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       | 1,343 |  |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     | 1,545 |  |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     | 1,539 |  |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)                     | 1,545 |  |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)                      | 1,343 |  |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)                      | 1,333 |  |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)                      | 1,333 |  |

### 3.4. Circuitos de carga de la iluminación

#### 3.4.1. Circuito torre iluminación

| Protección                               | QA 15                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 8,66 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 10 A                     |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 10 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 10 A                     |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 80 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente li                             | OFF                      |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |
| QA 43bis                                 | 1400 A                   |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |
| Designación RCD                          | Vigi iC60                |
| Clase                                    | A                        |
| I <sub>n</sub>                           | 1000 mA                  |
| Tiempo de la rotura                      | 0,17 s                   |
| t                                        | 0,14 s                   |
| Discriminación                           | NA                       |
| Tiempo de descanso normativo requerido   | [0,00 ; 1,00] s          |
| Normativa sensibilidad requerida         | [0,03 ; 5,35] mA         |

| Resultados discriminación                                    |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                   |
| Modo Operativo Normal                                        |                                                                         |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                        | Sin selectividad                                                        |
| Cable                                                        | L9                                                                      |
| Parámetros                                                   |                                                                         |
| Longitud                                                     | 20 m                                                                    |
| longitud máxima                                              | NA                                                                      |
| Modo de colocación                                           | 35                                                                      |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | E                                                                       |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores suspendidos de un cable fiador o autosoportados |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                          |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                       |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                         |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                   |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                     |
| Ib                                                           | 9 A                                                                     |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                      |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                     |
| Factores de corrección                                       |                                                                         |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                 |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                       |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                 |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                  |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                                 |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                       |
| Factor global                                                | 0,91                                                                    |
| Fase seleccionada                                            |                                                                         |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                   |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                   |
| Iz                                                           | 29,1 A                                                                  |
| Neutro seleccionado                                          |                                                                         |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                   |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                   |
| Iz                                                           | 29,1 A                                                                  |
| PE seleccionado                                              |                                                                         |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                   |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                   |

| Corrientes de cortocircuito                 |        |        |        |        |        |             |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |
| Modo de explotación Normal                  |        |        |        |        |        |             |
| (kA)                                        | 0,93   | 0,81   | 0,59   | 0,58   | 0,41   | 0,01 0,00   |
| Resumen para todos los modos de explotación |        |        |        |        |        |             |
| (kA)                                        | 0,93   | 0,81   | 0,59   | 0,58   | 0,41   | 0,01 0,00   |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la  
apararmenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                               | Torre iluminación exterior |
|-------------------------------------|----------------------------|
| U                                   | 400 V                      |
| S                                   | 6 kVA                      |
| P                                   | 4 kW                       |
| I                                   | 8,66 A                     |
| cosφ                                | 1                          |
| Ku (Normal)                         | 1                          |
| Número de circuitos                 | 1                          |
| Polaridad                           | 3F+ N                      |
| Fase(s) de alimentación             |                            |
| Tipo de luminarias                  | Halógeno incandescente     |
| Cantidad de luminarias              | 4                          |
| Cantidad de lámparas/<br>luminarias | 1                          |
| Potencia lámpara                    | 1000 W                     |
| Potencia del balasto                | 0 W                        |
| Ia (corriente de alumbrado)         | 8,66 A                     |
| Generador de armónicos              | No                         |
| THDI de rango 3 generado            | 0 %                        |
| Sensibilidad a sobretensión         | No                         |

| Corrientes de empleo                        |       |       |            |
|---------------------------------------------|-------|-------|------------|
|                                             | IL1   | IL2   | IL3 IN     |
| Modo de explotación Normal                  |       |       |            |
| (A)                                         | 8,660 | 4,330 | 4,330 4,33 |
| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |            |
| (A)                                         | 8,660 | 4,330 | 4,330 4,33 |

| Caídas de tensión        |                         |          |
|--------------------------|-------------------------|----------|
|                          | Acumuladas aguas arriba | Circuito |
| Modo de operación Normal |                         |          |
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 1,428                   | 0,711    |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 1,438                   | 0,616    |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 1,227                   | 0,410    |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 1,438                   | 0,616    |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 1,784                   | 1,066    |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 1,418                   | 0,711    |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 1,418                   | 0,711    |

#### Resumen para todos los modos de explotación

|                        |       |
|------------------------|-------|
| $\square U_{3L}$ (%)   | 1,428 |
| $\square U_{L1L2}$ (%) | 1,438 |
| $\square U_{L2L3}$ (%) | 1,227 |
| $\square U_{L3L1}$ (%) | 1,438 |
| $\square U_{L1N}$ (%)  | 1,784 |
| $\square U_{L2N}$ (%)  | 1,418 |
| $\square U_{L3N}$ (%)  | 1,418 |

### 3.5. Circuitos de carga de las tomas de corriente

#### 3.5.1. Circuito toma auxiliar cinta

| Protección                               | QA 21                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 5,94 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 6 A                      |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 6 A                      |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 6 A                      |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 48 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |

#### Modo Operativo Normal

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| QA 43bis    | Selectividad total |
| NG125N      |                    |
| C           |                    |
| 80 A / 4P4d |                    |

|                                                              |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Designación RCD</b>                                       | <b>Vigi iC60</b>                                                                                                                     |
| Clase                                                        | A                                                                                                                                    |
| I <sub>n</sub>                                               | 30 mA                                                                                                                                |
| Tiempo de la rotura                                          | 0,03 s                                                                                                                               |
| t                                                            | 0 s                                                                                                                                  |
| Discriminación                                               | NA                                                                                                                                   |
| Tiempo de descanso normativo requerido                       | [0,00 ; 0,04] s                                                                                                                      |
| Normativa sensibilidad requerida                             | [0,01 ; 0,03] mA                                                                                                                     |
| <b>Resultados discriminación</b>                             |                                                                                                                                      |
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                                                                                |
| <b>Modo Operativo Normal</b>                                 |                                                                                                                                      |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                        | Sin selectividad                                                                                                                     |
| <b>Cable</b>                                                 | <b>L7</b>                                                                                                                            |
| <b>Parámetros</b>                                            |                                                                                                                                      |
| Longitud                                                     | 5 m                                                                                                                                  |
| longitud máxima                                              | NA                                                                                                                                   |
| Modo de colocación                                           | 5                                                                                                                                    |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | B2                                                                                                                                   |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared de madera separados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                                                                                       |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                                                                                    |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                                                                                      |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                                                                                |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                                                                                  |
| I <sub>b</sub>                                               | 6 A                                                                                                                                  |
| Limitación de dimensionamiento                               | I <sub>z</sub>                                                                                                                       |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con I <sub>r</sub>                                                                                                      |
| <b>Factores de corrección</b>                                |                                                                                                                                      |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                                                                              |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                                                                                    |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                                                                              |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                                                                               |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                                                                                              |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                                                                                    |
| Factor global                                                | 0,91                                                                                                                                 |
| <b>Fase seleccionada</b>                                     |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |
| I <sub>z</sub>                                               | 23,7 A                                                                                                                               |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                   |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Iz              | 23,7 A                |
| PE seleccionado |                       |
| Sección         | 1x2,5 mm <sup>2</sup> |
| Ánima           | Cobre                 |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |     |         |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| Ik3max                      | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief | Ief2min |

| Modo de explotación Normal                  |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |
| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
| (kA)                                        | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                       | Toma corriente cinta |
|-----------------------------|----------------------|
| U                           | 400 V                |
| S                           | 4,12 kVA             |
| P                           | 3,5 kW               |
| I                           | 5,94 A               |
| cosφ                        | 0,85                 |
| Polaridad                   | 3F+ N                |
| Fase(s) de alimentación     |                      |
| Número de circuitos         | 1                    |
| Ku (Normal)                 | 1                    |
| Generador de armónicos      | No                   |
| THDI3                       | 0                    |
| Sensibilidad a sobretensión | No                   |
| Corrientes de empleo        |                      |
| IL1                         | IL2 IL3 IN           |

| Modo de explotación Normal |       |       |       |   |
|----------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                        | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |       |   |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                                         | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Caídas de tensión       |          |
|-------------------------|----------|
| Acumuladas aguas arriba | Circuito |

| Modo de operación Normal |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 0,937 | 0,120 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |
|---------------------------------------------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       | 0,822 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     | 0,943 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     | 0,937 |



|                        |       |
|------------------------|-------|
| $\square U_{L3L1}$ (%) | 0,943 |
| $\square U_{L1N}$ (%)  | 0,822 |
| $\square U_{L2N}$ (%)  | 0,812 |
| $\square U_{L3N}$ (%)  | 0,812 |

### 3.5.2. Circuito toma auxiliar trituradora

| Protección                               | QA 20                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 5,94 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 6 A                      |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 6 A                      |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 6 A                      |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 48 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |
| QA 43bis                                 | Selectividad total       |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |
| Designación RCD                          | Vigi iC60                |
| Clase                                    | A                        |
| $I_{\square n}$                          | 30 mA                    |
| Tiempo de la rotura                      | 0,03 s                   |
| $\square t$                              | 0 s                      |
| Discriminación                           | NA                       |
| Tiempo de descanso normativo requerido   | [0,00 ; 0,04] s          |
| Normativa sensibilidad requerida         | [0,01 ; 0,03] mA         |

| Resultados discriminación                                    |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                                                                                |
| Modo Operativo Normal                                        |                                                                                                                                      |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                        | Sin selectividad                                                                                                                     |
| Cable                                                        | L6                                                                                                                                   |
| Parámetros                                                   |                                                                                                                                      |
| Longitud                                                     | 5 m                                                                                                                                  |
| longitud máxima                                              | NA                                                                                                                                   |
| Modo de colocación                                           | 5                                                                                                                                    |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | B2                                                                                                                                   |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared de madera separados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                                                                                       |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                                                                                    |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                                                                                      |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                                                                                |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                                                                                  |
| Ib                                                           | 6 A                                                                                                                                  |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                                                                                   |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                                                                                  |
| Factores de corrección                                       |                                                                                                                                      |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                                                                              |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                                                                                    |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                                                                              |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                                                                               |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                                                                                              |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                                                                                    |
| Factor global                                                | 0,91                                                                                                                                 |
| Fase seleccionada                                            |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |
| Iz                                                           | 23,7 A                                                                                                                               |
| Neutro seleccionado                                          |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |
| Iz                                                           | 23,7 A                                                                                                                               |
| PE seleccionado                                              |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                                                                                |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |             |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                       | Toma corriente trituradora |
|-----------------------------|----------------------------|
| U                           | 400 V                      |
| S                           | 4,12 kVA                   |
| P                           | 3,5 kW                     |
| I                           | 5,94 A                     |
| cosφ                        | 0,85                       |
| Polaridad                   | 3F+ N                      |
| Fase(s) de alimentación     |                            |
| Número de circuitos         | 1                          |
| Ku (Normal)                 | 1                          |
| Generador de armónicos      | No                         |
| THDI3                       | 0                          |
| Sensibilidad a sobretensión | No                         |

| Corrientes de empleo |     |     |        |
|----------------------|-----|-----|--------|
|                      | IL1 | IL2 | IL3 IN |

| Modo de explotación Normal |       |       |         |
|----------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                        | 5,943 | 5,943 | 5,943 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |         |
|---------------------------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                                         | 5,943 | 5,943 | 5,943 0 |

| Caídas de tensión |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
|                   | Acumuladas aguas arriba Circuito |

| Modo de operación Normal |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 0,937 | 0,120 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |
|---------------------------------------------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       | 0,822 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     | 0,943 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     | 0,937 |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| $\square U_{L3L1}$ (%) | 0,943 |
| $\square U_{L1N}$ (%)  | 0,822 |
| $\square U_{L2N}$ (%)  | 0,812 |
| $\square U_{L3N}$ (%)  | 0,812 |

### 3.5.3. Circuito toma corriente almacén

| Protección                               | QA 22                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | 5,94 A                   |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | iC60                     |
| Designación                              | iC60N                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 6 A                      |
| Poder de corte                           | 10 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 4P4d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | C                        |
| Trip calificación unidad                 | 6 A                      |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 6 A                      |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 48 A                     |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente Ii                             | OFF                      |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |
| QA 43bis                                 | Selectividad total       |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |
| Designación RCD                          | Vigi iC60                |
| Clase                                    | A                        |
| $I_{\Delta n}$                           | 30 mA                    |
| Tiempo de la rotura                      | 0,03 s                   |
| $\Delta t$                               | 0 s                      |
| Discriminación                           | NA                       |
| Tiempo de descanso normativo requerido   | [0,00 ; 0,04] s          |
| Normativa sensibilidad requerida         | [0,01 ; 0,03] mA         |

| Resultados discriminación                                    |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                             |
| Modo Operativo Normal                                        |                                                                                   |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                        | Sin selectividad                                                                  |
| <b>Cable</b>                                                 | <b>L8</b>                                                                         |
| <b>Parámetros</b>                                            |                                                                                   |
| Longitud                                                     | 5 m                                                                               |
| longitud máxima                                              | NA                                                                                |
| Modo de colocación                                           | 70                                                                                |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | D1                                                                                |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en tubos o en conductos de sección no circular enterrados |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                                    |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                                 |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                                   |
| Temperatura sección enterrados                               | 20 °C                                                                             |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                               |
| Ib                                                           | 6 A                                                                               |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                                |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                               |
| <b>Factores de corrección</b>                                |                                                                                   |
| Factor de temperatura                                        | 1                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-15                                                                           |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                                 |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                           |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                            |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-19                                                                           |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                                 |
| Factor global                                                | 1                                                                                 |
| <b>Fase seleccionada</b>                                     |                                                                                   |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                             |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                             |
| Iz                                                           | 28 A                                                                              |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                   |                                                                                   |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                             |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                             |
| Iz                                                           | 28 A                                                                              |
| <b>PE seleccionado</b>                                       |                                                                                   |
| Sección                                                      | 1x2,5 mm <sup>2</sup>                                                             |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                             |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |             |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,47 | 1,27 | 1,15 | 0,95 | 0,83 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la  
apararmenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Carga                       | Corriente almacén |
|-----------------------------|-------------------|
| U                           | 400 V             |
| S                           | 4,12 kVA          |
| P                           | 3,5 kW            |
| I                           | 5,94 A            |
| cosφ                        | 0,85              |
| Polaridad                   | 3F+ N             |
| Fase(s) de alimentación     |                   |
| Número de circuitos         | 1                 |
| Ku (Normal)                 | 1                 |
| Generador de armónicos      | No                |
| THDI3                       | 0                 |
| Sensibilidad a sobretensión | No                |
| Corrientes de empleo        |                   |
| IL1                         | IL2 IL3 IN        |

| Modo de explotación Normal |       |       |       |   |
|----------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                        | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |       |   |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|---|
| (A)                                         | 5,943 | 5,943 | 5,943 | 0 |

| Caídas de tensión       |          |
|-------------------------|----------|
| Acumuladas aguas arriba | Circuito |

| Modo de operación Normal |       |       |
|--------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)    | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)  | 0,937 | 0,120 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)  | 0,943 | 0,120 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)   | 0,822 | 0,104 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)   | 0,812 | 0,104 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |  |
|---------------------------------------------|-------|--|
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       | 0,822 |  |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     | 0,943 |  |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     | 0,937 |  |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)                     | 0,943 |  |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)                      | 0,822 |  |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)                      | 0,812 |  |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)                      | 0,812 |  |

### 3.6. Conjunto del regulador de arranque

#### 3.6.1. Circuito Trituradora

| Protección                               | QA 10                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | NA                       |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | Compact NSX              |
| Designación                              | NSX250F                  |
| Circuito nominal del interruptor         | 250 A                    |
| Poder de corte                           | 36 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 3P3d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | Micrologic 2.2 M         |
| Trip calificación unidad                 | 25 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 12 A                     |
| Tr                                       | 5 s                      |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 156 A                    |
| Tsd                                      | 0,03 s                   |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente li                             | 425 A                    |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |
| QA 43bis                                 | 640 A                    |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |
| Designación RCD                          | Vigi MH                  |
| Clase                                    | A                        |
| I <sub>Δn</sub>                          | 30 mA                    |
| Tiempo de la rotura                      | 0,04 s                   |
| t <sub>Δt</sub>                          | 0 s                      |
| Discriminación                           | NA                       |
| Tiempo de descanso normativo requerido   | [0,00 ; 0,07] s          |
| Normativa sensibilidad requerida         | [0,00 ; 5,45] mA         |

| Resultados discriminación                                    |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Previo                                                       | Límite discriminación                                                   |
| Modo Operativo Normal                                        |                                                                         |
| Vigi NG125 (QA 43bis)                                        | Sin selectividad                                                        |
| Contactor                                                    |                                                                         |
| Designación                                                  | LC3D115                                                                 |
| Tipo de coordinación                                         | T1                                                                      |
| Cable                                                        |                                                                         |
| Parámetros                                                   | L1                                                                      |
| Longitud                                                     | 20 m                                                                    |
| longitud máxima                                              | NA                                                                      |
| Modo de colocación                                           | 31                                                                      |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | F                                                                       |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables monoconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente |
| Tipo de cable                                                | Monoconductor                                                           |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                       |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                         |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                   |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                     |
| Ib                                                           | 3 A                                                                     |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                      |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                     |
| Factores de corrección                                       |                                                                         |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                 |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                       |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                 |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                       |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                  |
| Factor de agrupamiento                                       | 0,87                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-21                                                                 |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                       |
| Factor global                                                | 0,792                                                                   |
| Fase seleccionada                                            |                                                                         |
| Sección                                                      | 3x25 mm <sup>2</sup>                                                    |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                   |
| Iz                                                           | 335 A                                                                   |
| Neutro seleccionado                                          |                                                                         |
| Sección                                                      | 3x10 mm <sup>2</sup>                                                    |
| Ánima                                                        |                                                                         |
| Iz                                                           | 0 A                                                                     |
| PE seleccionado                                              |                                                                         |
| Sección                                                      | 1x25 mm <sup>2</sup>                                                    |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                   |



| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |             |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 1,72 | 1,49 | 0,00 | 1,14 | 0,00 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,72 | 1,49 | 0,00 | 1,14 | 0,00 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la  
aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

| Motor asíncrono LV               | Trituradora Sandvik CJ211 |
|----------------------------------|---------------------------|
| Tipo de inicio                   | Estrella-Triángulo        |
| U                                | 400 V                     |
| Potencia mecánica                | 90 kW                     |
| Id/Ir                            | 2,4                       |
| I'd/Ir                           | <=19                      |
| Ir                               | 2,7 A                     |
| Sr                               | 1,87 kVA                  |
| Pr                               | 1,68 kW                   |
| cosφ                             | 0,9                       |
| Polaridad                        | 3F                        |
| Número de circuito               | 1                         |
| Ku (mode Normal)                 | 1                         |
| Generador de armónico            | No                        |
| THDI3                            | 0 %                       |
| Sensibilidad a exceso de voltaje | No                        |

| Corrientes de empleo |     |     |        |
|----------------------|-----|-----|--------|
|                      | IL1 | IL2 | IL3 IN |

| Modo de explotación Normal |       |       |         |
|----------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                        | 2,700 | 2,700 | 2,700 0 |

| Resumen para todos los modos de explotación |       |       |         |
|---------------------------------------------|-------|-------|---------|
| (A)                                         | 2,700 | 2,700 | 2,700 0 |

| Caídas de tensión |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
|                   | Acumuladas aguas arriba Circuito |

| Modo de explotación Normal |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)      | 0,725 | 0,007 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)    | 0,831 | 0,008 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)    | 0,825 | 0,008 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)    | 0,831 | 0,008 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)     | 0,718 | 0,000 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)     | 0,707 | 0,000 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)     | 0,707 | 0,000 |

| Caídas de tensión      |       |
|------------------------|-------|
| □ U <sub>StartUp</sub> | 0,000 |

### 3.6.2. Circuito Criba

| Protección                               | QA 11                    |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Ib                                       | NA                       |
| Distancia desde el origen                | NA                       |
| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
| Gama                                     | GV                       |
| Designación                              | GV2ME                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 14 A                     |
| Poder de corte                           | 15 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 3P3d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | ME16                     |
| Trip calificación unidad                 | 14 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| Ir                                       | 12 A                     |
| Tr                                       | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente Isd                            | 170 A                    |
| Tsd                                      | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente li                             | OFF                      |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |
| QA 43bis                                 | 640 A                    |
| NG125N                                   |                          |
| C                                        |                          |
| 80 A / 4P4d                              |                          |
| Designación RCD                          | RH99M                    |
| Clase                                    | A                        |
| I <sub>n</sub>                           | 100 mA                   |
| Tiempo de la rotura                      | 0,03 s                   |
| t                                        | 0 s                      |
| Discriminación                           | NA                       |
| Tiempo de descanso normativo requerido   | [0,00 ; 0,07] s          |
| Normativa sensibilidad requerida         | [0,00 ; 5,40] mA         |
| Resultados discriminación                |                          |
| Previo                                   | Límite discriminación    |
| Modo Operativo Normal                    |                          |

Vigi NG125 (QA 43bis)

Sin selectividad

|                                                              |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Contactor</b>                                             | <b>LC3K06</b>                                                                                                                        |
| Designación                                                  | LC3K06                                                                                                                               |
| Tipo de coordinación                                         | T1                                                                                                                                   |
| <b>Cable</b>                                                 | <b>L2</b>                                                                                                                            |
| <b>Parámetros</b>                                            |                                                                                                                                      |
| Longitud                                                     | 15 m                                                                                                                                 |
| longitud máxima                                              | NA                                                                                                                                   |
| Modo de colocación                                           | 5                                                                                                                                    |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | B2                                                                                                                                   |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared de madera separados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                                                                                       |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                                                                                    |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                                                                                      |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                                                                                |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                                                                                  |
| Ib                                                           | 12 A                                                                                                                                 |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                                                                                   |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                                                                                  |
| <b>Factores de corrección</b>                                |                                                                                                                                      |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                                                                              |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                                                                                    |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                                                                              |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                                                                               |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                                                                                              |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                                                                                    |
| Factor global                                                | 0,91                                                                                                                                 |
| <b>Fase seleccionada</b>                                     |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |
| Iz                                                           | 31,8 A                                                                                                                               |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                   |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        |                                                                                                                                      |
| Iz                                                           | 0 A                                                                                                                                  |
| <b>PE seleccionado</b>                                       |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |      |         |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|---------|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief  | Ief2min |
| Modo de explotación Normal  |        |        |        |        |        |      |         |
| (kA)                        | 1,26   | 1,09   | 0,00   | 0,81   | 0,00   | 0,01 | 0,00    |

#### Resumen para todos los modos de explotación

(kA) 1,26 1,09 0,00 0,81 0,00 0,01 0,00

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la  
aparatura bajo la responsabilidad del usuario.

| Motor asíncrono LV               | Criba CVT-1025     |
|----------------------------------|--------------------|
| Tipo de inicio                   | Estrella-Triángulo |
| U                                | 400 V              |
| Potencia mecánica                | 5,5 kW             |
| Id/Ir                            | 2                  |
| I'd/Ir                           | <=19               |
| Ir                               | 11,5 A             |
| Sr                               | 7,97 kVA           |
| Pr                               | 6,61 kW            |
| cosφ                             | 0,83               |
| Polaridad                        | 3F                 |
| Número de circuito               | 1                  |
| Ku (mode Normal)                 | 1                  |
| Generador de armónico            | No                 |
| THDI3                            | 0 %                |
| Sensibilidad a exceso de voltaje | No                 |

| Corrientes de empleo | IL1 | IL2 | IL3 | IN |
|----------------------|-----|-----|-----|----|
|----------------------|-----|-----|-----|----|

| Modo de explotación Normal | (A) | 11,500 | 11,500 | 11,500 | 0 |
|----------------------------|-----|--------|--------|--------|---|
|----------------------------|-----|--------|--------|--------|---|

| Resumen para todos los modos de explotación | (A) | 11,500 | 11,500 | 11,500 | 0 |
|---------------------------------------------|-----|--------|--------|--------|---|
|---------------------------------------------|-----|--------|--------|--------|---|

| Caídas de tensión | Acumuladas aguas arriba | Circuito |
|-------------------|-------------------------|----------|
|-------------------|-------------------------|----------|

| Modo de explotación Normal |       |       |
|----------------------------|-------|-------|
| □ U <sub>3L</sub> (%)      | 1,088 | 0,371 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)    | 1,251 | 0,428 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)    | 1,245 | 0,428 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)    | 1,251 | 0,428 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)     | 0,718 | 0,000 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)     | 0,707 | 0,000 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)     | 0,707 | 0,000 |

| Caídas de tensión      |       |
|------------------------|-------|
| □ U <sub>StartUp</sub> | 1,314 |

### 3.6.3. Circuito Cinta

| Protección                | QA 12 |
|---------------------------|-------|
| Ib                        | NA    |
| Distancia desde el origen | NA    |

| Información de dimensionamiento          | de tamaño por el sistema |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Gama                                     | GV                       |
| Designación                              | GV2ME                    |
| Circuito nominal del interruptor         | 18 A                     |
| Poder de corte                           | 15 kA                    |
| TNS Un polo poder de corte               | NA                       |
| IT Uno de los polos Capacidad de ruptura | NA                       |
| Poder de corte reforzado                 | NA                       |
| Pole y protegido polo                    | 3P3d                     |
| Designación de la unidad de viaje        | ME20                     |
| Trip calificación unidad                 | 18 A                     |
| Ajustes de retardo largos                |                          |
| I <sub>r</sub>                           | 16 A                     |
| T <sub>r</sub>                           | NA                       |
| Ajustes de retardo cortos                |                          |
| corriente I <sub>sd</sub>                | 223 A                    |
| T <sub>sd</sub>                          | NA                       |
| Disparo instantáneo                      |                          |
| Corriente I <sub>i</sub>                 | OFF                      |

| Resultados discriminación |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Previo                    | Límite discriminación |

| Modo Operativo Normal                  |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| QA 43bis<br>NG125N<br>C<br>80 A / 4P4d | 640 A            |
| Designación RCD                        | RH99M            |
| Clase                                  | A                |
| I <sub>Δn</sub>                        | 100 mA           |
| Tiempo de la rotura                    | 0,03 s           |
| t <sub>Δt</sub>                        | 0 s              |
| Discriminación                         | NA               |
| Tiempo de descanso normativo requerido | [0,00 ; 0,07] s  |
| Normativa sensibilidad requerida       | [0,00 ; 5,42] mA |

| Resultados discriminación |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Previo                    | Límite discriminación |

| Modo Operativo Normal |                  |
|-----------------------|------------------|
| Vigi NG125 (QA 43bis) | Sin selectividad |

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Contactor            | LC3K09 |
| Designación          | LC3K09 |
| Tipo de coordinación | T1     |

|            |    |
|------------|----|
| Cable      | L3 |
| Parámetros |    |

|                                                              |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Longitud                                                     | 10 m                                                                                                                                 |
| longitud máxima                                              | NA                                                                                                                                   |
| Modo de colocación                                           | 5                                                                                                                                    |
| según tabla 52-3 de la IEC                                   | B2                                                                                                                                   |
| 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004) | Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared de madera separados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo |
| Tipo de cable                                                | Multiconductor                                                                                                                       |
| Cdad de circuitos juntos suplementarios                      | 0                                                                                                                                    |
| Aislante                                                     | Sin halógeno 90                                                                                                                      |
| Temperatura ambiente                                         | 40 °C                                                                                                                                |
| THDI de rango 3 en el neutro                                 | 0 %                                                                                                                                  |
| Ib                                                           | 16 A                                                                                                                                 |
| Limitación de dimensionamiento                               | Iz                                                                                                                                   |
| Información de dimensionamiento                              | Dimensionada con Ir                                                                                                                  |
| <b>Factores de corrección</b>                                |                                                                                                                                      |
| Factor de temperatura                                        | 0,91                                                                                                                                 |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-14                                                                                                                              |
| Factor de resistividad térmica del                           | 1                                                                                                                                    |
| Referencia de tabla estándar                                 | B-52-16                                                                                                                              |
| Factor de neutro cargado                                     | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | E-52-1                                                                                                                               |
| Factor de agrupamiento                                       | 1                                                                                                                                    |
| Cuadro de referencia normativa                               | B-52-17                                                                                                                              |
| Usuario factor de corrección                                 | 1                                                                                                                                    |
| Factor global                                                | 0,91                                                                                                                                 |
| <b>Fase seleccionada</b>                                     |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |
| Iz                                                           | 31,8 A                                                                                                                               |
| <b>Neutro seleccionado</b>                                   |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        |                                                                                                                                      |
| Iz                                                           | 0 A                                                                                                                                  |
| <b>PE seleccionado</b>                                       |                                                                                                                                      |
| Sección                                                      | 1x4 mm <sup>2</sup>                                                                                                                  |
| Ánima                                                        | Cobre                                                                                                                                |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |     |         |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| Ik3max                      | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief | Ief2min |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |           |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                       | 1,40 | 1,22 | 0,00 | 0,91 | 0,00 | 0,01 0,00 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| (kA)                                        | 1,40 | 1,22 | 0,00 | 0,91 | 0,00 | 0,01 0,00 |

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| Motor asíncrono LV | Cinta Trituración 1ª |
| Tipo de inicio     | Estrella-Triángulo   |

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| U                                | 400 V    |
| Potencia mecánica                | 7,5 kW   |
| Id/Ir                            | 2,4      |
| I'd/Ir                           | <=19     |
| Ir                               | 15,5 A   |
| Sr                               | 10,7 kVA |
| Pr                               | 8,91 kW  |
| cosφ                             | 0,83     |
| Polaridad                        | 3F       |
| Número de circuito               | 1        |
| Ku (mode Normal)                 | 1        |
| Generador de armónico            | No       |
| THDI3                            | 0 %      |
| Sensibilidad a exceso de voltaje | No       |

| Corrientes de empleo                        |                         |        |          |       |
|---------------------------------------------|-------------------------|--------|----------|-------|
|                                             | IL1                     | IL2    | IL3      | IN    |
| Modo de explotación Normal                  |                         |        |          |       |
| (A)                                         | 15,500                  | 15,500 | 15,500   | 0     |
| Resumen para todos los modos de explotación |                         |        |          |       |
| (A)                                         | 15,500                  | 15,500 | 15,500   | 0     |
| Caídas de tensión                           |                         |        |          |       |
|                                             | Acumuladas aguas arriba |        | Circuito |       |
| Modo de explotación Normal                  |                         |        |          |       |
| □ U <sub>3L</sub> (%)                       |                         | 1,051  |          | 0,333 |
| □ U <sub>L1L2</sub> (%)                     |                         | 1,207  |          | 0,384 |
| □ U <sub>L2L3</sub> (%)                     |                         | 1,201  |          | 0,384 |
| □ U <sub>L3L1</sub> (%)                     |                         | 1,207  |          | 0,384 |
| □ U <sub>L1N</sub> (%)                      |                         | 0,718  |          | 0,000 |
| □ U <sub>L2N</sub> (%)                      |                         | 0,707  |          | 0,000 |
| □ U <sub>L3N</sub> (%)                      |                         | 0,707  |          | 0,000 |
| Caídas de tensión                           |                         |        |          |       |
| □ U <sub>StartUp</sub>                      |                         | 1,297  |          |       |

### 3.7. Circuitos del juego de barras

#### 3.7.1. Circuito WC 8

| Juego de barras            |                | WC 8               |
|----------------------------|----------------|--------------------|
| Parámetros                 |                |                    |
| Nombre del cuadro          | Cuadro General |                    |
| Gama del cuadro            | Cualquiera     |                    |
| Calibre                    | 0              |                    |
| IP                         | Sin definir    |                    |
| Salidas                    |                |                    |
| Circuito                   | Protección     | Tipo de protección |
| Circuito Criba             | QA 11          | GV2ME              |
| Circuito torre iluminación | QA 15          | iC60N              |
| Circuito Vestuarios        | QA 13          | iC60N              |

|                                 |       |         |
|---------------------------------|-------|---------|
| Circuito Cinta                  | QA 12 | GV2ME   |
| Circuito Trituradora            | QA 10 | NSX250F |
| Circuito Oficinas               | QA 14 | iC60N   |
| Toma auxiliar trituradora       | QA 20 | iC60N   |
| Toma auxiliar cinta             | QA 21 | iC60N   |
| Toma corriente almacén          | QA 22 | iC60N   |
| Limitador de<br>sobretensión 44 | QA 44 | iC60H   |

| Corrientes de cortocircuito |        |        |        |        |        |     |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
|                             | Ik3max | Ik2max | Ik1max | Ik2min | Ik1min | Ief |

| Modo de explotación Normal |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| (kA)                       | 1,76 | 1,53 | 1,60 | 1,18 | 1,20 | 0,01 |

| Resumen para todos los modos de explotación |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| (kA)                                        | 1,76 | 1,53 | 1,60 | 1,18 | 1,20 | 0,01 |



## **ANEXO Nº 5: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA**

## **ANEXO N° 5: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

### **1. Comercialización y ventas**

La apertura de la explotación tiene como objetivo principal la venta de áridos para la construcción de la autovía A-32 y posteriormente abastecer a las poblaciones limítrofes con áridos de distintas granulometrías para la construcción.

