



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE
UNA CANTERA DE ARENAS EN EL
T.M. DE LINARES
(JAÉN)**

Alumno: Francisco Gabriel Murillo Roldán

Tutor: Prof. D. Julián Ángel Martínez López

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Septiembre, 2020

ÍNDICE GENERAL

Documento 1: Memoria

1.1. Memoria descriptiva

1.2. Anexos

1.2.1. Anexo 1: Evaluación de Impacto Ambiental

1.2.2. Anexo 2: Estudio de viabilidad minera

1.2.3. Anexo 3: Estudio básico de Seguridad y Salud

Documento 2: Planos

Documento 3: Pliego de condiciones

Documento 4: Presupuesto

Índice

1. Objeto y antecedentes del proyecto	23
2. Situación geográfica	24
3. Legislación y normativa de aplicación	28
3.1. Legislación básica	28
3.2. Legislación sobre seguridad minera	28
3.3. Legislación ambiental	29
4. Espacios naturales de especial interés en la zona	30
5. Ordenación territorial	30
6. Geología	31
6.1. Geología regional	31
6.2. Estratigrafía	31
6.2.1. Paleozoico	33
6.2.2. Mesozoico	35
6.2.3. Cenozoico	36
6.2.4. Tectónica	37
6.3. Historia geológica	38
7. Hidrogeología e hidrología	39
7.1. Introducción	39
7.2. Caracterización hidrogeológica del medio	39
7.3. Climatología	40
7.4. Balance del acuífero	42
7.4.1. Entradas	42
7.4.2. Salidas	43
7.4.3. Balance	43
7.5. Prospección hidrogeológica	43
7.5.1. Punto de agua IGME -	39 48

7.5.2. Punto de agua IGME - 42	48
7.5.3. Cartografía puntos descritos	48
7.5.4. Conclusiones prospección hidrogeológica	48
7.6. Conclusiones del estudio hidrogeológico	49
7.1. Hidroquímica	50
8. Explotación	51
8.1. Descripción del proyecto	51
8.1.1. Material a explotar	51
8.1.2. Suelo ocupado	51
8.2. Diseño de explotación	51
8.2.1. Introducción	51
8.2.2. Sistema de explotación	53
8.2.3. Criterios de diseño	53
8.2.4. Parámetros de explotación	53
8.3. Método de explotación	90
8.4. Planificación de la explotación	92
8.4.1. Esquemas de trabajo	92
8.5. Fases de explotación	93
8.5.1. Fase 1	93
8.5.2. Fase 2	95
8.5.3. Fase 3	96
8.5.4. Fase 4	97
8.5.5. Fase 5	98
8.5.6. Resumen de las fases de explotación	99
8.6. Cálculo de rendimientos mineros	99
8.6.1. Factores de eficiencia y organización	99
8.6.2. Factores de esponjamiento y densidades	100

8.6.3. Consideraciones de potencia y fuerza motriz en transporte	100
8.6.4. Producciones horarias de los equipos de carga	104
8.6.5. Producciones horarias del tractor	106
8.6.6. Producciones horarias del volquete	108
8.7. Planta de tratamiento	111
8.7.1. Diseño de la planta de tratamiento	111
8.7.2. Diagrama de flujo de la planta	130
9. Captación de agua	131
9.1. Hidráulica de captación	131
9.2. Diseño de la captación de agua	132
9.2.1. Ubicación del sondeo	132
9.2.2. Elección del método de perforación	133
9.2.3. Equipo de perforación	135
9.2.4. Revestimiento del sondeo	136
9.2.5. Filtros	138
9.2.6. Desarrollo del sondeo	142
9.2.7. Diseño de la balsa de almacenamiento de agua	142
9.2.8. Selección y dimensionado de la bomba	144
10. Anexo 1. Estudio de Impacto Ambiental	161
10.1. Introducción	161
10.1.1. Antecedentes	161
10.1.2. Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental	161
10.2. Marco legal	162
10.3. Estudio del proyecto y su entorno	164
10.3.1. Análisis general del proyecto	164
10.3.2. Medio socioeconómico	169
10.4. Resumen del proyecto de explotación	172

10.4.1. Método de explotación	172
10.4.2. Fases de explotación	172
10.5. Valoración cualitativa	177
10.5.1. Interacción entorno-proyecto	177
10.6. Matriz de identificación de impactos	181
10.6.1. Medio Físico	184
10.6.2. Medio socio-económico	193
10.7. Matriz de importancia	197
10.8. Informe del Estudio de Impacto Ambiental	199
10.9. Medidas preventivas y correctoras	200
10.9.1. Contaminación acústica	200
10.9.2. Calidad del aire	200
10.9.3. Calidad del agua	200
10.9.4. Calidad del paisaje	201
10.10. Proyecto de Restauración	201
10.10.1. Introducción	201
10.10.2. Acondicionamiento de la superficie del terreno	201
10.10.3. Aporte de tierra vegetal	202
10.10.4. Drenaje de aguas de precipitación	202
10.10.5. Restauración vegetal	202
10.10.6. Protección del paisaje	203
10.10.7. Cese de actividad	204
10.10.8. Programa de Vigilancia Ambiental	204
10.11. Conclusión	206
11. Anexo 2. Estudio de viabilidad	208
11.1. Introducción	208
11.2. Inversión inicial	208

11.2.1. Investigación minera y trámites administrativos	208
11.2.2. Instalaciones y accesos	208
11.2.3. Maquinaria y planta de tratamiento	209
11.2.4. Cierre y gestión del impacto ambiental	209
11.2.5. Sondeo para captación de agua	209
11.2.6. Inversión inicial total	209
11.3. Anualidad de amortización	210
11.3.1. Resumen de inversiones amortizables	210
11.3.2. Cálculo de la anualidad de amortización	210
11.4. Gastos anuales	210
11.4.1. Mano de obra	211
11.4.2. Gastos en combustible	211
11.4.3. Gastos en filtros y lubricantes	212
11.4.4. Coste de mantenimiento de equipos	212
11.4.5. Coste de elementos de desgaste	213
11.4.6. Coste de energía eléctrica	213
11.4.7. Servicios ajenos	213
11.4.8. Gastos financieros	213
11.4.9. Resumen gastos anuales	214
11.5. Cómputo global	214
11.6. Rentabilidad económica y Pay-Back	215
11.7. Análisis de futuro sobre posibles fluctuaciones del mercado	215
12. Anexo 3. Estudio de Seguridad y Salud	218
12.1. Legislación aplicable	218
12.2. Disposiciones Generales de Seguridad e Higiene	219
12.2.1. Objeto y campo de aplicación	219
12.2.2. Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.)	219

12.2.3. Ingreso y formación del personal	219
12.2.4. Entrada y permanencia en la explotación	219
12.2.5. Utilización de prendas especiales y equipos de protección individual	220
12.2.6. Reconocimiento de labores y actuaciones	220
12.2.7. Vigilancia del personal en casos especiales	221
12.2.8. Subcontratación de trabajos	221
12.2.9. Medidas generales de seguridad	221
12.3. Disposiciones internas de seguridad	224
12.3.1. Objeto del estudio	224
12.3.2. Riesgos existentes, profesionales y colectivos	224
12.3.3. Prevención de riesgos profesionales	225
12.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios	225
12.3.5. Prevención de riesgos y daños a terceros	226
12.4. Disposiciones de seguridad de la maquinaria y equipos	226
12.4.1. Maquinaria móvil	226
12.4.2. Maquinaria fija	227
12.5. Control y mantenimiento de la maquinaria	228
12.5.1. Servicio de mantenimiento	228
12.5.2. Misiones de cada nivel	228
12.5.3. Revisiones periódicas	229
12.5.4. Programa de mantenimiento	229
13. Cartografía del proyecto	233
14. Prescripciones Técnicas	235
14.1. Definiciones	235
14.2. Descripción de las obras	235
14.3. Regulación de la ejecución	236
14.4. Plazo de ejecución y desarrollo de los trabajos en tiempo y coste	236

14.4.1. Comienzo de las obras.	236
14.4.2. Ejecución.	236
14.4.3. Plazos de ejecución.	237
14.4.4. Prórroga del plazo de ejecución.	237
14.4.5. Progreso de las obras.	237
14.5. Materiales y selección de los mismos	238
14.6. Salud laboral	239
14.7. Necesidad para ejecutar el proyecto	242
14.8. Suministro y aportación de equipos y mano de obra	243
14.9. Obligaciones y responsabilidades	243
14.10. Indemnizaciones	245
14.11. Dirección del trabajo	246
14.12. Condiciones económicas y legales	247
14.13. Seguros	247
14.14. Garantías	248
14.15. Fianzas	249
14.16. Penalizaciones	249
14.17. Resolución del contrato	250
14.18. Aceptación	250
14.19. Litigios	250
14.20. Gastos e impuestos	251
14.21. Representación de las contrata en la obra	251
15. Presupuesto	254
15.1. Mediciones y Presupuesto	254
15.2. Resumen general del Presupuesto	270
16. Bibliografía	273

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Situación de Linares en España (MTN).	24
Ilustración 2. Situación de Linares en Jaén (MTN).	24
Ilustración 3. Situación geográfica de la concesión minera (MTN).	25
Ilustración 4. Situación de la explotación.	25
Ilustración 5. Localización y entorno de la explotación.	26
Ilustración 6. Geología regional.	31
Ilustración 7. Mapa geológico de Linares. El cuadrado amarillo es la zona de explotación. Escala 1 cuadrado = 1 km ²	32
Ilustración 8. Columna estratigráfica de Linares.	33
Ilustración 9. Granito del Piélagos, Linares. Obsérvese la fracturación del granito.	34
Ilustración 10. Alteración del granito en bolas, Linares.	35
Ilustración 11. Base del Triásico en Linares.	36
Ilustración 12. Base del Tortonense, Mioceno, en Linares.	37
Ilustración 13. Modelo tectónico de Linares. Tomado del MAGNA, memoria hoja 906. ...	38
Ilustración 14. Mapa Geotécnico General, hoja de Linares.	40
Ilustración 15. Puntos de agua (en rojo) restringidos al batolito de Linares.	44
Ilustración 16. Puntos de agua (en rojo) restringidos a la zona de estudio.	45
Ilustración 17. Puntos de agua descritos. La circunferencia roja es la cantera.	48
Ilustración 18. Terminología de una explotación minera a cielo abierto (adaptado de López, C., 2003).	52
Ilustración 19. KOMATSU D275AX-5.	57
Ilustración 20. KOMATSU D275AX-5 referencia de dimensiones.	58
Ilustración 21. KOMATSU PC 210LC-11.	59
Ilustración 22. Dimensiones de la KOMATSU PC210LC-11.	60
Ilustración 23. Alcance de la KOMATSU PC210LC-11.	61
Ilustración 24. Pala cargadora VOLVO L70E.	63
Ilustración 25. Dimensiones pala cargadora VOLVO L70E.	64
Ilustración 26. KOMATSU HM300-5.	67
Ilustración 27. Dimensiones KOMATSU HM300-5.	68
Ilustración 28. Relación volquete-cargadora.	75
Ilustración 29. Dimensionamiento de plataforma con los parámetros que deben ser calculados (adaptado de López, C., 2003).	79

Ilustración 30. Secciones de accesos. A la derecha, sección de accesos con arcén para tránsito peatonal. Medidas en metros.	82
Ilustración 31. Sección tipo de pista. Medidas en metros.	83
Ilustración 32. Visibilidad en cambios de rasante. Modificado de López, C. 2003.	88
Ilustración 33. Visibilidad en curvas. Modificado de López, C. 2003.	88
Ilustración 34. Camión cisterna Renault 230.	89
Ilustración 35. Proyección del hueco final diseñado o plaza de cantera.	90
Ilustración 36. Actuaciones Fase 1.	94
Ilustración 37. Fase 2.	95
Ilustración 38. Fase 3.	96
Ilustración 39. Fase 4.	97
Ilustración 40. Fase 5.	98
Ilustración 41. Esquema de la planta necesaria.	112
Ilustración 42. Planos AVT-80. Dimensiones A, ..., E en la tabla siguiente.	119
Ilustración 43. AVT, ejemplo de aplicación. http://www.triman.es/maquinaria/canteras-mineria-reciclaje/maquinas-de-alimentacion/alimentadores-vibrantes-avt/	120
Ilustración 44. Triturador de rodillo y placa, MRT de Triman minerals.	122
Ilustración 45. Vista de un triturador de rodillo y placa MRT.	122
Ilustración 46. Duchas de poliuretano de la casa Cribacero.	124
Ilustración 47. Criba de vibración lineal Alquezar serie CT.	125
Ilustración 48. Disposición de las duchas sobre los paños.	127
Ilustración 49. Decantador Miningland serie SD.	128
Ilustración 50. Diagrama de flujo de la planta de tratamiento mineral.	130
Ilustración 51. Elementos de un pozo de bombeo. Adaptado de Escuder, R. (2009).	132
Ilustración 52. Distancia del punto de perforación proyectado al pozo más cercano.	133
Ilustración 53. Perforadora Segoqui 21, Talleres Segovia.	136
Ilustración 54. Esquema dotación de agua en la explotación.	143
Ilustración 55. Ábaco 1. Nomograma pérdidas de carga en accesorios.	147
Ilustración 56. Ábaco 2. Pérdidas de carga válvula de retención tubería pozo.	148
Ilustración 57. Ábaco 3. Pérdidas de carga válvula de retención tubería impulsión.	149
Ilustración 58. Ábaco 4. Pérdidas por 100 metros de tubería.	151
Ilustración 59. Ábaco 5. Pérdidas de carga en el contador.	152
Ilustración 60. Ábaco 6. Elección de la bomba.	154
Ilustración 61. Ábaco 7. Características de la bomba.	155

Ilustración 62. Ábaco 8. Sección del cable, arranque directo.....	157
Ilustración 63. Ábaco 9. Sección del cable, arranque estrella - triángulo.	158
Ilustración 64. Distancia del arroyo de Baños a la concesión. La línea roja son aproximadamente 40 metros.	166
Ilustración 65. Acebuche u olivo silvestre.....	167
Ilustración 66. Plano Fase I de la explotación.	173
Ilustración 67. Plano fase 2 de la explotación.	174
Ilustración 68. Plano Fase 3 de la explotación.	175
Ilustración 69. Plano Fase 4 de la explotación.	176
Ilustración 70. Plano Fase 5 de la explotación.	177
Ilustración 71. Modelo de parte que se propone para labores de mantenimiento.	231