Los ingresos serán generados por la venta de los productos procedentes de la explotación. Así pues, los ingresos generados por la producción minera dependen de la cantidad física y de los precios unitarios de los productos.

La previsión de precios de los productos vendibles se realizará en función de los precios actuales de mercado, calculando una media ponderada en función de los precios de cada tipo de producto, teniendo en cuenta la localización de la explotación.

El precio medio de la tonelada de material vendible para las diferentes granulometrías se sitúa en 5.5 €/Tm.

Los precios de los áridos, al contrario que otros recursos minerales, tienen unos precios bastante estables, con fluctuaciones pequeñas y tendencias a medio y largo plazo bastante bien definidas. Teniendo en cuenta esto y la evolución experimentada por el precio de los áridos en anteriores periodos, consideraremos, para el estudio que nos ocupa, un incremento anual en precios del 1%.

### **2. Análisis económico**

#### **2.1. Previsión de inversiones**

Se entiende por inversión la aplicación de fondos para la adquisición de los activos necesarios para poner en producción el proyecto. Las inversiones tienen dos componentes principales, una parte de capital fijo y otra parte de capital circulante.

Los costes de capital fijo se refieren a los fondos necesarios para la adquisición de maquinaria, edificios, instalaciones, etc.

El capital circulante representa el dinero necesario para comenzar la operación y asumir las obligaciones subsiguientes durante la puesta en marcha del proyecto.

### **2.1.1. Costes de capital fijo**

Se definen y cuantifican a continuación, las partidas más importantes del capital fijo.

#### Adquisición de los terrenos:

Se refiere al coste de adquisición de los terrenos donde se implanta la explotación.

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| Importe adquisición de los terrenos: | 111.450,00 € |
|--------------------------------------|--------------|

#### Permisos y trámites administrativos:

Se refiere al coste de los trámites administrativos, permisos, asesoramientos, etc, llevados a cabo desde el momento en que se concibe la idea, hasta el comienzo de la operación.

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Importe permisos y trámites administrativos: | 25.000,00 € |
|----------------------------------------------|-------------|

#### Fase de construcción de infraestructuras e instalaciones auxiliares:

Se incluye en esta partida, todas los costes derivados de la construcción de las instalaciones, mejora de accesos, edificios anexos, energía eléctrica, agua, etc.

| CONCEPTO              | IMPORTE      |
|-----------------------|--------------|
| Trabajos previos      | 121.267,79 € |
| Planta de tratamiento | 98.341,84 €  |
| Instalaciones anexas  | 26.196,71 €  |
| Instalación eléctrica | 12.905,88 €  |
| Seguridad y salud     | 5.521,69 €   |

Importe construcción de infraestructuras: 264.233,91 €

Herramientas y pequeños equipos varios:

En esta partida se contempla el mobiliario, pequeños equipos varios y herramientas.

Importe herramientas y equipos varios: 28.300 €

Equipos y maquinaria minera:

Para la adquisición de la mayoría de los equipos mineros, se recurrirá a equipos de segunda mano, dada la duración prevista de la explotación y debido a la amplia oferta existente hoy en día de equipos con garantías y altas prestaciones a precios moderados.

| EQUIPO                                     | Precio adquisición |
|--------------------------------------------|--------------------|
| Perforadora SMARTROCK T35                  | 255.000,00 €       |
| 2 Retroexcavadoras CAT 320 E               | 286.000,00 €       |
| Pala cargadora WA470-6                     | 87.500,00 €        |
| 4 Camiones volquete TGS                    | 368.000 €          |
| Todoterreno 4x4 L200                       | 26.500,00 €        |
| Camión portacontenedores NISSAN ATLEON     | 21.000,00 €        |
| Martillo neumático GH9 NPK                 | 7.000,00 €         |
| Bomba hidráulica HEIDRA 80                 | 5.400,00 €         |
| Cinta transportadora 6 kw                  | 22.868,16 €        |
| Tolva                                      | 86.296,82 €        |
| Trituradora Sandvik CJ211                  | 148.885,10 €       |
| Criba Triman CVT-1025                      | 35.406,94 €        |
| Planta trituración móvil LOKOTRACK LT 1213 | 289.000,00 €       |
| Planta clasificación móvil LOKOTRACK ST352 | 154.000,00 €       |

Importe equipos y maquinaria minera: 1.792.857,02 €

### 2.1.2. Costes de capital circulante

Además de las inversiones anteriores, se considera una partida económica en circulante.

La provisión de fondos necesaria se estima como un porcentaje de la inversión considerada en inmovilizado. Este concepto de inversión se mantiene a lo largo de la vida del proyecto y se recupera al final de la vida del mismo. El porcentaje para la estimación de provisión de fondos es de 10%.

Costes de Capital Circulante: 222.184,09 €

### 2.1.3. Resumen de inversiones

| CONCEPTO                         | IMPORTE               |
|----------------------------------|-----------------------|
| Adquisición terrenos             | 111.450,00 €          |
| Permisos y trámites              | 25.000,00 €           |
| Herramientas y pequeños equipos  | 28.300,00 €           |
| Construcción de infraestructuras | 264.233,91 €          |
| Equipos y maquinaria             | 1.792.857,02 €        |
| Capital circulante               | 222.184,09 €          |
| <b>Total inversiones</b>         | <b>2.444.025,02 €</b> |

## 2.2. Ingresos anuales por ventas

De acuerdo con las producciones planificadas y la comercialización de los productos esperada reflejada en apartados anteriores, se presenta el siguiente desglose de ingresos anuales para la vida de la explotación (7 años).

| FLUJO PREVISTO DE INGRESOS ANUALES POR VENTAS (SIN IVA) |                                 |                             |     |                 |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----|-----------------|---------------------|
| AÑO                                                     | PRODUCCIÓN<br>(m <sup>3</sup> ) | Producción vendible<br>(tn) | IPC | Precio<br>venta | Ingresos por ventas |
| 1                                                       | 251336,5                        | 573047,22                   | 0   | 5,50 €          | 3.151.759,71 €      |
| 2                                                       | 251336,5                        | 573047,22                   | 1%  | 5,56 €          | 3.186.142,54 €      |
| 3                                                       | 150000                          | 342000,00                   | 1%  | 5,62 €          | 1.922.040,00 €      |
| 4                                                       | 125000                          | 285000,00                   | 1%  | 5,68 €          | 1.618.800,00 €      |
| 5                                                       | 100000                          | 228000,00                   | 1%  | 5,74 €          | 1.308.720,00 €      |
| 6                                                       | 75000                           | 171000,00                   | 1%  | 5,80 €          | 991.800,00 €        |
| 7                                                       | 49850,56                        | 113659,28                   | 1%  | 5,86 €          | 666.043,36 €        |

### 2.3. Previsión gastos anuales y costes de operación

Los costes de operación los definiremos como aquellos generados de forma continuada durante el funcionamiento de la explotación, dividiéndose en dos categorías: costes directos y costes indirectos.

#### 2.3.1. Costes directos

Se consideran los costes directos o variables como los costes primarios de la operación.

##### Costes de adquisición de explosivos:

Conforme a los cálculos realizados en el apartado de voladuras, el coste derivado de adquisición de explosivos y accesorios, es el que se indica a continuación:

| VOLADURA TIPO                       |       |                      |
|-------------------------------------|-------|----------------------|
| DATOS DE EXPLOSIVOS                 |       |                      |
| Nº total de barrenos                |       | 35 un                |
| Tipo explosivo de carga de fondo:   |       | RIOGEL TRONER        |
| Tipo explosivo de carga de columna: |       | RIOXAM LD (nagolita) |
| Detonador retardo no electrico      |       | Rionel DDX           |
| Tubo de transmisión                 |       | Rionel               |
| CALCULOS DE CARGAS                  |       |                      |
| Longitud carga fondo                | Lf =  | 2,51 m               |
| Nº de cartuchos                     |       | 5 un                 |
| Carga de fondo                      | Qf =  | 12,00 kg             |
| Longitud real carga fondo           | LfR = | 2,50 m               |
| Longitud carga columna              | Lc =  | 5,63 m               |
| Long. carga columna real            | LcR = | 5,53 m               |
| Carga de columna                    | Qc =  | 27,54 kg             |
| Carga total barreno                 | Qb =  | 39,54 kg             |
| DATOS RESUMEN VOLADURA              |       |                      |
| Carga total pega                    | Qt =  | <b>1383,98</b> kg    |
| Carga total nagolita                |       | 963.90 kg            |
| Precio nagolita                     |       | 0.8 €/kg             |
| Importe nagolita                    |       | <b>771.12</b> €      |
| Carga total Riogel                  |       | 420 kg               |
| Precio Riogel                       |       | 2.10 €/kg            |
| Importe Riogel                      |       | <b>882.00</b> €      |
| Detonadores Rionel DDX              |       | 35 ud                |
| Precio Rionel DDX                   |       | 1.80 €/ud            |
| Importe Rionel DDX                  |       | <b>63.00</b> €       |
| Tubo de transmisión Rionel          |       | 250 m                |
| Precio Rionel                       |       | 0.33 €/m             |
| Importe tubo Rionel                 |       | <b>82.50</b> €       |
| Material auxiliar para voladuras    |       | <b>20</b> €          |
| <b>TOTAL IMPORTE VOLADURA</b>       |       | <b>1.818,62 €</b>    |

Dado el volumen total de la explotación y el volumen arrancado en cada voladura se obtiene un total de:

$$1.000.000 \text{ m}^3 / 5.100 \text{ m}^3/\text{voladura} = 196\text{voladuras}$$

Con una distribución en función de la producción de:

| DISTRIBUCION DE VOLADURAS |                              |              |              |
|---------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| AÑO                       | PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> ) | Nº VOLADURAS | COSTE        |
| 1                         | 251.336,5                    | 49           | 89.112,38 €  |
| 2                         | 251.336,5                    | 49           | 89.112,38 €  |
| 3                         | 150.000                      | 29           | 52.739,98 €  |
| 4                         | 125.000                      | 25           | 45.465,5 €   |
| 5                         | 100.000                      | 20           | 36.372,4 €   |
| 6                         | 75.000                       | 15           | 27.279,3 €   |
| 7                         | 49.850,56                    | 9            | 16.367,58 €  |
| TOTAL                     |                              | 196          | 356.449,52 € |

Importe total explosivos para voladuras: 356.449,52 €

Coste de personal:

El coste del personal directo, que a continuación se indica, es aquel destinado a la marcha normal de la explotación.

| MANO DE OBRA            | SUELDO    | + SS.SS   | AÑO        | COSTE/ MES |
|-------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Director facultativo    | 2.750,0 € | 3.657,5 € | 51.205,0 € | 4.267,1 €  |
| Capataz                 | 2.500,0 € | 3.325,0 € | 46.550,0 € | 3.879,2 €  |
| Oficial perforista      | 2.000,0 € | 2.660,0 € | 37.240,0 € | 3.103,3 €  |
| Oficial maquinista      | 1.800,0 € | 2.394,0 € | 33.516,0 € | 2.793,0 €  |
| Oficial mecanico-planta | 1.800,0 € | 2.394,0 € | 33.516,0 € | 2.793,0 €  |
| Oficial conductor       | 1.500,0 € | 1.995,0 € | 27.930,0 € | 2.327,5 €  |
| Administrativo          | 1.200,0 € | 1.596,0 € | 22.344,0 € | 1.862,0 €  |
| Peón ayudante           | 1.200,0 € | 1.596,0 € | 22.344,0 € | 1.862,0 €  |

En función de las necesidades de personal en función de la producción de la explotación se obtiene la siguiente distribución de costes de personal, considerando un IPC del 0%:



Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| AÑO                     | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Director facultativo    | 51.205,00 € | 51.205,00 € | 51.205,00 € | 51.205,00 € | 51.205,00 € | 51.205,00 € | 51.205,00 € |
| Capataz                 | 46.550,00 € | 46.550,00 € | 46.550,00 € | 46.550,00 € | 46.550,00 € | 46.550,00 € | 46.550,00 € |
| Oficial perforista      | 37.240,00 € | 37.240,00 € | 37.240,00 € | 37.240,00 € | 37.240,00 € | 37.240,00 € | 37.240,00 € |
| Oficial maquinista 1    | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € |
| Oficial maquinista 2    | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € |
| Oficial maquinista 3    | 33.516,00 € | 33.516,00 € |             |             |             |             |             |
| Oficial mecánico-planta | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € | 33.516,00 € |
| Oficial conductor 1     | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € |
| Oficial conductor 2     | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € | 27.930,00 € |
| Oficial conductor 3     | 27.930,00 € | 27.930,00 € |             |             |             |             |             |
| Oficial conductor 4     | 27.930,00 € | 27.930,00 € |             |             |             |             |             |
| Administrativo          | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € |
| Peón ayudante 1         | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € | 22.344,00 € |
| Peón ayudante 2         | 22.344,00 € | 22.344,00 € |             |             |             |             |             |

Importe total personal:

2.576.077 €

Coste de combustible (energía eléctrica o gasoil):

El coste del combustible, que a continuación se indica, está influenciado por el ritmo de explotación.

| EQUIPO                         | GASOIL |         | ELECTRICIDAD |         | Factor de carga | Coste año    |
|--------------------------------|--------|---------|--------------|---------|-----------------|--------------|
|                                | 0,75 € | € / L   | 0,15 €       | €/kW    |                 |              |
|                                | L / H  | IMPORTE | kW/ H        | IMPORTE |                 |              |
| Perforadora SMARTROCK T35      | 15,00  | 11,25 € |              |         | 0,80            | 15.705,00 €  |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 1  | 25,00  | 18,75 € |              |         | 0,95            | 31.082,81 €  |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 2  | 25,00  | 18,75 € |              |         | 0,95            | 31.082,81 €  |
| Pala cargadora WA470-6         | 30,00  | 22,50 € |              |         | 0,95            | 37.299,38 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 -1  | 20,00  | 15,00 € |              |         | 0,95            | 24.866,25 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 2 | 20,00  | 15,00 € |              |         | 0,95            | 24.866,25 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 3 | 20,00  | 15,00 € |              |         | 0,95            | 24.866,25 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 4 | 20,00  | 15,00 € |              |         | 0,95            | 24.866,25 €  |
| Todoterreno L200               | 7,00   | 5,25 €  |              |         | 0,20            | 1.832,25 €   |
| Camión NISSAN ATLEON           | 15,00  | 11,25 € |              |         | 0,20            | 3.926,25 €   |
| Bomba HEIDRA 80                | 4,00   | 3,00 €  |              |         | 0,10            | 523,50 €     |
| CINTA TRANSPORTADORA           |        |         | 6,00         | 0,90 €  | 0,98            | 1.539,09 €   |
| Trituradora                    |        |         | 90,00        | 13,50 € | 0,98            | 23.086,35 €  |
| Criba cvt1025                  |        |         | 5,50         | 0,83 €  | 0,98            | 1.410,83 €   |
| Instalaciones auxiliares       |        |         | 3,50         | 0,53 €  | 1,00            | 916,13 €     |
| LOKOTRACK LT 1213              | 35,00  | 26,25 € |              |         | 0,98            | 44.890,13 €  |
| LOKOTRACK ST352                | 30,00  | 22,50 € |              |         | 0,98            | 38.477,25 €  |
| Total anual                    |        |         |              |         |                 | 331.237,78 € |

En función de las necesidades de producción de la explotación se obtiene la siguiente distribución de costes de combustible (gasoil o electricidad), considerando un IPC del 0%:

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EQUIPO                         | AÑO | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7                     |
|--------------------------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Perforadora SMARTROCK T35      |     | 15.705,00 €  | 15.705,00 €  | 15.705,00 €  | 15.705,00 €  | 15.705,00 €  | 15.705,00 €  | 15.705,00 €           |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 1  |     | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  | 31.082,81 €           |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 2  |     | 31.082,81 €  | 31.082,81 €  |              |              |              |              |                       |
| Pala cargadora WA470-6         |     | 37.299,38 €  | 37.299,38 €  | 37.299,38 €  | 37.299,38 €  | 37.299,38 €  | 37.299,38 €  | 37.299,38 €           |
| Camion volquete TGS 33,480 -1  |     | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €           |
| Camion volquete TGS 33,480 - 2 |     | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  | 24.866,25 €           |
| Camion volquete TGS 33,480 - 3 |     | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  |              |              |              |              |                       |
| Camion volquete TGS 33,480 - 4 |     | 24.866,25 €  | 24.866,25 €  |              |              |              |              |                       |
| Todoterreno L200               |     | 1.832,25 €   | 1.832,25 €   | 1.832,25 €   | 1.832,25 €   | 1.832,25 €   | 1.832,25 €   | 1.832,25 €            |
| Camión NISSAN ATLEON           |     | 3.926,25 €   | 3.926,25 €   | 3.926,25 €   | 3.926,25 €   | 3.926,25 €   | 3.926,25 €   | 3.926,25 €            |
| Bomba HEIDRA 80                |     | 523,50 €     | 523,50 €     | 523,50 €     | 523,50 €     | 523,50 €     | 523,50 €     | 523,50 €              |
| LOKOTRACK LT 1213              |     |              | 44.890,13 €  | 44.890,13 €  | 44.890,13 €  | 44.890,13 €  | 44.890,13 €  | 44.890,13 €           |
| LOKOTRACK ST352                |     |              |              | 38.477,25 €  | 38.477,25 €  | 38.477,25 €  | 38.477,25 €  | 38.477,25 €           |
| CINTA TRANSPORTADORA           |     | 1.539,09 €   | 1.539,09 €   | 1.539,09 €   | 1.539,09 €   | 1.539,09 €   | 1.539,09 €   | 1.539,09 €            |
| Trituradora                    |     | 23.086,35 €  | 23.086,35 €  | 23.086,35 €  | 23.086,35 €  | 23.086,35 €  | 23.086,35 €  | 23.086,35 €           |
| Criba cvt1025                  |     | 1.410,83 €   | 1.410,83 €   | 1.410,83 €   | 1.410,83 €   | 1.410,83 €   | 1.410,83 €   | 1.410,83 €            |
| Instalaciones auxiliares       |     | 916,13 €     | 916,13 €     | 916,13 €     | 916,13 €     | 916,13 €     | 916,13 €     | 916,13 €              |
| PARCIAL                        |     | 247.869,40 € | 292.759,53 € | 250.421,47 € | 250.421,47 € | 250.421,47 € | 250.421,47 € | 250.421,47 €          |
| <b>TOTAL</b>                   |     |              |              |              |              |              |              | <b>1.792.736,28 €</b> |

Coste de material fungible y mantenimiento:

El coste del material fungible y el mantenimiento se calcula como un determinado porcentaje, definido para cada equipo, del coste de combustible, indicador del grado de utilización de cada equipo.

| EQUIPO                         | GASOIL |          | ELECTRICIDAD |         | %    | Importe    |
|--------------------------------|--------|----------|--------------|---------|------|------------|
|                                | 0,75 € | € / L    | 0,15 €       | €/kW    |      |            |
|                                | L / H  | IMPORT E | kW/ H        | IMPORTE |      |            |
| Perforadora SMARTROCK T35      | 15,00  | 11,25 €  |              | - €     | 0,10 | 1.963,13 € |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 1  | 25,00  | 18,75 €  |              | - €     | 0,10 | 3.271,88 € |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 2  | 25,00  | 18,75 €  |              | - €     | 0,10 | 3.271,88 € |
| Pala cargadora WA470-6         | 30,00  | 22,50 €  |              | - €     | 0,10 | 3.926,25 € |
| Camion volquete TGS 33,480 -1  | 20,00  | 15,00 €  |              | - €     | 0,10 | 2.617,50 € |
| Camion volquete TGS 33,480 - 2 | 20,00  | 15,00 €  |              | - €     | 0,10 | 2.617,50 € |
| Camion volquete TGS 33,480 - 3 | 20,00  | 15,00 €  |              | - €     | 0,10 | 2.617,50 € |
| Camion volquete TGS 33,480 - 4 | 20,00  | 15,00 €  |              | - €     | 0,10 | 2.617,50 € |
| Todoterreno L200               | 7,00   | 5,25 €   |              | - €     | 0,05 | 458,06 €   |
| Camión NISSAN ATLEON           | 15,00  | 11,25 €  |              | - €     | 0,05 | 981,56 €   |
| Bomba HEIDRA 80                | 4,00   | 3,00 €   |              | - €     | 0,01 | 52,35 €    |
| LOKOTRACK LT 1213              | 35,00  | 26,25 €  |              | - €     | 0,10 | 4.580,63 € |
| LOKOTRACK ST352                | 30,00  | 22,50 €  |              | - €     | 0,10 | 3.926,25 € |
| CINTA TRANSPORTADORA           |        | - €      | 6,00         | 0,90 €  | 0,02 | 31,41 €    |
| Trituradora                    |        | - €      | 90,00        | 13,50 € | 0,05 | 1.177,88 € |
| Criba cvt1025                  |        | - €      | 5,50         | 0,83 €  | 0,05 | 71,98 €    |
| Instalaciones auxiliares       |        | - €      | 3,50         | 0,53 €  | 0,02 | 18,32 €    |

En función de las necesidades de producción de la explotación se obtiene la siguiente distribución de costes de mantenimiento y fungibles, considerando un IPC del 0%:

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EQUIPO                         | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6            | 7           |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Perforadora SMARTROCK T35      | 1.963,13 €  | 1.963,13 €  | 1.963,13 €  | 1.963,13 €  | 1.963,13 €  | 1.963,13 €   | 1.963,13 €  |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 1  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €   | 3.271,88 €  |
| Retroexcavadora CAT 320 E - 2  | 3.271,88 €  | 3.271,88 €  |             |             |             |              |             |
| Pala cargadora WA470-6         | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €   | 3.926,25 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 1 | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €   | 2.617,50 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 2 | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  | 2.617,50 €   | 2.617,50 €  |
| Camion volquete TGS 33,480 - 3 | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  |             |             |             |              |             |
| Camion volquete TGS 33,480 - 4 | 2.617,50 €  | 2.617,50 €  |             |             |             |              |             |
| Todoterreno L200               | 458,06 €    | 458,06 €    | 458,06 €    | 458,06 €    | 458,06 €    | 458,06 €     | 458,06 €    |
| Camión NISSAN ATLEON           | 981,56 €    | 981,56 €    | 981,56 €    | 981,56 €    | 981,56 €    | 981,56 €     | 981,56 €    |
| Bomba HEIDRA 80                | 52,35 €     | 52,35 €     | 52,35 €     | 52,35 €     | 52,35 €     | 52,35 €      | 52,35 €     |
| LOKOTRACK LT 1213              |             | 4.580,63 €  | 4.580,63 €  | 4.580,63 €  | 4.580,63 €  | 4.580,63 €   | 4.580,63 €  |
| LOKOTRACK ST352                |             |             | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €  | 3.926,25 €   | 3.926,25 €  |
| CINTA TRANSPORTADORA           | 31,41 €     | 31,41 €     | 31,41 €     | 31,41 €     | 31,41 €     | 31,41 €      | 31,41 €     |
| Trituradora                    | 1.177,88 €  | 1.177,88 €  | 1.177,88 €  | 1.177,88 €  | 1.177,88 €  | 1.177,88 €   | 1.177,88 €  |
| Criba cvt1025                  | 71,98 €     | 71,98 €     | 71,98 €     | 71,98 €     | 71,98 €     | 71,98 €      | 71,98 €     |
| Instalaciones auxiliares       | 18,32 €     | 18,32 €     | 18,32 €     | 18,32 €     | 18,32 €     | 18,32 €      | 18,32 €     |
| PARCIAL                        | 25.694,70 € | 30.275,33 € | 25.694,70 € | 25.694,70 € | 25.694,70 € | 25.694,70 €  | 25.694,70 € |
| TOTAL                          |             |             |             |             |             | 184.443,53 € |             |

Coste en materia de seguridad y salud:

Si bien hay una partida de seguridad y salud durante la construcción, existe también una partida de seguridad y salud para las labores de explotación. En este caso será función de las necesidades y del personal laboral existente. El coste en materia de seguridad y salud durante la explotación se ha determinado en el anexo 3, estudio básico de seguridad y salud.

Importe total seguridad y salud durante la explotación: 79.513,95 €

**2.3.2. Resumen de los costes directos/variables**

| CONCEPTO                          | IMPORTE               |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Adquisición de explosivos         | 356.449,52 €          |
| Personal                          | 2.576.077,00 €        |
| Combustibles                      | 1.792.736,28 €        |
| Material fungible y mantenimiento | 184.443,53 €          |
| Seguridad y salud                 | 79.513,95 €           |
| <b>Total costes directos</b>      | <b>4.632.770,76 €</b> |

**2.3.3. Costes fijos / Indirectos**

Los costes indirectos o fijos son gastos que se consideran independientes de la producción. Estos costes pueden variar con el nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida. A continuación se desglosan los costes indirectos:

Restauración del espacio natural:

El coste definitivo de las labores de restauración de los terrenos explotados, se a determinado en el anexo 2 del Plan de Restauración. Esta partida refleja el coste estimado basado en la experiencia de otras explotaciones similares.

Importe total restauración del espacio natural: 127.798,01 €

Suministros:

Englobaría el suministro de agua, pero en este caso no ya que el terreno tiene derechos sobre un sondeo y balsa cercanos, también las telecomunicaciones y el material de oficina. Para estos conceptos se ha estimado un coste total de unos 1000 €/año.

Importe total suministros: 7.000 €

Seguros:

Corresponde a los seguros de responsabilidad civil y de la propiedad. Se ha estimado un coste anual de 10.000 € en concepto de seguros.

Importe total seguros: 70.000 €

Intereses:

Engloba los intereses a pagar a entidades financieras por los prestamos, recibidos, es decir, la financiación ajena a largo plazo. En este caso se considera que la totalidad de la inversión se realiza con financiación ajena, lo que es decir 2.444.025,02 €.

Según la siguiente fórmula, el interés medio anual sería:

$$I = \left( \left( \frac{(n+1)}{2n} \right) \cdot C \cdot i \right) / 100$$

Donde:

I = cuota media anual de intereses

C = capital a amortizar: 2.444.025,02 €

i = tipo de interés anual: 5 %

n = Nº de años de amortización del crédito: 5 años

Resultando el siguiente cuadro de intereses y amortizaciones:

| AÑO   | SALDO INICIAL<br>( a 1/1) | INTERESES    | AMORTIZACION | SALDO FINAL<br>(a 31/12) |
|-------|---------------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| 1     | 2.444.025,02 €            | 122.201,25 € | - €          | 2.444.025,02 €           |
| 2     | 2.444.025,02 €            | 122.201,25 € | 611.006,26 € | 1.833.018,77 €           |
| 3     | 1.833.018,77 €            | 91.650,94 €  | 611.006,26 € | 1.222.012,51 €           |
| 4     | 1.222.012,51 €            | 61.100,63 €  | 611.006,26 € | 611.006,26 €             |
| 5     | 611.006,26 €              | 30.550,31 €  | 611.006,26 € | - €                      |
| 6     | - €                       | - €          | - €          | - €                      |
| 7     | - €                       | - €          | - €          | - €                      |
| TOTAL |                           | 427.704,38 € |              |                          |

Coste de intereses total:

427.704,38 €

Amortizaciones:

Para este proyecto se estima una amortización lineal a 7 años de todos los elementos amortizables. Para su cálculo, se contempla el capital circulante, aunque este se recuperará al final de la vida de la explotación.

Coste de amortización:

2.444.025,02 €



#### 2.3.4. Resumen costes fijos / indirectos

| CONCEPTO                     | IMPORTE               |
|------------------------------|-----------------------|
| Restauración                 | 127.798,01 €          |
| Suministros                  | 7.000 €               |
| Seguros                      | 70.000 €              |
| Intereses                    | 427.704,38 €          |
| Amortización                 | 2.444.025,02 €        |
| <b>Total costes directos</b> | <b>3.076.527,41 €</b> |

#### 2.4. Previsión de cuenta de resultados simplificada

De acuerdo con lo especificado en apartados anteriores, se ha elaborado la siguiente cuenta de resultados provisional para los siete años de duración del proyecto.

A continuación, se realiza una pequeña explicación de los conceptos tratados en la tabla.

##### Producción vendible:

Hace referencia a los productos vendibles como áridos, en función de su aprovechamiento para el que se ha estimado un porcentaje de estéril. El porcentaje de ventas del producto se ha considerado del 95%.

##### Ingresos:

Referente aquellos ingresos obtenidos de la venta de la producción vendible. Se considera un 1% de incremento anual del precio actual medio del mercado correspondiente a 5,50 €.

##### Costes de operación:

Se diferencian dos tipos de costes,

- Costes directos o variables: dependen directamente de la producción obtenida.
- Costes indirectos o fijos: independientes de la producción obtenida, sólo están relacionados con la producción proyectada.

Resultados antes de impuestos: Ingresos – Costes

Beneficio: Resultado antes de impuestos – Impuestos.

CASH-FLOW: Beneficio + Amortizaciones.

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Periodo                                    | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                   |
|--------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>ACTIVO</b>                              | <b>5.348.600,64 €</b> | <b>5.140.061,55 €</b> | <b>3.521.736,68 €</b> | <b>2.860.671,53 €</b> | <b>2.199.606,37 €</b> | <b>1.538.541,22 €</b> | <b>875.602,08 €</b> |
| Ingresos explotación                       | 3.151.759,71 €        | 3.151.759,71 €        | 1.881.000,00 €        | 1.567.500,00 €        | 1.254.000,00 €        | 940.500,00 €          | 625.126,02 €        |
| Valor residual equipos e instalaciones     | 2.085.390,93 €        | 1.876.851,84 €        | 1.529.286,68 €        | 1.181.721,53 €        | 834.156,37 €          | 486.591,22 €          | 139.026,06 €        |
| Valor terrenos                             | 111.450,00 €          | 111.450,00 €          | 111.450,00 €          | 111.450,00 €          | 111.450,00 €          | 111.450,00 €          | 111.450,00 €        |
| Capital circulante                         | 222.184,09 €          |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| <b>PASIVO</b>                              | <b>3.308.142,27 €</b> | <b>1.604.165,75 €</b> | <b>1.378.604,35 €</b> | <b>1.340.779,56 €</b> | <b>1.301.136,14 €</b> | <b>650.486,47 €</b>   | <b>861.758,84 €</b> |
| Inversiones                                | 2.221.840,93 €        | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €                | 222.184,09 €        |
| Adquisición de terrenos                    | 111.450,00 €          |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Permisos y trámites                        | 25.000,00 €           |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Adquisición Equipos                        | 1.792.857,02 €        |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Construcción instalaciones                 | 264.233,91 €          |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Herramientas y pequeños equipos            | 28.300,00 €           |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Capital circulante                         |                       |                       |                       |                       |                       |                       | 222.184,09 €        |
| <b>Costes directos</b>                     | <b>890.001,43 €</b>   | <b>859.958,24 €</b>   | <b>664.947,15 €</b>   | <b>657.672,67 €</b>   | <b>648.579,57 €</b>   | <b>639.486,47 €</b>   | <b>628.574,75 €</b> |
| Adquisición de explosivos                  | 89.112,38 €           | 89.112,38 €           | 52.739,98 €           | 45.465,50 €           | 36.372,40 €           | 27.279,30 €           | 16.367,58 €         |
| Personal                                   | 447.811,00 €          | 447.811,00 €          | 336.091,00 €          | 336.091,00 €          | 336.091,00 €          | 336.091,00 €          | 336.091,00 €        |
| Combustible                                | 247.869,40 €          | 292.759,53 €          | 250.421,47 €          | 250.421,47 €          | 250.421,47 €          | 250.421,47 €          | 250.421,47 €        |
| Material fungible y mantenimiento          | 25.694,70 €           | 30.275,33 €           | 25.694,70 €           | 25.694,70 €           | 25.694,70 €           | 25.694,70 €           | 25.694,70 €         |
| Seguridad y salud                          | 79.513,95 €           |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| <b>Costes indirectos</b>                   | <b>260.999,26 €</b>   | <b>744.207,51 €</b>   | <b>713.657,20 €</b>   | <b>683.106,89 €</b>   | <b>652.556,57 €</b>   | <b>11.000,00 €</b>    | <b>11.000,00 €</b>  |
| Restauración (despitada desde inicio aval) | 127.798,01 €          |                       |                       |                       |                       |                       |                     |
| Suministros                                | 1.000,00 €            | 1.000,00 €            | 1.000,00 €            | 1.000,00 €            | 1.000,00 €            | 1.000,00 €            | 1.000,00 €          |
| Seguros                                    | 10.000,00 €           | 10.000,00 €           | 10.000,00 €           | 10.000,00 €           | 10.000,00 €           | 10.000,00 €           | 10.000,00 €         |
| Amortización financiación ajena            |                       | 611.006,26 €          | 611.006,26 €          | 611.006,26 €          | 611.006,26 €          |                       |                     |
| Intereses financiación                     | 122.201,25 €          | 122.201,25 €          | 91.650,94 €           | 61.100,63 €           | 30.550,31 €           |                       |                     |
| <b>Resultados antes de impuestos (€)</b>   | <b>2.040.458,37 €</b> | <b>3.535.895,80 €</b> | <b>2.143.132,33 €</b> | <b>1.519.891,97 €</b> | <b>898.470,23 €</b>   | <b>888.054,75 €</b>   | <b>13.843,24 €</b>  |
| <b>Impuestos (30%)</b>                     | <b>612.137,51 €</b>   | <b>1.060.768,74 €</b> | <b>642.939,70 €</b>   | <b>455.967,59 €</b>   | <b>269.541,07 €</b>   | <b>266.416,42 €</b>   | <b>4.152,97 €</b>   |
| <b>Beneficio despues de impuestos</b>      | <b>1.428.320,86 €</b> | <b>2.475.127,06 €</b> | <b>1.500.192,63 €</b> | <b>1.063.924,38 €</b> | <b>628.929,16 €</b>   | <b>621.638,32 €</b>   | <b>9.690,27 €</b>   |

|                          |                |                |                |                |                   |              |            |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--------------|------------|
| Cash-Flow de Explotación | 1.428.320,86 € | 3.086.133,32 € | 2.111.198,89 € | 1.674.930,64 € | 1.239.935,42<br>€ | 621.638,32 € | 9.690,27 € |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--------------|------------|

### 3. Plan de financiación

El presente proyecto se desarrollará con 100% de financiación ajena, acogiéndose a préstamos de entidades de crédito.

### 4. Análisis de rentabilidad

Para el análisis de la rentabilidad de la inversión, se consideran procedimientos con actualización como son los métodos VAN / TIR, basados en:

#### VAN (VALOR ACTUAL NETO):

Consiste en actualizar al momento actual los flujos de fondos que se origina, mediante una tasa de descuento alternativa.

$$VAN = \sum_{j=1}^n (C_j / (1+i)^j) - C_0$$

Siendo:

$C_0$  = Coste inicial de la inversión

$C_j$  = Flujo de fondos positivo neto correspondiente al año  $j$

$i$  = Tipo de interés o RMA

$n$  = Numero de años

Conforme a la definición de RMA (Rendimiento Mínimo Aceptable), esta es la Tasa de Rentabilidad Interna de la mejor oportunidad de inversión no iniciada. El hecho de que para el proyecto analizado resulte el VAN positivo, significa que la inversión en el mismo resulta más ventajosa que en la mejor de las otras oportunidades de inversión, pues el patrimonio neto de la empresa experimenta un aumento mayor.

TIR (Tasa interna de rentabilidad):

La Tasa de Rentabilidad Interna del proyecto, es aquel valor de la tasa de actualización que hace igual a cero el flujo de fondos acumulado actualizado al final de la vida del proyecto. Se trata de hallar el valor de  $i$  para el cual se cumple:

$$\sum_{j=1}^n (C_j/(1+i)^j) - C_0 = 0$$

Siendo:

$C_0$  = valor de la inversión inicial

$C_j$  = Valor del flujo de fondos correspondiente al periodo  $n$

$i$  = Tasa de rentabilidad interna

$n$  = Numero de años

La TASA INTERNA DE RENTABILIDAD, puede definirse como la tasa a la que se remuneran los fondos invertidos en un proyecto, de manera que al final de la vida del mismo se hayan recuperado dichos fondos y los intereses devengados cada año por el saldo acumulado pendiente de recuperación.

Por tanto, el proyecto será aceptable económicamente si su TIR es mayor que la RMA.

Por ello, se estima como  $RMA = 10 \%$ , el cálculo se realiza para un horizonte temporal de 7 años, calcularemos el VAN y la TRI para cada periodo.

A continuación se presenta una tabla donde se calcula el VAN y la TIR para cada periodo.

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| Cash-Flow de Explotación          |                       |                       |                       |                       |                       |                     |                     |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Periodo                           | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                   | 7                   |
| <b>ACTIVO</b>                     | <b>3.151.759,71 €</b> | <b>3.183.277,31 €</b> | <b>1.918.808,10 €</b> | <b>1.614.996,82 €</b> | <b>1.304.917,43 €</b> | <b>940.500,00 €</b> | <b>663.583,87 €</b> |
| Producción todo-uno (m3)          | 251.336,5             | 251.336,5             | 150.000,0             | 125.000,0             | 100.000,0             | 75.000,0            | 49.850,6            |
| % aprovechamiento                 | 95%                   | 95%                   | 95%                   | 95%                   | 95%                   | 95%                 | 95%                 |
| Producción vendible               | 573.047,22            | 573.047,22            | 342.000,00            | 285.000,00            | 228.000,00            | 171.000,00          | 113.659,28          |
| <b>Ingresos explotación</b>       | <b>3.151.759,71 €</b> | <b>3.183.277,31 €</b> | <b>1.918.808,10 €</b> | <b>1.614.996,82 €</b> | <b>1.304.917,43 €</b> | <b>940.500,00 €</b> | <b>663.583,87 €</b> |
| <b>PASIVO</b>                     | <b>3.308.142,27 €</b> | <b>1.604.165,75 €</b> | <b>1.378.604,35 €</b> | <b>1.340.779,56 €</b> | <b>1.301.136,14 €</b> | <b>650.486,47 €</b> | <b>639.574,75 €</b> |
| Inversiones                       | 2.221.840,93 €        | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €                | 0,00 €              | 0,00 €              |
| Costes directos                   | 825.302,08 €          | 859.958,24 €          | 664.947,15 €          | 657.672,67 €          | 648.579,57 €          | 639.486,47 €        | 628.574,75 €        |
| Costes indirectos                 | 260.999,26 €          | 744.207,51 €          | 713.657,20 €          | 683.106,89 €          | 652.556,57 €          | 11.000,00 €         | 11.000,00 €         |
| <b>RESULTADOS</b>                 |                       |                       |                       |                       |                       |                     |                     |
| Resultados antes de impuestos (€) | -156.382,56 €         | 1.579.111,56 €        | 540.203,75 €          | 274.217,26 €          | 3.781,29 €            | 290.013,53 €        | 24.009,12 €         |
| Impuestos (30%)                   |                       | 473.733,47 €          | 162.061,13 €          | 82.265,18 €           | 1.134,39 €            | 87.004,06 €         | 7.202,74 €          |
| Impuestos -(30%) a compensar      | -46.914,77 €          |                       |                       |                       |                       |                     |                     |
| Beneficio despues de impuestos    | -109.467,79 €         | 1.105.378,09 €        | 378.142,63 €          | 191.952,08 €          | 2.646,90 €            | 203.009,47 €        | 16.806,38 €         |
| <b>Cash-Flow de Explotación</b>   | <b>-156.382,56 €</b>  | <b>1.579.111,56 €</b> | <b>540.203,75 €</b>   | <b>274.217,26 €</b>   | <b>3.781,29 €</b>     | <b>290.013,53 €</b> | <b>24.009,12 €</b>  |

| Dimensión Financiera de la inversión |            |           |           |           |           |    |    |
|--------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|
| -A (Inversión)                       | Q1         | Q2        | Q3        | Q4        | Q5        | Q6 | Q7 |
| -2.444.025,02 €                      | - 46.914,8 | 733.207,5 | 702.657,2 | 672.106,9 | 641.556,6 | -  | -  |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Tasa Interna de Retorno (TIR) | 1558,66%     |
| Valor Actual Neto (VAN)       | 258.588,38 € |

## **5. Conclusiones de viabilidad**

### **5.1. Viabilidad técnica**

El proyecto que se acaba de diseñar está plenamente justificado desde el punto de vista técnico ya que cumple con las premisas necesarias para su desarrollo:

- Garantía en la existencia del recurso minero: existencia de reservas explotables.
- Viabilidad de ejecución, pues los objetivos productivos son consecuentes con la metodología extractiva.
- Los métodos de laboreo diseñados son plenamente viables tanto por el rendimiento de las producciones como por la seguridad de su ejecución.

### **5.2. Viabilidad económica y financiera**

Se ha realizado un desarrollo y justificación de la viabilidad económico-financiera del proyecto de acuerdo a una contrastada metodología de análisis de proyectos mineros de inversión (método VAN/TIR), del cuál se arrojan las siguientes conclusiones:

- El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto analizado para la vida estimada de la explotación resulta positivo, lo que indica que la inversión resulta más ventajosa que en la mejor de las oportunidades de inversión, es decir, aquella que ficticiamente nos daba un interés del 10%, pues el patrimonio neto de la empresa experimenta un aumento mayor.
- El proyecto es aceptable económicamente, ya que la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es superior al Rendimiento Mínimo Aceptable (RMA) o mejor oportunidad, estimado en un 10%.



- El periodo de retorno de la inversión es de 2 años a partir del primer año de actividad.

Los datos arrojados por el estudio son los siguientes:

**VAN: 258.588,38 €**

**TIR: 1558.66% = 2 año**

## **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

## **DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. Pliego de condiciones generales**

#### **1.1. Disposiciones generales**

##### Naturaleza y objeto del pliego general:

El presente Pliego General de Condiciones tiene un carácter supletorio del Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras a acometer en la cantera de explotación de áridos de Majada Verde en Villacarrillo (Jaén), fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos o encargados, y al técnico Director de obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Las obras accesorias, entendiendo por este nombre las que no pueden ser previstas en todos sus detalles, se construirán conforme vaya surgiendo la necesidad. Cuando su importancia lo exija, se realizarán proyectos adicionales que las definan. En casos de menor importancia, se seguirán las directrices que disponga el Director de obra.

##### Documentación del contrato de obra:

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
- El Pliego de Condiciones particulares.
- El presente Pliego General de Condiciones.

- El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## **1.2. Condiciones facultativas**

### **1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas**

#### El director de obra:

La junta rectora de la Propiedad designará al Ingeniero Técnico Director de Obra, representante de la propiedad frente al contratista, en quien recaerán las siguientes funciones:

- a. Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- b. Redactar, cuando se requiera expresamente por el constructor, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
- c. Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.
- d. Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- e. Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
- f. Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.

- g. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- h. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole en su caso, las órdenes oportunas.
- i. Realizar las mediciones de obra ejecutada, realizar y aprobar las certificaciones parciales, realizar y aprobar la certificación final de obra, y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- j. Suscribir el certificado final de obra.

El constructor:

El Constructor o Contratista habrá de proporcionar toda clase de facilidades al Director de obra, o a sus subalternos a fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con la máxima eficacia. Específicamente corresponde al Constructor:

- a. Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b. Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observación de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c. Suscribir con el Director de Obra el acta de replanteo de la obra.
- d. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o prescripción del Director de Obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- f. Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- g. Facilitar al Director de Obra con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- h. Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **1.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista**

#### Verificación de los documentos del proyecto:

Antes de dar comienzo a las obras e inmediatamente después de recibidos, el Constructor deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Director de las Obras sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

#### Plan de seguridad e higiene:

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Director de Obra de la dirección facultativa.

#### Oficina en la obra:

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición del Director de Obra de la Dirección Facultativa:

- El proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero proyectista o Director de Obra.

- La Licencia de Obras.
- El libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El libro de incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionada en el artículo 4º j.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Presentación del contratista:

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena, y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 4º.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones Particulares de Índole Facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones Particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director de Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Presencia del constructor en la obra:



El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, deberá estar presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de obra en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente:

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 % o del total del presupuesto en más de un 10 %.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto:

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director de obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir al Director de Obra las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa:

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo a las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra:

El Constructor no podrá recusar al Director de obra o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero son que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas del personal:

El Director de obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **1.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares**

#### Caminos y accesos:

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Director de obra podrá exigir su modificación o mejora.

#### Replanteo:

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director, junto al personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o su representante, procederá al replanteo general de la obra. El Constructor se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Director podrá ejecutar u ordenar cuantos replanteos parciales considere necesarios durante el periodo de construcción para que las obras se realicen conforme al proyecto y a las modificaciones del mismo que sean aprobadas.

#### Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos:

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquel ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito deberá el contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos:

En general, la determinación del orden de los trabajos será compatible con los plazos programados y es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Facilidades para otros contratistas:

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que les sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Ampliación de proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor:

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose siguiendo una recta interpretación del proyecto y según las instrucciones dadas por el Director de obra, en tanto se formula o tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Prórroga por causa de fuerza mayor:

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el

cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra:

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se lo hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos:

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 10.

Obras ocultas:

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose una al Director de obra, otro al Promotor y otro al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos defectuosos:

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

#### Vicios ocultos:

Si el Director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

#### De los materiales y de los aparatos. Su procedencia:

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Todos los materiales serán de la mejor calidad y su colocación será perfecta. Tendrán las dimensiones que marquen los documentos del Proyecto y la Dirección Facultativa.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de manera que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director de obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras:

A petición del Director de obra, el constructor le presentará las muestras de los materiales antes de sin cuya aprobación no podrán utilizarse en la construcción.

Materiales no utilizables:

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de Obra, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos:

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando ante la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de obra dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la Contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de obra, se recibirán pero con la rebaja del precio de aquel que determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos:

Todas las pruebas, análisis y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán verificados conforme indique el director de obra y serán de cuenta de la contrata todos los gastos que ello origine. Se incluye el coste de los materiales que se ha de ensayar, la mano de obra, herramientas, transporte, gastos de toma de muestras, minutas de laboratorio, tasas, etc.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las garantías suficientes, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Limpieza de las obras:

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de material sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Obras sin prescripciones:

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en éste Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.



#### **1.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas**

##### De las recepciones provisionales:

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Director de obra a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor y del Director de obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como participantes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato, con pérdida de la fianza.

##### Documentación final de la obra:

El Director de obra facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

##### Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra:

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía:

El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente:

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por uso corriente correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

De la recepción definitiva:

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Prórroga del plazo de garantía:

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de obra marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las

obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida:

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 34. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán de forma definitiva, según lo dispuesto en los artículos 38 y 39 de este Pliego.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### **1.3. Condiciones económicas**

#### **1.3.1. Principio general**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### **1.3.2. Fianzas**

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 % y 10 % del precio total de la contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

#### Fianza provisional:

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma, y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un 3 % como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10 % de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificados en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibido que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### Ejecución de trabajos con cargo a la fianza:

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y

representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

De su devolución en general:

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales:

Si la Propiedad, con la conformidad del Director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### **1.3.3. De los precios**

Composición de precios unitarios:

El cálculo de los precios de las distinta unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc.,
- Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidos. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 y un 17 %).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material:

Se denomina Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

Precio de contrata. Importe de contrata:

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

Precios contradictorios:

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determine en el Pliego de Condiciones particulares, siempre teniendo en cuenta la descomposición de precios del cuadro correspondiente. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas:

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar

aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

Formas tradicionales de medir o de aplicar precios:

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

De la revisión de los precios contratados:

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al 3% del importe del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 %.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Acopio de materiales:

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario, son de la exclusiva propiedad de ésta; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.



#### **1.3.4. Obras de administración**

##### Administración:

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

##### Obras por administración directa:

Se denominan "Obras por Administración Directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de obra, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma, interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quién reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

##### Obras por administración delegada o indirecta:

Se entiende por "Obras de Administración Delegada o Indirecta" la que conviene un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración Delegada o Indirecta" las siguientes:

- Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Director de obra en su representación, el orden o la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y los aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

#### Liquidación de obras por administración:

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de obra:

- a. Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b. Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c. Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

- d. Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre a cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 %), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Abono al constructor de las cuentas de administración delegada:

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el Propietario o por su delegado representante. Independientemente, el Director de obra redactará, con igual periodicidad, la mediación de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Normas para la adquisición de los materiales y aparatos:

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquiridos, deberán presentar al Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Director de obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los obreros:

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director de obra, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen

notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de obra.

Si hecha notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario que da facultado para resacirse de la diferencia, rebajando su importe de 15 % que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deban efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

#### Responsabilidades del constructor:

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por el ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 62 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

#### **1.3.5. De la valoración y abono de los trabajos**

##### Formas varias de abono de las obras:

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará de la siguiente manera:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina.
- Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

#### Relaciones valoradas y certificaciones:

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará con Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director de obra.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal, o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director de obra los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del

plazo de diez días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Director de obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Director de obra en la forma prevenida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de obra la certificación de las ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de la contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Director de obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### Mejoras de obras libremente ejecutadas:

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de obra, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada:

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de Índole Económica" vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a. Si existiesen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b. Si existiesen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c. Si no existiesen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Director de obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados:

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquiera índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

Pagos:

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de obra, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía:

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- a. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonado de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- b. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por no haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- c. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

**1.3.6. De las indemnizaciones mutuas**

Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras:



La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### Demora de los pagos:

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 4'5 % anual, en concepto de interese de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### **1.3.7. Varios**

##### Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios:

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director de obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratada.

#### Unidades de obra defectuosas pero aceptables:

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de obra, éste determinará el precio de partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### Seguro de las obras:

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuanto a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho

importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de obra.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### Conservación de la obra:

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de obra, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de obra señale.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario:

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá la obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones:

- Reglamento de General de Normas Básicas de Seguridad Minera e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Ministerio de Obras Públicas.
- Normas Básicas y Generales de la Edificación.
- Ley de Contratos del Estado (D 923/1965)
- Instrucción EHE para el proyecto de ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas MIBT complementarias.

## **2. Pliego de condiciones particulares**

### **2.1. Pliego de condiciones de índole técnica**

### **2.1.1. De las características de los materiales**

#### Cemento:

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cemento" (RC-97), y normas EHIB. Será de una acreditada marca, debiendo recibirse en obra en los mismos envases en que fue expedido en fábrica y se almacenará en sitio donde no haya humedad, de forma que permita el fácil acceso para la adecuada inspección o identificación de cada remesa.

Se emplearán los tipos P-250 y P-350, siempre que las características del terreno y del agua de hormigonado lo permitan. En caso contrario se emplearán cementos adecuados para cada ambiente, que proporcionen resistencias similares, y que deberán ser aprobados por el Director de las obras, previa realización de las series completas o reducidas de ensayos que prescriba.

#### Agua:

El agua que se emplee en la confección y curado de los morteros será potable, no admitiéndose aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- pH comprendido entre 5 y 8.
- Sustancias solubles en cantidad inferior a quince gramos por litro.
- Contenido en sulfatos, expresados en  $(\text{SO}_4)_2^-$  inferior a un gramo por litro.
- No existencia de hidratos de carbono, ni aún en cantidades mínimas.
- Grasas y aceites en cantidad inferior a quince gramos por litro.

#### Áridos:

Los áridos a emplear en morteros y hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y granos existentes en yacimientos naturales.

En todo caso, el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo, suciedad, arcilla y otras materias extrañas.

La composición tanto química como granulométrica de los áridos será tal que los hormigones con ellos constituidos, dosificados en la proporción conveniente, proporcionen la resistencia mecánica señalada en el proyecto.

Los áridos, una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. Los áridos finos se almacenarán al abrigo de la lluvia.

El almacenamiento de cualquier clase de árido, cuando no se efectúe en tolvas o silos, sino en pilas, deberá disponerse a satisfacción del Ingeniero Director, o, en caso contrario, los 30 cm inferiores de la base de las pilas no se utilizarán ni se quitarán durante todo el tiempo que se vaya a utilizar la pila.

Se realizarán los ensayos correspondientes para cada partida de áridos de procedencia distinta, debiendo realizarse una serie completa de ensayos como mínimo para cada tamaño de clasificación.

En todo caso, el Director de obra podrá ordenar la realización de los ensayos que considere necesarios para comprobar, antes de la utilización de áridos, si se cumplen las características exigidas.

#### Hormigones:

Se definen como hormigones los materiales formados por mezcla de cemento, agua, árido fino y árido grueso y, eventualmente, productos de adición que al fraguar y endurecer proporcionan una notable resistencia.

La dosificación de áridos, cemento y agua será tal que la masa tenga consistencia blanda y que la resistencia característica a compresión a los 28 días en probeta cilíndrica sea de 25 N/mm<sup>2</sup>. En la preparación, amasado, vertido, etc.

En caso de que los ensayos de control dieran como resultado que la resistencia característica deducida fuera menor que la exigida y los ensayos de información y/o pruebas de carga ofreciesen resultados satisfactorios que permitiesen aceptar la obra realizada, el Contratista sufrirá una penalización económica consistente en una disminución del precio del m<sup>3</sup> de hormigón del 2 % por cada 1 % de disminución de la resistencia característica exigida.

La disminución del precio no podrá sobrepasar en ningún caso del 50 %.

#### Aceros:

Los aceros laminados empleados en la estructura, así como chapas de unión, cartelas, redondos, etc., serán de primer uso, del tipo A-42b, claramente definido en la norma MV-102, y cuya resistencia característica será superior a 3.700 kg/cm<sup>2</sup>, sin exceder de 4.500 kg/cm<sup>2</sup>.

Las superficies de los redondos no presentarán asperezas que puedan herir a los operarios. Estarán exentos de pelos, grietas, sopladuras, mermas de sección y otros defectos perjudiciales a la resistencia de la barra. Los elementos en los que se aprecien defectos de laminación, falta de homogeneidad, manchas debidas a impurezas, grietas o cualquier otro defecto, serán desechados sin ser sometidos a ningún tipo de prueba.

Las armaduras de acero ordinario se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación excesiva.

#### Ladrillos:

Será duro fabricado con arcillas que no contengan más de un 8 % de arena. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil, buenos frentes y aristas vivas y su fractura se presentará uniforme.

La forma estará perfectamente moldeada y cortada, no presentará grietas y tendrá las dimensiones usuales en la localidad.

Sumergidos en agua no deberán absorber después de un día de inmersión más de la sexta parte de su peso, no presentarán hendiduras, oquedades, grietas ni defecto alguno de este tipo y no serán heladizos. También deberán poderse cortar con facilidad y sin destrozarse al tamaño que se requiera.

Bloques de hormigón:

No presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias; en el caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestida será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.

Cumplirán todo lo previsto al efecto en la EH-88.

Barras lisas y corrugadas:

Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente. 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 y 50 mm. Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95 % de la sección nominal, en diámetros no mayores de 25 mm, ni al 96 % en diámetros superiores.

Cumplirán íntegramente lo prescrito en la Instrucción EH-88 y en las Normas UNE 36-097 y 36-088.

Mallas electrosoldadas:

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, 10, 11, 12, 13 y 14 mm.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.



Cumplirán íntegramente lo prescrito en la Instrucción EH-88 y en las Normas UNE 36-097 y 36-088.

Maderas para encofrados y cimbras:

Tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas, y de fibra recta. La madera aserrada se ajustará, como mínimo a la clase I/80, según la norma UNE 56.525.

Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será:

- Machihembrada.
- Escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloren los paramentos.