Índice de tablas

Tabla 1. Localización geográfica de la concesión minera (ED50).	26
Tabla 2. Localización geográfica de la explotación ETRS89.	27
Tabla 3. Datos de clima para la provincia de Jaén. AEMET.	41
Tabla 4. Datos de clima para Linares. Junta de Andalucía.	42
Tabla 5. Entradas al sistema hídrico bajo estudio.	42
Tabla 6. Salidas del sistema hídrico bajo estudio.	43
Tabla 7. Puntos restringidos a un kilómetro y medio de la concesión.	46
Tabla 8. Datos hidráulicos de puntos seleccionados.	47
Tabla 9. Condiciones de trabajo para la maquinaria.	54
Tabla 10. Condiciones de organización.	55
Tabla 11. Características técnicas KOMATSU D275AX-5.....	57
Tabla 12. Dimensiones KOMATSU D273AX-5.....	58
Tabla 13. Características técnicas KOMATSU PC210LC-11.....	59
Tabla 14. Dimensiones retroexcavadora.	60
Tabla 15. Alcance de la retroexcavadora.	62
Tabla 16. Límites de capacidad del cazo.	62
Tabla 17. Características técnicas de la pala cargadora.	63
Tabla 18. Dimensiones de la pala cargadora.	65
Tabla 19. Selección del cazo. Tabla ofrecida por VOLVO.	65

Tabla 20. Selección del tipo de cazo. La flecha indica el modelo elegido. VOLVO.	66
Tabla 21. Características técnicas del volquete.	67
Tabla 22. Distribución de pesos en el volquete.	68
Tabla 23. Parámetros de las características básicas.	72
Tabla 24. Selección del volquete.	73
Tabla 25. Parámetros selección excavadora.	74
Tabla 26. Características básicas para la selección de la cargadora.	74
Tabla 27. Parámetros selección cargadora.	76
Tabla 28. Expresiones para determinar capacidad caja de volquete.	77
Tabla 29. Cálculo para determinar capacidad caja de volquete.	77
Tabla 30. Elección parámetro C de la ecuación 27.	80
Tabla 31. Parámetros de apartaderos.	83
Tabla 32. Radios de giro de la maquinaria que se usará.	86
Tabla 33. Relación radio de curvatura, peralte y velocidad en curvas.	86
Tabla 34. Tabla orientativa sobre parámetros adecuados en curvas.	87
Tabla 35. Volumen de todo-uno previsto extraer.	99
Tabla 36. Eficiencia operativa global. Tomado de López, C., 2003.	99
Tabla 37. Fuerza máxima de tracción en cada uno de los ejes del volquete.	102
Tabla 38. Producciones horarias para la maquinaria de carga.	106
Tabla 39. Maniobras posicionamiento y descarga del volquete.	109
Tabla 40. Granulometría de un granito poco alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).	112
Tabla 41. Granulometría de granito poco alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).	113
Tabla 42. Granulometría de granito medianamente alterado.	114
Tabla 43. Parámetros de la curva granulométrica para un granito medianamente alterado.	115
Tabla 44. Parámetros elegidos para elección del triturador.	116
Tabla 45. Parámetros obtenidos del estudio de trituración.	118
Tabla 46. Cuadro resumen alimentadores de Triman Minerals.	118
Tabla 47. Características técnicas alimentador AVT-80.	119
Tabla 48. Características técnicas del alimentador.	119
Tabla 49. Características de los trituradores de rodillo MRT de Triman Minerals.	121
Tabla 50. Dimensiones del triturador elegido.	122
Tabla 51. Definiciones para elegir el tipo de criba.	123
Tabla 52. Características técnicas de las cribas Alquezar serie CT.	124

Tabla 53. Características técnicas de la criba Alquezar serie CT seleccionada.	125
Tabla 54. Características de los difusores de poliuretano.	126
Tabla 55. Características técnicas serie SD de decantadores Miningland.	128
Tabla 56. Dimensiones serie SD de decantadores Miningland.	128
Tabla 57. Coordenadas UTM (ETRS89) del sondeo.	133
Tabla 58. Características Segoqui 21.	135
Tabla 59. Elección del diámetro de entubación. Tomado de Piñero en López, C. 2001... 137	137
Tabla 60. Relación producción del pozo contra demanda de la explotación.	144
Tabla 61. Datos del pozo.	145
Tabla 62. Pérdidas de carga en tubería de pozo.	148
Tabla 63. Pérdidas de carga en tubería de impulsión.	149
Tabla 64. Pérdidas de carga en tuberías.	150
Tabla 65. Características de la bomba seleccionada.	156
Tabla 66. Categorías de actuación. Anexo I, GICA.	163
Tabla 67. Indicadores en valores medios de la calidad del aire, Bailén 2005 - 2016.	166
Tabla 68. Evolución demográfica de Linares, datos del INE.	170
Tabla 69. Parámetros del aire.	178
Tabla 70. Matriz de impactos o cualitativa.	181
Tabla 71. Valoración del momento	182
Tabla 72. Valoración de la persistencia.	182
Tabla 73. Valoración de la reversibilidad.	182
Tabla 74. Valoración de la sinergia.	182
Tabla 75. Valoración del efecto.	183
Tabla 76. Valoración de la periodicidad.	183
Tabla 77. Valoración de la recuperabilidad.	183
Tabla 78. Factor impactado: Topografía.	184
Tabla 79. Factor impactado: Erosión.	185
Tabla 80. Factor impactado: Calidad del agua.	186
Tabla 81. Factor impactado: Contaminación del aire.	187
Tabla 82. Factor impactado: Calidad del aire.	188
Tabla 83. Factor impactado: Cubierta vegetal.	189
Tabla 84. Factor impactado: Diversidad de la fauna.	190
Tabla 85. Factor impactado: Calidad del paisaje.	191
Tabla 86. Factor impactado: Valor histórico del paisaje.	192

Tabla 87. Factor impactado: Usos del terreno.	193
Tabla 88. Factor impactado: Calidad de vida.	194
Tabla 89. Factor impactado: Empleo.	195
Tabla 90. Factor impactado: Beneficio económico.	196
Tabla 91. Matriz de importancia.	198
Tabla 92. Plazos del Programa de Vigilancia Ambiental.	205
Tabla 93. Planning de restauración.	206
Tabla 94. Inversión en investigación minera y trámites administrativos.	208
Tabla 95. Inversión en instalaciones y accesos.	208
Tabla 96. Inversión en maquinaria y planta de tratamiento.	209
Tabla 97. Inversión en cierre y gestión del impacto ambiental.	209
Tabla 98. Coste sondeo captación.	209
Tabla 99. Inversión inicial total.	209
Tabla 100. Cuadro resumen de las inversiones amortizables.	210
Tabla 101. Anualidad de amortización.	210
Tabla 102. Costes estimados en unidades de tiempo (horario, diario y anual).	211
Tabla 103. Factores de combustible. (Tomado de Gómez, 1995).	211
Tabla 104. Gastos en combustible.	212
Tabla 105. Gastos en combustible.	212
Tabla 106. Gastos en mantenimiento de maquinaria.	212
Tabla 107. Gastos en elementos de desgaste de la maquinaria.	213
Tabla 108. Gastos en energía.	213
Tabla 109. Gastos en servicios ajenos.	213
Tabla 110. Gastos financieros.	214
Tabla 111. Resumen gastos anuales.	214
Tabla 112. Cómputo global.	214
Tabla 113. Rentabilidad económica y Pay-back.	215
Tabla 114. Simulación escenario negativo.	216
Tabla 115. Simulación escenario negativo; Índice de rentabilidad y Pay-back.	216

Índice de ecuaciones

1. Balance hídrico ... 40
2. Producción escarificado tractor ... 66
3. Masa de material del todo-uno ... 67
4. Volumen de material del todo-uno ... 67
5. Parámetro P de la ecuación 2 ... 67
6. Distancia de empuje del tractor ... 67
7. Parámetro D de la ecuación 6 ... 67
8. Valor de D de la ecuación 6 ... 67
9. Cálculo del cazo de la excavadora ... 69
10. Valor numérico del cazo excavadora ... 69
11. Peso de la excavadora ... 70
12. Potencia de la excavadora ... 71
13. Tamaño del cazo cargadora ... 72
14. Volquete adecuado para la pala ... 72
15. Altura descarga cargadora ... 72
16. Peso de la pala cargadora ... 73
17. Potencia de la pala ... 73
18. Capacidad de la caja del volquete ... 74
19. Potencia accionamiento del volquete ... 74
20. Anchura de carga ... 77
21. Zona de transporte ... 77
22. Anchura de seguridad ... 77
23. Anchura plataforma de trabajo ... 77

- 24. Anchura mínima de pista ... 79
- 25. Valor numérico anchura de la pista ... 79
- 26. Carga máxima de la caja del volquete ... 81
- 27. Coeficiente de tracción 20% 8km/h 10.500 kg ... 81
- 28. Coeficiente de tracción 13% 11km/h 6.900 kg ... 81
- 29. Sobreancho en curvas ... 83
- 30. Parámetro L ecuación 29 ... 83
- 31. Sobreancho en curvas radio 20 metros ... 83
- 32. Sobreancho en curvas radio 30 metros ... 83
- 33. Factor de conversión volumétrica ... 97
- 34. Factor de esponjamiento ... 97
- 35. Porcentaje de expansión ... 97
- 36. Resistencia a la rodadura ...98
- 37. Pendiente compensada ascenso ... 98
- 38. Pendiente compensada descenso ... 98
- 39. Fuerza máxima de tiro ... 99
- 40. Producción horaria material suelto ... 100
- 41. Producción horaria material consolidado ... 100
- 42. Producción horaria material suelto cargadora ... 101
- 43. Producción horaria material consolidado cargadora ... 101
- 44. Producción horaria material suelto excavadora ... 101
- 45. Producción horaria material consolidado excavadora ... 102
- 46. Producción ripado tractor ... 103
- 47. Producción empuje tractor ... 103

48. Cálculo tiempo variable empuje tractor ...	104
49. Resultado numérico ecuación 48 ...	104
50. Tiempo de ciclo tractor ...	104
51. Producción de ripado tractor resultado ...	104
52. Producción de empuje tractor resultado ...	105
53. Producción horaria volquete (m ³) ...	105
54. Producción horaria volquete (t) ...	105
55. Tiempo de carga del volquete ...	105
56. Tiempo de carga del volquete con pala cargadora ...	105
57. Tiempo de carga del volquete con retroexcavadora ...	106
58. Velocidad media ponderada ...	106
59. Tiempo de transporte del volquete ...	107
60. Producción volquete con pala (m ³) ...	107
61. Producción volquete con retroexcavadora (m ³) ...	107
62. Producción volquete con pala (t) ...	107
63. Producción volquete con retroexcavadora (t) ...	107
64. Coeficiente de uniformidad ...	112
65. Coeficiente de redondez ...	112
66. Índice reductor ...	112
67. Índice de Bond ...	113
68. Índice de trabajo de Bond ...	113
69. Ecuación potencia teórica ...	114
70. Valor numérico ecuación 69 ...	114
71. Potencia impactador ...	114

- 72. Potencia cono ... 114
- 73. Diámetro mínimo del cilindro ... 117
- 74. Valor obtenido ecuación 73 ... 118
- 75. Cálculo de la superficie de cribado ... 122
- 76. Cálculo del volumen de agua para el cribado ... 123
- 77. Cálculo del número de difusores ... 123
- 78. Volumen de lodos fracción $< 0,8$ mm ... 126
- 79. Volumen de agua retenido fracción 5 - 0,8 mm ... 126
- 80. Volumen de agua que influye en el lodo ... 126
- 81. Volumen estimado de lodos ... 126
- 82. Volumen de agua para reciclar ... 126
- 83. Diámetro gravas del empaque ... 136
- 84. Diámetro de grava mínimo empaque de gravas ... 136
- 85. Diámetro de grava máximo empaque de gravas ... 136
- 86. Diámetro mínimo de arena retenida ... 136
- 87. Diámetro máximo arena retenida ... 136
- 88. Diámetro abertura rejilla tubería ... 137
- 89. Diámetro abertura rejilla mínima ... 137
- 90. Diámetro abertura rejilla máxima ... 137
- 91. Relación de diámetros mínima ... 138
- 92. Relación de diámetros máxima ... 138
- 93. Relación de diámetros media ... 138
- 94. Cálculo dotación de agua por jornada de trabajo criba ... 140
- 95. Estimación dotación para restauración ... 141

96. Altura manométrica ...	142
97. Caudal ...	143
98. Pérdidas de carga caudal ...	146
99. Velocidad diámetro 80 mm ...	146
100. Velocidad diámetro 100 mm ...	146
101. Pérdida de carga en el contador ...	149
102. Pérdidas de carga totales ...	149
103. Altura manométrica calculada ...	150
104. Potencia hidráulica estación elevadora ...	150.
105. Longitud cable para la bomba ...	153
106. Potencia del transformador necesario ...	156
107. Depreciación anual uniforme ...	206
108. Coste horario de combustible ...	208
109. Gastos en filtros y lubricantes ...	209
110. Coste de mantenimiento ...	209
111. 60% de la inversión inicial ...	210
112. Coste total del préstamo ...	211
113. Ratio de rentabilidad económica ...	212
114. Pay-back o tiempo de retorno ...	212
115. Coste simulación 12% ...	212
116. Coste estimado para la simulación ...	212
117. Depreciación del árido para la simulación ...	212

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. Objeto y antecedentes del proyecto

El objeto del presente proyecto consiste en describir y dimensionar las operaciones necesarias para llevar a cabo la explotación de la cantera de arena denominada "Caballerizas de la Virgen", término municipal de Linares, provincia de Jaén, así como el diseño de una captación de agua subterránea para el tratamiento del mineral y servicios auxiliares.

Esta explotación se encuadra, según la Ley de Minas 22/1973, dentro de la sección A, dado que las labores a realizar implican únicamente el arranque, carga, transporte y clasificación, sin modificar la naturaleza del material explotado. Para ello se proyectarán los parámetros de explotación y equipos, tanto humanos como instrumentales necesarios, para la ejecución y aprovechamiento de la citada explotación minera.

Dada la demanda actual de árido para la construcción, se prevé la explotación de un volumen total anual de 60.000 m³ de arena granítica, en una concesión con una extensión de 7,4 ha.

También se hace necesario diseñar una captación de agua con objeto de abastecer a una planta de tratamiento mineral. Para ello se tendrá en cuenta la Legislación de Aguas, para el correcto planteamiento del sondeo de captación así como el dimensionamiento de la maquinaria de perforación.

El proyecto incluye las siguientes partes:

- Planificación de la explotación
- Justificación técnica
- Planificación del impacto ambiental, con sus correspondientes medidas preventivas y correctoras.

Para la redacción del proyecto nos ceñiremos a lo que indica la ITC 07.1.02 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y sus anexos, que incluyen:

- Geología del depósito
- Estudio Geotécnico
- Estudio Hidrológico e Hidrogeológico

2. Situación geográfica

La explotación se localiza en el término municipal de Linares, en la provincia de Jaén, en el paraje conocido como "Caballerizas de la Virgen". En las figuras siguientes (figuras 1, 2 y 3) se localiza la concesión, los núcleos de población y las vías de comunicación más próximas. Basado en el Mapa Topográfico Nacional (MTN).



Ilustración 1. Situación de Linares en España (MTN).