Pinturas, aceites y barnices:

Todas las sustancias de uso general en pintura, deberán ser de buena calidad. Los colores serán sólidos y estarán bien mezclados con el aceite purificado y sin posos.

El barniz que se emplee será de primera calidad y transparente.

Estos materiales se recibirán en obra en recipientes precintados y deberán tomarse todas las precauciones necesarias para su buena conservación. Los recipientes se abrirán en el momento de su empleo, comprobándose la integridad de los precintos.

Otros materiales:

Los demás materiales que se utilicen en la obra y que se hubiesen dejado de consignar en este Pliego de Condiciones serán de primera calidad y reunirán las condiciones de bondad necesarias a juicio de la Dirección Técnica.

**2.1.2. Ejecución de las obras**

Replanteo:

La dirección Técnica hará sobre el terreno el replanteo general de las obras y de sus distintas partes, del emplazamiento de las zanjas, las cuales después de abiertas deberán ser reconocidas por dicha Dirección, sin cuya autorización no podrán rellenarse para formar cimientos ni obra alguna, marcándose por medio de señales fijas los puntos principales que determinen las alineaciones.

Se formarán planos y se extenderán actas del resultado del replanteo y de los reconocimientos, actas que firmarán el Ingeniero y el Contratista.

No podrá darse principio a las obras a que los replanteos se refieren sin autorización del Ingeniero Director, debiendo tomarse previamente todos los datos relativos al estado en que se hallen los terrenos al principio de la cimentación.

Todos los gastos, tanto de materiales como de jornales que se originen al practicar los replanteos a que se refiere este artículo, serán de cuenta del contratista, el cual tiene la obligación de custodiar las señales indicada y reponer las que desaparezcan.

Despeje y desbroce del terreno:

Las operaciones de despeje y desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

### Excavaciones:

Estos trabajos comprenden todas las operaciones necesarias de limpieza del terreno, excavación de la caja y refino de los taludes resultantes.

La excavación se realizará en la forma y profundidad que figura en los planos, de acuerdo con las alineaciones, rasantes y secciones indicadas en los mismos, o según haya señalado, en su caso, el Director de obras.

Los desmontes se ejecutarán por los procedimientos corrientes de excavación en forma que garantice la seguridad de los obreros, y cuando hayan de emplearse explosivos, con todas las precauciones que la naturaleza de estos materiales exige, para evitar accidentes a los encargados de su manejo y a cuantos pudieran sufrir las consecuencias de su explosión.

Se empezarán a cortar con el talud mínimo que consienta la naturaleza del terreno, hasta tanto que la Dirección Técnica de las obras fije en cada caso, los definitivos. El terreno no quedará perturbado más allá de los límites previstos y los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que se favorezca en todo momento un rápido desagüe.

Los productos de los desmontes que no emplee el contratista en la ejecución de las obras, se colocarán en caballetes o apilados en los lugares que designe el Ingeniero encargado de la inspección donde quedarán a disposición de la Dirección.

Cualquier deterioro en las obras, debido a las excavaciones realizadas por el Contratista, incluidas las que sobrepasen los límites establecidos, será reparado por y a expensas del Contratista.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el Proyecto, ni hubieran sido ordenados por el Director.

Con independencia de lo anterior, el Director podrá ordenar la colocación de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución de la obra.

#### Terraplenes y rellenos:

Se define como relleno el conjunto de operaciones que conllevan el transporte, deposición y compactación de materiales terrosos y pétreos en terraplenes, zanjas y traslados de obras de fábrica o cualquier otra zona que se detalle en los planos o que ordene la Dirección de obras.

Los terraplenes se ejecutarán a material perdido, con productos procedentes de las excavaciones, siempre que sean adecuados a este uso, dejando su consolidación al tránsito y acción de los agentes atmosféricos pero proporcionando siempre las creces necesarias para que, después de consolidados, queden con altura ligeramente superior a la rasante correspondiente, al objeto de que el refino sea practicado por el rebajamiento.

#### Cimientos:

Las excavaciones necesarias para ejecutar la cimentación se profundizarán hasta encontrar el terreno conveniente, con las precauciones debidas, apeando y acodalando el terreno cuando sea necesario para la seguridad de los obreros así como para que queden perfectamente determinadas las dimensiones que hayan de tener las zanjas con arreglo al proyecto.

Tanto el hormigonado de las zapatas como el de las vigas de enlace se efectuará sobre una capa de hormigón de limpieza de al menos 10 centímetros de espesor sobre la

que se situarán las armaduras sobre tacos de mortero rico que servirán de espaciadores. Este hormigonado se realizará de una sola vez, para lo cual se tomarán las medidas de organización necesarias evitándose su ejecución por fases.

Asimismo la excavación de los 20 centímetros inferiores del terreno no se hará hasta inmediatamente antes de verter el hormigón de limpieza.

Por último deberá cuidarse de que el recubrimiento de las puntas de las armaduras lateralmente no sea inferior a 5 cm.

#### Hormigonado de cimientos y pavimentos:

Tanto la dosificación de cemento como la de áridos, se hará por peso, prestando especial atención a la dosificación de agua para mantener uniforme la consistencia del hormigón.

Las superficies sobre las cuales haya de ser vertido el hormigón estarán limpias, humedecidas, pero sin agua sobrante.

Se empleará el hormigón recién hecho y en general seco. Los semisecos se apisonarán hasta refluimiento. La distancia de transporte será corta para poder quedar cubierta antes de que empiece el fraguado de la mezcla aglomerante, y que el medio utilizado, no de lugar a que el mortero se acumule en parte de la masa, dejando aisladas las piedras. Con este mismo objeto se procurará evitar el vertido del hormigón desde una altura considerable.

El hormigón se extenderá de forma que llene bien todos los huecos y esté en contacto con las paredes del recinto a llenar, procurando con el manejo de herramientas adecuadas, contribuir a conservar su homogeneidad, a facilitar el desprendimiento del aire y a separar las piedras de la superficie que deben quedar vistas.

Las superficies de cada capa deberán quedar, en general, sensiblemente horizontales y las mezclas habrán de someterse siempre a la presión que según su consistencia sea necesaria para asegurar la compacidad de la masa.

Cuando fuese necesario recurrir al apisonado se practicará este por igual con golpes muy repetidos pero no demasiado fuertes, y se dará por terminado cuando el agua afluya a la superficie. Las fábricas en que intervenga el hormigón serán regadas y protegidas convenientemente contra el calor y el frío durante el proceso de fraguado y en tanto que este termine.

Cada 20 m<sup>2</sup> se dispondrá una junta de dilatación en todos aquellos elementos de tipo continuo, y en todos aquellos que así lo disponga el Director de obra.

El Contratista queda obligado a cumplir cuantas instrucciones sobre el particular reciba de la Dirección Técnica.

#### Armaduras:

Se emplearán las armaduras de la calidad y dimensiones fijadas en el proyecto y ocuparán los lugares previstos en los planos de ejecución.

Las desviaciones toleradas en posición de cada armadura no sobrepasarán 1 cm en general y 0'5 cm en lo tocante a recubrimiento de armaduras.

Durante el vertido y compactación del hormigón, quedará impedido todo movimiento de las armaduras.

#### Uniones soldadas:

Se utilizarán electrodos de calidad estructural apropiada a las condiciones de la unión del soldeo y de las características mínimas siguientes:

- a) Resistencia a tracción del metal depositado.
  - Mayor que 37 kg/cm<sup>2</sup> para aceros tipo A- 37
  - Mayor que 42 kg/cm<sup>2</sup> para aceros tipo A- 42b
  - Mayor que 52 kg/cm<sup>2</sup> para aceros tipo A- 52b
- b) Alargamiento de rotura mayor del 22 % para aceros de cualquier tipo.

- c) Resistencia adaptada a la calidad del acero y al tipo de estructura no inferior en ningún caso a  $5 \text{ kg/cm}^2$ .

En el uso de los electrodos se seguirán las normas indicadas por el suministrador.

En la ejecución de soldaduras, preparación de bornes, etc., se seguirá lo dispuesto en la norma MV 104/66 (Ejecución de las estructuras de acero laminado en la edificación).

#### Estructura metálica:

La estructura será conforme en su forma y dimensiones a lo señalado en los Planos de Proyecto. El Contratista no podrá hacer ningún tipo de modificación sin la autorización previa de la Dirección Facultativa.

En caso de que el Contratista subcontrate toda o parte de la ejecución de la estructura, deberá demostrar la adecuada capacitación técnica de dicha subcontrata. La estructura será ejecutada en taller.

Respecto a la ejecución se realizará conforme a lo dispuesto en la Norma MV-104 "Ejecución de las Estructuras de Acero Laminado en Edificación".

Se seguirán los siguientes controles y criterios de aceptación y rechazo:

- Materiales: Según el apartado correspondiente de este Pliego y las Normas MV-102, MV-105, MV-106, MV-107 y UNE 14.003.
- Uniones roblonadas y atornilladas: se efectuarán inspecciones sistemáticas destinadas a controlar la disposición y geometría de los agujeros, identificación de roblones y tornillos y estado de la superficie y proceso de colocación.
- Uniones soldadas: se efectuarán inspecciones sistemáticas y ensayos no destructivos en orden al control del estado antes de la soldadura, procedimiento empleado capacitación técnica de los operarios soldadores, y aspecto y forma de cordones de soldadura.

#### Protección de estructura metálica:

En evitación de oxidaciones se aplicará a toda la estructura metálica una capa de imprimación a partir de aceite de linaza cocido con un máximo en peso del 30 % y minio de plomo con mínimo del 70 % también en peso.

Se autoriza la agregación de otros productos no perjudiciales siempre que no excedan del 6 % en peso.

Siempre que sea posible se efectuará la imprimación el local seco y cubierto, al abrigo del polvo. Y si ello no es posible, podrá efectuarse al aire libre, a condición de no trabajar en tiempo húmedo ni en épocas de heladas.

Posteriormente y transcurrido en plazo mínimo de 36 horas desde la imprimación se aplicarán dos capas de pintura al óleo de color y acabado que indique la Dirección Técnica.

En todo lo referente a la protección, se seguirán las instrucciones de la norma MV 104/72 del Ministerio de la Vivienda.

#### Fábrica de ladrillo:

Los ladrillos deberán ser saturados de humedad y bien escurridos del exceso de agua, antes de su colocación en obra.

Esta fábrica se efectuará a baño fluido de mortero. Los ladrillos se colocarán después de vertido en la hilada inferior cantidad suficiente de mortero sometiéndolas con las manos a resbalamiento y fuerte compresión hasta que refluya el aglomerante por todas partes, quedando el tendel con espesores que no excederán de 12 mm en el interior y de 8 mm en las juntas vistas. Los ladrillos que haya la necesidad de emplear cortados serán a la mayor dimensión que permita el aparejado de la fábrica.

Al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica antigua, se barrerá y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo ladrillo deteriorado.

#### Ejecución de los alzados:



Los alzados de las obras se ejecutarán con las fábricas que tengan prescritas y de acuerdo con las condiciones establecidas para cada una de ellas. En esta ejecución se cuidará especialmente que las uniones de unas fábricas con otras y de las distintas partes de la obra queden aseguradas en todos los casos mediante trabazones o disposiciones que sean precisas.

El Contratista atenderá a este respecto cuantas indicaciones reciba de la Dirección Técnica y a todo lo prescrito en la norma FL 1990 (Muros resistentes de fábrica de ladrillo).

#### Enfoscados, enlucidos, etc.:

Los enfoscados se ejecutarán limpiando previamente los paramentos con cepillos metálicos, descarnando las juntas si es preciso y regando convenientemente la fábrica para arrastrar las materias extrañas y proporcionándoles la humedad necesaria.

El mortero se arrojará fuertemente con la paleta alisando después con galocha para obtener una superficie no muy rugosa. Se mantendrán húmedas las superficies enfoscadas para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

Los enlucidos se realizarán con mortero de consistencia muy fluida arrojándoles sobre la fábrica y alisando después hasta conseguir que el lienzo tendido no presente rugosidad ni huellas de las herramientas empleadas ni grietas en parte alguna. Se regará abundantemente para conseguir un buen curado.

#### Obras de madera:

Las dimensiones de las piezas necesarias para la construcción de obra provisionales o auxiliares así como su disposición o fijación podrán ser determinadas por la Dirección Técnica.

La carpintería de madera será ejecutada con la mayor perfección, presentando los ensamblajes bien ajustados y las molduras terminadas, debiendo quedar repasado con

papel de lija y llevada al lugar de empleo sin imprimir, para el reconocimiento del Director de obra.

#### Cerrajería de taller:

Será ejecutada con el mayor esmero. Puertas, ventanas y barandales, etc., deberán tener las colas suficientes para su perfecto anclaje y de todos los elementos se someterá previamente un modelo a la Dirección Técnica para ser admitidos.

#### Tejados galvanizados:

Las chapas de acero galvanizado tendrán la rigidez necesaria para que no se produzcan abolladuras locales bajo una carga puntual de cien kilogramos (100 kg) en las condiciones más desfavorables.

Los paneles de doble chapa de acero deberán estar en posesión del Documento de Idoneidad Técnica.

Los accesorios cumplirán lo especificado en la NTE-QTG.

Se realizarán las inspecciones periódicas y los ensayos que considere oportunos la Dirección Facultativa.

Los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

#### Carpintería de acero:

Podrán ser perfiles laminados en caliente de eje rectilíneo sin alabeos ni rebabas o perfiles conformados en frío, de fleje de acero galvanizado, doble agrafado, de espesor mínimo ocho milímetros (8 mm), resistencia a rotura no menor de treinta y cinco kilogramos por milímetro cuadrado (35 kg/mm<sup>2</sup>) y límite elástico no menor de veinticuatro kilogramos por milímetro cuadrado (24 kg/mm<sup>2</sup>).

Los junquillos serán de fleje de acero galvanizado, conformado en frío, de cero con cinco milímetros (0.5 mm) de espesor.

Los perfiles se soldarán en todo su perímetro de contacto, con ejes coplanarios formando ángulos rectos.

Si se trata de perfiles laminados éstos estarán protegidos con imprimación anticorrosiva de quince (15) micras de espesor.

Los materiales cumplirán las condiciones especificadas en este Pliego.

Se realizarán pruebas de servicio de estanqueidad al agua y funcionamiento general.

#### Puertas de acero:

Se cumplirá lo establecido en la norma NTE-PPA.

#### Herrajes:

Tanto los herrajes de colgar como los de seguridad serán de buena calidad de acuerdo con los precios establecidos en el presupuesto. De todos ellos se presentará previamente muestras para su aprobación por el Técnico Director.

#### Pintura:

Los trabajos de pintura serán esmerados y ejecutados con materiales de la mejor calidad.

#### Vidrería:

El vidrio será de la calidad especificada para cada caso en el Presupuesto, limpio de todo defecto y de grueso uniforme perfectamente plano, desprovisto de manchas,

burbujas, etc. Serán colocados siempre con junquillos de madera o metálicos, según los casos y obedeciendo siempre a las normas establecidas en el Pliego Base.

#### Instalaciones de fontanería:

Todas las instalaciones se realizarán con el material que se señala en el Presupuesto y en su defecto con el que a juicio de la Dirección Técnica reúna las debidas condiciones de calidad y garantía. Se obedecerá siempre en el material a las secciones y espesores que figuran en el correspondiente documento.

#### Red horizontal de saneamiento:

Las tuberías enterradas irán sobre cama de hormigón, vertido en el fondo, adaptada a la mitad inferior del colector. Se autorizará así mismo su colocación sobre solera de hormigón con calzas de ladrillo, no admitiéndose en ningún caso el asiento directo de la tubería sobre tierra apisonada.

Las arquetas serán ejecutadas en fábrica de ladrillo macizo normal de 1/2 pie de espesor enfoscados y bruñidos en su interior y dándoles en su fondo la forma de canal más apropiada para favorecer la reunión y circulación de las aguas de los tubos que en cada una de ellas concurren.

#### Instalación eléctrica:

- Condiciones generales de instalación eléctrica.

En la realización de este Proyecto, se tendrá en cuenta, ante todo, lo estipulado por el Ministerio de Industria en su Reglamento Electrotécnico para Baja y Media Tensión y el Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Se prestará principal atención a aquellos aparatos y dispositivos destinados a la protección y seguridad, tanto del usuario como de la propia instalación.

- Acometida.

Se dispondrá tal y como lo indiquen el resto de documentos del Proyecto.

La sección mínima del conductor neutro deberá ser igual a la de conductores de fase.

Los empalmes y conexiones de los conductores deberán de efectuarse siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

- Caja general.

Se deberá colocar en lugar de tránsito general de fácil y libre acceso, lo más alejada posible de la red general de distribución y de otras instalaciones. Deberá de ser precintable; constatar de cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación; y tener un borde de conexión de puesta a tierra si la caja es metálica.

- Línea de enlace, caja general, cuadro de contador.

Enlazará la caja general con el lugar donde se halle el contador. Deberá terminar en un embarrado o en unos bornes que deberán quedar protegidos contra cualquier manipulación indebida.

La línea de enlace deberá discurrir por lugares de uso común. La línea de enlace está constituida por:

- a) Conductores aislados en el interior de tubos, según proyecto.
- b) Los conductores utilizados serán de material especificado en Proyecto.

El contador se instalará sobre bases constituidas al efecto por materiales adecuados y no inflamables y sus medidas serán las dispuestas por la Compañía suministradora.

La zona donde esté situado será de fácil y libre acceso.

La altura mínima del suelo será de 1'5 m y la máxima de 1'8 m.

Los conductores estarán protegidos contra toda manipulación indebida en ellos.

Cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del circuito o desviación individual a que pertenece.

- De las instalaciones interiores o receptores.

Se dotará a la instalación de al menos dos circuitos perfectamente diferenciados, Fuerzas y Alumbrados.

Los tubos destinados a contener los conductores tendrán diámetro que permita el aumento de sección de los conductores en un 50 %.

El número de hilos vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores por parte del abonado.

- De las canalizaciones.

Se tendrá en cuenta para su trazado, los posibles paralelismos o cruces con otros conductos y canalizaciones disponiéndolas de forma que las superficies de ambas se mantengan a una distancia mínima de 3 cm, y en el caso de cruces, las canalizaciones eléctricas se situarán por debajo de las demás instalaciones, teniendo en cuenta esencialmente los siguientes puntos:

- Elevación de la temperatura.
- Condensación
- Corrosión.
- Explosión.

Las canalizaciones serán accesibles y fácilmente identificables.

- Puesta a tierra.

Se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo de Memoria. El recorrido de los conductores de tierra será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección.

Los conductores tendrán un buen contacto eléctrico tanto en las partes eléctricas o masas conectadas a tierra, como en el electrodo.

Los circuitos de tierra deberán de ser continuos y no estarán interrumpidos por ningún tipo de seccionador.

La revisión de la toma de tierra se efectuará una vez al año, por lo menos, procurando que el terreno esté lo más seco posible, circunstancia esta que lo hace menos conductor.

- Nota importante.

El instalador Oficial que lleve a cabo la realización de este proyecto, que deberá estar especializado en esta labor y poseer todos los requisitos que establece la legislación vigente, tendrá en cuenta en todo momento las Normas U.N.E., de obligado cumplimiento, publicadas por el instituto de Racionalización y Normalización.

## **2.2. Pliego de condiciones de índole facultativa**

### Obras afectadas:

Este Pliego de Condiciones particulares, juntamente con el Pliego General de Condiciones, la Memoria, Planos y Presupuestos, son documentos que has de servir de base para la ejecución de las obras correspondientes a este proyecto.

Serán objeto de las normas y condiciones facultativas que se reflejan en el Pliego de Condiciones las obras incluidas en el presupuesto, abarcando a todos los oficios y materiales que en ella se emplean.

### Normas de aplicación:

Serán de aplicación las normas indicadas en el capítulo correspondiente de la Memoria, y cuantas normas sean de aplicación, de acuerdo con la naturaleza del presente proyecto.

Interpretación del proyecto y realización de obra:

Corresponde exclusivamente a la Dirección Técnica la interpretación del Proyecto, así como el dar las órdenes complementarias, gráficos o escritos para el correcto desarrollo del mismo.

Las obras se ajustarán a los planos y estados de mediciones, resolviéndose cualquier discrepancia por el Director de obra.

Duración de las obras:

Las obras correspondientes al presente proyecto comenzarán en la semana siguiente de la adjudicación por parte del Contratista, en el supuesto de que el contrato no se señale alguna otra fecha.

La duración de las obras será como máximo tres meses, si el contrato no lo estipula expresamente.

Plazo de garantía:

Se establece un plazo de garantía de 1 año como mínimo para las obras, maquinaria e instalaciones del presente proyecto.

Retirada de materiales, caso de rescisión de contrato:

La retirada de maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., caso de rescisión de contrato se realizará en el plazo de una semana como máximo contada a partir del día de rescisión, y será por cuenta del Constructor que rescinde.



### **2.3. Pliego de condiciones de índole económica**

#### Medición de las obras ejecutadas:

La medición de las obras se hará por el tipo de unidad establecida en el Presupuesto.

#### Excavación y relleno:

Se entiende por excavación en tierras las cubicaciones de la explanación efectuada, y por relleno, el mismo volumen descontando el que ocupa la fábrica.

#### Definición del metro cúbico de fábrica:

Se entiende por metro cúbico de fábrica el de la obra ejecutada completamente terminada con arreglo a las condiciones. El precio señalado en el cuadro de precios correspondiente se refiere al metro cúbico definido de esta manera, cualquiera que sea la procedencia de los materiales.

#### Medición de albañilería:

Los muros se medirán una vez terminados, y se descontarán los huecos que correspondan.

Los forjados de piso se medirán por superficie.

En los tejados, la medición se realizará descomponiendo cada faldón en caras geométricas bien determinadas. No se abonarán aparte los caballetes ni las limas.

Los solados y revestimientos de azulejos también se abonarán descontando los huecos, si los hubiera. Del mismo modo se procederá en guarnecidos, enlucidos, revocos, enfoscados y pinturas.

#### Medición de cerrajería y carpintería:

La carpintería de puertas y ventanas se medirá con cerco. La medición se realizará sin desarrollar moldaduras.

Medición de obras metálicas:

Las partes metálicas de las obras se medirán por kg o por m<sup>2</sup>, según Mediciones del Proyecto y estimación del Director de obra.

Precios contradictorios:

Se establece un plazo de dos días para resolver cualquier precio contradictorio entre la Contrata y la Dirección Facultativa.

## **2.4. Pliego de condiciones de índole legal**

Obligaciones del contratista:

El Contratista con carácter general viene obligado a ejecutar esmeradamente todas las obras que se le confían, así como a cumplir rigurosamente todas las condiciones estipuladas en este Pliego o en el Contrato, al igual que cuantas ordenes se le den verbalmente o por escrito por el Técnico Director de las obras.

Responsabilidad del contratista:

De la calidad y buena ejecución de las obras contratadas, el Contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudieran costarle, ni por las erradas maniobras que cometiera durante la construcción, siendo a su cuenta y riesgo independientemente de la inspección que de ellas haya podido haber hecho el Técnico Director de obra.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra.

Así mismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran en el curso de las obras, debiendo atenerse en todo a las normas de prudencia, así como a las disposiciones y Reglamentos de Policía de la materia.

Leyes laborales de accidentes de trabajo:

El contratista viene obligado a cumplir rigurosamente todas las legislaciones vigentes, o que puedan dictarse en el curso de los trabajos.

Igualmente está obligado a tener a todo el personal a sus órdenes debidamente asegurado contra accidentes de trabajo, debiendo así probarlo si a ello fuera invitado por la Dirección Técnica o la Propiedad.

Mano de obra:

El contratista deberá tener siempre en obra un número de operarios proporcional a la extensión y clase de los trabajos a juicio de la Dirección Técnica. Estos serán de aptitud reconocida experimentados en su oficio y en todo momento habrá en obra un técnico o encargado apto que vigile e interprete los planos, y haga cumplir las órdenes de la Dirección y cuanto en este Pliego se especifica.

Daños en propiedades vecinas:

Si con motivo de las obras el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que repararla por su cuenta. Así mismo, adoptará cuantas medidas sean necesarias para evitar la caída de materiales o herramientas que puedan ser motivo de accidentes.

Rescisión del contrato:

Serán causas suficientes de rescisión las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- Quiebra del Contratista.

- Alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y siempre que la variación del presupuesto sea de  $\pm 25$  % como mínimo de su importe.
  - Variaciones en las unidades de obra en  $\pm 40$  %.
  - Suspensión de la obra comenzada.
  - Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de los intereses de las obras.
  - Abandono de la obra sin causa justificada.

Formalizaciones del contrato:

La formalización del contrato se verificará por documento privado con el compromiso por ambas partes, Propiedad y Contratista de elevarlo a Documento Público a petición de cualquiera de ellos, como complemento del Contrato, los Planos y demás documentos del Proyecto irán firmados por ambos.

## **DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO**

## **DOCUMENTO N° 4: PREUPUESTO**

### **1. Cuadro de precios**

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRECIO    |
| <b>C1</b>                                     |    | <b>PERMISOS Y ADQUISICION TERRENOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| 101                                           | ha | ADQUISICION DE LOS TERRENOS<br>Adquisición de terrenos para explotación de áridos de terreno improductivo de monte bajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15.000,00 |
| 102                                           | ud | PERMISOS ADMINISTRATIVOS<br>Gastos de tramitación y tasas legales para legalización de explotación de áridos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 25.000,00 |
| 103                                           | ud | SEGURO RESPONSABILIDAD CIVIL<br>Seguro de responsabilidad civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10.000,00 |
| <b>C2</b>                                     |    | <b>CONSTRUCCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| <b>2.1</b>                                    |    | <b>TRABAJOS PREVIOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| 2101                                          | m2 | DESBROCE DE TERRENO EN MONTE BAJO<br>Desbroce del terreno tipo monte bajo, con un espesor de hasta 50 cm, mediante medios mecánicos, retirada de vegetación y transporte a vertedero, incluso canon de vertido, formación de acopio de tierra vegetal mediante mediante bulldozer distancia < 400 m.                                                                                                                                                                                                      | 0,92      |
| 2102                                          | ml | INSTALACION DE VALLADO TIPO CINEGETICO<br>Suministro e instalación de vallado tipo cinegético de 1.50 m. de altura realizado con malla triple galvanizada 200/17/15, en rollos de 50 m, alambre horizontal de 3 mm y alambre vertical de 2.5 mm. Incluidos postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/ replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central. | 8,90      |
| 2103                                          | ud | PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS GALVANIZADA DE 6 x 2 M<br>Puerta abatible galvanizada de 2 hojas, de 6x2 m. formada por bastidor de tubo de acero laminado 80x40x1,5 mm. y barroses de 30x30x1,5 mm. galvanizado en caliente por inmersión Z-275, postes IPN de 200 , montada i/ replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.                                                                                                                                                             | 1.419,87  |
| 2104                                          | ud | CARTEL PVC DE SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS 50 x 30 CM<br>Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y montaje. s/ R.D. 485/97.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7,34      |
| 2105                                          | ml | CUNETAS REVESTIDAS DE HM-20 10 CM<br>Cuneta trapezoidal de h=0,50 m. y base 0,40 m., revestida de hormigón HM-20 de espesor 10 cm., incluso excavación, compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p/p de encofrado, terminada.                                                                                                                                                                                                                                                   | 24,62     |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |
|-----------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRECIO   |
| 2106                                          | ud | <b>BALSA DECANTACION GUNITADA</b><br>Construcción de balsa de decantación de 19,1 m x 5.5 m y h = 1 m. Incluida excavación en terreno compacto por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, sin carga ni transporte al vertedero. Hormigón proyectado gunitado de 15 cm. de espesor con cemento BL-II 42,5R y áridos especiales, con una resistencia de 175 kg./cm <sup>2</sup> ., sin juntas, incluida colocación de malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=5 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE.                                                                                                                                                                                                          | 5.932,08 |
| 2107                                          | ud | <b>AMPLIACION ACCESO EXPLORACION</b><br>Ampliación de acceso a la explotación, incluye: Construcción de colector de hormigón centrifugado de D=0,50 m., colocado en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento y compactado, recibido de juntas, terminado. Construcción de boquillas para caño D= 0,50 m., formada por imposta de 0,40x0,20 m., aletas de H=0,90 m. y espesor 0,30 m., con talud 2/1, cimientos de 0,50x0,50 m., solera entre aletas de espesor 0,25 m., incluyendo excavación, encofrado , hormigón HM-20 en cimientos y alzados, terminado. Extendido de zahorra natural, husos ZN(50)/ZN(20), de 20 cm. de espesor en sub-base y con índice de plasticidad <6, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento. | 1.252,24 |
| 2108                                          | m. | <b>FORMACIÓN DE PISTAS Y ACCESOS</b><br><br>Formación de pistas, mediante perfilado y refino con motoniveladora en terreno de tránsito, con transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,03     |
| 2109                                          | ud | <b>EXPLANACION PLAZA CANTERA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,48     |



| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PRECIO     |
| <b>2.2</b>                                    |    | <b>PLANTA TRATAMIENTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
| 2201                                          | m2 | CONSTRUCCION DE LOSA CIMENTACIÓN H 0.80 M<br>Construcción de losa de cimentación de 0.80 de canto, incluye: Excavación en cimientos en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.Hormigón armado HA-30 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx. 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura de acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes, según EHE50 (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EME y EHE. | 127,87     |
| 2202                                          | m2 | CONSTRUCCION DE LOSA CIMENTACION H 0.40 M<br>Construcción de losa de cimentación de 0.4 de canto, incluye: Excavación en cimientos en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.Hormigón armado HA-30 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx. 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura de acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes, según EHE50 (25 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EME y EHE.  | 74,88      |
| 2203                                          | m2 | PROTECCION TALUD<br><br>Protección de talud mediante hormigón proyectado gunitado de 25 cm. de espesor con cemento BL-II 42,5R y áridos especiales, con una resistencia de 175 kg./cm2., sin juntas, incluida colocación de malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. equipo elevador. Según EHE.                                                                                                                                                                                                                                                                  | 73,02      |
| 2204                                          | ud | ESTRUCTURA METALICA SUSTENTACION<br><br>Suministro y colocación de estructura metálica de base 4.0 x 4.0 m y 7 m de altura, compuesta por IPN 300, formada por 16 pilares colocados sobre placas de anclaje, conformando 3 niveles de carga, los dos niveles inferior disponen de pasillo perimetral y plataforma de tramels galvanizados, barandilla y escaleras de acceso. Incluido montaje y ajuste in situ y equipos de elevación.                                                                                                                                                                                                  | 79.079,02  |
| 2205                                          | ud | MACHACADORA DE MANDIBULAS SANDIVK CJ211<br>Suministro y montaje de machacadora de mandíbulas Sandvik CJ211, de 90 kW, peso 15.000 kg, con tamaño máximo de abertura de alimentación de 1100x700 mm, reglaje 40-200 mm y producción límite 90-540 tn. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 148.885,10 |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRECIO    |
| 2206                                          | ud | CRIBA VIBRANTE TRIMAN CVT-1025<br><br>Suministro y montaje de criba vibrante Triman de 5.5 kw y 1-2 pisos, con superficie de cribado 2.5 m2, con tamiz de 100 mm de abertura. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                                                                                        | 35.406,94 |
| 2207                                          | ud | CINTA TRANSPORTADORA 7.5 CV<br>Suministro y montaje de transportador de banda de 8 cv, ancho de banda de 600 mm, inclinación 20ª y 16 m de longitud, producción máxima 200 tn. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                                                                                       | 22.868,16 |
| 2208                                          | ud | TOLVA METALICA CAJA DE PIEDRAS<br><br>Suministro y colocación de tolva metálica de 50 m3, tipo caja de piedras, carenada en chapa simple con guiado ancho interior con parrilla abatible interior de luz 600 mm, con cubierta y paneles superiores laterales de pvc para control del polvo en la descarga. Incluido montaje y ajuste in situ y equipos de elevación.                                                          | 86.296,82 |
| <b>2.3</b>                                    |    | <b>INSTALACIONES ANEXAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| 2301                                          | m2 | CONSTRUCCION SOLERA HA-25 10 CM<br><br>Construcción de solera de 10 cm con hormigón para armar HA-25/P/20/I, elaborado en central, incluso vertido, compactado según EHE, p.p. de vibrado, regleado y curado en soleras. Incluida malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=5 mm. en cuadrícula 15x15 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE.                                                | 12,87     |
| 2302                                          | ud | ACOMETIDA SANEAMIENTO<br>Acometida provisional de saneamiento de caseta a la red, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de PVC corrugado, enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida con tierras de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. | 200,00    |
| 2303                                          | ud | CONSTRUCCION FOSA SEPTICA<br>Construcción de fosa séptica de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 4000 litros, de 2000 mm de diámetro y 1500 mm de longitud, con boca de acceso de 500 mm de diámetro, boca de entrada y boca de salida de 125 mm de diámetro, según UNE-EN 12566-1, para tratamiento primario de aguas residuales. Incluido excavación, montaje y relleno posterior.                                 | 2.255,69  |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |
|-----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PRECIO   |
| 2304                                          | ud | ACOMETIDA FONTANERÍA<br>Acometida de fontanería para caseta a la red de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 25,00    |
| 2305                                          | ud | MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO OFICINA<br>Instalación y suministro de módulo prefabricado de 7.00 x 2.40 m, con dos despachos y un aseo, con las siguientes características: Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado. Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento K=0,39 Kcal/m2H°C. Dos ventanas correderas de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m. Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m. Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja. Tabiquería en melamina color blanco 30 mm. Puertas interiores en melamina con marco de aluminio. Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, dos luminarias de 2x36 w, una luminaria de 2x18 w, tres bases de enchufe tipo Schuko y tres interruptores. Lavabo, inodoro con cisterna baja, espejo y termo de agua caliente 30 L. Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías. | 6.913,64 |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PRECIO    |
| 2306                                          | ud | MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO VESTUARIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 10.587,28 |
|                                               |    | <p>Suministro e instalación de caseta de vestuarios compuesta por dos módulo prefabricados adosados de 5.00 x 2.40 m, uno diáfano para vestuario y otro de tipo sanitario con los aseos y duchas, con las siguientes características: Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado. Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento <math>K=0,39 \text{ Kcal/m}^2\text{H}^\circ\text{C}</math>. Ventana corredera de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m. Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m. Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja. Tabiquería en melamina color blanco 30 mm. Puertas interiores en melamina con marco de aluminio. Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, cuatro luminarias de 2x36 w, dos bases de enchufe tipo Schuko y dos interruptores. Pileta con dos grifos, dos inodoro con cisterna baja, cuatro duchas, espejo y termo de agua caliente 100 L. Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías, en zona de vestuario.</p> |           |
| 2307                                          | ud | MODULO PREFABRICADO TIPO MARITIMO PARA ALMACEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4.136,82  |
|                                               |    | <p>Suministro e instalación de módulo prefabricado tipo contenedor de 6.10 x 2.44 m, con las siguientes características: Estructura de perfiles de acero soldado de 3 mm. de espesor y vigas transversales de perfil U, esquinas de contenedor según normas ISO de 6 mm. Suelo de tablero de madera tratada de 28 mm. Cubierta de chapa autoportante de 1,5 mm de espesor, estanco con la estructura acanalada de 15 mm. Paredes de chapa de acero acanalada verticalmente de 1,5 mm de espesor, todas las paredes están soldadas y estancas a la estructura acanalada de 35 mm y cuatro aperturas de ventilación situadas bajo el armazón del techo. Puerta de doble hoja con apertura exterior con protección de goma de medidas 2.38 x 2.28 m con apertura máxima de 270° y sistema de cierre mediante 2 barras con tubo galvanizado y manetas con cojinetes integrados.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |
|-----------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PRECIO   |
| 2.4                                           |    | INSTALACION ELECTRICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
| 2401                                          | ud | TRANSFORMADOR 160 KVA<br><br>Transformador de media a baja tensión de 160 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Según normas 20101 (CEI 76), CENELEC HD428, UNE 20138, UNESA 5201D. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de B.T. 20/25 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales encausables en ambos extremos y rejilla de protección.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5.502,56 |
| 2402                                          | ud | CUADRO GENERAL DE MANIOBRA<br><br>Suministro e instalación de cuadro general, compuesto por armario de protección medida y seccionamiento trifásico y armario de distribución                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.876,52 |
| 2403                                          | m. | LINEA SUBTERRANEA TRASFO A CUADRO GENERAL<br>Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación hasta cuadro general, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x50)+PE(3x50)+N(3x50)mm2. Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno con hormigón HM-20/P/40/I hasta la altura donde se inicia el firme; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado. | 92,45    |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|-----------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PRECIO   |
| 2404                                          | ud | <b>TORRE ILUMINACION GALVANIZADA 8 M</b><br>Columna de 8 m. de altura, compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y pernos de anclaje, montado y conexionado. Incluida cruceta para soporte de proyectores, construida con perfiles metálicos de acero galvanizado, con piezas de fijación a columna recta y accesorios para fijación de proyectores y 4 proyectores contruirdos en fundición inyectada de aluminio, pintado con resinas de poliuretano, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 55/clase I con lámpara halógena lineal de 1.000 W. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. | 1.113,74 |
| 2405                                          | ml | <b>LINEA SUBTERRANEA 2.5 MM</b><br>Línea de distribución en baja tensión, desde cuadro general a punto de suministro, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x2.5)+ PE(1x2.5)+ N(1x2.5)mm2. Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con tierras de la excavación incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.                                                                                                                                                                       | 12,92    |
| 2406                                          | ml | <b>LINEA SUBTERRANEA 4 MM</b><br>Línea de distribución en baja tensión, desde cuadro general a punto de suministro, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x4)+ PE(1x4)+ N(1x4)mm2. Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con tierras de la excavación incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.                                                                                                                                                                               | 14,67    |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |    |                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|-----------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Código                                        | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                        | PRECIO     |
| <b>2.5</b>                                    |    | <b>SEGURIDAD Y SALUD EN CONSTRUCCION</b>                                                                                                                                                                                                                       |            |
| 2501                                          | %  | Seguridad y salud                                                                                                                                                                                                                                              | 552.169,24 |
| <b>C3</b>                                     |    | <b>ADQUISICION MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>                                                                                                                                                                                                                   |            |
| 3.1                                           | ud | PERFORADORA SMARTROC T35                                                                                                                                                                                                                                       | 255.000,00 |
|                                               |    | Perforadora Smartroc T35 de Atlas Copco segunda mano año 2015 con 703 horas, provista de partillo en cabeza tipo Cop 2540+ y varillaje tipo T45 que permite diámetros de perforación entre 64 y 115 mm y una profundidad máxima de 21 metros en diámetro 89 mm |            |
| 3.2.                                          | ud | RETROEXCAVADORA CAT 320E                                                                                                                                                                                                                                       | 143.000,00 |
|                                               |    | Retroexcavadora 320E L de Caterpillar, segunda mano con 1103 h, año 2015, con una pluma de alcance HD de 5.7 m y un brazo R2.5B1 ES de 2.5 m,                                                                                                                  |            |
| 3.3.                                          | ud | PALA CARGADORA WA470-6                                                                                                                                                                                                                                         | 87.500,00  |
|                                               |    | Pala cargadora WA470-6, segunda mano con 4700 h, año 2011.                                                                                                                                                                                                     |            |
| 3.4.                                          | ud | CAMION VOLQUETE TGS 33.480 6x4 BB                                                                                                                                                                                                                              | 92.000,00  |
|                                               |    | Camión volquete TGS 33.480 6x4 BB                                                                                                                                                                                                                              |            |
| 3.5.                                          | ud | PICK UP MITSUBISHI L200                                                                                                                                                                                                                                        | 26.500,00  |
|                                               |    | Pick Up Mitsubishi L200 cabina simple 4x4.                                                                                                                                                                                                                     |            |
| 3.6.                                          | ud | CAMION PORTACONTENEDORES NISSAN ATLEON                                                                                                                                                                                                                         | 21.000,00  |
|                                               |    | Camión portacontenedores Nissan Atleon segunda mano año 2014.                                                                                                                                                                                                  |            |
| 3.7.                                          | ud | CONTENEDORES VARIOS                                                                                                                                                                                                                                            | 18.200,00  |
|                                               |    | Contenedores varios para camión portacontenedores, compuesto por: contenedor cisterna para riego, contenedor cajón con pluma de 1500 kg, contenedor con depósito de combustible de 1500 litros.                                                                |            |
| 3.8                                           | ud | MARTILLO HIDRAULICO GH9                                                                                                                                                                                                                                        | 7.000,00   |
|                                               |    | Martillo hidráulico para retroexcavadora con conexión rápida modelo GH9 de NPK                                                                                                                                                                                 |            |
| 3.9                                           | ud | BOMBA HIDRAULICA DE ACHIQUE GASOIL                                                                                                                                                                                                                             | 5.400,00   |
|                                               |    | Bomba de hidráulica de achique a gasoil modelo Heidra 80                                                                                                                                                                                                       |            |
| 3.10                                          | ud | GENERADOR 10 KVA                                                                                                                                                                                                                                               | 3.800,00   |
|                                               |    | Generador 10 kva                                                                                                                                                                                                                                               |            |
| 3.11                                          | ud | TORRE ILUMINACIÓN PORTATIL                                                                                                                                                                                                                                     | 3.800,00   |
|                                               |    | Torre iluminación gesan modelo t2 de 4 focos de 1500 w de 9 m                                                                                                                                                                                                  |            |
| 3.12                                          | ud | CAJA DE HERRAMIENTAS PROFESION TALLER                                                                                                                                                                                                                          | 2.500,00   |
|                                               |    | Caja de herramientas profesional con lote de herramientas usuales para taller.                                                                                                                                                                                 |            |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>CUADRO DE PRECIOS |            |                                                                                                                                                                                                                                               |             |
|-----------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Código                                        | Ud         | Resumen                                                                                                                                                                                                                                       | PRECIO      |
| 3.13                                          | ud         | PLANTA MOVIL LOKOTRACK LT 1213                                                                                                                                                                                                                | 289.000,00  |
|                                               |            | Planta móvil LOKOTRACK LT 1213 de Metso, segunda mano, año 2013, 1800 horas.                                                                                                                                                                  |             |
| 3.14                                          | ud         | PLANTA MOVIL LOKOTRACK ST 352                                                                                                                                                                                                                 | 154.000,00  |
|                                               |            | Planta móvil de cribado LOKOTRACK ST352 de Metso, segunda mano, año 2012, 3450 horas.                                                                                                                                                         |             |
| <b>C4</b>                                     |            | <b>EXPLORACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                            |             |
| <b>4.1</b>                                    |            | <b>PERSONAL</b>                                                                                                                                                                                                                               |             |
| 4101                                          | año        | DIRECTOR FACULTATIVO                                                                                                                                                                                                                          | 51.205,00   |
| 4102                                          | año        | CAPATAZ                                                                                                                                                                                                                                       | 46.550,00   |
| 4103                                          | año        | OFICIAL PERFORISTA                                                                                                                                                                                                                            | 37.240,00   |
| 4104                                          | año        | OFICIAL MAQUINISTA                                                                                                                                                                                                                            | 33.516,00   |
| 4105                                          | año        | OFICIAL MECANICO-PLANTA                                                                                                                                                                                                                       | 33.516,00   |
| 4106                                          | año        | OFICIAL CONDUCTOR                                                                                                                                                                                                                             | 27.930,00   |
| 4107                                          | año        | ADMINISTRATIVO                                                                                                                                                                                                                                | 22.344,00   |
| 4108                                          | año        | PEON AYUDANTE                                                                                                                                                                                                                                 | 22.344,00   |
| <b>4.2</b>                                    | <b>lts</b> | <b>COMBUSTIBLE</b>                                                                                                                                                                                                                            | <b>0,75</b> |
| <b>4.3</b>                                    | <b>kw</b>  | <b>ELECTRICIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                           | <b>0,15</b> |
|                                               |            | Suministro de energía eléctrica kWh                                                                                                                                                                                                           |             |
| <b>4.4</b>                                    | <b>%</b>   | <b>FUNGIBLES Y MANTENIMIENTO</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>1,00</b> |
|                                               |            | % de material fungible y mantenimiento por equipos                                                                                                                                                                                            |             |
| <b>4.5</b>                                    |            | <b>VOLADURAS</b>                                                                                                                                                                                                                              |             |
| 4601                                          | ud         | VOLADURA TIPO                                                                                                                                                                                                                                 | 1.818,62    |
|                                               |            | Consumo de explosivos en voladuras tipo 2, incluido: Nagolita en sacos, cartuchos de Riogel, detonadores no electricos Rionel DDX, tubo de transmision Rionel y material auxiliar para voladuras. Sin mano de obra, solo aporte del material. |             |
| <b>4.6</b>                                    |            | <b>SEGURIDAD Y SALUD EXPLORACION</b>                                                                                                                                                                                                          |             |
| 001                                           | ud         | Extintor incluido soporte y colocación                                                                                                                                                                                                        | 265,40      |
| 002                                           | ud         | Botiquín                                                                                                                                                                                                                                      | 198,95      |
| 003                                           | ud         | Reconocimiento médico obligatorio                                                                                                                                                                                                             | 150,00      |
| 004                                           | hr         | Formación en seguridad y salud en el trabajo                                                                                                                                                                                                  | 24,75       |
| 005                                           | ud         | Material sanitario básico reposición botiquines                                                                                                                                                                                               | 148,95      |
| 006                                           | año        | Concierto actividad técnica preventiva, revisión anual DIS                                                                                                                                                                                    | 846,00      |
| 007                                           | ud         | Filtro mascarilla antipolvo                                                                                                                                                                                                                   | 0,50        |
| 008                                           | ud         | Protector auditivo tipo orejeras                                                                                                                                                                                                              | 12,75       |
| 009                                           | ud         | Mascarilla de respiración antipolvo                                                                                                                                                                                                           | 8,60        |
| 010                                           | ud         | Casco de seguridad homologado                                                                                                                                                                                                                 | 9,00        |
| 011                                           | ud         | Par de guantes de goma finos                                                                                                                                                                                                                  | 2,50        |



| <b>EXPLOTACION MAJADA VERDE<br/>CUADRO DE PRECIOS</b> |           |                                                              |               |
|-------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Código</b>                                         | <b>Ud</b> | <b>Resumen</b>                                               | <b>PRECIO</b> |
| 012                                                   | ud        | Par de guantes de cuero                                      | 11,75         |
| 013                                                   | ud        | Par de botas impermeables seguridad                          | 28,40         |
| 014                                                   | ud        | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo       | 32,05         |
| 015                                                   | ud        | Par de botas de seguridad                                    | 35,25         |
| 016                                                   | ud        | Frontal luminoso con batería                                 | 60,00         |
| 017                                                   | ud        | Impermeable con dispositivo reflectante                      | 40,10         |
| 018                                                   | ud        | Gafas anti-polvo y anti-impacto                              | 12,80         |
| 019                                                   | ud        | Señal normalizada de tráfico con soporte metálico            | 81,30         |
| 020                                                   | ud        | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico             | 8,00          |
| 021                                                   | ud        | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico             | 3,50          |
| 022                                                   | ud        | Cinturon de seguridad antivibratorio                         | 18,00         |
| 023                                                   | ud        | Cinturon de seguridad clase C                                | 24,70         |
| 024                                                   | año       | Estudio de polvo según ITC2585/2007                          | 980,00        |
| 025                                                   | año       | Estudio de niveles sonoros                                   | 525,00        |
| 026                                                   | ud        | Alarma acústica sirena                                       | 21,80         |
| 027                                                   | ud        | Conos de balizamiento de 1 m de altura                       | 28,20         |
| 028                                                   | ud        | Malla de balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m | 27,45         |
| 029                                                   | ud        | Cinta de señalización rollo 100 m                            | 3,70          |
| 030                                                   | ud        | Protector adutivo tipo tapón plástico                        | 1,25          |
| 031                                                   | ud        | Rotativo luminoso                                            | 93,00         |
| 4.7                                                   | pa        | SUMINISTROS                                                  | 7.000,00      |
| <b>C5</b>                                             |           | <b>RESTAURACION AMBIENTAL</b>                                |               |
| 5.1                                                   | pa        | Restauración ambiental                                       | 127.798,01    |

## **2. Mediciones**

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |                                        |                                                  |                       |    |           |         |        |           |
|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|----|-----------|---------|--------|-----------|
| Mediciones               |                                        |                                                  |                       |    |           |         |        |           |
| Código                   | Ud                                     | Resumen                                          | Comentario            | N  | Longitud  | Anchura | Altura | Parcial   |
| <b>C1</b>                | <b>PERMISOS Y ADQUISICION TERRENOS</b> |                                                  |                       |    |           |         |        |           |
| 101                      | ud                                     | ADQUISICION DE LOS TERRENOS                      |                       |    |           |         |        |           |
| 1011                     | ha                                     | Terreno monte bajo                               |                       | 1  | 7,43      | 0,00    | 0,00   | 7,43      |
| 102                      | ud                                     | PERMISOS ADMINISTRATIVOS                         |                       |    |           |         |        |           |
| 1021                     | pa                                     | Tasas permisos                                   |                       | 1  | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 1,00      |
| 103                      | ud                                     | SEGURO RESPONSABILIDAD CIVIL                     |                       |    |           |         |        |           |
| 1031                     | año                                    | Seguro RC                                        | vida explotacion      | 7  | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 7,00      |
| <b>C2</b>                | <b>CONSTRUCCIÓN</b>                    |                                                  |                       |    |           |         |        |           |
| <b>2.1</b>               | <b>TRABAJOS PREVIOS</b>                |                                                  |                       |    |           |         |        |           |
| 2101                     | m2                                     | DESBROCE DE TERRENO EN MONTE BAJO                | superficie autorizada | 1  | 73.400,00 | 0,00    | 0,00   | 73.400,00 |
| 2102                     | ml                                     | INSTALACION DE VALLADO TIPO CINEGETICO           | Perímetro             | 1  | 1.125,00  | 0,00    | 0,00   | 1.125,00  |
| 2103                     | ud                                     | PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS GALVANIZADA DE 6 x 2 M   | puerta acceso         | 1  | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 1,00      |
| 2104                     | ud                                     | CARTEL PVC DE SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS 50 x 30 CM | señalización vallado  | 23 | 0,00      | 0,00    | 0,00   | 23,00     |
| 2105                     | ml                                     | CUNETA REVESTIDA DE HM-20 10 CM                  | red drenaje           | 1  | 1.099,50  | 0,00    | 0,00   | 1.099,50  |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE      |    |                                              |                             |   |          |         |        |          |
|-------------------------------|----|----------------------------------------------|-----------------------------|---|----------|---------|--------|----------|
| Mediciones                    |    |                                              |                             |   |          |         |        |          |
| Código                        | Ud | Resumen                                      | Comentario                  | N | Longitud | Anchura | Altura | Parcial  |
| 2106                          | ud | BALSA DECANTACION GUNITADA                   | Balsa decantación           | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00     |
| 2107                          | ud | AMPLIACION ACCESO EXPLOTACION                | ampliacion colector accesos | 1 | 10,00    | 0,00    | 0,00   | 10,00    |
| U02VB010                      | ud | BOQUILLA CAÑO D= 50 cm.                      | boquillas colector accesos  | 2 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 2,00     |
| U03CN031                      | m2 | ZAHORRA NATURAL EN SUBBASE e=20 IP<6         | ampliacion accesos          | 1 | 15,00    | 6,00    | 0,30   | 27,00    |
|                               |    |                                              | acceso principal            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00     |
| 2108                          | m. | FORMACIÓN DE PISTAS Y ACCESOS                | pistas                      | 1 | 960,90   | 6,62    | 0,00   | 6.361,16 |
| 2109                          | ud | EXPLANACION PLAZA CANTERA                    | plaza cantera nueva         | 1 | 2.500,00 | 0,00    | 0,00   | 2.500,00 |
| <b>2.2 PLANTA TRATAMIENTO</b> |    |                                              |                             |   |          |         |        |          |
| 2201                          | m2 | CONSTRUCCION DE LOSA CIMENTACIÓN H 0.80<br>M | losa cargadero              | 1 | 10,80    | 6,00    | 0,00   | 64,80    |
| 2203                          | m2 | PROTECCION TALUD                             | talud proteccion            | 1 | 15,00    | 0,00    | 10,00  | 150,00   |
| 2204                          | ud | ESTRUCTURA METALICA SUSTENTACION             | estructura planta           | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00     |
| 2205                          | ud | MACHACADORA DE MANDIBULAS SANDIVK CJ211      |                             | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00     |
| 2206                          | ud | CRIBA VIBRANTE TRIMAN CVT-1025               |                             | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00     |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE        |    |                                                |                   |   |          |         |        |         |
|---------------------------------|----|------------------------------------------------|-------------------|---|----------|---------|--------|---------|
| Mediciones                      |    |                                                |                   |   |          |         |        |         |
| Código                          | Ud | Resumen                                        | Comentario        | N | Longitud | Anchura | Altura | Parcial |
| 2207                            | ud | CINTA TRANSPORTADORA 7.5 CV                    |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2208                            | ud | TOLVA METALICA CAJA DE PIEDRAS                 |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| <b>2.3 INSTALACIONES ANEXAS</b> |    |                                                |                   |   |          |         |        |         |
| 2301                            | m2 | CONSTRUCCION SOLERA HA-25 10 CM                | Caseta oficina    | 1 | 9,00     | 4,50    | 0,00   | 40,50   |
|                                 |    |                                                | Caseta vestuario  | 1 | 9,00     | 7,00    | 0,00   | 63,00   |
|                                 |    |                                                | Modulo almacen    | 1 | 9,00     | 4,50    | 0,00   | 40,50   |
| 2302                            | ud | ACOMETIDA SANEAMIENTO                          | caseta vestuarios | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2303                            | ud | CONSTRUCCION FOSA SEPTICA                      |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2304                            | ud | ACOMETIDA FONTANERÍA                           | caseta oficina    | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
|                                 |    |                                                | caseta vestuarios | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2305                            | ud | MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO OFICINA        |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2306                            | ud | MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO VESTUARIO      |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2307                            | ud | MODULO PREFABRICADO TIPO MARITIMO PARA ALMACEN |                   | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |    |                                              |            |          |          |         |        |         |
|--------------------------|----|----------------------------------------------|------------|----------|----------|---------|--------|---------|
| Mediciones               |    |                                              |            |          |          |         |        |         |
| Código                   | Ud | Resumen                                      | Comentario | N        | Longitud | Anchura | Altura | Parcial |
| <b>2.4</b>               |    | <b>INSTALACION ELECTRICA</b>                 |            |          |          |         |        |         |
| 2401                     | ud | TRANSFORMADOR 160 KVA                        |            | 1        | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2402                     | ud | CUADRO GENERAL DE MANIOBRA                   |            | 1        | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2403                     | m. | LINEA SUBTERRANEA TRASFO A CUADRO GENERAL    |            | 1        | 40,00    | 0,00    | 0,00   | 40,00   |
| 2404                     | ud | TORRE ILUMINACION GALVANIZADA 8 M            |            | 1        | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 2405                     | ud | LINEA SUBTERRANEA 2.5 MM                     |            | 1        | 15,00    | 0,00    | 0,00   | 15,00   |
|                          |    |                                              |            | 1        | 30,00    | 0,00    | 0,00   | 30,00   |
|                          |    |                                              |            | 1        | 30,00    | 0,00    | 0,00   | 30,00   |
|                          |    |                                              |            | 1        | 5,00     | 0,00    | 0,00   | 5,00    |
|                          |    |                                              |            | 1        | 5,00     | 0,00    | 0,00   | 5,00    |
|                          |    |                                              |            | 1        | 20,00    | 0,00    | 0,00   | 20,00   |
| 2406                     |    | LINEA SUBTERRANEA 4 MM                       |            | 1        | 10,00    | 0,00    | 0,00   | 10,00   |
| <b>2.5</b>               |    | <b>SEGURIDAD Y SALUD EN CONSTRUCCION</b>     |            | <b>1</b> |          |         |        |         |
| <b>C3</b>                |    | <b>ADQUISICION MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b> |            |          |          |         |        |         |
| 3.1                      | ud | PERFORADORA SMARTROC T35                     |            | 1        | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 3.2.                     | ud | RETROEXCAVADORA CAT 320E                     |            | 2        | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 2,00    |