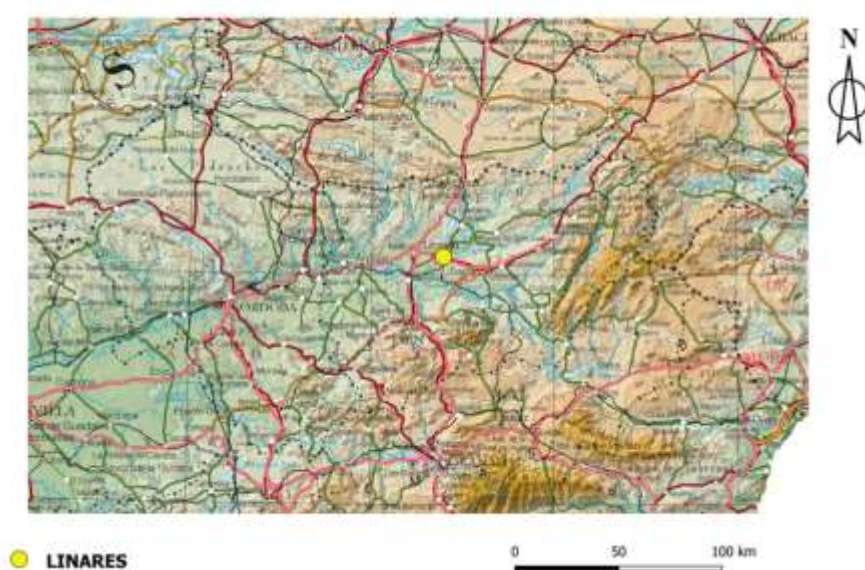


Ilustración 2. Situación de Linares en Jaén (MTN).



Ilustración 3. Situación geográfica de la concesión minera (MTN).

La explotación se encuentra al Norte de la ciudad de Linares, aproximadamente a un kilómetro una vez pasado el emplazamiento del Santuario de La Virgen de Linarejos por el tramo de carretera conocido como "Pista de Valdeinfierno", o bien por la circunvalación Norte, carretera A312 tomando la salida "Virgen de Linarejos", (Ver figuras 4 y 5).



Ilustración 4. Situación de la explotación.

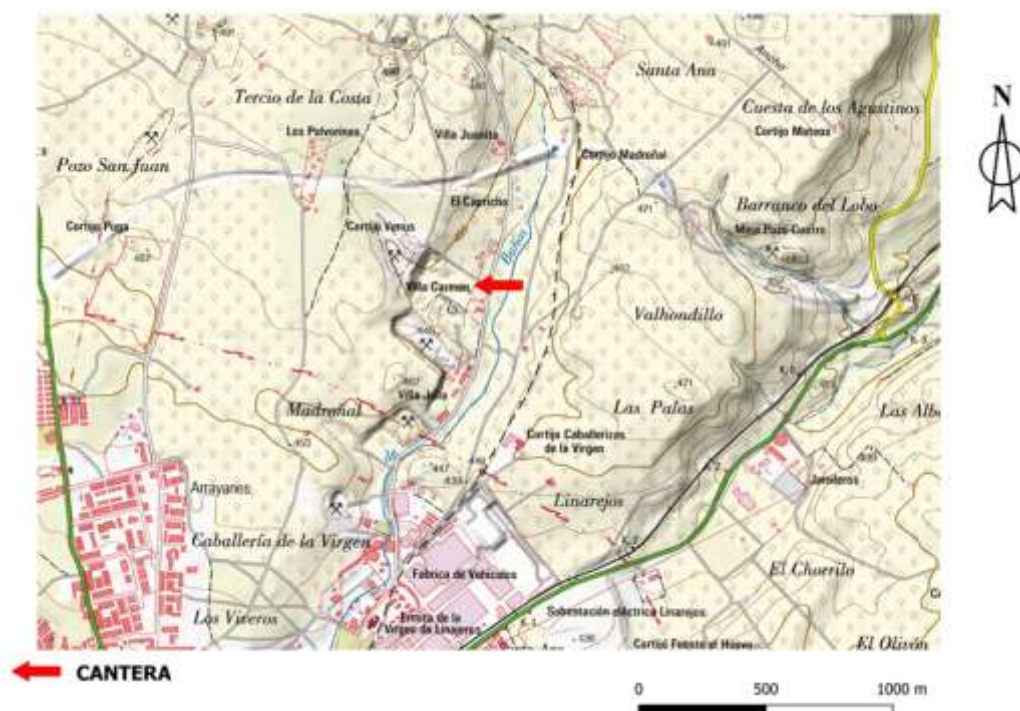


Ilustración 5. Localización y entorno de la explotación.

El lugar se localiza en el Distrito Minero de Linares y desde aquí se pueden observar innumerables restos que reflejan el esplendor minero de tiempos pasados del que esta tierra puede hacer gala. La localización geográfica de la misma se refleja en las siguientes tablas, en el mismo se indican las coordenadas en sistema de referencia tanto ED50 (antiguo, tabla 1)) como ETRS89 (vigente, tabla 2).

Localización (ED50)					
Polígono 1 (ED50)					
Orden	Longitud	Latitud	X(UTM)	Y(UTM)	Huso
1-PP	3º 37' 7,3429" W	38º 7' 1,3491" N	445763.000	4219052.000	30
2	3º 37' 9,2407" W	38º 7' 2,3774" N	445717.000	4219084.000	30
3	3º 37' 12,3821" W	38º 7' 4,7941" N	445641.000	4219159.000	30
4	3º 37' 15,4788" W	38º 7' 6,7569" N	445566.000	4219220.000	30
5	3º 37' 18,4104" W	38º 7' 8,6232" N	445495.000	4219278.000	30
6	3º 37' 20,3939" W	38º 7' 10,0727" N	445447.000	4219323.000	30
7	3º 37' 15,3124" W	38º 7' 16,1991" N	445572.000	4219511.000	30
8	3º 37' 5,1245" W	38º 7' 10,9968" N	445819.000	4219349.000	30
9	3º 37' 5,7611" W	38º 7' 8,5601" N	445803.000	4219274.000	30
10	3º 37' 6,3127" W	38º 7' 5,7995" N	445789.000	4219189.000	30
11	3º 37' 6,7048" W	38º 7' 3,5912" N	445779.000	4219121.000	30

Tabla 1. Localización geográfica de la concesión minera (ED50).

Localización (Vigente) (ETRS89)					
Polígono 1 (ETRS89)					
Orden	Longitud	Latitud	X(UTM)	Y(UTM)	Huso
1-PP	3º 37' 11,9807" W	38º 6' 56,8962" N	445651.583	4218845.404	30
2	3º 37' 13,8785" W	38º 6' 57,9245" N	445605.583	4218877.406	30
3	3º 37' 17,0200" W	38º 7' 0,3412" N	445529.586	4218952.403	30
4	3º 37' 20,1168" W	38º 7' 2,3040" N	445454.585	4219013.404	30
5	3º 37' 23,0484" W	38º 7' 4,1703" N	445383.588	4219071.405	30
6	3º 37' 25,0320" W	38º 7' 5,6199" N	445335.589	4219116.407	30
7	3º 37' 19,9503" W	38º 7' 11,7466" N	445460.590	4219304.408	30
8	3º 37' 9,7623" W	38º 7' 6,5443" N	445707.585	4219142.408	30
9	3º 37' 10,3989" W	38º 7' 4,1075" N	445691.583	4219067.407	30
10	3º 37' 10,9505" W	38º 7' 1,3467" N	445677.584	4218982.406	30
11	3º 37' 11,3425" W	38º 6' 59,1384" N	445667.584	4218914.408	30

Tabla 2. Localización geográfica de la explotación ETRS89.

3. Legislación y normativa de aplicación

Para elaborar este proyecto se ha de tener en cuenta toda la legislación vigente.

3.1. Legislación básica

- Ley 22/1973, 21 de julio, de Minas.
- Ley 6/1977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería.
- Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas.
- Real Decreto 1/2016, de 8 de Enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

3.2. Legislación sobre seguridad minera

- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Instrucción técnica complementaria 02.1.02 “Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden ITC/1607/2009, de 9 de Junio, por la que se aprueba la ITC 02.2.01 “Puesta en servicio, mantenimiento, reparación e inspección de equipos de trabajo” del Reglamento General de normas básicas de seguridad minera.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva.
- Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Minero, en materia de seguridad e higiene.
- Orden de 3 de junio de 1986 por la que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria 06.0.07 «Prospección y explotación de aguas subterráneas».
- Orden ITC/2585/2007, de 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 16 de abril de 1990 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 150/1996, de 2 de febrero que modifica el artículo 109 del Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, del Capítulo VI del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

3.3. Legislación ambiental

- Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- 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 (Texto consolidado).
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto Ley 4/2007, de 13 de abril por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Ley 9/2010, de 30 de Julio, de Aguas de Andalucía.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación y que deroga el Real Decreto 833/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados que deroga a la ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

4. Espacios naturales de especial interés en la zona

El área circundante presenta una orografía de meseta y se encuentra surcada por cursos de agua estacionales como el arroyo de Baños que discurre muy próximo a la explotación. La cota más elevada se da en el Vértice Geodésico Paño Pico, con una altitud de 544 m.s.n.m.

El entorno de la explotación posee, en su mayoría, zonas dedicadas al cultivo del olivar. Es de destacar, desde el punto de vista medioambiental, que la zona donde se ubica la explotación no afecta a ningún tipo de espacio ni figura protegida.

5. Ordenación territorial

Según el PGOU de Linares, el paraje se clasifica como Suelo no urbanizable de Especial Protección por Planificación Urbanística para áreas degradadas.

La titularidad de los terrenos es de propiedad privada, siendo el dueño el explotador de los mismos.

6. Geología

6.1. Geología regional

La zona en la que se localiza este proyecto, se encuentra en el Distrito Minero Linares - La Carolina, apenas a un kilómetro al norte de la ciudad de Linares (ilustración 6).

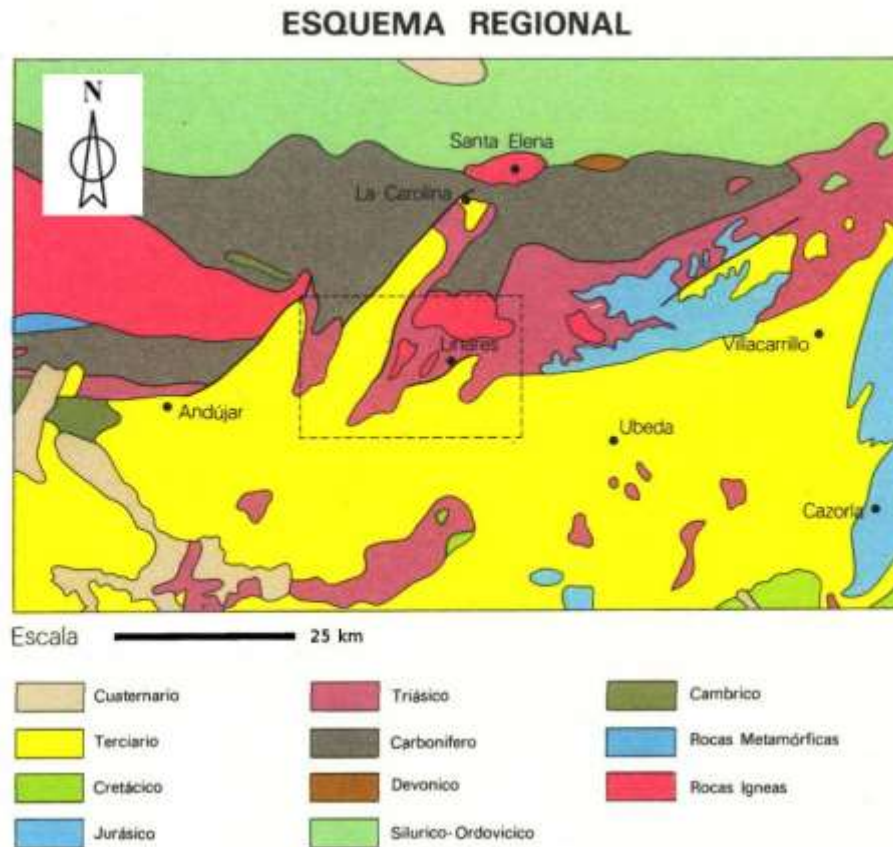


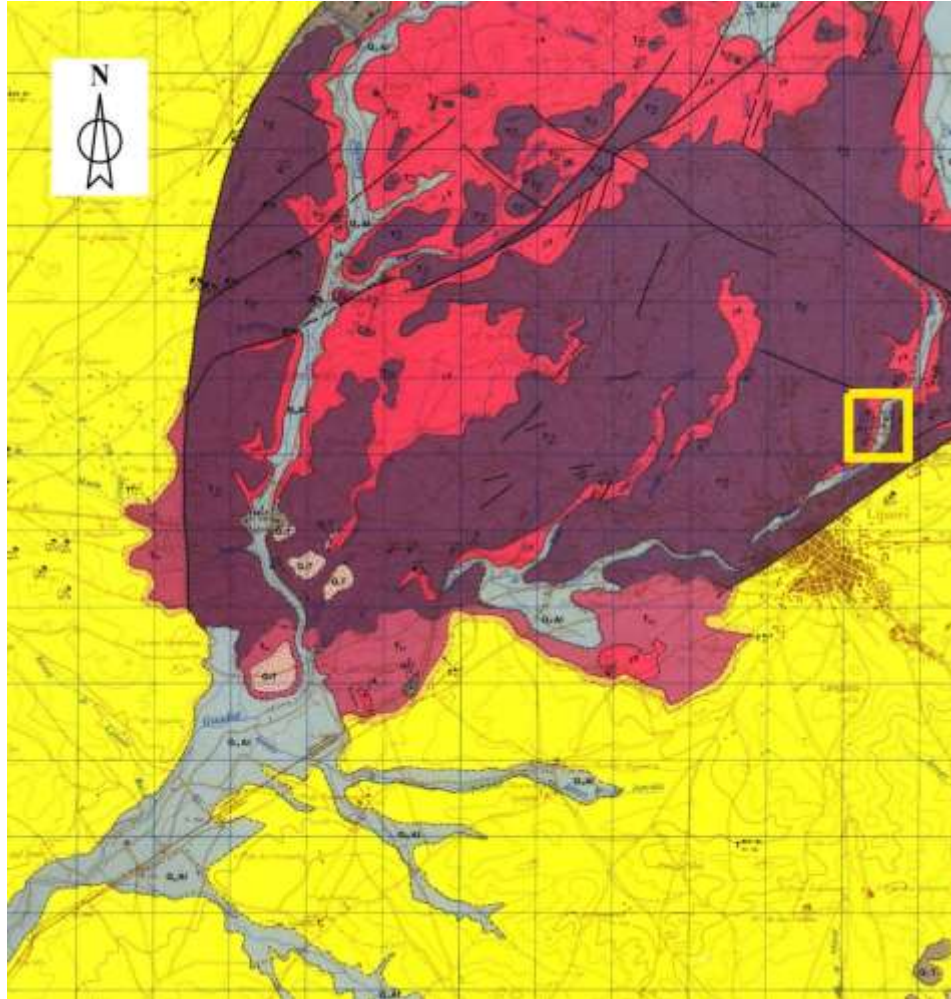
Ilustración 6. Geología regional.

Dos grandes unidades geológicas toman contacto en esta región; Meseta Ibérica y Valle del Guadalquivir. Mientras los materiales de la Meseta son en su mayor parte paleozoicos, los del Valle del Guadalquivir son postpaleozoicos. Esta diferencia de edad condicionará la respuesta que estos materiales han producido ante los ciclos orogénicos que han sufrido: Hercínico y Alpino.

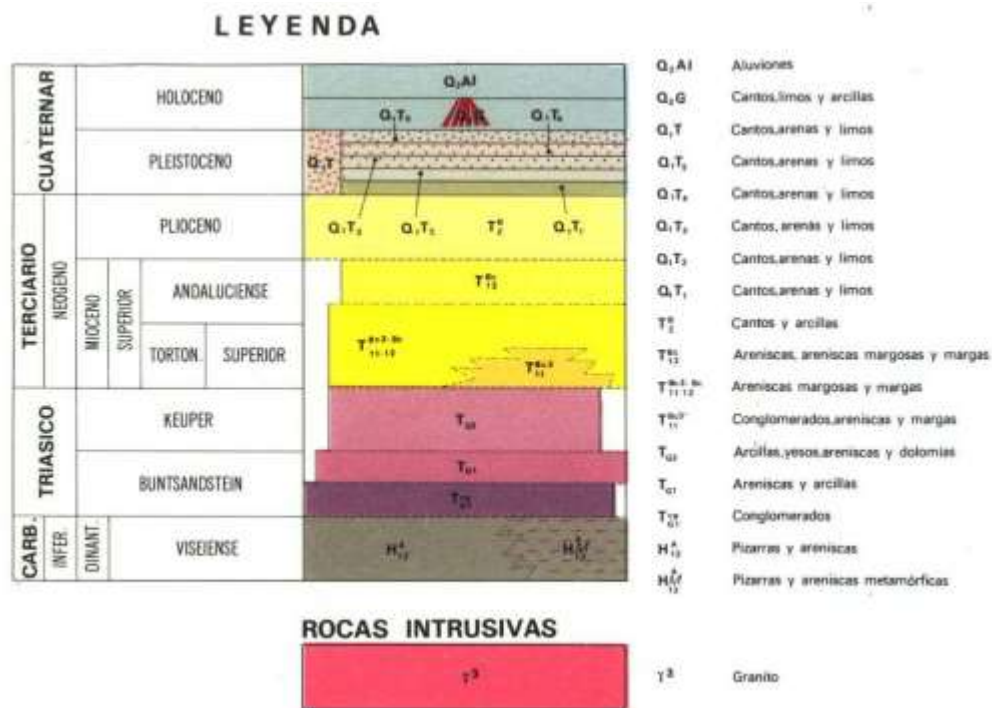
6.2. Estratigrafía

Se sitúa Linares en la zona de transición entre la Meseta Ibérica y el Valle del Guadalquivir. La geología de la zona de Linares incluye materiales paleozoicos,

mesozoicos y cenozoicos (figuras 7 y 8). Los materiales paleozoicos se componen de rocas metamórficas y rocas plutónicas que forman el zócalo paleozoico. Por otro lado, los materiales postpaleozóicos están representados por rocas sedimentarias, incluyendo rocas mesozoicas, cenozoicas y holocenas.



*Ilustración 7. Mapa geológico de Linares. El cuadrado amarillo es la zona de explotación.
Escala 1 cuadrado = 1 km².*



metagrauwackas. Asociadas al metamorfismo de contacto aparecen corneanas y pizarras moteadas, siendo éste un metamorfismo de alta temperatura y baja presión.

Rocas plutónicas: Rocas de color gris, predominantes en este lugar, y que se hallan notablemente alteradas en parte debido al alto grado de fracturación que presenta, no siendo apropiadas para su explotación como roca ornamental.



Ilustración 9. Granito del Piélagu, Linares. Obsérvese la fracturación del granito.

Se corresponden con rocas originalmente depositadas en ambientes marinos, durante el Carbonífero inferior, en facies Culm característica de los Pedroches. Están intensamente deformadas estas rocas, de tal modo que es normal la existencia de pliegues, fracturas y dislocaciones. El metamorfismo que sufren es de grado bajo, aunque en el contacto con los granitos, el metamorfismo es térmico. Está compuesto por pizarras, metaareniscas y metagrauwackas.

Consisten básicamente en granitos de textura granular porfídica y diques aplíticos que atraviesan la masa plutónica. Dichos granitos proveerán el material que se proyecta explotar en la cantera.



Ilustración 10. Alteración del granito en bolas, Linares.

6.2.2. Mesozoico

El Mesozoico en Linares está representado por materiales de edad Triásico, (250 – 200 MA) siempre en facies Germánica, aunque no aparece el piso medio carbonatado, el Muschelkalk. Sin embargo, Buntsandstein y Keuper están sobradamente representados en el paisaje linarense, siendo llamativa su coloración predominando los colores rojos. De base a techo se encuentran una sucesión de materiales consistente en un nivel de base de naturaleza areniscosa y/o conglomerática, siendo estos niveles de una alta dureza. A continuación, se hallan niveles arcillosos de gran potencia y de color vino tinto. A techo se produce un cambio en la sedimentación comenzando a aparecer areniscas amarillas y arcillas versicolores. El nivel de base y las arcillas rojas son atribuibles al Buntsandstein, mientras que areniscas y arcillas versicolores se corresponden con facies típicas del Keuper.



Ilustración 11. Base del Triásico en Linares.

6.2.3. Cenozoico

El Cenozoico se compone de conglomerados, areniscas y margas. Normalmente estos niveles tienen colores amarillentos, y en los alrededores de Linares adquieren espesores considerables. Los conglomerados suelen encontrarse discordantemente sobre el Triásico, y no es raro que contengan fósiles marinos. A continuación, se encuentra un nivel bastante potente de margas grisáceas en fresco y amarillentas cuando quedan expuestas, con microfósiles marinos. El techo es de naturaleza areniscosa y viene a sellar la serie descrita. Los materiales descritos (ver Figura 12) están datados como Mioceno, Tortoniense (12 – 7 MA). También están incluidos en el Cenozoico los depósitos cuaternarios asociados a desprendimientos de ladera y cursos de agua recientes a modo de aluviales.



Ilustración 12. Base del Tortonense, Mioceno, en Linares.

6.2.4. Tectónica

La ciudad de Linares se asienta sobre un Pilar tectónico o Horst (ver Figura 13), delimitado hacia el noroeste por la Fosa o Graben de Bailén y en el sureste por el valle del río Guadalimar. Los límites del citado Horst lo constituyen un juego de fallas que mediante fracturas con orientación aproximada noreste fracturan el zócalo paleozoico. Estas fracturas han condicionado así mismo la implantación de los filones que caracterizaron la riqueza del distrito minero. Las fallas son por lo general son de tipo normal, muy inclinadas, en ocasiones subverticales.

7. Hidrogeología e hidrología

7.1. Introducción

El proyecto contempla la ejecución de un sondeo mecánico para la captación de agua subterránea necesaria para abastecer las necesidades del tratamiento de lavado de arenas que se plantea realizar, así como otros servicios auxiliares de la explotación.

7.2. Caracterización hidrogeológica del medio

Los macizos cristalinos presentan una escasa o nula porosidad primaria, tomando más importancia desde el punto de vista hidrogeológico la porosidad secundaria que puedan tener debido a la alteración, diaclasado y fracturación. El comportamiento hidrogeológico del batolito de Linares sería desde este punto de vista de un acuífugo, pero dado el grado de alteración que se presenta en la zona superficial del granito, con zonas intensamente fracturadas, permiten el desarrollo de pequeños acuíferos. Por otro lado, la intensa actividad minera realizada en el sector ha generado una extensa red de pozos y galerías que tienen una gran capacidad de almacenamiento de agua que es explotado actualmente para el riego del olivar.

La presencia de horizontes de alteración en estas rocas, asociado en muchas ocasiones a zonas de intensa fracturación, establece zonas preferenciales de circulación del agua subterránea, siendo también zonas de recarga e incluso de comunicación con las discontinuidades que forman la porosidad secundaria anteriormente citada. Los procesos que dan lugar a esta alteración incluyen fenómenos de desintegración (debidos a cambios de volumen, disolución, raíces de las plantas, etc.), descomposición química de los minerales existentes dando lugar a minerales secundarios, etc.

Según información obtenida del Mapa Geotécnico General a escala 1:200000 (ver ilustración 14), no se prevén espesores importantes en el horizonte de alteración.

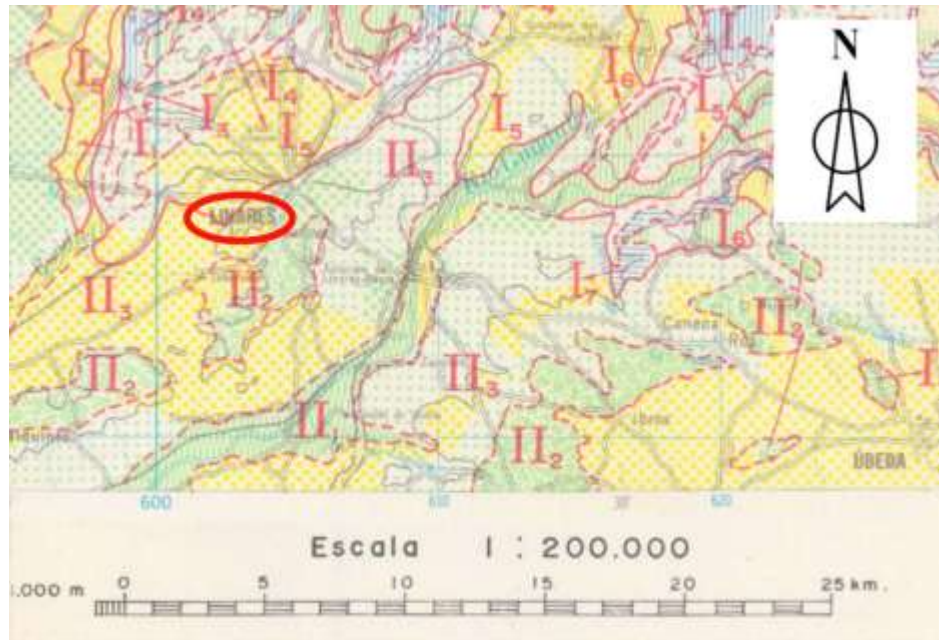


Ilustración 14. Mapa Geotécnico General, hoja de Linares.

La conductividad hidráulica, o caudal que circula a través de una sección unitaria de un acuífero bajo un gradiente hidráulico unidad (Escuder et al., 2009), esperable en un macizo cristalino sería de baja a muy baja con valores entre 0,01 a 1×10^{-5} m/día. No obstante, en la zona de estudio, encontramos una situación favorable para la captación de agua subterránea, dado el alto grado de alteración que presenta el granito, tanto lateralmente como en profundidad, y que constituye el recurso minero, las arenas graníticas.

7.3. Climatología

Las temperaturas medias anuales para el periodo 1931-1960 fueron de 17° C, siendo la temperatura máxima registrada de 44° y la mínima entre -10° y -15°. Se dan heladas entre los meses de diciembre - marzo. El número de horas de sol medio anual son unas 3000, con mínimos de 130 en diciembre y máximos de 370 en julio.

La precipitación media anual se considera de unos 700 mm y el número medio de días anuales de lluvia oscila entre 55 y 90.

Durante el verano los vientos pueden ser cálidos o fríos, hecho que depende de la posición del anticiclón de las Azores, con vientos de componente N-E. También soplan entre O y NO que suavizan las temperaturas. Ocasionalmente aparecen vientos del Sur, muy cálidos. En invierno soplan vientos muy fríos del norte. (Memoria Mapa Geotécnico Linares)

Para la elaboración del siguiente epígrafe se ha consultado sobre la climatología de la provincia de Jaén por medio de los datos que ofrece la Agencia Española de Meteorología (Aemet) a través de su página web (tabla 3).

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH
Enero	8,6	12,1	5,1	55	70	6,4	0,4	0,1	1,5	1,6
Febrero	10,3	14	6,6	50	65	6,2	0,3	0,1	0,7	0,6
Marzo	13,1	17,4	8,9	44	59	5	0,3	0,2	0,5	0,3
Abril	14,5	19	10	54	58	7	0	0,5	0,2	0
Mayo	18,2	23,2	13,3	43	55	5,6	0	0,9	0,2	0
Junio	23,7	29,4	18,1	18		2	0	0,9	0,3	
Julio	27,6	33,7	21,4	2	40	0,3	0	0,3	0	0
Agosto	26,9	32,9	21	9	45	0,7	0	0,5	0	0
Septiembre	22,8	27,7	17,8	26	54	2,6	0	1	0,1	0
Octubre	17,9	21,9	13,8	55	64	5,9	0	0,5	0,4	0
Noviembre	12,3	15,7	8,9	62	70	6,9	0	0,1	0,9	0,1
Diciembre	9,5	12,8	6,3	75	72	7,6	0,1	0,3	1,6	0,6

Tabla 3. Datos de clima para la provincia de Jaén. AEMET.

Leyenda de la tabla 3, clima de Jaén:

- T Temperatura media mensual (°C)
- TM Media mensual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual de días de nieve
- DT Número medio mensual de días de tormenta
- DF Número medio mensual de días de niebla
- DH Número medio mensual de días de helada
- DD Número medio mensual de días despejados
- I Número medio mensual de horas de sol

La siguiente tabla se ha creado mediante información que ofrece el portal web "Estaciones agroclimáticas", de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, con datos obtenidos de la estación climatológica de Linares, para el año 2017.

Mes	Tm (°C)	Hm (%)	Pm (mm)	ETo (mm)
Enero	6,92	70,75	0,52	1,00
Febrero	10,64	74,38	2,09	1,48
Marzo	12,60	66,62	1,66	2,38
Abril	17,28	49,10	0,83	3,74
Mayo	21,41	46,32	0,37	5,15
Junio	27,74	32,96	0,01	6,77
Julio	28,92	30,62	0,03	7,08
Agosto	28,86	32,70	0,36	5,86
Septiembre	24,29	36,74	0,00	4,37
Octubre	20,94	45,30	1,14	2,65
Noviembre	12,02	56,98	1,88	1,45
Diciembre	7,76	73,38	1,59	0,97

Tabla 4. Datos de clima para Linares. Junta de Andalucía.

Leyenda de la tabla 4, clima de Linares:

- Tm Temperatura media
- Hm Humedad media
- Pm Precipitación media
- ETo Evapotranspiración de referencia

7.4. Balance del acuífero

Para realizar un estudio del balance hídrico en un acuífero se tiene en cuenta las entradas y salidas que se producen en el mismo. En este caso los datos se han extraído de González et al. (2002).

7.4.1. Entradas

Infiltración media por precipitaciones	7-8 hm ³ /a
Transferencias desde la fosa de Bailén	1-2 hm ³ /a

Tabla 5. Entradas al sistema hídrico bajo estudio.