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |    |                                                               |            |   |          |         |        |             |
|--------------------------|----|---------------------------------------------------------------|------------|---|----------|---------|--------|-------------|
| Mediciones               |    |                                                               |            |   |          |         |        |             |
| Código                   | Ud | Resumen                                                       | Comentario | N | Longitud | Anchura | Altura | Parcial     |
| 3.3.                     | ud | PALA CARGADORA WA470-6                                        |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.4.                     | ud | CAMION VOLQUETE TGS 33.480 6x4 BB                             |            | 4 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 4,00        |
| 3.5.                     | ud | PICK UP MITSUBISHI L200                                       |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.6.                     | ud | CAMION PORTACONTENEDORES NISSAN ATLEON                        |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.7.                     | ud | CONTENEDORES VARIOS                                           |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.8                      | ud | MARTILLO HIDRAULICO GH9                                       |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.9                      | ud | BOMBA HIDRAULICA DE ACHIQUE GASOIL                            |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.10                     | ud | GENERADOR 10 KVA                                              |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
| 3.11                     | ud | TORRE ILUMINACIÓN PORTATIL                                    |            |   |          |         |        |             |
|                          |    | Torre iluminación gesan modelo t2 de 4 focos de 1500 w de 9 m |            |   |          |         |        |             |
| 3020                     | ud | Torres de iluminación portátil con generador                  |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |
|                          |    |                                                               |            |   |          |         |        | <b>3.11</b> |
| 3.12                     | ud | CAJA DE HERRAMIENTAS PROFESION TALLER                         |            | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00        |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |                    |                                |                           |   |          |         |        |         |
|--------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|---|----------|---------|--------|---------|
| Mediciones               |                    |                                |                           |   |          |         |        |         |
| Código                   | Ud                 | Resumen                        | Comentario                | N | Longitud | Anchura | Altura | Parcial |
| 3.13                     | ud                 | PLANTA MOVIL LOKOTRACK LT 1213 |                           | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| 3.14                     | ud                 | PLANTA MOVIL LOKOTRACK ST 352  |                           | 1 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 1,00    |
| <b>C4</b>                | <b>EXPLOTACIÓN</b> |                                |                           |   |          |         |        |         |
| 4.1                      |                    | PERSONAL                       |                           |   |          |         |        |         |
| 4101                     | año                | DIRECTOR FACULTATIVO           | Años explotación          | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
| 4102                     | año                | CAPATAZ                        | Años explotación          | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
| 4103                     | año                | OFICIAL PERFORISTA             | Años explotación          | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
| 4104                     | año                | OFICIAL MAQUINISTA             | pala cargadora años       | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
|                          |                    |                                | retro excavadora 1 - años | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
|                          |                    |                                | retro excavadora 2 - años | 2 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 2,00    |
| 4105                     | año                | OFICIAL MECANICO-PLANTA        | Años explotación          | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
| 4106                     | año                | OFICIAL CONDUCTOR              | conductor 1 - años        | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
|                          |                    |                                | conductor 2 - años        | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |
|                          |                    |                                | conductor 3 - años        | 2 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 2,00    |
| 4107                     | año                | ADMINISTRATIVO                 | Años explotación          | 7 | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00    |



| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |     |               |                                |     |          |         |        |              |
|--------------------------|-----|---------------|--------------------------------|-----|----------|---------|--------|--------------|
| Mediciones               |     |               |                                |     |          |         |        |              |
| Código                   | Ud  | Resumen       | Comentario                     | N   | Longitud | Anchura | Altura | Parcial      |
| 4108                     | año | PEON AYUDANTE |                                |     |          |         |        |              |
|                          |     |               | peón 1 - años                  | 7   | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 7,00         |
|                          |     |               | peón 2 - años                  | 2   | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 2,00         |
| 4.2                      |     | COMBUSTIBLE   |                                |     |          |         |        |              |
|                          |     |               | Perforadora Smartrock T35      | 15  | 1.745,00 | 7,00    | 0,80   | 146.580,00   |
|                          |     |               | Excavadora Cat 320 E- 1        | 25  | 1.745,00 | 7,00    | 0,95   | 290.106,25   |
|                          |     |               | Excavadora Cat 320 E - 2       | 25  | 1.745,00 | 2,00    | 0,95   | 82.887,50    |
|                          |     |               | Pala WA470-6                   | 30  | 1.745,00 | 7,00    | 0,95   | 348.127,50   |
|                          |     |               | Camión volquete 1 y 2          | 20  | 1.745,00 | 14,00   | 0,95   | 464.170,00   |
|                          |     |               | Camión volquete 3 y 4          | 20  | 1.745,00 | 4,00    | 0,95   | 132.620,00   |
|                          |     |               | L200                           | 7   | 1.745,00 | 7,00    | 0,20   | 17.101,00    |
|                          |     |               | Nissan Atleon                  | 15  | 1.745,00 | 7,00    | 0,20   | 36.645,00    |
|                          |     |               | Bomba hidraulica               | 4   | 1.745,00 | 7,00    | 0,10   | 4.886,00     |
|                          |     |               | Planta móvil lokotrack lt 1213 | 35  | 1.745,00 | 6,00    | 0,98   | 359.121,00   |
|                          |     |               | Planta móvil lokotract st352   | 30  | 1.745,00 | 5,00    | 0,98   | 256.515,00   |
| 4.3                      |     | ELECTRICIDAD  |                                |     |          |         |        |              |
|                          |     |               | Cinta transportadora           | 6   | 1.745,00 | 7,00    | 0,98   | 71.824,20    |
|                          |     |               | Trituradora                    | 90  | 1.745,00 | 7,00    | 0,98   | 1.077.363,00 |
|                          |     |               | Criba                          | 5,5 | 1.745,00 | 7,00    | 0,98   | 65.838,85    |
|                          |     |               | Instalaciones auxiliares       | 3,5 | 1.745,00 | 7,00    | 1,00   | 42.752,50    |

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |    |                                     |                                |      |          |         |        |           |
|--------------------------|----|-------------------------------------|--------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|
| Mediciones               |    |                                     |                                |      |          |         |        |           |
| Código                   | Ud | Resumen                             | Comentario                     | N    | Longitud | Anchura | Altura | Parcial   |
| 4.4                      |    | FUNGIBLES Y MANTENIMIENTO           |                                |      |          |         |        |           |
|                          |    |                                     | Cinta transportadora           | 0,02 | 1.745,00 | 7,00    | 0,90   | 219,87    |
|                          |    |                                     | Trituradora                    | 0,05 | 1.745,00 | 7,00    | 13,50  | 8.245,13  |
|                          |    |                                     | Criba CVT                      | 0,05 | 1.745,00 | 7,00    | 0,83   | 506,92    |
|                          |    |                                     | Perforadora Smartrock T35      | 0,1  | 1.745,00 | 7,00    | 11,25  | 13.741,88 |
|                          |    |                                     | Excavadora Cat 320 E- 1        | 0,1  | 1.745,00 | 7,00    | 18,75  | 22.903,13 |
|                          |    |                                     | Excavadora Cat 320 E - 2       | 0,1  | 1.745,00 | 2,00    | 18,75  | 6.543,75  |
|                          |    |                                     | Pala WA470-6                   | 0,1  | 1.745,00 | 7,00    | 22,50  | 27.483,75 |
|                          |    |                                     | Camión volquete 1 y 2          | 0,1  | 1.745,00 | 14,00   | 15,00  | 36.645,00 |
|                          |    |                                     | Camión volquete 3 y 4          | 0,1  | 1.745,00 | 4,00    | 15,00  | 10.470,00 |
|                          |    |                                     | L200                           | 0,05 | 1.745,00 | 7,00    | 5,25   | 3.206,44  |
|                          |    |                                     | Nissan Atleon                  | 0,05 | 1.745,00 | 7,00    | 11,25  | 6.870,94  |
|                          |    |                                     | Bomba hidraulica               | 0,01 | 1.745,00 | 7,00    | 3,00   | 366,45    |
|                          |    |                                     | Planta móvil lokotrack lt 1213 | 0,1  | 1.745,00 | 6,00    | 26,25  | 27.483,75 |
|                          |    |                                     | Planta móvil lokotrack st352   | 0,1  | 1.745,00 | 5,00    | 22,50  | 19.631,25 |
|                          |    |                                     | instalaciones auxiliares       | 0,02 | 1.745,00 | 7,00    | 0,53   | 129,48    |
| 4.5                      |    | VOLADURAS                           |                                |      |          |         |        |           |
|                          |    |                                     | Voladuras previstas            | 196  | 0,00     | 0,00    | 0,00   | 196,00    |
| 4.6                      |    | SEGURIDAD Y SALUD EXPLOTACION       |                                |      |          |         |        |           |
| 1                        |    | PROTECCIONES INDIVIDUALES           |                                |      |          |         |        |           |
| 007                      | ud | Filtro mascarilla antipolvo         |                                | 876  |          |         |        |           |
| 008                      | ud | Protector auditivo tipo orejeras    |                                | 73   |          |         |        |           |
| 009                      | ud | Mascarilla de respiración antipolvo |                                | 73   |          |         |        |           |
| 010                      | ud | Casco de seguridad homologado       |                                | 73   |          |         |        |           |

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |    |                                                              |            |     |          |         |        |         |  |
|--------------------------|----|--------------------------------------------------------------|------------|-----|----------|---------|--------|---------|--|
| Mediciones               |    |                                                              |            |     |          |         |        |         |  |
| Código                   | Ud | Resumen                                                      | Comentario | N   | Longitud | Anchura | Altura | Parcial |  |
| 011                      | ud | Par de guantes de goma finos                                 |            | 146 |          |         |        |         |  |
| 012                      | ud | Par de guantes de cuero                                      |            | 73  |          |         |        |         |  |
| 013                      | ud | Par de botas impermeables seguridad                          |            | 73  |          |         |        |         |  |
| 014                      | ud | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo       |            | 146 |          |         |        |         |  |
| 015                      | ud | Par de botas de seguridad                                    |            | 73  |          |         |        |         |  |
| 017                      | ud | Impermeable con dispositivo reflectante                      |            | 73  |          |         |        |         |  |
| 018                      | ud | Gafas anti-polvo y anti-impacto                              |            | 5   |          |         |        |         |  |
| 030                      | ud | Protector aditivo tipo tapón plástico                        |            | 876 |          |         |        |         |  |
| <b>2</b>                 |    | <b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                               |            |     |          |         |        |         |  |
| 001                      | ud | Extintor incluido soporte y colocación                       |            | 26  |          |         |        |         |  |
| 020                      | ud | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico             |            | 3   |          |         |        |         |  |
| 021                      | ud | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico             |            | 10  |          |         |        |         |  |
| 026                      | ud | Alarma acústica sirena                                       |            | 8   |          |         |        |         |  |
| 027                      | ud | Conos de balizamiento de 1 m de altura                       |            | 1   |          |         |        |         |  |
| 028                      | ud | Malla de balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m |            | 15  |          |         |        |         |  |
| 029                      | ud | Cinta de señalización rollo 100 m                            |            | 28  |          |         |        |         |  |
| 031                      | ud | Rotativo luminoso                                            |            | 13  |          |         |        |         |  |
| <b>3</b>                 |    | <b>MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>               |            |     |          |         |        |         |  |
| 002                      | ud | Botiquín                                                     |            | 13  |          |         |        |         |  |
| 003                      | ud | Reconocimiento médico obligatorio                            |            | 73  |          |         |        |         |  |
| 005                      | ud | Material sanitario básico reposición botiquines              |            | 78  |          |         |        |         |  |
| <b>4</b>                 |    | <b>SERVICIOS DE PREVENCIÓN</b>                               |            |     |          |         |        |         |  |
| 004                      | hr | Formación en seguridad y salud en el trabajo                 |            | 584 |          |         |        |         |  |

| EXPLOTACIÓN MAJADA VERDE |     |                                                               |            |          |          |         |        |         |
|--------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|---------|--------|---------|
| Mediciones               |     |                                                               |            |          |          |         |        |         |
| Código                   | Ud  | Resumen                                                       | Comentario | N        | Longitud | Anchura | Altura | Parcial |
| 006                      | año | Concierto actividad técnica preventiva, revisión anual<br>DIS |            | 7        |          |         |        |         |
| 024                      | año | Estudio de polvo según ITC2585/2007                           |            | 7        |          |         |        |         |
| 025                      | año | Estudio de niveles sonoros                                    |            | 7        |          |         |        |         |
| 4.7                      |     | SUMINISTROS                                                   |            | 1        |          |         |        |         |
| <b>C5</b>                |     | <b>RESTAURACION AMBIENTAL</b>                                 |            | <b>1</b> |          |         |        |         |

### **3. Presupuesto parcial**

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                   |                   |
|-------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Código                                          | Ud  | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad         | Precio            | Importe           |
| <b>C1</b>                                       |     | <b>PERMISOS Y ADQUISICION<br/>TERRENOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1</b>         | <b>206.450,00</b> | <b>206.450,00</b> |
| 101                                             | ud  | ADQUISICION DE LOS TERRENOS<br>Adquisición de terrenos para explotación<br>de áridos de terreno improductivo de<br>monte bajo.                                                                                                                                                                                            | 7,43             | 15.000,00         | 111.450,00        |
| 1011                                            | ha  | Terreno monte bajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000            | 15.000,00         | 15.000,00         |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>7,43</b>      | <b>15.000,00</b>  | <b>111.450,00</b> |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00             | 25.000,00         | 25.000,00         |
| 102                                             | ud  | PERMISOS ADMINISTRATIVOS<br>Gastos de tramitación y tasas legales<br>para legalización de explotación de<br>áridos.                                                                                                                                                                                                       |                  |                   |                   |
| 1021                                            | pa  | Tasas permisos                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000            | 25.000,00         | 25.000,00         |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1,00</b>      | <b>25.000,00</b>  | <b>25.000,00</b>  |
| 103                                             | ud  | SEGURO RESPONSABILIDAD CIVIL                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7,00             | 10.000,00         | 70.000,00         |
| 1031                                            | año | Seguro RC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000            | 10.000,00         | 10.000,00         |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>7,00</b>      | <b>10.000,00</b>  | <b>70.000,00</b>  |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1                | 206.450,00        | 206.450,00        |
| <b>C2</b>                                       |     | <b>CONSTRUCCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1</b>         | <b>558.146,57</b> | <b>558.146,57</b> |
| <b>2.1</b>                                      |     | <b>TRABAJOS PREVIOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1,00</b>      | <b>121.135,19</b> | <b>121.135,19</b> |
| 2101                                            | m2  | DESBROCE DE TERRENO EN MONTE<br>BAJO<br>Desbroce del terreno tipo monte bajo, con<br>un espesor de hasta 50 cm, mediante<br>medios mecánicos, retirada de vegetación<br>y transporte a vertedero, incluso canon de<br>vertido, formación de acopio de tierra<br>vegetal mediante mediante bulldozer<br>distancia < 400 m. | 73.400,00        | 0,92              | 67.528,00         |
| M05DC020                                        | h.  | Dozer cadenas D-7 200 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,003            | 86,00             | 0,26              |
| O01OA020                                        | h.  | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,004            | 14,72             | 0,06              |
| O01OA070                                        | h.  | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,004            | 13,09             | 0,05              |
| M08NM010                                        | h.  | Motoniveladora de 135 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,004            | 45,00             | 0,18              |
| M05PC020                                        | h.  | Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,003            | 52,00             | 0,16              |
| M07CB020                                        | h.  | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,003            | 35,50             | 0,11              |
| M11MM030                                        | h.  | Motosierra gasol.L.=40cm. 1,32 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,004            | 4,09              | 0,02              |
| M07N060                                         | m3  | Canon de desbroce a vertedero                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,150            | 0,51              | 0,08              |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>73.400,00</b> | <b>0,92</b>       | <b>67.528,00</b>  |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                 |                  |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad        | Precio          | Importe          |
| 2102                                            | ml | INSTALACION DE VALLADO TIPO CINEGETICO<br>Suministro e instalación de vallado tipo cinegético de 1.50 m. de altura realizado con malla triple galvanizada 200/17/15, en rollos de 50 m, alambre horizontal de 3 mm y alambre vertical de 2.5 mm. Incluidos postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/ replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central. | 1.125,00        | 8,90            | 10.012,50        |
| O01OA090                                        | h. | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,200           | 35,44           | 7,09             |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,000           | 15,14           | 15,14            |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000           | 13,75           | 13,75            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500           | 13,09           | 6,55             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,200           | <b>35,44</b>    | <b>7,09</b>      |
| P13VS020                                        | m2 | Malla galv.cal. 200/17/15 STD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,500           | 0,60            | 0,90             |
| P13VP130                                        | ud | Poste galv. D=48 h=1.5 m.intermedio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,015           | 6,00            | 0,09             |
| P13VP120                                        | ud | Poste galv. D=48 h=1.5 m. escuadra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,020           | 8,76            | 0,18             |
| P13VP140                                        | ud | Poste galv. D=48 h=1.5 m. jabalcón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,020           | 8,20            | 0,16             |
| P13VP150                                        | ud | Poste galv. D=48 h=1.5 m.tornapunta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,020           | 6,48            | 0,13             |
| P01HM010                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,005           | 70,02           | 0,35             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1.125,00</b> | <b>8,90</b>     | <b>10.012,50</b> |
| 2103                                            | ud | PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS GALVANIZADA DE 6 x 2 M<br>Puerta abatible galvanizada de 2 hojas, de 6x2 m. formada por bastidor de tubo de acero laminado 80x40x1,5 mm. y barrotes de 30x30x1,5 mm. galvanizado en caliente por inmersión Z-275, postes IPN de 200 , montada i/ replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.                                                                                                                                                             | 1,00            | 1.419,87        | 1.419,87         |
| O01OB130                                        | h. | Oficial 1ª cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,000           | 14,77           | 14,77            |
| O01OB140                                        | h. | Ayudante cerrajero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000           | 13,90           | 13,90            |
| P13VT130                                        | ud | P.abatible. 2 hojas tubo 30x30 pint. 6x2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000           | 1.384,20        | 1.384,20         |
| P01HM010                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,100           | 70,02           | 7,00             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1,00</b>     | <b>1.419,87</b> | <b>1.419,87</b>  |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |              |                  |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad        | Precio       | Importe          |
| 2104                                            | ud | CARTEL PVC DE SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS 50 x 30 CM<br><br>Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y montaje. s/ R.D. 485/97.                                       | 23,00           | 7,34         | 168,82           |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                            | 0,150           | 13,09        | 1,96             |
| P31SV120                                        | ud | Placa informativa PVC 50x30                                                                                                                                                                                                                               | 1,000           | 5,38         | 5,38             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>23,00</b>    | <b>7,34</b>  | <b>168,82</b>    |
| 2105                                            | ml | CUNETA REVESTIDA DE HM-20 10 CM<br><br>Cuneta trapezoidal de h=0,50 m. y base 0,40 m., revestida de hormigón HM-20 de espesor 10 cm., incluso excavación, compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p/p de encofrado, terminada. | 1.099,50        | 24,62        | 27.069,69        |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,085           | 14,72        | 1,25             |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                            | 0,340           | 13,09        | 4,45             |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                           | 0,340           | 15,14        | 5,15             |
| M08RB020                                        | h. | Bandeja vibrante de 300 kg.                                                                                                                                                                                                                               | 0,340           | 3,50         | 1,19             |
| M13EM030                                        | m2 | Tablero encofrar 22 mm. 4 p.                                                                                                                                                                                                                              | 0,060           | 2,03         | 0,12             |
| M05RN010                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV                                                                                                                                                                                                                           | 0,012           | 28,00        | 0,34             |
| P01HM010                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                             | 0,150           | 70,02        | 10,50            |
| M07W110                                         | m3 | km transporte hormigón                                                                                                                                                                                                                                    | 8,100           | 0,20         | 1,62             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1.099,50</b> | <b>24,62</b> | <b>27.069,69</b> |



| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cantidad    | Precio          | Importe         |
| 2106                                            | ud | BALSA DECANTACION GUNITADA<br><br>Construcción de balsa de decantación de 19,1 m x 5.5 m y h = 1 m. Incluida excavación en terreno compacto por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, sin carga ni transporte al vertedero. Hormigón proyectado gunitado de 15 cm. de espesor con cemento BL-II 42,5R y áridos especiales, con una resistencia de 175 kg./cm <sup>2</sup> ., sin juntas, incluida colocación de malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=5 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE.                                                                                                                                                                                                                   | 1,00        | 5.932,08        | 5.932,08        |
| P03AM120                                        | m2 | Malla 20x20x5 -1,471 kg/m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 170,000     | 0,78            | 132,60          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,500       | 13,09           | 19,64           |
| O01OA090                                        | h. | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8,000       | 35,44           | 283,52          |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 15,14           | 15,14           |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,000       | 13,75           | 13,75           |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,500       | 13,09           | 6,55            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8,000       | <b>35,44</b>    | <b>283,52</b>   |
| M11HG010                                        | h. | Gunitadora de hormigón 24 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8,000       | 11,50           | 92,00           |
| P30IG010                                        | m3 | Hormigón árido medio M.F.2,95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25,500      | 214,84          | 5.478,42        |
| M05RN030                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 100 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,500       | 39,00           | 58,50           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>1,00</b> | <b>5.932,08</b> | <b>5.932,08</b> |
| 2107                                            | ud | AMPLIACION ACCESO EXPLORACION<br><br>Ampliación de acceso a la explotación, incluye:<br>Construcción de colector de hormigón centrifugado de D=0,50 m., colocado en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento y compactado, recibido de juntas, terminado.<br>Construcción de boquillas para caño D= 0,50 m., formada por imposta de 0,40x0,20 m., aletas de H=0,90 m. y espesor 0,30 m., con talud 2/1, cimientos de 0,50x0,50 m., solera entre aletas de espesor 0,25 m., incluyendo excavación, encofrado , hormigón HM-20 en cimientos y alzados, terminado.<br>Extendido de zahorra natural, husos ZN(50)/ZN(20), de 20 cm. de espesor en sub-base y con índice de plasticidad <6, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento. | 1,00        | 1.252,24        | 1.252,24        |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |              |               |
|-------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Cantidad      | Precio       | Importe       |
| U02KH040                                        | m. | COLECTOR HORMIGÓN MASA D=50 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10,000        | 38,48        | 384,80        |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,060         | 14,72        | 0,88          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,300         | 13,09        | 3,93          |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,300         | 15,14        | 4,54          |
| M08RB020                                        | h. | Bandeja vibrante de 300 kg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,300         | 3,50         | 1,05          |
| M05RN010                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,300         | 28,00        | 8,40          |
| P02THM060                                       | m. | Tubo HM j.machihembrada D=600mm                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,030         | 18,19        | 18,74         |
| P01MC040                                        | m3 | Mortero cem. gris II/B-M 32,5 1:6 M-40                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,020         | 47,00        | 0,94          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>10,000</b> | <b>38,48</b> | <b>384,80</b> |
| U02VB010                                        | ud | BOQUILLA CAÑO D= 50 cm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2,000         | 390,25       | 780,50        |
| U02AE020                                        | m3 | EXCAVACIÓN S/C EN EMBOCADURAS<br>Excavación en emplazamiento de embocaduras, (aletas, rastrillos etc) y pozos en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, en terreno sin clasificar, incluso agotamiento ,carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo. | 1,710         | 11,59        | 19,82         |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,020         | 14,72        | 0,29          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,060         | 13,09        | 0,79          |
| M01DA040                                        | h. | Bomba autoaspirante diesel 32 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,060         | 7,24         | 0,43          |
| M05EN020                                        | h. | Excav.hidráulica neumáticos 84 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,120         | 42,00        | 5,04          |
| M06MR230                                        | h. | Martillo rompedor hidráulico 600 kg.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,060         | 9,47         | 0,57          |
| M07CB020                                        | h. | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,120         | 35,50        | 4,26          |
| M07N080                                         | m3 | Canon de tierra a vertedero                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,000         | 0,21         | 0,21          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>1,710</b>  | <b>11,59</b> | <b>19,82</b>  |
| U02EC010                                        | m2 | ENCOFRADO EN CIMIENTOS DE O.F.<br>Encofrado en cimientos de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.                                                                                                                                                                   | 4,300         | 13,60        | 58,48         |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,060         | 14,72        | 0,88          |
| O01OB010                                        | h. | Oficial 1ª encofrador                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,300         | 15,16        | 4,55          |
| O01OB020                                        | h. | Ayudante encofrador                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,300         | 14,22        | 4,27          |
| M13EF020                                        | m2 | Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000         | 2,55         | 2,55          |
| P01EB010                                        | m3 | Tablón pino 2,50/5,50x205x76                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,005         | 141,94       | 0,71          |
| P01DC010                                        | l. | Desencofrante p/encofrado metálico                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,200         | 2,40         | 0,48          |
| P01UC030                                        | kg | Puntas 20x100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,020         | 1,00         | 0,02          |
| M13EF040                                        | m. | Fleje para encofrado metálico                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,500         | 0,28         | 0,14          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>4,300</b>  | <b>13,60</b> | <b>58,48</b>  |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                     |          |              |               |
|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|---------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                             | Cantidad | Precio       | Importe       |
| U02HC030                                        | m3 | HORMIGÓN HM-20 EN CIMIENTOS O.F.<br><br>Hormigón HM-20 en cimientos de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.             | 1,710    | 90,81        | 155,29        |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                             | 0,040    | 14,72        | 0,59          |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                     | 0,200    | 15,14        | 3,03          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                      | 0,200    | 13,09        | 2,62          |
| M11HV040                                        | h. | Aguja neumática s/compresor D=86mm.                                                                                                                                                                                 | 0,200    | 2,35         | 0,47          |
| M06CM030                                        | h. | Compre.port.diesel m.p. 5 m3/min 7 bar                                                                                                                                                                              | 0,200    | 2,32         | 0,46          |
| M01HA010                                        | h. | Autob.hormig.h.40 m3,pluma<=32m.                                                                                                                                                                                    | 0,050    | 121,95       | 6,10          |
| P01HM010                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/20/I central                                                                                                                                                                                       | 1,020    | 70,02        | 71,42         |
| M07W110                                         | m3 | km transporte hormigón                                                                                                                                                                                              | 30,600   | 0,20         | 6,12          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                     | 1,710    | <b>90,81</b> | <b>155,29</b> |
| U02EE010                                        | m2 | ENCOFRADO OCULTO<br>EMBOCADURAS O.F.<br>Encofrado oculto en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado. | 1,620    | 19,78        | 32,04         |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                             | 0,100    | 14,72        | 1,47          |
| O01OB010                                        | h. | Oficial 1ª encofrador                                                                                                                                                                                               | 0,500    | 15,16        | 7,58          |
| O01OB020                                        | h. | Ayudante encofrador                                                                                                                                                                                                 | 0,500    | 14,22        | 7,11          |
| M13EF020                                        | m2 | Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.                                                                                                                                                                                    | 1,000    | 2,55         | 2,55          |
| P01EB010                                        | m3 | Tablón pino 2,50/5,50x205x76                                                                                                                                                                                        | 0,003    | 141,94       | 0,43          |
| P01DC010                                        | l. | Desencofrante p/encofrado metálico                                                                                                                                                                                  | 0,200    | 2,40         | 0,48          |
| P01UC030                                        | kg | Puntas 20x100                                                                                                                                                                                                       | 0,020    | 1,00         | 0,02          |
| M13EF040                                        | m. | Fleje para encofrado metálico                                                                                                                                                                                       | 0,500    | 0,28         | 0,14          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                     | 1,620    | <b>19,78</b> | <b>32,04</b>  |
| U02EE020                                        | m2 | ENCOFRADO VISTO EMBOCADURAS O.F.<br>Encofrado visto en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.      | 1,620    | 24,06        | 38,98         |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                             | 0,120    | 14,72        | 1,77          |
| O01OB010                                        | h. | Oficial 1ª encofrador                                                                                                                                                                                               | 0,600    | 15,16        | 9,10          |
| O01OB020                                        | h. | Ayudante encofrador                                                                                                                                                                                                 | 0,600    | 14,22        | 8,53          |
| M13EM030                                        | m2 | Tablero encofrar 22 mm. 4 p.                                                                                                                                                                                        | 1,000    | 2,03         | 2,03          |
| P01EB010                                        | m3 | Tablón pino 2,50/5,50x205x76                                                                                                                                                                                        | 0,015    | 141,94       | 2,13          |
| P01DC010                                        | l. | Desencofrante p/encofrado metálico                                                                                                                                                                                  | 0,200    | 2,40         | 0,48          |
| P01UC030                                        | kg | Puntas 20x100                                                                                                                                                                                                       | 0,020    | 1,00         | 0,02          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                     | 1,620    | <b>24,06</b> | <b>38,98</b>  |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                  | Cantidad      | Precio          | Importe         |
| U02EI010                                        | m2 | ENCOFRADO EN IMPOSTAS DE O.F.<br><br>Encofrado en impostas de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.                                                                                            | 1,200         | 25,43           | 30,52           |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,014         | 14,72           | 0,21            |
| O01OB010                                        | h. | Oficial 1ª encofrador                                                                                                                                                                                                                                    | 0,700         | 15,16           | 10,61           |
| O01OB020                                        | h. | Ayudante encofrador                                                                                                                                                                                                                                      | 0,700         | 14,22           | 9,95            |
| M13EM030                                        | m2 | Tablero encofrar 22 mm. 4 p.                                                                                                                                                                                                                             | 1,000         | 2,03            | 2,03            |
| P01EB010                                        | m3 | Tablón pino 2,50/5,50x205x76                                                                                                                                                                                                                             | 0,015         | 141,94          | 2,13            |
| P01DC010                                        | l. | Desencofrante p/encofrado metálico                                                                                                                                                                                                                       | 0,200         | 2,40            | 0,48            |
| P01UC030                                        | kg | Puntas 20x100                                                                                                                                                                                                                                            | 0,020         | 1,00            | 0,02            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,200         | <b>25,43</b>    | <b>30,52</b>    |
| U02HE010                                        | m3 | HORMIGÓN HM-20 EMBOCADURAS O.F.<br>Hormigón HM-20 en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso encofrado, preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado. | 0,606         | 90,96           | 55,12           |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,050         | 14,72           | 0,74            |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                          | 0,200         | 15,14           | 3,03            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                           | 0,200         | 13,09           | 2,62            |
| M11HV040                                        | h. | Aguja neumática s/compresor D=86mm.                                                                                                                                                                                                                      | 0,200         | 2,35            | 0,47            |
| M06CM030                                        | h. | Compre.port.diesel m.p. 5 m3/min 7 bar                                                                                                                                                                                                                   | 0,200         | 2,32            | 0,46            |
| M01HA010                                        | h. | Autob.hormig.h.40 m3,pluma<=32m.                                                                                                                                                                                                                         | 0,050         | 121,95          | 6,10            |
| P01HM010                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                            | 1,020         | 70,02           | 71,42           |
| M07W110                                         | m3 | km transporte hormigón                                                                                                                                                                                                                                   | 30,600        | 0,20            | 6,12            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,606         | <b>90,96</b>    | <b>55,12</b>    |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>2,000</b>  | <b>390,25</b>   | <b>780,50</b>   |
| U03CN031                                        | m2 | ZAHORRA NATURAL EN SUBBASE e=20 IP<6                                                                                                                                                                                                                     | 27,000        | 3,22            | 86,94           |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,002         | 14,72           | 0,03            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                           | 0,004         | 13,09           | 0,05            |
| M08NM020                                        | h. | Motoniveladora de 200 CV                                                                                                                                                                                                                                 | 0,004         | 57,00           | 0,23            |
| M08RN040                                        | h. | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.                                                                                                                                                                                                                 | 0,004         | 41,00           | 0,16            |
| M08CA110                                        | h. | Cisterna agua s/camión 10.000 l.                                                                                                                                                                                                                         | 0,004         | 27,00           | 0,11            |
| M07CB020                                        | h. | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                              | 0,004         | 35,50           | 0,14            |
| M07W020                                         | t. | km transporte zavorra                                                                                                                                                                                                                                    | 8,800         | 0,09            | 0,79            |
| P01AF020                                        | t. | Zavorra nat. ZN(50)/ZN(20), IP<6                                                                                                                                                                                                                         | 0,440         | 3,88            | 1,71            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>27,000</b> | <b>3,22</b>     | <b>86,94</b>    |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1,00</b>   | <b>1.252,24</b> | <b>1.252,24</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                |                 |                   |                   |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                        | Cantidad        | Precio            | Importe           |
| 2108                                            | m. | FORMACIÓN DE PISTAS Y ACCESOS<br><br>Formación de pistas, mediante perfilado y refino con motoniveladora en terreno de tránsito, con transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.    | 6.361,16        | 1,03              | 6.551,99          |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                        | 0,003           | 14,72             | 0,04              |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                 | 0,006           | 13,09             | 0,08              |
| M08NM010                                        | h. | Motoniveladora de 135 CV                                                                                                                                                                                       | 0,006           | 45,00             | 0,27              |
| M05EN030                                        | h. | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV                                                                                                                                                                             | 0,009           | 42,00             | 0,38              |
| M06MR240                                        | h. | Martillo rompedor hidráulico 1000 kg                                                                                                                                                                           | 0,006           | 12,62             | 0,08              |
| M07CB010                                        | h. | Camión basculante 4x2 10 t.                                                                                                                                                                                    | 0,006           | 29,50             | 0,18              |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                | <b>6.361,16</b> | <b>1,03</b>       | <b>6.551,99</b>   |
| 2109                                            | ud | EXPLANACION PLAZA CANTERA<br><br>Explanación de la plaza de cantera, con rasanteo y refino de la superficie, incluso retirada del material sobrante a vertedero o lugar de empleo, humectación y compactación. | 2.500,00        | 0,48              | 1.200,00          |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                        | 0,003           | 14,72             | 0,04              |
| M08NM010                                        | h. | Motoniveladora de 135 CV                                                                                                                                                                                       | 0,003           | 45,00             | 0,14              |
| M08CA110                                        | h. | Cisterna agua s/camión 10.000 l.                                                                                                                                                                               | 0,003           | 27,00             | 0,08              |
| M08RN040                                        | h. | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.                                                                                                                                                                       | 0,003           | 41,00             | 0,12              |
| M05PN010                                        | h. | Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3                                                                                                                                                                          | 0,001           | 38,00             | 0,04              |
| M07CB010                                        | h. | Camión basculante 4x2 10 t.                                                                                                                                                                                    | 0,002           | 29,50             | 0,06              |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                | <b>2.500,00</b> | <b>0,48</b>       | <b>1.200,00</b>   |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                | 1,00            | <b>121.135,19</b> | <b>121.135,19</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |            |            |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Cantidad | Precio     | Importe    |
| 2.2                                             |    | PLANTA TRATAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,00     | 391.798,86 | 391.798,86 |
| 2201                                            | m2 | CONSTRUCCION DE LOSA<br>CIMENTACIÓN H 0.80 M<br>Construcción de losa de cimentación de 0.80 de canto, incluye:<br>Excavación en cimientos en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.Hormigón armado HA-30 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx. 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura de acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes, según EHE50 (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EME y EHE. | 27,04    | 127,87     | 3.457,60   |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,100    | 14,72      | 1,47       |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,100    | 13,09      | 1,31       |
| M07CB020                                        | h. | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,100    | 35,50      | 3,55       |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,350    | 15,14      | 5,30       |
| M11HV120                                        | h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,350    | 4,00       | 1,40       |
| P01HA030                                        | m3 | Hormigón HA-30/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,850    | 76,21      | 64,78      |
| O01OB030                                        | h. | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,075    | 15,16      | 1,14       |
| O01OB040                                        | h. | Ayudante ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,075    | 14,22      | 1,07       |
| P03AC200                                        | kg | Acero corrugado B 500 S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 50,000   | 0,90       | 45,00      |
| P03AA020                                        | kg | Alambre atar 1,30 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,050    | 0,95       | 0,05       |
| M05RN010                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,100    | 28,00      | 2,80       |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 27,04    | 127,87     | 3.457,60   |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |              |                 |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cantidad     | Precio       | Importe         |
| 2202                                            | m2 | CONSTRUCCION DE LOSA<br>CIMENTACION H 0.40 M<br>Construcción de losa de cimentación de 0.4 de canto, incluye:<br>Excavación en cimientos en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.Hormigón armado HA-30 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx. 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura de acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes, según EHE50 (25 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSL, EME y EHE. | 64,80        | 74,88        | 4.852,22        |
| O01OA020                                        | h. | Capataz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,100        | 14,72        | 1,47            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,100        | 13,09        | 1,31            |
| M07CB020                                        | h. | Camión basculante 4x4 14 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,100        | 35,50        | 3,55            |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,350        | 15,14        | 5,30            |
| M11HV120                                        | h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,350        | 4,00         | 1,40            |
| P01HA030                                        | m3 | Hormigón HA-30/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,450        | 76,21        | 34,29           |
| O01OB030                                        | h. | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,075        | 15,16        | 1,14            |
| O01OB040                                        | h. | Ayudante ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,075        | 14,22        | 1,07            |
| P03AC200                                        | kg | Acero corrugado B 500 S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 25,000       | 0,90         | 22,50           |
| P03AA020                                        | kg | Alambre atar 1,30 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,050        | 0,95         | 0,05            |
| M05RN010                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,100        | 28,00        | 2,80            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>64,80</b> | <b>74,88</b> | <b>4.852,22</b> |
| 2203                                            | m2 | PROTECCION TALUD<br>Protección de talud mediante hormigón proyectado gunitado de 25 cm. de espesor con cemento BL-II 42,5R y áridos especiales, con una resistencia de 175 kg./cm2., sin juntas, incluida colocación de malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., colocado en obra, i/p.p. equipo elevador. Según EHE.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 150,00       | 73,02        | 10.953,00       |
| P03AM150                                        | m2 | Malla 20x20x10 -5,609 kg/m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,250        | 3,07         | 3,84            |
| O01OA090                                        | h. | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,250        | 35,44        | 8,86            |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000        | 15,14        | 15,14           |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,000        | 13,75        | 13,75           |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,500        | 13,09        | 6,55            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,250        | <b>35,44</b> | <b>8,86</b>     |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |                   |                   |
|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Cantidad      | Precio            | Importe           |
| M11HG010                                        | h. | Gunitadora de hormigón 24 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,250         | 11,50             | 2,88              |
| P30IG010                                        | m3 | Hormigón árido medio M.F.2,95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,250         | 214,84            | 53,71             |
| M02GM020                                        | h. | Manipulador telescópico hasta 12,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,250         | 14,90             | 3,73              |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>150,00</b> | <b>73,02</b>      | <b>10.953,00</b>  |
| 2204                                            | ud | ESTRUCTURA METALICA<br>SUSTENTACION<br>Suministro y colocación de estructura metálica de base 4.0 x 4.0 m y 7 m de altura, compuesta por IPN 300, formada por 16 pilares colocados sobre placas de anclaje, conformando 3 niveles de carga, los dos niveles inferior disponen de pasillo perimetral y plataforma de tramels galvanizados, barandilla y escaleras de acceso. Incluido montaje y ajuste in situ y equipos de elevación. | 1,00          | 79.079,02         | 79.079,02         |
| O01OB300                                        | h. | Equipo cerrajero montaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8,000         | 39,54             | 316,32            |
| O01OB800                                        | h. | Oficial 1ª soldador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10,000        | 14,72             | 147,20            |
| O01OB810                                        | h. | Ayudante soldador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10,000        | 14,03             | 140,30            |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8,000         | 59,40             | 475,20            |
| JKLEISIS                                        | ud | Estructura metálica planta tratamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000         | 78.000,00         | 78.000,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1,00</b>   | <b>79.079,02</b>  | <b>79.079,02</b>  |
| 2205                                            | ud | MACHACADORA DE MANDIBULAS<br>SANDIVK CJ211<br>Suministro y montaje de machacadora de mandíbulas Sandvik CJ211, de 90 kW, peso 15.000 kg, con tamaño máximo de abertura de alimentación de 1100x700 mm, reglaje 40-200 mm y producción límite 90-540 tn. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                      | 1,00          | 148.885,10        | 148.885,10        |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5,000         | 15,14             | 75,70             |
| O01OA040                                        | h. | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5,000         | 14,24             | 71,20             |
| DKELÑ45                                         | ud | Machacadora de mandíbulas CJ211<br>SANDVIK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000         | 148.560,00        | 148.560,00        |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3,000         | 59,40             | 178,20            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1,00</b>   | <b>148.885,10</b> | <b>148.885,10</b> |
| 2206                                            | ud | CRIBA VIBRANTE TRIMAN CVT-1025<br>Suministro y montaje de criba vibrante Triman de 5.5 kw y 1-2 pisos, con superficie de cribado 2.5 m2, con tamiz de 100 mm de abertura. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                                                                                                    | 1,00          | 35.406,94         | 35.406,94         |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3,000         | 15,14             | 45,42             |
| O01OA040                                        | h. | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3,000         | 14,24             | 42,72             |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2,000         | 59,40             | 118,80            |
| CVT1025                                         | ud | Criba vibrante triman CVT-1025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000         | 35.200,00         | 35.200,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1,00</b>   | <b>35.406,94</b>  | <b>35.406,94</b>  |