Como resultado se obtiene una entrada media estimada entonces en 8 - 10 hm³/a.

7.4.2. Salidas

Bombeo	6-8 hm ³ /a
Transferencia al Mioceno por el sur	0.5-1 hm ³ /a

Tabla 6. Salidas del sistema hídrico bajo estudio.

Se estima la salida media del acuífero en 6,5 – 9 hm³/a.

7.4.3. Balance

El balance se calcula mediante diferencia aritmética:

$$Balance = Entradas - Salidas = (8 \sim 10) - (6,5 \sim 9) = (1,5 \sim 1) \text{ hm}^3 / a \quad (1)$$

El balance es positivo, es decir, existe excedente de agua en el acuífero.

7.5. Prospección hidrogeológica

Se lleva a cabo la elaboración de un inventario de puntos de agua en el batolito de Linares, con el objeto de obtener una orientación sobre la profundidad del nivel piezométrico y de este modo optimizar la profundidad del pozo a proyectar mediante datos de profundidades de pozos existentes, niveles estáticos, cota del emboquille y situación geográfica. A la vez se intenta obtener parámetros hidráulicos del mismo que consistirán en caudales de explotación, tiempos de recuperación y agotamiento. Este estudio debe generar una información adecuada para permitir la correcta proyección de la obra de acceso al acuífero. Aunque también no debe confiarse ciegamente en la bondad de los datos, puesto que seguramente contendrán errores, sin embargo, constituirán una valiosa guía para la elaboración del presente estudio.

Para este trabajo se hará uso de la herramienta informática QGis teniendo como fuentes bases de datos del IGME y de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG).

Se denomina inventario de puntos de agua al conjunto de todos los datos o informaciones, de cualquier tipo, de que se dispone en un área dada, relativos a todos o algunos de los puntos de agua de la misma. (Escuder, 2009)

Un punto de agua es un objeto, una instalación, lugar natural o artificial, obra civil, que dispone de información hidrogeológica (parámetros, factor hidrogeológico). (Escuder, 2009).

Para llevar a cabo esta parte del estudio, primeramente se restringe a los datos que se hallan sobre el batolito. Debido a la gran cantidad de datos que existen en las bases de

datos, primeramente se discriminan los datos que no pertenecen al batolito bajo estudio. En la siguiente ilustración se sitúan geográficamente los puntos de agua obtenidos en este apartado.

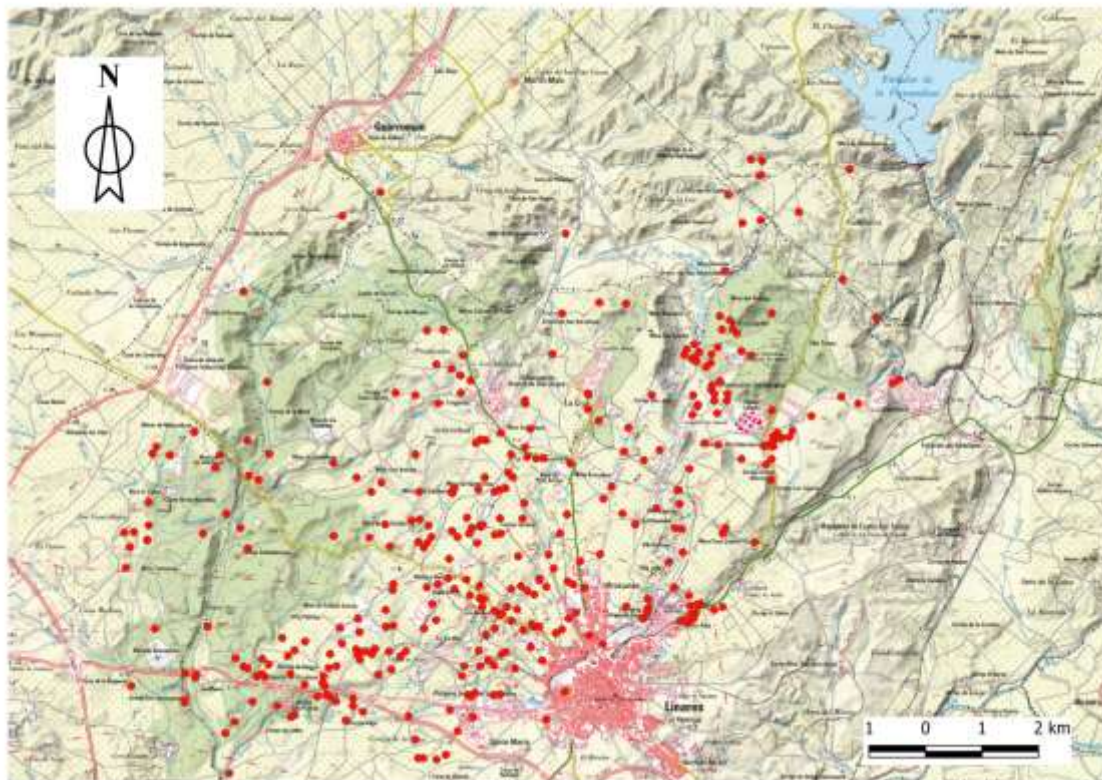


Ilustración 15. Puntos de agua (en rojo) restringidos al batolito de Linares.

Debido a las dimensiones que presenta el distrito minero de Linares, por una parte, y a las características hidrogeológicas anteriormente expuestas en este apartado respecto a la heterogeneidad propia de estos medios por otra, es de sentido común restringir este estudio a los puntos de agua más cercanos. Se parte de un radio un kilómetro y medio.

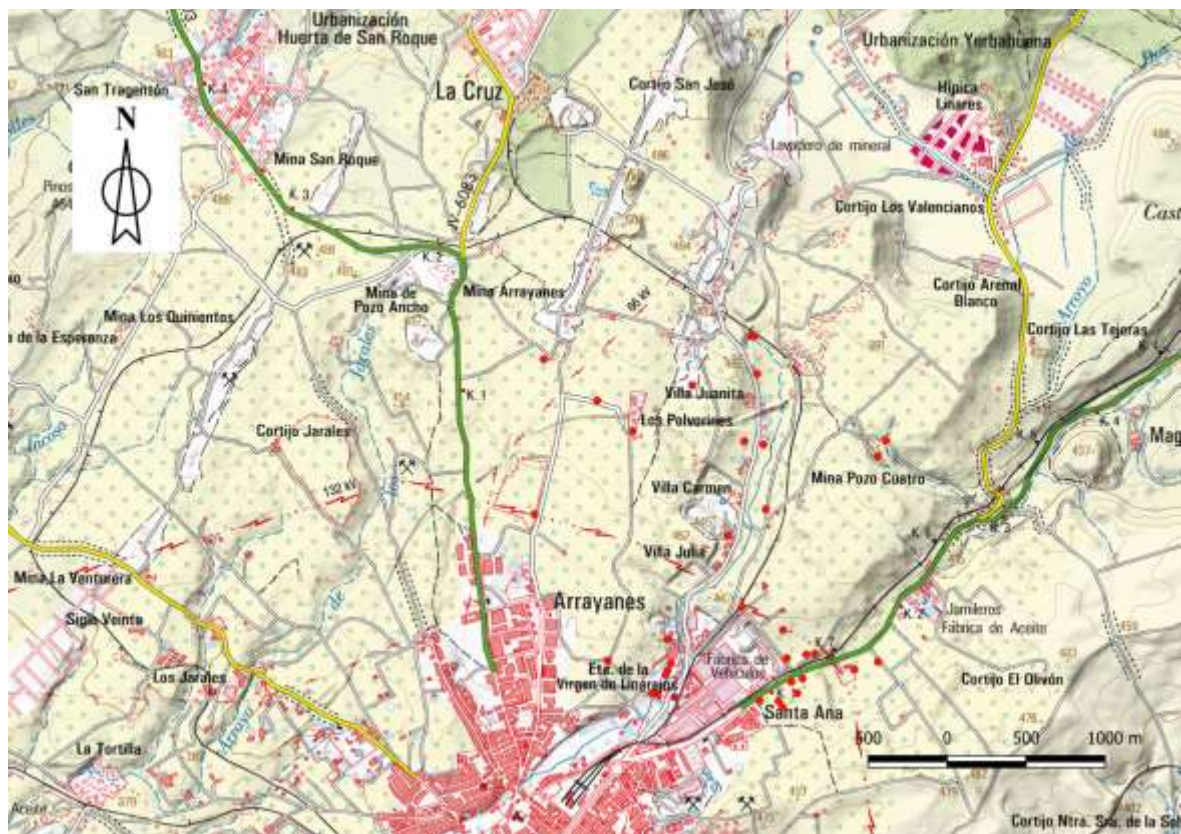


Ilustración 16. Puntos de agua (en rojo) restringidos a la zona de estudio.

A continuación, se realiza un cuadro resumen con las características obtenidas de los pozos seleccionados.

Identificación	Uso	Superficie (ha)	cota (msnm)	profundidad (m)	diametro (mm)	x UTM	y UTM	Naturaleza
CHG - 1	Riego olivar	2,4149	449	0	3	446700	4219650	Sondeo
CHG - 10	Riego olivar	1,4	424	0	0,15	446250	4218300	Sondeo
CHG - 33	Riego olivar	2,5806	437	0	3,5	445700	4219050	Sondeo
CHG - 55	Riego olivar	140,147	457	250	0	446650	4219550	Sondeo
CHG - 69	Riego olivar	1,69	436	90	140	444939	4218257	Sondeo
CHG - 72	Doméstico	0	440	80	140	445787	4218595	Sondeo
CHG - 123	Riego olivar	4,3	450	160	0	444476	4219184	Sondeo
CHG - 126	Riego olivar	11,98	490	492	0	444680	4220381	Sondeo
CHG - 130	Doméstico	0	427	44	140	446173	4218143	Sondeo
CHG - 133	Riego olivar	3,017	469	100	180	444873	4219904	Sondeo
CHG - 164	Doméstico	0	431	84	160	446047	4217962	Sondeo
CHG - 165	Doméstico	0	430	70	140	446021	4217999	Sondeo
CHG - 172	Doméstico	0	425	100	140	445318	4218193	Sondeo
CHG - 174	Riego olivar	2,704	463	185	140	445851	4220319	Sondeo
CHG - 175	Doméstico	0,02	426	100	140	445339	4218238	Sondeo
CHG - 177	Doméstico	0,04	421	100	140	445244	4218049	Sondeo
CHG - 182	Doméstico	0	424	100	140	445306	4218166	Sondeo
CHG - 206	Riego olivar	2	439	100	220	445940	4219215	Sondeo
CHG - 207	Riego olivar	3,113	458	100	220	445885	4220073	Sondeo
CHG - 209	Riego olivar	0,2	465	100	180	445098	4219710	Sondeo
CHG - 215	Riego olivar	1	472	160	160	444535	4220165	Sondeo
CHG - 220	Riego olivar	0,045	429	100	250	446102	4218122	Sondeo
CHG - 252	Doméstico, riego	0,5	429	86	0	445900	4218000	Sondeo
CHG - 256	Riego olivar	18,75	427	95	0	446074	4218272	Sondeo
CHG - 270	Riego olivar	18,75	425	98	0	446197	4218295	Sondeo
IGME - 15	Agricultura e industria		461	400		445805	4219646	Pozo con galería
IGME - 24			420	0		446500	4218200	Manantial
IGME - 28			460	90		445925	4219625	Sondeo
IGME - 30			490	0		445475	4220000	Pozo
IGME - 33			420	100		446650	4218250	Sondeo
IGME - 36			420	76		446140	4218050	Sondeo
IGME - 38			460	0		445870	4220315	Sondeo
IGME - 39			425	80		445220	4218050	Sondeo
IGME - 42			415	110		445320	4218390	Sondeo
IGME - 48			450	45		446050	4218450	Sondeo

Tabla 7. Puntos restringidos a un kilómetro y medio de la concesión.

En total se contabilizan 35 puntos de agua, la mayoría se corresponde con sondeos excepto dos pozos; San Vicente (minero) y Puerta Azul. Por otro lado, uno de los puntos es la fuente que se halla en las ruinas de la Central Eléctrica del distrito.

De estos puntos inventariados, seis ofrecen datos de caudales y dos de éstos últimos dan una medida para el nivel estático.

Las cotas de emboquille oscilan entre un máximo de 490 m.s.n.m. y 415 m.s.n.m. siendo la diferencia entre ambas cotas de 75 m.

Sin embargo, un gran número de sondeos inventariados se dedican al olivar, indicándose además la superficie de riego, con lo que es posible en cierta medida estimar caudales. Para ello se consultan las obras "El cultivo del olivo" (Barranco et al., 2001) y "Programación de riegos en olivar" (Pastor et al., 2001).

Para realizar un cálculo de orientativo de caudales de explotación de los sondeos de la zona que serán similares para el sondeo proyectado, nos centraremos en los estudios

realizados para distintos tipos de densidad de cultivo, dando cifras de 100 árboles hectárea para cultivo tradicional, estimándose que la demanda de agua de riego es de 1300 m³/ ha año. En la siguiente tabla se indica el cálculo de orientativo de caudales de explotación para sondeos inventariados próximos a la zona de estudio.

Identificación	Uso	Superficie (ha)	Volumen (m ³ /año)	Volumen (l/s)
CHG - 1	Riego olivar	2,4	3139,4	6,1
CHG - 10	Riego olivar	1,4	1820,0	7,0
CHG - 33	Riego olivar	2,6	3354,8	12,9
CHG - 55	Riego olivar olivar	140,1	182191,1	702,9
CHG - 69	Riego olivar olivar	1,7	2197,0	8,5
CHG - 123	Riego olivar olivar	4,3	5590,0	21,6
CHG - 126	Riego olivar olivar	12,0	15574,0	60,1
CHG - 133	Riego olivar olivar	3,0	3922,1	15,1
CHG - 174	Riego olivar olivar	2,7	3515,2	13,6
CHG - 175	Doméstico	0,0	26,0	0,1
CHG - 177	Doméstico	0,0	52,0	0,2
CHG - 206	Riego olivar	2,0	2600,0	10,0
CHG - 207	Riego olivar	3,1	4046,9	15,6
CHG - 209	Riego olivar	0,2	260,0	1,0
CHG - 215	Riego olivar	1,0	1300,0	5,0
CHG - 220	Riego olivar	0,0	58,5	0,2
CHG - 252	Doméstico, riego	0,5	650,0	2,5
CHG - 256	Riego olivar	18,8	24375,0	94,0
CHG - 270	Riego olivar	18,8	24375,0	94,0

Tabla 8. Datos hidráulicos de puntos seleccionados.

Como se puede observar en esta tabla existen puntos de agua que ofrecen caudales "anormales" para el tipo de terreno que se prospecta, luego serán desechados por superar los dos litros por segundo, sin duda, en dichos puntos están extrayendo agua de antiguos pozos mineros, no siendo éstos representativos para nuestro estudio. Además, es de reseñar que los datos estimados son similares a los ofrecidos en los puntos de agua de la base de datos del IGME.

También, se obtiene del estudio de puntos inventariados orientación sobre los diámetros de perforación usados, que permite elegir un diámetro de 220 mm. Obviamente, el revestimiento será el adecuado para estas dimensiones.

A continuación, se describen dos de los pozos de la base de puntos de agua del IGME, los puntos IGME - 39 e IGME - 42.

7.5.1. Punto de agua IGME - 39

Se sitúa en las coordenadas UTM ETRS89 X = 443159 Y = 4217743, estando a una cota de 425 msnm (metros sobre el nivel del mar). Ofrece un caudal de 1,2 l/s y su nivel estático se hallaría a 20 metros, siendo la profundidad del pozo de unos 80 metros.

7.5.2. Punto de agua IGME - 42

Situación en coordenadas UTM ETRS89 son, X = 438889; Y = 4216093, cota del emboquille 415 msnm, profundidad del pozo 110 m, ofrece un caudal de 3,5 l/s y su nivel estático se halla en 20 m.

7.5.3. Cartografía puntos descritos

En la siguiente ilustración se muestra la localización de los puntos de agua descritos en los dos apartados anteriores.

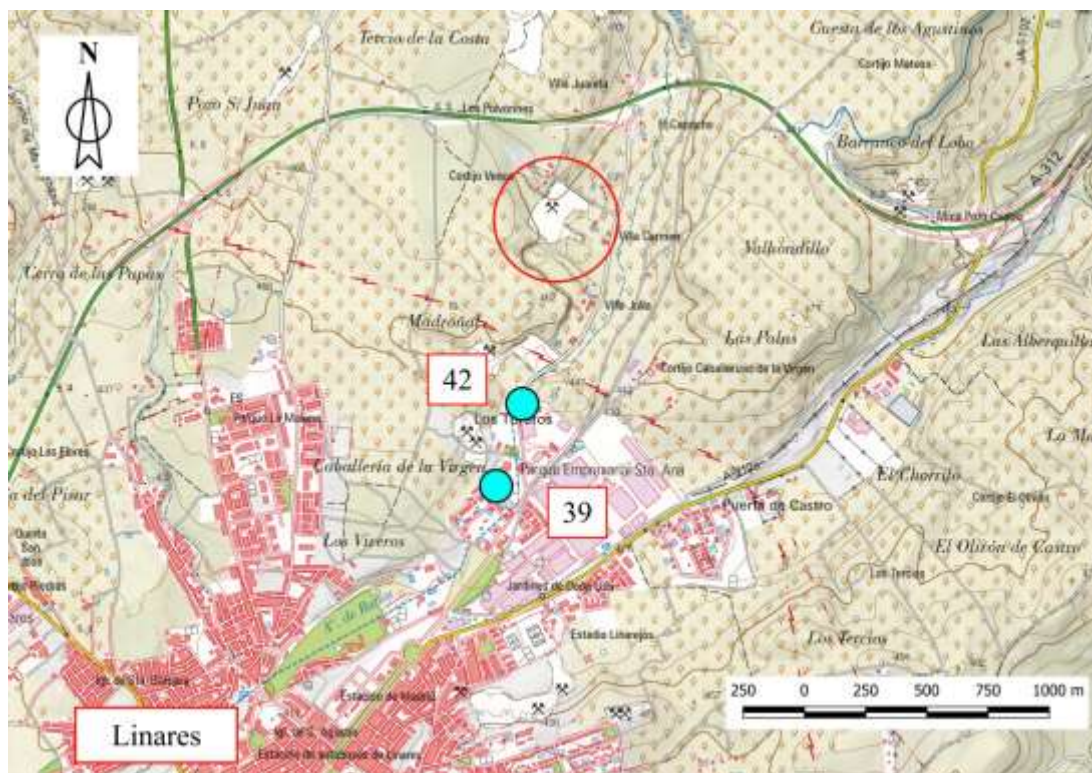


Ilustración 17. Puntos de agua descritos. La circunferencia roja es la cantera.

7.5.4. Conclusiones prospección hidrogeológica

Para concluir este epígrafe se espera un caudal de explotación entre 1 y 3 l/s, la profundidad adecuada del pozo se estima en 100 metros y como diámetro de perforación se estima en 220 mm de diámetro con entubación como punto de partida.

7.6. Conclusiones del estudio hidrogeológico

Tras el trabajo de este estudio hidrogeológico realizado se pueden extraer una serie de afirmaciones:

- Los parámetros de interés hidrogeológico no pueden extrapolarse en los medios fisurados, puesto que dichos medios son altamente heterogéneos y la porosidad secundaria en los mismos no sigue distribuciones regulares, luego es prudente reducir el área de investigación al área lo más cercana posible de la zona de interés, en este caso a 1,5 km.
- El balance hidráulico de la zona se ha cuantificado como positivo, luego es posible la explotación de agua en el subsuelo de la zona.
- El pozo consistirá en una perforación vertical de sección circular con bomba sumergible, disponiendo de tubería ciega y ranurada. Estas características se calcularán justificadamente en la sección de "Diseño de abastecimiento de agua".
- Se espera un caudal de explotación entre los 1 ó 3 l/s, la profundidad del pozo se estima en 100 metros y como diámetro de perforación alrededor de los 220 mm de diámetro, disponiendo el sondeo posteriormente de un revestimiento adecuado.
- La calidad química previsible del agua es suficiente para el uso a la que será destinada, es decir, una dotación para la fase de lavado del árido. En definitiva, se determina como factible implantación de un pozo para el abastecimiento de agua, cuyo uso se restringirá a las necesidades de la fase de lavado de la explotación.

7.1. Hidroquímica

Generalmente, las aguas procedentes de los plutones graníticos, así como en sus estados más o menos alterados, como ocurre en nuestro caso, presentan facies bicarbonatada cálcico-magnésica. Se tratan de aguas de no muy buena calidad para abastecimiento humano debido a que presentan elevados contenidos de elementos tales como el hierro y el manganeso, además de que suelen presentar valores de actividad α (radiactividad natural) por encima del nivel guía de la legislación vigente. (Martín, C. et al., 2010)

Se denomina actividad α de una cierta cantidad de un radioisótopo al número de desintegraciones que se producen por unidad de tiempo. (Custodio et al., 1983)

8. Explotación

8.1. Descripción del proyecto

8.1.1. Material a explotar

En la cantera se explota la zona superficial alterada del granito del batolito de Linares, tal y como se ha descrito en el apartado anterior. Se trata de una roca ígnea, félsica y plutónica, normalmente de texturas porfídicas con cierto grado de alteración.

Entre sus propiedades cabe citar

- Composición 25%-45% Plagioclasas, 10%-38% Ortosa, 25% Cuarzo y 4%-9% Biotita.
- Alto grado de fracturación y alta densidad de discontinuidades en la roca
- Resistencia a compresión 125 MPa - 110 MPa, siendo valores típicos para un granito alterado.

8.1.2. Suelo ocupado

La superficie ocupada en el trabajo minero de explotación será de 7,4 ha que se distribuye entre los siguientes espacios:

- Zona de venta, talleres y planta de tratamiento 0,6 ha
- Zona de trabajo 2,77 ha
- Pistas 0,60 ha
- Zona restaurada 2,77 ha
- Superficie sin afectar 0,7 ha

8.2. Diseño de explotación

8.2.1. Introducción

Para diseñar la explotación sigo la ITC 07 del RGNBSM. Para ello se deben determinar parámetros tales como las alturas de banco así como sus inclinaciones, con el objeto de minimizar los riesgos producidos por corrimientos o desprendimientos de material suelto.

Definiciones de los parámetros de explotación (véase Ilustración 18):

- Banco; es el escalón del que se extrae la materia a explotar, está situado entre dos niveles que delimitan la rebanada a extraer.
- Altura de banco; distancia vertical de la rebanada que se pretende explotar, es decir, entre pie y cabeza del banco.
- Talud de banco; ángulo entre la horizontal y la línea de máxima pendiente (LMA).
- Talud de trabajo; ángulo delimitado por los pies de trabajo, es la pendiente provisional de la excavación.
- Talud final; ángulo de talud estable definido por la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del banco superior.
- Bermas; plataformas diseñadas sobre los taludes finales y cuya misión es contribuir a la estabilidad de dicho talud.
- Pistas; caminos que se hayan en el interior de la explotación para el movimiento de maquinaria, accesos y transporte del material explotado.
- Ángulo de reposo; talud máximo estable para el material suelto, totalmente drenado.

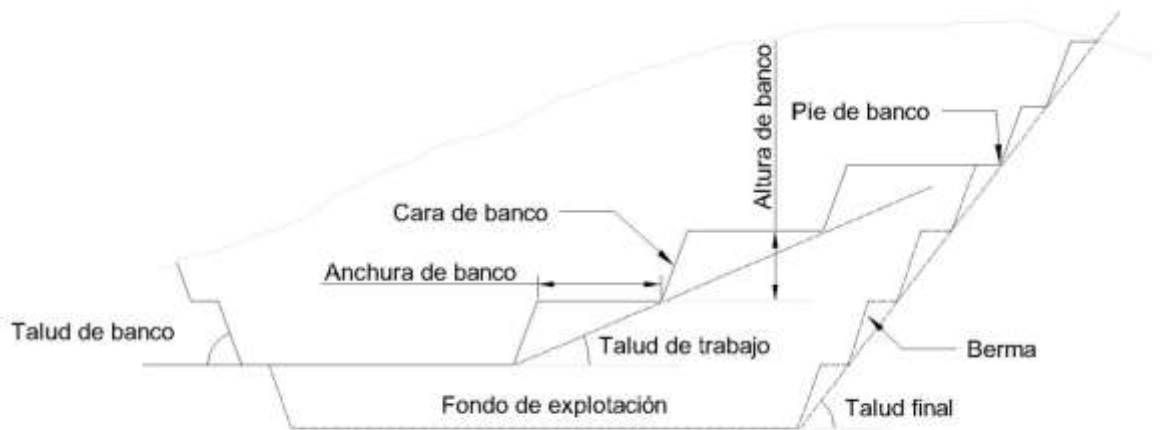


Ilustración 18. Terminología de una explotación minera a cielo abierto (adaptado de López, C., 2003).

8.2.2. Sistema de explotación

La explotación se realizará por minería a cielo abierto en cantera. Las labores planificadas en este proyecto serán la continuación del frente de explotación actual en dirección sureste mediante un banco descendente hasta talud final.

8.2.3. Criterios de diseño

Se tendrán en cuenta las siguientes directrices para un correcto planeamiento en la fase de explotación.

- Geotécnicos: Características y estabilidad de taludes relativos a la estructura y propiedades del macizo rocoso.
- Estructurales: Disposición espacial del yacimiento.
- Operativos: En lo relativo al dimensionamiento óptimo de la maquinaria y elementos de la explotación.

8.2.4. Parámetros de explotación

Siguiendo el RGNBSM, en su capítulo VII: Trabajos a Cielo Abierto, se definen los parámetros necesarios en este tipo de explotaciones:

- Maquinaria de arranque, carga y transporte
- Bancos
 - Número de bancos
 - Altura de banco
 - Talud de banco
- Longitud de banco
- Plataforma de trabajo
- Plaza de cantera
- Accesos y pistas
 - Trazado
 - Pendientes
 - Anchuras
 - Curvas
 - Conservación

8.2.4.1. Maquinaria de arranque, carga y transporte

8.2.4.1.1. Introducción

Para este apartado se parte del supuesto que se hará uso de la maquinaria existente para la explotación del mineral en la explotación. Tal maquinaria consiste en un tractor KOMATSU D275AX-5, una excavadora hidráulica KOMATSU PC210LC-11 y una pala cargadora VOLVO L70E. Para el transporte se usa un volquete articulado KOMATSU HM300-5.

8.2.4.1.2. Toma de decisión del equipo minero

Para llevar a cabo esta decisión se parte de una metodología que consta de cinco pasos:

- i. Determinar y especificar las condiciones de trabajo de cada una de las máquinas
- ii. Marcar las condiciones de organización del trabajo
- iii. Diseño del esquema de trabajo
- iv. Determinar factores geomecánicos y técnicos del material a explotar
- v. Determinar criterios específicos de cada máquina (rendimientos, velocidades, energía específica, consumos, costos, amortización, gastos financieros y generales)

8.2.4.1.3. Condiciones de trabajo de la maquinaria

El arranque, carga y transporte se hará de un modo directo discontinuo con la maquinaria existente, si bien se lleva a cabo un estudio sobre el dimensionamiento adecuado para la producción prevista.

Para determinar y especificar las condiciones de trabajo de cada máquina se hace la siguiente tabla:

Máquina	Condiciones
KOMATSU D275AX-5	Ripado, escarificado, empuje de material, desmonte, tareas auxiliares, restauración.
KOMATSU PC210LC-11	Arranque y carga.
VOLVO L70	Carga y tareas auxiliares.
Volquete KOMATSU HM300-5	Transporte.

Tabla 9. Condiciones de trabajo para la maquinaria.

8.2.4.1.4. Condiciones de organización

La previsión de producto final para este año es de 51.000 m³. Para obtener dicha cantidad de producto final, se tendrá que extraer 60.000 m³ de todo uno, previéndose la generación de 9.000 m³ de estéril.

Se organiza el trabajo a lo largo de once meses más un mes de vacaciones. Semanalmente, el trabajo se distribuye en cinco días, teniéndose 20 días de trabajo mensuales en la explotación, lo que supone un total de 220 días de explotación al año. Debido a trabajos de administración, aperturas de nuevos frentes y accesos, limpieza de frentes, etc. se prevé que los días efectivos de trabajo serán 188, siendo 17 los días efectivos de trabajo al mes. Se considerará un 73% de efectividad en las máquinas, por lo que se obtiene un tiempo efectivo por jornada de trabajo de 6 horas.

A partir de estas condiciones de organización las producciones previstas se establecen del siguiente modo:

- Producción mensual 5.454,5 m³
- Producción diaria 320,9 m³
- Producción horaria 53,5 m³

Las condiciones de organización quedan, a modo de resumen, reflejadas en la tabla siguiente:

Organización del trabajo		Uds
Reservas	609.300	m ³
Vida esperable de la explotación	10	años
Previsión extracción todo-uno anual	60.000	m ³
Estéril	9.000	m ³
Producto final	51.000	m ³
Días efectivos por año	150	días
Número de turnos	1	turno
Vacaciones	1 mes	mes
Extracción mensual prevista	5.454,5	m ³
Extracción diaria prevista	320,9	m ³
Extracción horaria prevista	53,5	m ³

Tabla 10. Condiciones de organización.

8.2.4.1.5. Esquema de trabajo

El esquema de trabajo que tradicionalmente se lleva en la explotación consiste en:

Arranque, carga y transporte – Clasificación – Acopio

Sin embargo como se propone mejorar la planta de tratamiento con una operación de lavado, con lo que el esquema quedaría:

Arranque, carga y transporte – Trituración – Clasificación – Lavado – Acopio

Para la venta del producto el esquema de trabajo queda:

Acopio – Cliente

8.2.4.1.6. Factores geomecánicos y técnicos del material

Los factores geomecánicos y técnicos del material se definen como:

- Resistencia del material 110 ~ 125 MPa
- Granito alterado
- Roca con alta composición en sílice
- Existencia de una alta densidad de fracturas y discontinuidades en la roca
- Densidad del material en banco 2,2 t/m³, densidad del todo-uno 1,8 t/m³

8.2.4.1.7. Criterios específicos del tractor KOMATSU D275AX-5

Se presentan en este apartado las características técnicas, tanto mecánicas como dimensionales de este tractor.