| <b>EXPLORACION MAJADA VERDE<br/>PRESUPUESTO PARCIAL</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                   |                   |
|---------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <b>Código</b>                                           | <b>Ud</b> | <b>Resumen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b>     | <b>Importe</b>    |
| 2207                                                    | ud        | CINTA TRANSPORTADORA 7.5 CV<br><br>Suministro y montaje de transportador de banda de 8 cv, ancho de banda de 600 mm, inclinación 20ª y 16 m de longitud, producción máxima 200 tn. Incluido montaje y equipos de elevación.                                                                                                                                                    | 1,00            | 22.868,16         | 22.868,16         |
| O01OA030                                                | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2,000           | 15,14             | 30,28             |
| O01OA040                                                | h.        | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2,000           | 14,24             | 28,48             |
| M02GE025                                                | h.        | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,000           | 59,40             | 59,40             |
| CIN                                                     | ud        | Cinta transportadora 8 cv 16.2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,000           | 22.750,00         | 22.750,00         |
|                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b>     | <b>22.868,16</b>  | <b>22.868,16</b>  |
| 2208                                                    | ud        | TOLVA METALICA CAJA DE PIEDRAS<br><br>Suministro y colocación de tolva metálica de 50 m3, tipo caja de piedras, carenada en chapa simple con guiado ancho interior con parrilla abatible interior de luz 600 mm, con cubierta y paneles superiores laterales de pvc para control del polvo en la descarga. Incluido montaje y ajuste in situ y equipos de elevación.           | 1,00            | 86.296,82         | 86.296,82         |
| O01OB300                                                | h.        | Equipo cerrajero montaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3,000           | 39,54             | 118,62            |
| M02GE025                                                | h.        | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,000           | 59,40             | 178,20            |
| TOLVKD                                                  | ud        | Tolva metálica carenada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000           | 86.000,00         | 86.000,00         |
|                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b>     | <b>86.296,82</b>  | <b>86.296,82</b>  |
|                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b>     | <b>391.798,86</b> | <b>391.798,86</b> |
| <b>2.3</b>                                              |           | <b>INSTALACIONES ANEXAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1,00</b>     | <b>25.996,71</b>  | <b>25.996,71</b>  |
| 2301                                                    | m2        | CONSTRUCCION SOLERA HA-25 10 CM<br><br>Construcción de solera de 10 cm con hormigón para armar HA-25/P/20/I, elaborado en central, incluso vertido, compactado según EHE, p.p. de vibrado, regleado y curado en soleras. Incluida malla electrosoldada con acero corrugado B 500 T de D=5 mm. en cuadrícula 15x15 cm., colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según EHE. | 144,00          | 12,87             | 1.853,28          |
| O01OA030                                                | h.        | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,150           | 15,14             | 2,27              |
| O01OA070                                                | h.        | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,150           | 13,09             | 1,96              |
| P01HA010                                                | m3        | Hormigón HA-25/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,100           | 72,87             | 7,29              |
| O01OB030                                                | h.        | Oficial 1ª ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,005           | 15,16             | 0,08              |
| O01OB040                                                | h.        | Ayudante ferralla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,005           | 14,22             | 0,07              |
| P03AM020                                                | m2        | Malla 15x15x5 -1,938 kg/m2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,200           | 1,00              | 1,20              |
|                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>144,00</b>   | <b>12,87</b>      | <b>1.853,28</b>   |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Cantidad    | Precio          | Importe         |
| 2302                                            | ud | ACOMETIDA SANEAMIENTO<br><br>Acometida provisional de saneamiento de caseta a la red, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de PVC corrugado, enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida con tierras de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. | 1,00        | 200,00          | 200,00          |
| P31BA030                                        | ud | Acometida prov. sane.a caseta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,000       | 200,00          | 200,00          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1,00</b> | <b>200,00</b>   | <b>200,00</b>   |
| 2303                                            | ud | CONSTRUCCION FOSA SEPTICA<br><br>Construcción de fosa séptica de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 4000 litros, de 2000 mm de diámetro y 1500 mm de longitud, con boca de acceso de 500 mm de diámetro, boca de entrada y boca de salida de 125 mm de diámetro, según UNE-EN 12566-1, para tratamiento primario de aguas residuales. Incluido excavación, montaje y relleno posterior.                                 | 1,00        | 2.255,69        | 2.255,69        |
| O01OB170                                        | h. | Oficial 1ª fontanero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 15,61           | 15,61           |
| O01OB195                                        | h. | Ayudante fontanero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000       | 14,03           | 14,03           |
| FS001                                           | ud | Fosa septica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,000       | 2.200,00        | 2.200,00        |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,500       | 13,09           | 6,55            |
| M05RN030                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 100 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,500       | 39,00           | 19,50           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1,00</b> | <b>2.255,69</b> | <b>2.255,69</b> |
| 2304                                            | ud | ACOMETIDA FONTANERÍA<br><br>Acometida de fontanería para caseta a la red de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, .                                                              | 2,00        | 25,00           | 50,00           |
| P31BA020                                        | ud | Acometida prov. fonta.a caseta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,000       | 25,00           | 25,00           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>2,00</b> | <b>25,00</b>    | <b>50,00</b>    |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cantidad    | Precio          | Importe         |
| 2305                                            | ud | <p>MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO OFICINA</p> <p>Instalación y suministro de módulo prefabricado de 7.00 x 2.40 m, con dos despachos y un aseo, con las siguientes características:</p> <p>Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado. Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento K=0,39 Kcal/m<sup>2</sup>H°C.</p> <p>Dos ventanas correderas de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m. Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m. Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja.</p> <p>Tabiquería en melamina color blanco 30 mm.</p> <p>Puertas interiores en melamina con marco de aluminio.</p> <p>Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, dos luminarias de 2x36 w, una luminaria de 2x18 w, tres bases de enchufe tipo Schuko y tres interruptores.</p> <p>Lavabo, inodoro con cisterna baja, espejo y termo de agua caliente 30 L.</p> <p>Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías.</p> | 1,00        | 6.913,64        | 6.913,64        |
| MCPTO                                           | ud | Modulo caseta prefabricada oficina + aseos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,000       | 6.840,00        | 6.840,00        |
| O01OA040                                        | h. | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 14,24           | 14,24           |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,000       | 59,40           | 59,40           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>1,00</b> | <b>6.913,64</b> | <b>6.913,64</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |                  |                  |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cantidad    | Precio           | Importe          |
| 2306                                            | ud | <p>MODULO CASETA PREFABRICADA TIPO VESTUARIO</p> <p>Suministro e instalación de caseta de vestuarios compuesta por dos módulo prefabricados adosados de 5.00 x 2.40 m, uno diáfano para vestuario y otro de tipo sanitario con los aseos y duchas, con las siguientes características: Estructura y cubierta electrosoldada, con vigas U200 longitudinales. Suelo de tablero fenólico antihumedad CTB-H 19 mm y revestimiento PVC electrosoldado. Fachada y cubierta de panel sandwich de 40 mm con acabado pintura prelacada ambas caras y aislamiento de poliuretano, coeficiente de aislamiento K=0,39 Kcal/m<sup>2</sup>H°C. Ventana corredera de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco de dimensiones 1 x 1 m, con reja de seguridad en acero 1,00x1,00 m. Ventana basculante y reja 0.56 x 0.56 m. Puerta exterior de hierro 0,80x2,00 m. con panel de hoja. Tabiquería en melamina color blanco 30 mm. Puertas interiores en melamina con marco de aluminio. Instalación eléctrica vista por canaletas de PVC tipo UNEX, con caja de conexión exterior, cuadro de protecciones, cuatro luminarias de 2x36 w, dos bases de enchufe tipo Schuko y dos interruptores. Pileta con dos grifos, dos inodoro con cisterna baja, cuatro duchas, espejo y termo de agua caliente 100 L. Aire acondicionado con bomba de calor tipo ventana de 2250 frigorías, en zona de vestuario.</p> | 1,00        | 10.587,28        | 10.587,28        |
| MCPTV                                           | ud | Modulo caseta prefabricada tipo vestuario doble                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,000       | 10.440,00        | 10.440,00        |
| O01OA040                                        | h. | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2,000       | 14,24            | 28,48            |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,000       | 59,40            | 118,80           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1,00</b> | <b>10.587,28</b> | <b>10.587,28</b> |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                  |                  |
|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Cantidad    | Precio           | Importe          |
| 2307                                            | ud | <p>MODULO PREFABRICADO TIPO MARITIMO PARA ALMACEN</p> <p>Suministro e instalación de módulo prefabricado tipo contenedor de 6.10 x 2.44 m, con las siguientes características:<br/>Estructura de perfiles de acero soldado de 3 mm. de espesor y vigas transversales de perfil U, esquinas de contenedor según normas ISO de 6 mm.<br/>Suelo de tablero de madera tratada de 28 mm. Cubierta de chapa autoportante de 1,5 mm de espesor, estanco con la estructura acanalada de 15 mm. Paredes de chapa de acero acanalada verticalmente de 1,5 mm de espesor, todas las paredes están soldadas y estancas a la estructura acanalada de 35 mm y cuatro aperturas de ventilación situadas bajo el armazón del techo.<br/>Puerta de doble hoja con apertura exterior con protección de goma de medidas 2.38 x 2.28 m con apertura máxima de 270º y sistema de cierre mediante 2 barras con tubo galvanizado y manetas con cojinetes integrados.</p> | 1,00        | 4.136,82         | 4.136,82         |
| MPTM                                            | ud | Modulo prefabricado tipo marítimo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000       | 4.100,00         | 4.100,00         |
| O01OA040                                        | h. | Oficial segunda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,500       | 14,24            | 7,12             |
| M02GE025                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,500       | 59,40            | 29,70            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1,00</b> | <b>4.136,82</b>  | <b>4.136,82</b>  |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,00        | <b>25.996,71</b> | <b>25.996,71</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                  |                  |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cantidad    | Precio           | Importe          |
| <b>2.4</b>                                      |    | <b>INSTALACION ELECTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>1,00</b> | <b>13.694,12</b> | <b>13.694,12</b> |
| 2401                                            | ud | TRANSFORMADOR 160 KVA<br><br>Transformador de media a baja tensión de 160 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 25 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Según normas 20101 (CEI 76), CENELEC HD428, UNE 20138, UNESA 5201D. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de B.T. 20/25 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales encausables en ambos extremos y rejilla de protección. | 1,00        | 5.502,56         | 5.502,56         |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26,000      | 15,00            | 390,00           |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26,000      | 14,03            | 364,78           |
| P15BC012                                        | ud | Transf.baño aceite 160 KVA-25kV Unesa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000       | 3.310,00         | 3.310,00         |
| P15BC201                                        | ud | Puent.conex.1x50 mm2 Al 20/25kV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000       | 565,00           | 565,00           |
| P15BC210                                        | ud | Terminales enchufables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6,000       | 115,00           | 690,00           |
| P15BC220                                        | ud | Rejilla de protección                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000       | 172,00           | 172,00           |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 14,000      | 0,77             | 10,78            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>1,00</b> | <b>5.502,56</b>  | <b>5.502,56</b>  |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |               |               |
|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|---------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cantidad | Precio        | Importe       |
| 2402                                            | ud | CUADRO GENERAL DE MANIOBRA<br><br>Suministro e instalación de cuadro general, compuesto por armario de protección medida y seccionamiento trifásico y armario de distribución                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,00     | 1.876,52      | 1.876,52      |
| U10BPM030                                       | ud | ARMARIO PROT/MED/SECC. 1 TRIF.+R<br><br>Armario de protección, medida, y seccionamiento para intemperie para 1 suministro trifásico con contadores de energía activa y reactiva, según normas de la Cía. suministradora, formado por: módulo superior de medida y protección, en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con panel de poliéster troquelado para 1 contador trifásico de energía activa, 1 contador trifásico de energía reactiva y reloj, 3 bases cortacircuitos tipo neozed de 100 A., 1 bornes de neutro de 25 mm2., 1 bloque de bornes de 2,5 mm2. y 1 bloque de bornes de 25 mm2. para conexión de salida de abonado; un módulo inferior de seccionamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio, equipado con 3 bases cortacircuitos tamaño 1, con bornes bimetalicos de 150 mm2. para entrada, neutro amovible tamaño 1 con bornes bimetalicos de 95 mm2. para entrada, salida y derivación de línea, placa transparente precintable de policarbonato; incluso cableado de todo el conjunto con conductor de cobre tipo H07Z-R, de secciones y colores normalizados, instalada, transporte, montaje y conexionado. | 1,000    | 626,61        | 626,61        |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000    | 15,00         | 15,00         |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000    | 14,03         | 14,03         |
| P15FB120                                        | ud | Módulo medida 1 cont.trif. Ac+R.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000    | 399,90        | 399,90        |
| P15FB130                                        | ud | Módulo seccionamiento 3 fus.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000    | 172,40        | 172,40        |
| P15FB140                                        | ud | Cableado de módulos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,000    | 14,50         | 14,50         |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14,000   | 0,77          | 10,78         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | <b>626,61</b> | <b>626,61</b> |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cantidad    | Precio          | Importe         |
| U10BPB030                                       | ud | ARMARIO DISTRIB. (BTV) BASES<br><br>Armario de distribución bases tripolares verticales (BTV), formado por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, abierto por la base para entrada de cables, placa transparente y precintable de policarbonato, 6 zócalos tripolares verticales, aisladores de resina epoxi, pletinas de cobre de 50x10 mm2. y bornes bimetálicas de 240 mm2., instalada, transporte, montaje y conexionado. | 1,000       | 1.249,91        | 1.249,91        |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000       | 15,00           | 15,00           |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000       | 14,03           | 14,03           |
| P15CB030                                        | ud | BTV para zócalos tripolares bast.250A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,000       | 650,20          | 650,20          |
| P15CB040                                        | ud | Armario poliéster 1000x750 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,000       | 559,90          | 559,90          |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14,000      | 0,77            | 10,78           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000       | <b>1.249,91</b> | <b>1.249,91</b> |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>1,00</b> | <b>1.876,52</b> | <b>1.876,52</b> |



| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |              |                 |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cantidad     | Precio       | Importe         |
| 2403                                            | m. | LINEA SUBTERRANEA TRASFO A CUADRO GENERAL<br><br>Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación hasta cuadro general, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x50)+ PE(3x50)+ N(3x50)mm <sup>2</sup> . Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno con hormigón HM-20/P/40/I hasta la altura donde se inicia el firme; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado. | 40,00        | 92,45        | 3.698,00        |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,140        | 15,00        | 2,10            |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,140        | 14,03        | 1,96            |
| E02EM010                                        | m3 | EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.<br><br>Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,420        | 5,93         | 2,49            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,075        | 13,09        | 0,98            |
| M05RN020                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,150        | 33,00        | 4,95            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,420        | <b>5,93</b>  | <b>2,49</b>     |
| P15AF060                                        | m. | Tubo rígido PVC D 110 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2,000        | 2,85         | 5,70            |
| P01HM030                                        | m3 | Hormigón HM-25/P/20/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,180        | 72,87        | 13,12           |
| P01HM020                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/40/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,290        | 70,02        | 20,31           |
| P15AL010                                        | m. | Cond.aisla. 0,6-1kV 50 mm <sup>2</sup> Al                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13,000       | 3,70         | 48,10           |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000        | 0,77         | 0,77            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>40,00</b> | <b>92,45</b> | <b>3.698,00</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |              |              |
|-------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cantidad | Precio       | Importe      |
| 2404                                            | ud | TORRE ILUMINACION GALVANIZADA 8 M<br>Columna de 8 m. de altura, compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y pernos de anclaje, montaje y conexionado. Incluida cruceta para soporte de proyectores, construida con perfiles metálicos de acero galvanizado, con piezas de fijación a columna recta y accesorios para fijación de proyectores y 4 proyectores contruidos en fundición inyectada de aluminio, pintado con resinas de poliuretano, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 55/clase I con lámpara halógena lineal de 1.000 W. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. | 1,00     | 1.113,74     | 1.113,74     |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,500    | 15,00        | 7,50         |
| P16AK090                                        | ud | Columna recta galva. pint. h=8m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000    | 413,26       | 413,26       |
| U12SAM040                                       | ud | CIMENTACIÓN P/BÁCULO 8 a 12m.<br>Cimentación para báculo de semáforos, de 8 a 12 m. de altura de dimensiones 80x80x120 cm., en hormigón HM-20/P/40, i/excavación, pernos de anclaje de 70 cm. de longitud y codo embutido de PVC de 100 mm. de diámetro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | 121,71       | 121,71       |
| O01OA090                                        | h. | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,800    | 35,44        | 28,35        |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,000    | 15,14        | 15,14        |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | 13,75        | 13,75        |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,500    | 13,09        | 6,55         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,800    | <b>35,44</b> | <b>28,35</b> |
| E02EM010                                        | m3 | EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.<br>Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,972    | 5,93         | 5,76         |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,075    | 13,09        | 0,98         |
| M05RN020                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,150    | 33,00        | 4,95         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,972    | <b>5,93</b>  | <b>5,76</b>  |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |               |               |
|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|---------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cantidad | Precio        | Importe       |
| E04CM075                                        | m3 | HORM. HM-20/P/40 V. MANUAL<br><br>Hormigón en masa HM-20 N/mm2. consistencia plástica, Tmáx.40 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.                                    | 0,768    | 92,12         | 70,75         |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,360    | 15,14         | 5,45          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,360    | 13,09         | 4,71          |
| M11HV120                                        | h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,360    | 4,00          | 1,44          |
| P01HM020                                        | m3 | Hormigón HM-20/P/40/I central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,150    | 70,02         | 80,52         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,768    | <b>92,12</b>  | <b>70,75</b>  |
| P27SA020                                        | ud | Codo PVC 90° D=100 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,000    | 5,97          | 5,97          |
| P27SA050                                        | ud | Perno anclaje D=2,0 cm L=70 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4,000    | 2,72          | 10,88         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | <b>121,71</b> | <b>121,71</b> |
| U12SAA010                                       | ud | ARQUETA 40x40x60 PASO/DERIV.<br><br>Arqueta 40x40x60 cm. libres, para paso, derivación o toma de tierra, i/excavación, solera de 10 cm. de hormigón H-100 kg/cm2, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, con cerco y tapa cuadrada 60x60 cm. en fundición. | 1,000    | 65,32         | 65,32         |
| O01OA090                                        | h. | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,940    | 35,44         | 33,31         |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000    | 15,14         | 15,14         |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000    | 13,75         | 13,75         |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,500    | 13,09         | 6,55          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,940    | <b>35,44</b>  | <b>33,31</b>  |
| E02EM010                                        | m3 | EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.<br><br>Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                                                               | 0,450    | 5,93          | 2,67          |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,075    | 13,09         | 0,98          |
| M05RN020                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,150    | 33,00         | 4,95          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,450    | <b>5,93</b>   | <b>2,67</b>   |

Proyecto Fin de de Grado en Tecnologías Mineras  
DISEÑO INTEGRAL DE UNA CANTERA PARA SUMINISTRO DE  
MATERIALES A LA AUTOVIA A-32 TRAMO: TORREPEROGIL - VILLACARRILLO