Ilustración 19. KOMATSU D275AX-5.

Las características técnicas del tractor KOMATSU D275AX-5 se exponen en la siguiente tabla:

KOMATSU D275AX-5	
Peso en servicio	49,850 kg
Radio mínimo de giro	3,9 metros
Motor	KOMATSU SAA6D140E-5
Potencia neta	337 kW
Potencia neta (nominal)	335 kW
Depósito de combustible	840 l
Hoja	Única, semi - U
Número de tejas	39 a cada lado
Anchura de la hoja	4.300 mm
Capacidad de la hoja	13,7 m ³

Tabla 11. Características técnicas KOMATSU D275AX-5

A continuación, se muestra una descripción de las dimensiones de la máquina (Ilustración 20), las cuales se recogen en la tabla 12.

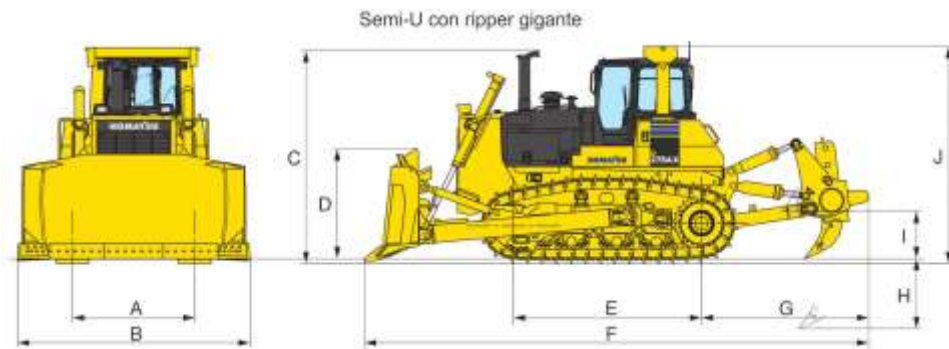


Ilustración 20 KOMATSU D275AX-5 referencia de dimensiones.

	D275AX-5
A	2.260 mm
B	4.300 mm
C	3.965 mm
D	1.960 mm
E	3.480 mm
F	9.260 mm
G	3.030 mm
H	1.300 mm
I	870 mm
J	3.985 mm

Tabla 12. Dimensiones KOMATSU D273AX-5.

Las condiciones de trabajo del buldócer KOMATSU D275AX-5 serán; Ripado, empuje de material, desmonte, tareas auxiliares y restauración.

8.2.4.1.8. Criterios específicos KOMATSU PC210LC-11



Ilustración 21KOMATSU PC 210LC-11.

Las características técnicas de la excavadora hidráulica KOMATSU PC210LC-11 quedan expuestas en la tabla siguiente:

KOMATSU PC 210LC - 11	
Peso operativo	22.458 kg
Pluma	de una pieza
Motor	SAA6D107E-3
Potencia neta	123 kW
Depósito combustible	400 l
Presión sobre el suelo	0,48 kg/cm ²
Tejas	600 mm / triple garra
Longitud del brazo	2,4 m

Tabla 13. Características técnicas KOMATSU PC210LC-11.

Las dimensiones de la KOMATSU PC210LC-11 se reflejan a continuación:

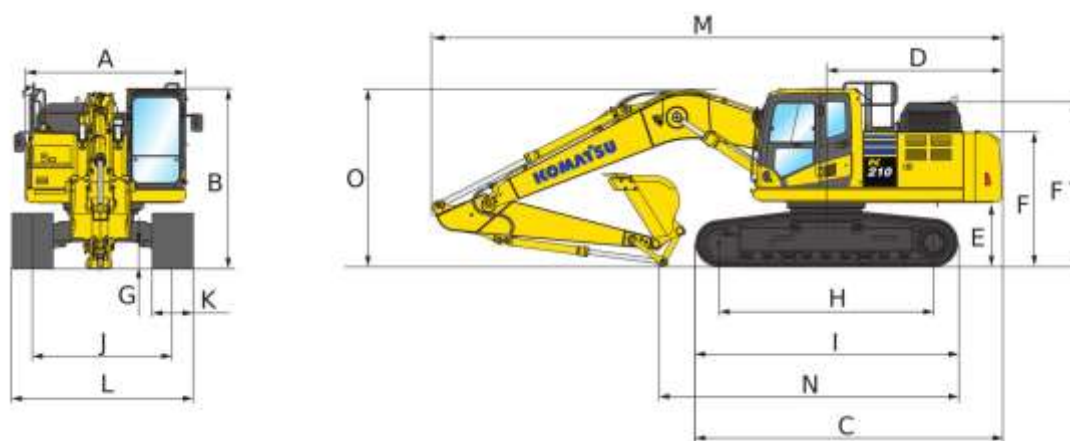


Ilustración 22. Dimensiones de la KOMATSU PC210LC-11.

Dimensiones		Metros (m)
A	Anchura total de la estructura superior	2,705
B	Altura total hasta el techo de la cabina	3,045
C	Longitud total de la máquina base	5,215
D	Longitud cuerpo posterior	2,990
	Radio giro trasero	3,020
E	Altura libre bajo el contrapeso	1,085
F	Altura del capot de la máquina	2,250
F'	Altura del capot de la máquina (a la cubierta de motor)	2,765
G	Altura libre mínima	440
H	Distancia central entre ejes	3,655
I	Longitud del tren de rodaje	4,450
J	Ancho de vía	2,380
K	Anchura de las tejas	0,600
L	Anchura total	2,980
M	Longitud de transporte	9,775
N	Longitud sobre el suelo (transporte)	4,810
O	Altura total	3,135

Tabla 14. Dimensiones retroexcavadora.

El alcance de esta máquina se muestra a continuación en la ilustración siguiente;

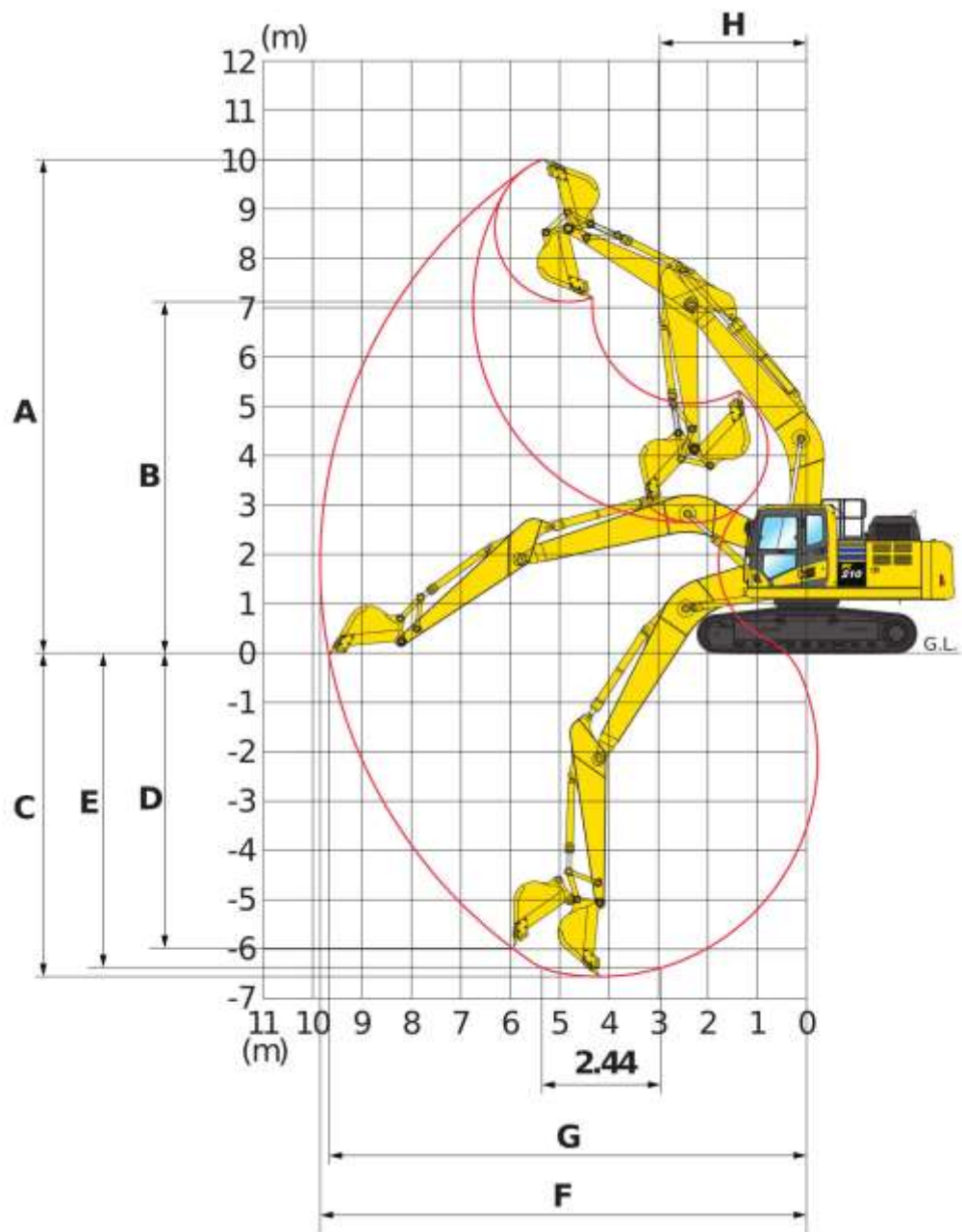


Ilustración 23. Alcance de la KOMATSU PC210LC-11.

Las dimensiones de alcance para el modelo en cuestión se reflejan a continuación en la tabla 15:

Alcance		Metros (m)
A	Altura máxima de excavación	9.800
B	Altura máxima de descarga	6.890
C	Profundidad máxima de excavación	6.095
D	Profundidad máxima de excavación en pared vertical	5.430
E	Profundidad máx. de excavación con recorrido de 2,44 m	5.780
F	Alcance máximo de excavación	9.380
G	Alcance máximo a nivel del suelo	9.190
H	Radio mínimo de giro	3.090

Tabla 15. Alcance de la retroexcavadora.

Las capacidades máximas y el peso del cazo están en relación con la densidad del material. El fabricante ofrece los siguientes datos, que han sido recogidos en la tabla siguiente:

Densidad máxima del material (t/m ³)	Capacidad (m ³)	Peso del cazo (kg)
1,2	1,68	1.200
1,5	1,53	1.100
1,8	1,30	1.000

Tabla 16. Límites de capacidad del cazo.

Las condiciones de trabajo de la excavadora KOMATSU PC210LC-11 serán tareas de arranque y carga. Para trabajos de la excavadora sobre el banco, la altura del mismo no podrá superar los 5,43 metros.

8.2.4.1.9. Criterios específicos pala cargadora VOLVO L70E



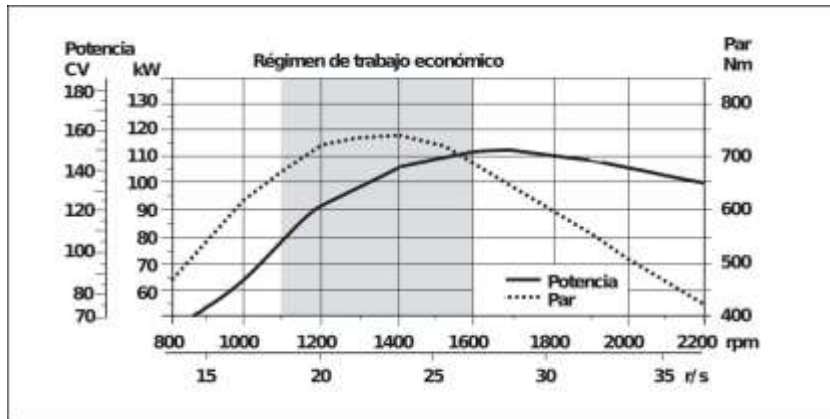
Ilustración 24. Pala cargadora VOLVO L70E.

En la tabla siguiente quedan expuestas las características técnicas de esta pala cargadora:

VOLVO L70E	
Motor	Volvo D6D LB E2
Potencia máxima bruta	113 kW
Potencia neta	112 kW
Fuerza de arranque	106,9 kN
Cuchara	2,1 m ³
Peso en orden de servicio	12,7 a 14,0 t
Neumáticos	20.5 R25 L2
Régimen de trabajo económico	1100 a 1600 rpm

Tabla 17. Características técnicas de la pala cargadora.

La gráfica siguiente la ofrece el fabricante con los parámetros que determinan el rango de trabajo económico de la máquina (gráfica 1):



Gráfica 1. Régimen de trabajo económico pala VOLVO L70E.

Dimensiones de la máquina

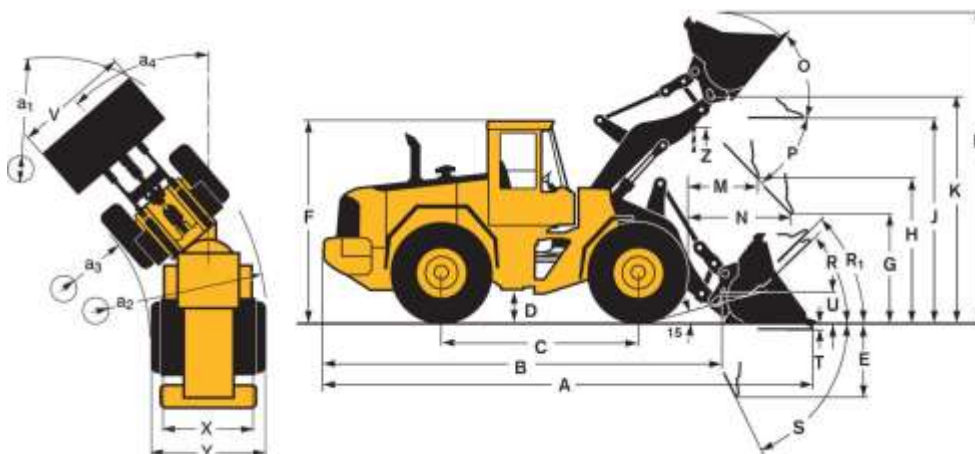


Ilustración 25. Dimensiones pala cargadora VOLVO L70E.

En la tabla 18 se hallan las dimensiones de la pala;

Dimensiones		Uds
A	7,370	m
B	5,980	m
C	3,000	m
D	0,450	m
F	3,260	m
G	2,130	m
J	3,580	m
K	3,870	m
O	56	°
P max	46	°
R	42	°
R _t (pos. Acarreo)	46	°
S	69	°
T	0,102	m
U	0,390	m
X	1,930	m
Y	2,470	m
Z	3,200	m
a2	5,350	m
a3	2,890	m
a4	± 40	°

Tabla 18. Dimensiones de la pala cargadora.