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |              |             |
|-------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|-------------|
| Código                                          | Ud  | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Cantidad | Precio       | Importe     |
| A03H060                                         | m3  | HORM. DOSIF. 225 kg /CEMENTO Tmáx.40<br>Hormigón de dosificación 225 kg con cemento CEM II/B-P 32,5 N, arena de río y árido rodado Tmáx. 40 mm., con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.                                                                                                                                                                                                     | 0,030    | 55,66        | 1,67        |
| O01OA070                                        | h.  | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,820    | 13,09        | 10,73       |
| P01CC020                                        | t.  | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,225    | 95,20        | 21,42       |
| P01AA030                                        | t.  | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,700    | 10,47        | 7,33        |
| P01AG060                                        | t.  | Gravilla 20/40 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,400    | 10,64        | 14,90       |
| P01DW050                                        | m3  | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,160    | 0,71         | 0,11        |
| M03HH030                                        | h.  | Hormigonera 300 l. gasolina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,500    | 2,33         | 1,17        |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,030    | <b>55,66</b> | <b>1,67</b> |
| E07LP010                                        | m2  | FÁB.LADR PERF.REV.7cm 1/2 p.FACH<br>Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x7 cm. de 1/2 pie de espesor en fachada, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFL y NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2. | 0,940    | 4,74         | 4,46        |
| O01OA030                                        | h.  | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,580    | 15,14        | 8,78        |
| O01OA070                                        | h.  | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,290    | 13,09        | 3,80        |
| P01LT020                                        | mud | Ladrillo perfora. tosco 25x12x7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,052    | 60,10        | 3,13        |
| A02A080                                         | m3  | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40<br>Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río de dosificación 1/6 (M-40), confeccionado con hormigonera de 250 l., s/RC-03.                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,025    | 64,27        | 1,61        |
| O01OA070                                        | h.  | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,700    | 13,09        | 22,25       |
| P01CC020                                        | t.  | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,250    | 95,20        | 23,80       |
| P01AA020                                        | m3  | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,100    | 15,70        | 17,27       |
| P01DW050                                        | m3  | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,255    | 0,71         | 0,18        |
| M03HH020                                        | h.  | Hormigonera 200 l. gasolina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,400    | 1,93         | 0,77        |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,025    | <b>64,27</b> | <b>1,61</b> |
|                                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,940    | <b>4,74</b>  | <b>4,46</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                 |                 |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                               | Cantidad    | Precio          | Importe         |
| E08PFA030                                       | m2 | ENFOSCADO BUENA VISTA 1/6 VERTI.<br><br>Enfoscado a buena vista sin maestrear con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6 (M-40) en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, regleado, i/p.p. de andamiaje, s/NTE-RPE-5, medido deduciendo huecos. | 0,951       | 2,60            | 2,47            |
| O01OA030                                        | h. | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,310       | 15,14           | 4,69            |
| O01OA050                                        | h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,095       | 13,75           | 1,31            |
| A02A080                                         | m3 | MORTERO CEMENTO 1/6 M-40<br><br>Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río de dosificación 1/6 (M-40), confeccionado con hormigonera de 250 l., s/RC-03.                                                                                                     | 0,020       | 64,27           | 1,29            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,700       | 13,09           | 22,25           |
| P01CC020                                        | t. | Cemento CEM II/B-P 32,5 N sacos                                                                                                                                                                                                                                       | 0,250       | 95,20           | 23,80           |
| P01AA020                                        | m3 | Arena de río 0/6 mm.                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,100       | 15,70           | 17,27           |
| P01DW050                                        | m3 | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,255       | 0,71            | 0,18            |
| M03HH020                                        | h. | Hormigonera 200 l. gasolina                                                                                                                                                                                                                                           | 0,400       | 1,93            | 0,77            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,020       | <b>64,27</b>    | <b>1,29</b>     |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,951       | <b>2,60</b>     | <b>2,47</b>     |
| P27SA110                                        | ud | Cerco 40x40 cm. y tapa fundición                                                                                                                                                                                                                                      | 1,000       | 20,74           | 20,74           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,000       | <b>65,32</b>    | <b>65,32</b>    |
| P15GK110                                        | ud | Caja conexión con fusibles                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000       | 5,45            | 5,45            |
| P16AK110                                        | ud | Cruceta fijación proyectores                                                                                                                                                                                                                                          | 1,000       | 251,40          | 251,40          |
| P15AE002                                        | m. | Cond.aisla. 0,6-1kV 2x2,5 mm2 Cu                                                                                                                                                                                                                                      | 12,000      | 3,30            | 39,60           |
| P15EB010                                        | m. | Conduc cobre desnudo 35 mm2                                                                                                                                                                                                                                           | 2,000       | 1,00            | 2,00            |
| P15EA010                                        | ud | Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu                                                                                                                                                                                                                                           | 1,000       | 12,15           | 12,15           |
| M02GE010                                        | h. | Grúa telescópica autoprop. 20 t.                                                                                                                                                                                                                                      | 0,200       | 46,20           | 9,24            |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,000       | 0,77            | 0,77            |
| P16AA020                                        | ud | Proy.simé.sorpresivo 1000 W.                                                                                                                                                                                                                                          | 4,000       | 40,63           | 162,52          |
| P16CA090                                        | ud | Lámp.halóg.lineal 230 V. 1000 W.                                                                                                                                                                                                                                      | 4,000       | 7,58            | 30,32           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1,00</b> | <b>1.113,74</b> | <b>1.113,74</b> |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |              |                 |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cantidad      | Precio       | Importe         |
| 2405                                            | ud | LINEA SUBTERRANEA 2.5 MM<br><br>Línea de distribución en baja tensión, desde cuadro general a punto de suministro, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x2.5)+ PE(1x2.5)+ N(1x2.5)mm <sup>2</sup> . Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con tierras de la excavación incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado. | 105,00        | 12,92        | 1.356,60        |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,140         | 15,00        | 2,10            |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,140         | 14,03        | 1,96            |
| E02EM010                                        | m3 | EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.<br><br>Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,420         | 5,93         | 2,49            |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,075         | 13,09        | 0,98            |
| M05RN020                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,150         | 33,00        | 4,95            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,420         | <b>5,93</b>  | <b>2,49</b>     |
| P15AF060                                        | m. | Tubo rígido PVC D 110 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,000         | 2,85         | 5,70            |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,000         | 0,77         | 0,77            |
| P15AL010JK                                      | m. | Cond.aisla. 0,6-1kV 2.5 mm <sup>2</sup> Al                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5,000         | 0,40         | 2,00            |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>105,00</b> | <b>12,92</b> | <b>1.356,60</b> |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                   |                   |
|-------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Cantidad     | Precio            | Importe           |
| 2406                                            |    | LINEA SUBTERRANEA 4 MM<br><br>Línea de distribución en baja tensión, desde cuadro general a punto de suministro, enterrada bajo calzada entubada, realizada con cables conductores de 3(3x4)+ PE(1x4)+ N(1x4)mm <sup>2</sup> . Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo calzada entubada, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro, relleno con tierras de la excavación incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado. | 10,00        | 14,67             | 146,70            |
| O01OB200                                        | h. | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,140        | 15,00             | 2,10              |
| O01OB210                                        | h. | Oficial 2ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,140        | 14,03             | 1,96              |
| E02EM010                                        | m3 | EXC.ZANJA A MÁQUINA T. DISGREG.<br><br>Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,420        | 5,93              | 2,49              |
| O01OA070                                        | h. | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,075        | 13,09             | 0,98              |
| M05RN020                                        | h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,150        | 33,00             | 4,95              |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,420        | <b>5,93</b>       | <b>2,49</b>       |
| P15AF060                                        | m. | Tubo rígido PVC D 110 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2,000        | 2,85              | 5,70              |
| P01DW090                                        | ud | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,000        | 0,77              | 0,77              |
| P15AL010J                                       | m. | Cond.aisla. 0,6-1kV 4 mm <sup>2</sup> Al                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5,000        | 0,75              | 3,75              |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>10,00</b> | <b>14,67</b>      | <b>146,70</b>     |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,00         | <b>13.694,12</b>  | <b>13.694,12</b>  |
| <b>2.5</b>                                      |    | <b>SEGURIDAD Y SALUD EN CONSTRUCCION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>1,00</b>  | <b>5.521,69</b>   | <b>5.521,69</b>   |
| 2501                                            | %  | Seguridad y salud                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,01         | 552.169,24        | 5.521,69          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,00         | <b>5.521,69</b>   | <b>5.521,69</b>   |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>1</b>     | <b>558.146,57</b> | <b>558.146,57</b> |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                   |                   |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                     |                     |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Cantidad    | Precio              | Importe             |
| <b>C3</b>                                       |    | <b>ADQUISICION MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1</b>    | <b>1.527.700,00</b> | <b>1.527.700,00</b> |
| 3.1                                             | ud | PERFORADORA SMARTROC T35<br><br>Perforadora Smartroc T35 de Atlas Copco segunda mano año 2015 con 703 horas, provista de partillo en cabeza tipo Cop 2540+ y varillaje tipo T45 que permite diámetros de perforación entre 64 y 115 mm y una profundidad máxima de 21 metros en diámetro 89 mm | 1,00        | 255.000,00          | 255.000,00          |
| 3001                                            | ud | Perforadora Smartroc T35 Atlas Copco                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,000       | 255.000,00          | 255.000,00          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b> | <b>255.000,00</b>   | <b>255.000,00</b>   |
| 3.2.                                            | ud | RETROEXCAVADORA CAT 320E<br><br>Retroexcavadora 320E L de Caterpillar, segunda mano con 1103 h, año 2015, con una pluma de alcance HD de 5.7 m y un brazo R2.5B1 ES de 2.5 m,                                                                                                                  | 2,00        | 143.000,00          | 286.000,00          |
| 3002                                            | ud | Retroexcavadora Cat 320 E                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,000       | 143.000,00          | 143.000,00          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2,00</b> | <b>143.000,00</b>   | <b>286.000,00</b>   |
| 3.3.                                            | ud | PALA CARGADORA WA470-6<br><br>Pala cargadora WA470-6, segunda mano con 4700 h, año 2011.                                                                                                                                                                                                       | 1,00        | 87.500,00           | 87.500,00           |
| 3003                                            | ud | Pala cargadora WA470-6 de Komatsu                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 87.500,00           | 87.500,00           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b> | <b>87.500,00</b>    | <b>87.500,00</b>    |
| 3.4.                                            | ud | CAMION VOLQUETE TGS 33.480 6x4 BB                                                                                                                                                                                                                                                              | 4,00        | 92.000,00           | 368.000,00          |
| 3004                                            | ud | Camión volquete TGS 33.480 6x4 BB                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 92.000,00           | 92.000,00           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>4,00</b> | <b>92.000,00</b>    | <b>368.000,00</b>   |
| 3.5.                                            | ud | PICK UP MITSUBISHI L200<br><br>Pick Up Mitsubishi L200 cabina simple 4x4.                                                                                                                                                                                                                      | 1,00        | 26.500,00           | 26.500,00           |
| 3005                                            | ud | Pick up Mitsubishi L200                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,000       | 26.500,00           | 26.500,00           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b> | <b>26.500,00</b>    | <b>26.500,00</b>    |
| 3.6.                                            | ud | CAMION PORTACONTENEDORES NISSAN ATLEON<br><br>Camión portacontenedores Nissan Atleon segunda mano año 2014.                                                                                                                                                                                    | 1,00        | 21.000,00           | 21.000,00           |
| 3006                                            | ud | Camión portacontenedores Nissan Atleon                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,000       | 21.000,00           | 21.000,00           |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1,00</b> | <b>21.000,00</b>    | <b>21.000,00</b>    |



| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                        |             |                  |                  |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                | Cantidad    | Precio           | Importe          |
| 3.7.                                            | ud | CONTENEDORES VARIOS<br>Contenedores varios para camión portacontenedores, compuesto por: contenedor cisterna para riego, contenedor cajón con pluma de 1500 kg, contenedor con depósito de combustible de 1500 litros. | 1,00        | 18.200,00        | 18.200,00        |
| 3007                                            | ud | Contenedor cisterna                                                                                                                                                                                                    | 1,000       | 5.000,00         | 5.000,00         |
| 3008                                            | ud | Contenedor cajón pluma                                                                                                                                                                                                 | 1,000       | 7.000,00         | 7.000,00         |
| 3009                                            | ud | Contenedor depósito combustible                                                                                                                                                                                        | 1,000       | 6.200,00         | 6.200,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>18.200,00</b> | <b>18.200,00</b> |
| 3.8                                             | ud | MARTILLO HIDRAULICO GH9<br>Martillo hidráulico para retroexcavadora con conexión rápida modelo GH9 de NPK                                                                                                              | 1,00        | 7.000,00         | 7.000,00         |
| 3011                                            | ud | Martillo hidráulico GH9 de NPK                                                                                                                                                                                         | 1,000       | 7.000,00         | 7.000,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>7.000,00</b>  | <b>7.000,00</b>  |
| 3.9                                             | ud | BOMBA HIDRAULICA DE ACHIQUE GASOIL<br>Bomba de hidráulica de achique a gasoil modelo Heidra 80                                                                                                                         | 1,00        | 5.400,00         | 5.400,00         |
| 3012                                            | ud | BOMBA HIDRALICA HEIDRA 80                                                                                                                                                                                              | 1,000       | 5.400,00         | 5.400,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>5.400,00</b>  | <b>5.400,00</b>  |
| 3.10                                            | ud | GENERADOR 10 KVA<br>Generador 10 kva                                                                                                                                                                                   | 1,00        | 3.800,00         | 3.800,00         |
| 3015                                            | ud | Generador 10 kva                                                                                                                                                                                                       | 1,000       | 3.800,00         | 3.800,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>3.800,00</b>  | <b>3.800,00</b>  |
| 3.11                                            | ud | TORRE ILUMINACIÓN PORTATIL<br>Torre iluminación gesan modelo t2 de 4 focos de 1500 w de 9 m                                                                                                                            | 1,00        | 3.800,00         | 3.800,00         |
| 3020                                            | ud | Torres de iluminación portátil con generador                                                                                                                                                                           | 1,000       | 3.800,00         | 3.800,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>3.800,00</b>  | <b>3.800,00</b>  |
| 3.12                                            | ud | CAJA DE HERRAMIENTAS PROFESION TALLER<br>Caja de herramientas profesional con lote de herramientas usuales para taller.                                                                                                | 1,00        | 2.500,00         | 2.500,00         |
| 3025                                            | pa | Caja de herramientas profesional para taller                                                                                                                                                                           | 1,000       | 2.500,00         | 2.500,00         |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,00</b> | <b>2.500,00</b>  | <b>2.500,00</b>  |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |     |                                                                                       |               |                     |                     |
|-------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| Código                                          | Ud  | Resumen                                                                               | Cantidad      | Precio              | Importe             |
| 3.13                                            | ud  | PLANTA MOVIL LOKOTRACK LT 1213                                                        | 1,00          | 289.000,00          | 289.000,00          |
|                                                 |     | Planta móvil LOKOTRACK LT 1213 de Metso, segunda mano, año 2013, 1800 horas.          |               |                     |                     |
| 30256                                           | ud  | Planta movil trituracion LOKOTRACK LT1213                                             | 1,000         | 289.000,00          | 289.000,00          |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>1,00</b>   | <b>289.000,00</b>   | <b>289.000,00</b>   |
| 3.14                                            | ud  | PLANTA MOVIL LOKOTRACK ST 352                                                         | 1,00          | 154.000,00          | 154.000,00          |
|                                                 |     | Planta móvil de cribado LOKOTRACK ST352 de Metso, segunda mano, año 2012, 3450 horas. |               |                     |                     |
| 3027                                            | ud  | Planta móvil cribado LOKOTRACK ST 352                                                 | 1,000         | 154.000,00          | 154.000,00          |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>1,00</b>   | <b>154.000,00</b>   | <b>154.000,00</b>   |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>1</b>      | <b>1.527.700,00</b> | <b>1.527.700,00</b> |
| <b>C4</b>                                       |     | <b>EXPLORACIÓN</b>                                                                    | <b>1</b>      | <b>4.995.742,31</b> | <b>4.995.742,31</b> |
| 4.1                                             |     | PERSONAL                                                                              | 1,00          | 2.576.077,00        | 2.576.077,00        |
| 4101                                            | año | DIRECTOR FACULTATIVO                                                                  | 7,000         | 51.205,00           | 358.435,00          |
| 4101P                                           | mes | Director facultativo                                                                  | 14,000        | 2.750,00            | 38.500,00           |
| 33SS                                            | %   | Seguros sociales 33%                                                                  | 14,000        | 907,50              | 12.705,00           |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>7,000</b>  | <b>51.205,00</b>    | <b>358.435,00</b>   |
| 4102                                            | año | CAPATAZ                                                                               | 7,000         | 46.550,00           | 325.850,00          |
| 4101P2                                          | mes | Capataz                                                                               | 14,000        | 2.500,00            | 35.000,00           |
| 33SS2                                           | %   | Seguros sociales 33%                                                                  | 14,000        | 825,00              | 11.550,00           |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>7,000</b>  | <b>46.550,00</b>    | <b>325.850,00</b>   |
| 4103                                            | año | OFICIAL PERFORISTA                                                                    | 7,000         | 37.240,00           | 260.680,00          |
| 4101P3                                          | mes | Oficial perforista                                                                    | 14,000        | 2.000,00            | 28.000,00           |
| 33SS3                                           | %   | Seguros sociales 33%                                                                  | 14,000        | 660,00              | 9.240,00            |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>7,000</b>  | <b>37.240,00</b>    | <b>260.680,00</b>   |
| 4104                                            | año | OFICIAL MAQUINISTA                                                                    | 16,000        | 33.516,00           | 536.256,00          |
| 4101P4                                          | mes | Oficial maquinista                                                                    | 14,000        | 1.800,00            | 25.200,00           |
| 33SS4                                           | %   | Seguros sociales 33%                                                                  | 14,000        | 594,00              | 8.316,00            |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>16,000</b> | <b>33.516,00</b>    | <b>536.256,00</b>   |
| 4105                                            | año | OFICIAL MECANICO-PLANTA                                                               | 7,000         | 33.516,00           | 234.612,00          |
| 4101P5                                          | mes | Oficial mecánico                                                                      | 14,000        | 1.800,00            | 25.200,00           |
| 33SS4                                           | %   | Seguros sociales 33%                                                                  | 14,000        | 594,00              | 8.316,00            |
|                                                 |     |                                                                                       | <b>7,000</b>  | <b>33.516,00</b>    | <b>234.612,00</b>   |

| EXPLOTACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |     |                                                    |                     |                     |                     |
|-------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Código                                          | Ud  | Resumen                                            | Cantidad            | Precio              | Importe             |
| 4106                                            | año | OFICIAL CONDUCTOR                                  | 18,000              | 27.930,00           | 502.740,00          |
| 4101P6                                          | mes | Oficial conductor                                  | 14,000              | 1.500,00            | 21.000,00           |
| 33SS6DD                                         | %   | Seguros sociales 33%                               | 14,000              | 495,00              | 6.930,00            |
|                                                 |     |                                                    | <b>18,000</b>       | <b>27.930,00</b>    | <b>502.740,00</b>   |
| 4107                                            | año | ADMINISTRATIVO                                     | 7,000               | 22.344,00           | 156.408,00          |
| 4101P7                                          | mes | Administrativo                                     | 14,000              | 1.200,00            | 16.800,00           |
| 33SS7                                           | %   | Seguros sociales 33%                               | 14,000              | 396,00              | 5.544,00            |
|                                                 |     |                                                    | <b>7,000</b>        | <b>22.344,00</b>    | <b>156.408,00</b>   |
| 4108                                            | año | PEON AYUDANTE                                      | 9,000               | 22.344,00           | 201.096,00          |
| 4101P8                                          | mes | Peón ayudante                                      | 14,000              | 1.200,00            | 16.800,00           |
| 33SS6                                           | %   | Seguros sociales 33%                               | 14,000              | 396,00              | 5.544,00            |
|                                                 |     |                                                    | <b>9,000</b>        | <b>22.344,00</b>    | <b>201.096,00</b>   |
|                                                 |     |                                                    | <b>1,00</b>         | <b>2.576.077,00</b> | <b>2.576.077,00</b> |
| 4.2                                             |     | COMBUSTIBLE                                        | 2.138.759,25        | 0,75                | 1.604.069,44        |
|                                                 |     | Gasoil B                                           |                     |                     |                     |
| 1263E                                           | l   | Gasoil B                                           | 1,000               | 0,75                | 0,75                |
|                                                 |     |                                                    | <b>2.138.759,25</b> | <b>0,75</b>         | <b>1.604.069,44</b> |
| 4.3                                             |     | ELECTRICIDAD                                       | 1.257.778,55        | 0,15                | 188.666,78          |
|                                                 |     | Suministro de energía eléctrica kWh                |                     |                     |                     |
| 43025                                           | ud  | suministro energía eléctricaKWh                    | 1,000               | 0,15                | 0,15                |
|                                                 |     |                                                    | <b>1.257.778,55</b> | <b>0,15</b>         | <b>188.666,78</b>   |
| 4.4                                             |     | FUNGIBLES Y MANTENIMIENTO                          | 184.447,72          | 1,00                | 184.447,72          |
|                                                 |     | % de material fungible y mantenimiento por equipos |                     |                     |                     |
| 43025D                                          | ud  | Material fungible y mantenimiento por equipos      | 1,000               | 1,00                | 1,00                |
|                                                 |     |                                                    | <b>184.447,72</b>   | <b>1,00</b>         | <b>184.447,72</b>   |

| EXPLORACION MAJADA VERDE<br>PRESUPUESTO PARCIAL |    |                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                  |                   |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|-------------------|
| Código                                          | Ud | Resumen                                                                                                                                                                                                                                                        | Cantidad      | Precio           | Importe           |
| 4.5                                             |    | VOLADURAS                                                                                                                                                                                                                                                      | 196,00        | 1.818,62         | 356.449,52        |
| 4601                                            | ud | VOLADURA TIPO<br>Consumo de explosivos en voladuras tipo 2, incluido: Nagolita en sacos, cartuchos de Riogel, detonadores no electricos Rionel DDX, tubo de transmision Rionel y material auxiliar para voladuras. Sin mano de obra, solo aporte del material. | 1,000         | 1.818,62         | 1.818,62          |
| P01XN010                                        | kg | Nagolita a granel saco 25 kg                                                                                                                                                                                                                                   | 963,900       | 0,80             | 771,12            |
| P01XR020                                        | kg | Riogel en cartuchos 55/200 mm                                                                                                                                                                                                                                  | 420,000       | 2,10             | 882,00            |
| P01XD030                                        | ud | Detonador microretardo Rionel DDX                                                                                                                                                                                                                              | 35,000        | 1,80             | 63,00             |
| P01XC010                                        | m. | Tubo de transmision Rionel                                                                                                                                                                                                                                     | 250,000       | 0,33             | 82,50             |
| P01XC013                                        | ud | Material auxiliar voladuras                                                                                                                                                                                                                                    | 1,000         | 20,00            | 20,00             |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000         | <b>1.818,62</b>  | <b>1.818,62</b>   |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>196,00</b> | <b>1.818,62</b>  | <b>356.449,52</b> |
| 4.6                                             |    | SEGURIDAD Y SALUD EXPLORACION                                                                                                                                                                                                                                  | 1,00          | 79.031,85        | 79.031,85         |
| <b>1</b>                                        |    | <b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>1,000</b>  | <b>20.732,00</b> | <b>20.732,00</b>  |
| 007                                             | ud | Filtro mascarilla antipolvo                                                                                                                                                                                                                                    | 876,00        | 0,50             | 438,00            |
| 008                                             | ud | Protector auditivo tipo orejeras                                                                                                                                                                                                                               | 73,00         | 12,75            | 930,75            |
| 009                                             | ud | Mascarilla de respiración antipolvo                                                                                                                                                                                                                            | 73,00         | 8,60             | 627,80            |
| 010                                             | ud | Casco de seguridad homologado                                                                                                                                                                                                                                  | 73,00         | 9,00             | 657,00            |
| 011                                             | ud | Par de guantes de goma finos                                                                                                                                                                                                                                   | 146,00        | 2,50             | 365,00            |
| 012                                             | ud | Par de guantes de cuero                                                                                                                                                                                                                                        | 73,00         | 11,75            | 857,75            |
| 013                                             | ud | Par de botas impermeables seguridad                                                                                                                                                                                                                            | 73,00         | 28,40            | 2.073,20          |
| 014                                             | ud | Mono de trabajo con dispositivo reflectante de trabajo                                                                                                                                                                                                         | 146,00        | 32,05            | 4.679,30          |
| 015                                             | ud | Par de botas de seguridad                                                                                                                                                                                                                                      | 146,00        | 35,25            | 5.146,50          |
| 017                                             | ud | Impermeable con dispositivo reflectante                                                                                                                                                                                                                        | 73,00         | 40,10            | 2.927,30          |
| 018                                             | ud | Gafas anti-polvo y anti-impacto                                                                                                                                                                                                                                | 73,00         | 12,80            | 934,40            |
| 030                                             | ud | Protector adutivo tipo tapón plástico                                                                                                                                                                                                                          | 876,00        | 1,25             | 1.095,00          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000         | <b>20.732,00</b> | <b>20.732,00</b>  |
| <b>2</b>                                        |    | <b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                                                                                                                                                                                                                                 | <b>1,000</b>  | <b>9.534,40</b>  | <b>9.534,40</b>   |
| 001                                             | ud | Extintor incluido soporte y colocación                                                                                                                                                                                                                         | 26,00         | 265,40           | 6.900,40          |
| 020                                             | ud | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico                                                                                                                                                                                                               | 10,00         | 8,00             | 80,00             |
| 021                                             | ud | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico                                                                                                                                                                                                               | 8,00          | 3,50             | 28,00             |
| 026                                             | ud | Alarma acústica sirena                                                                                                                                                                                                                                         | 1,00          | 21,80            | 21,80             |
| 027                                             | ud | Conos de balizamiento de 1 m de altura                                                                                                                                                                                                                         | 15,00         | 28,20            | 423,00            |
| 028                                             | ud | Malla de balizamiento naranja de 1 m de altura rollo de 50 m                                                                                                                                                                                                   | 28,00         | 27,45            | 768,60            |
| 029                                             | ud | Cinta de señalización rollo 100 m                                                                                                                                                                                                                              | 28,00         | 3,70             | 103,60            |
| 031                                             | ud | Rotativo luminoso                                                                                                                                                                                                                                              | 13,00         | 93,00            | 1.209,00          |
|                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,000         | <b>9.534,40</b>  | <b>9.534,40</b>   |

| <b>EXPLOTACION MAJADA VERDE<br/>PRESUPUESTO PARCIAL</b> |           |                                                               |                 |                     |                     |
|---------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| <b>Código</b>                                           | <b>Ud</b> | <b>Resumen</b>                                                | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b>       | <b>Importe</b>      |
| <b>3</b>                                                |           | <b>MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS<br/>AUXILIOS</b>            | <b>1,000</b>    | <b>17.854,45</b>    | <b>17.854,45</b>    |
| 002                                                     | ud        | Botiquín                                                      | 13,00           | 198,95              | 2.586,35            |
| 003                                                     | ud        | Reconocimiento médico obligatorio                             | 73,00           | 50,00               | 3.650,00            |
| 005                                                     | ud        | Material sanitario básico reposición<br>botiquines            | 78,00           | 148,95              | 11.618,10           |
|                                                         |           |                                                               | <b>1,000</b>    | <b>17.854,45</b>    | <b>17.854,45</b>    |
| <b>4</b>                                                |           | <b>SERVICIOS DE PREVENCION</b>                                | <b>1,000</b>    | <b>30.911,00</b>    | <b>30.911,00</b>    |
| 004                                                     | hr        | Formación en seguridad y salud en el<br>trabajo               | 584,00          | 24,75               | 14.454,00           |
| 006                                                     | año       | Concierto actividad técnica preventiva,<br>revisión anual DIS | 7,00            | 846,00              | 5.922,00            |
| 024                                                     | año       | Estudio de polvo según ITC2585/2007                           | 7,00            | 980,00              | 6.860,00            |
| 025                                                     | año       | Estudio de niveles sonoros                                    | 7,00            | 525,00              | 3.675,00            |
|                                                         |           |                                                               | <b>1,000</b>    | <b>30.911,00</b>    | <b>30.911,00</b>    |
|                                                         |           |                                                               | <b>1,00</b>     | <b>79.031,85</b>    | <b>79.031,85</b>    |
| 4.7                                                     |           | SUMINISTROS                                                   | 1,00            | 7.000,00            | 7.000,00            |
|                                                         |           |                                                               | <b>1</b>        | <b>4.995.742,31</b> | <b>4.995.742,31</b> |
| <b>C5</b>                                               |           | <b>RESTAURACION AMBIENTAL</b>                                 | <b>1</b>        | <b>127.798,01</b>   | <b>127.798,01</b>   |
| <b>PRESUPUESTO TOTAL</b>                                |           |                                                               | <b>1</b>        | <b>7.415.863,37</b> | <b>7.415.863,37</b> |

#### **4. Presupuesto total**

| Capítulo                        | Definición                                   | Importe               |
|---------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|
| Capitulo 1                      | <b>PERMISOS Y ADQUISICIÓN DE TERRENOS</b>    | <b>206.450,00 €</b>   |
|                                 | Adquisicion de los terrenos                  | 111.450,00 €          |
|                                 | Permisos administrativos                     | 25.000,00 €           |
|                                 | Seguro responsabilidad civil                 | 70.000,00 €           |
| Capitulo 2                      | <b>CONSTRUCCIÓN</b>                          | <b>557.690,93 €</b>   |
|                                 | Trabajos previos                             | 121.267,79 €          |
|                                 | Planta de tratamiento                        | 391.798,86 €          |
|                                 | Instalaciones anexas                         | 26.196,71 €           |
|                                 | Instalación eléctrica                        | 12.905,88 €           |
|                                 | Seguridad y salu en construcción             | 5.521,69 €            |
| Capitulo 3                      | <b>ADQUISICIÓN MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b> | <b>1.527.700,00 €</b> |
| Capitulo 4                      | <b>EXPLOTACION</b>                           | <b>4.996.224,43 €</b> |
|                                 | Personal                                     | 2.576.077,00 €        |
|                                 | Combustible                                  | 1.604.069,44 €        |
|                                 | Electricidad                                 | 188.666,78 €          |
|                                 | Fungibles y mantenimiento                    | 184.447,74 €          |
|                                 | Voladuras                                    | 356.449,52 €          |
|                                 | Suministros                                  | 7.000,00 €            |
|                                 | Seguridad y salud explotacion                | 79.513,95 €           |
| Capitulo 5                      | <b>RESTAURACION AMBIENTAL</b>                | <b>127.798,01 €</b>   |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b> |                                              | <b>7.415.863,37 €</b> |

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| <b>PRESUPUESTO NETO</b>  | <b>7.415.863,37 €</b> |
| <b>21% IVA</b>           | <b>1.557.331,31 €</b> |
| <b>PRESUPUESTO TOTAL</b> | <b>8.973.194,68 €</b> |

El presupuesto de explotación de Canter Majada Verde asciende a ocho millones novecientos setenta y tres mil ciento noventa y cuatro euros con sesenta y ocho céntimos (8.973.194,68 €)

Linares, 1 Septiembre de 2016