Para la elección del cazo se sigue la recomendación que ofrece el fabricante en el manual de la máquina. Para ello partimos de la selección del material a cargar y su densidad:

Material	Llenado de cuchara, %		Densidad de material, t/ m ³	ISO/ SAE volumen, m ³	Volumen actual de cuchara, m ³
Tierra/ Arcilla	~110		~1,65	2,0	~2,2
			~1,55	2,2	~2,4
			~1,40	2,3	~2,5
Arena/ Gravilla	~105		~1,70	2,0	~2,1
			~1,60	2,2	~2,3
			~1,45	2,3	~2,4
Grava	~100		~1,80	2,0	~2,0
			~1,70	2,2	~2,2
			~1,55	2,3	~2,3
Roca	≤100		~1,70	1,8	~1,8

Tabla 19. Selección del cazo. Tabla ofrecida por VOLVO.

Partiendo de que el material es arena y/o grava, el factor de llenado de la cuchara será más o menos de un 105%, por lo que para un volumen de cazo de 2 m³ y una densidad de 1,7 t/m³, el volumen colmado será 2,1 m³.

A continuación, el fabricante ofrece una serie de modelos de cazo, eligiéndose para el cometido de este proyecto un modelo de uso general con dientes, que viene indicado en la tabla 20:



Neumáticos 20.5 R25 L2	USO GENERAL							MATERIAL LIGERO		BRAZO LARGO	
	 Cuchilla atornillada	 Dientes	 Dientes	 Cuchilla atornillada	 Cuchilla atornillada	 Cuchilla atornillada	 Cuchilla atornillada	 Cuchilla atornillada	 Cuchilla atornillada		
Volumen colado ISO/SAE	m³	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	3,4	6,4	—
Volumen con factor de llenado de 110%	m³	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	3,7	7,0	—
Carga de suelo estático, recta	kg	8800	9410	8910	8740	8710	9180	8690	8230	7870	-1680
girada 35°	kg	7860	8440	7970	7800	7770	8210	7750	7320	6930	-1540
en giro total	kg	7590	8160	7690	7530	7490	7930	7480	7050	6650	-1500
Fuerza de arranque	kN	96,6	106,9	97,0	92,3	94,0	99,0	90,5	72,4	54,3	-2,0
A	mm	7290	7370	7470	7350	7330	7280	7380	7670	8220	+470
E	mm	1110	1170	1270	1160	1140	1090	1180	1470	1960	+30
H ⁹	mm	2810	2780	2700	2770	2790	2820	2750	2530	2150	+490
L	mm	5210	5210	5280	5270	5240	5250	5300	5440	5770	+470
M ⁹	mm	1080	1160	1220	1120	1100	1060	1140	1340	1720	-20
N ⁹	mm	1620	1650	1690	1640	1630	1610	1650	1680	1720	+400
V	mm	2550	2550	2550	2550	2650	2550	2550	2650	2750	—
a ₁ diámetro de giro	mm	11 650	11 690	11 740	11 680	11 760	11 640	11 690	11 980	12 400	—
Peso operativo	kg	13 100	12 860	13 070	13 140	13 170	12 980	13 180	13 380	13 850	+250

*9 Medido en la punta de los dientes de la cuchara o en cuchilla atornillada.
 Altura de vaciado al borde de la cuchara. Medida en ángulo de vaciado de 45°.

Nota: Sólo se aplica a implementos originales de Volvo.

Tabla 20. Selección del tipo de cazo. La flecha indica el modelo elegido. VOLVO.

Las condiciones de trabajo para esta máquina consistirán en labores de arranque y carga, así como tareas en mantenimiento de pistas y restauración.

8.2.4.1.10. Criterios específicos volquete KOMATSU HM300-5



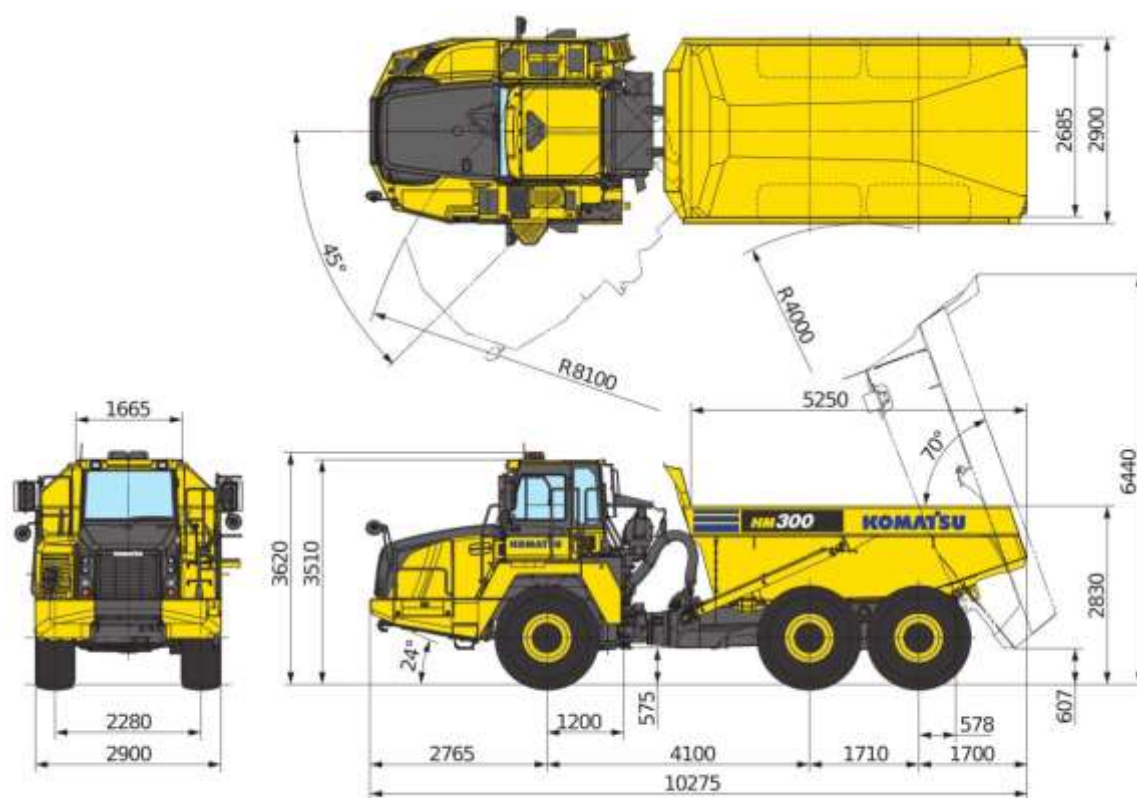
Ilustración 26. KOMATSU HM300-5.

El transporte se hará con KOMATSU HM300-5 articulado (Ilustración 26). Se trata de un modelo con tracción a todas las ruedas y tres ejes. Sus características se recogen en la tabla 21:

KOMATSU HM300-5	
Motor	SAA6D125E-7
Diámetro y carrera	125 x 150 mm
Cilindrada total	11,04 l
Potencia máxima	248 kW a 2000 rpm
Torque máximo	171 kgf-m
Velocidad máxima	58,6 km/h
Radio de giro mínimo	8,10 m
Neumáticos	23.5 R25
Depósito de combustible	388 l
Tara	25.395 kg
MMA	53.475 kg
Capacidad a ras del borde	13,4 m ³
Capacidad colmada (2:1)	17,1 m ³

Tabla 21. Características técnicas del volquete.

Las dimensiones de este camión se muestran en la Ilustración 27:



Todas las medidas con neumáticos 23.5 R25

Ilustración 27. Dimensiones KOMATSU HM300-5.

La distribución de pesos del volquete se ordena en la tabla 22:

PESO		Uds
Peso en vacío	25.395	kg
Peso máximo autorizado	53.475	kg
Distribución del peso		
Vacío		
Eje delantero	59	%
Eje central	22,5	%
Eje trasero	18,5	%
Cargado		
Eje delantero	31	%
Eje central	36	%
Eje trasero	33	%

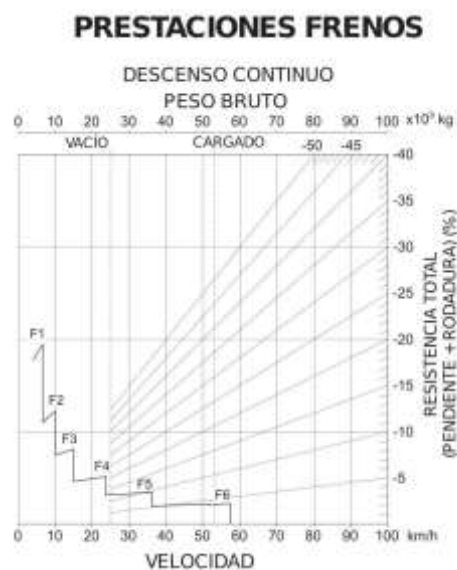
Tabla 22. Distribución de pesos en el volquete.

Las prestaciones de desplazamiento que ofrece el fabricante se presentan en la gráfica 2:



Gráfica 2. Prestaciones desplazamiento volquete HM300-5.

Finalmente, las prestaciones de frenado que el fabricante ofrece para este volquete se exponen en la gráfica 3:



Gráfica 3. Prestaciones de los frenos.

Las labores que desempeñará este camión serán las de acarreo de material entre frente de explotación y planta de clasificación y lavado, y de distribución de acopios de productos finales en la zona de venta.

8.2.4.1.11. Justificación y dimensionado de la maquinaria

En este apartado se lleva cabo el dimensionado de la maquinaria para una correcta optimización de la explotación minera. Para alcanzar este objetivo, los equipos tendrán que tener la capacidad suficiente para las tareas a realizar pero sin estar sobredimensionados.

8.2.4.1.11.1. Justificación y dimensionado del bulldócer

8.2.4.1.11.1.1. Tracción del tractor

Como punto de partida, es posible elegir entre unidades con ruedas y con orugas. Los tractores con ruedas suelen ser usados como máquinas auxiliares, en cambio, los tractores de cadenas se usan en trabajos de producción minera.

Por otro lado, un tractor de ruedas necesita más peso y potencia que uno de cadenas, es decir, a igualdad de peso y potencia un tractor de orugas tiene mayor tracción.

Si a los argumentos anteriores, se les suma el hecho de que el tractor existente es de cadenas, la elección del mismo se inclina hacia el lado económico, ya que no se hace necesaria inversión adicional en este tipo de máquina.

8.2.4.1.11.1.2. Justificación en base a la producción prevista

Para determinar la ripabilidad del terreno, se toman como valores orientativos de velocidad sísmica típica para una roca los que ofrece González de Vallejo, L., 2002, donde un granito alterado típico tiene una velocidad inferior a los 2000 m/s, luego el terreno permite ripado.

La producción de escarificado de un tractor se puede calcular con esta fórmula

$$R = 517,2 - VS + 5,64 \times P \quad (2)$$

Donde:

R = Producción escarificando (m³banco/h)

VS = Velocidad sísmica (m/s)

P = Potencia del tractor (kW)

Se estimó una producción de 53 m³/h de todo-uno, lo que equivale a decir 53 m³suelto/hora. Como el todo-uno tiene una densidad de 1,8 t/m³ la masa de material será de:

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \times V \equiv 1,8 \frac{t}{m^3} \times 53 m^3 = 95,4 t \quad (3)$$

Pero en la fórmula número 1 se trabaja con m³banco/h, es decir, el volumen de esta masa de material en banco será:

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{d} \equiv \frac{95,4 t}{2,2 \frac{t}{m^3}} = 43,4 m^3 \quad (4)$$

Entonces, la producción en banco R es de 43,4 m³ banco/h. Despejando P de la ecuación número 2, se tiene la potencia orientativa del tractor, para la velocidad sísmica del material estimada de 2000 m/s:

$$P = \frac{R - 517,2 + VS}{5,64} = \frac{43,4 \frac{m^3 \text{ banco}}{h} - 517,2 + 2000 \frac{m}{s}}{5,64} = 270 kW \quad (5)$$

El tractor KOMATSU D275AX-5 tiene una potencia neta de 335 kW por lo que es una máquina adecuada.

Para estimar la distancia de empuje para la potencia dada del tractor y la producción prevista en banco, aplicamos la siguiente expresión:

$$R = 157,7 - 0,115 VS - 2,38 D + 1,085 P \quad (6)$$

Siendo D la distancia buscada, entonces se despeja este parámetro:

$$D = \frac{157,7 - R - 0,115 VS + 1,085 P}{2,38} \quad (7)$$

Operando se obtiene:

$$D = \frac{157,7 - 43,4 \frac{m^3}{h} - 0,115 (2000 \frac{m}{s}) + 1,085 (335 kW)}{2,38} = 104,1 metros \quad (8)$$

A la vista de los resultados obtenidos resulta adecuado el tractor existente en la explotación para las labores que tiene que desempeñar.

8.2.4.1.11.2. Justificación y dimensionado de la excavadora

Para la **selección de la excavadora** se sigue el procedimiento expuesto en el Manual de Arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto (de las Heras, 1991) en el apartado correspondiente a máquinas excavadoras hidráulicas.

El proceso de selección de una excavadora consta de tres fases:

- Definición de las características básicas
- Elección del sistema de trabajo
- Selección del modelo

Para la definición de las características básicas se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Producción horaria (m^3/h)
- Tipo de material
- Densidad de la roca

Las características básicas se exponen en la tabla 23:

Producción horaria	53,5 m^3/h
Tipo de material	Granito alterado, dureza blanda - media
Densidad del material en banco	2,2 t/m^3

Tabla 23. Parámetros de las características básicas.

Una vez determinados estos datos es posible realizar los cálculos referidos a:

- Tamaño de cazo "C"
- Tipo de volquete más adecuado
- Peso aproximado de la máquina "W"
- Potencia de la máquina "P_w"

8.2.4.1.11.2.1. Capacidad del cazo

El tamaño del cazo "C" se determina en función del tipo de material y de la producción "P" prevista (m^3/h). El material se considerará alterado y de dureza media. Las ecuaciones utilizadas dependen del tipo de material.

Para un material blando la expresión que debe utilizarse para el cálculo del cazo de la excavadora “C” es la siguiente:

$$C (m^3) = \left(\frac{P}{71} \right)^{1,23} \quad (9)$$

Entonces en este caso el valor pedido será

$$C (m^3) = \left(\frac{P}{71} \right)^{1,23} = \left(\frac{53,5 m^3}{71} \right)^{1,23} = 0,7 m^3 \quad (10)$$

8.2.4.1.11.2.2. Tipo de volquete más adecuado

Para la elección del tipo de volquete más adecuado, se tiene en cuenta el peso operativo de la excavadora. Con este dato se puede valorar el volquete adecuado siguiendo la tabla siguiente (tabla 24).

PESO DE EXCAVADORA HIDRÁULICA (t) \ CAPACIDAD DEL VOLQUETE (t)	25	35	40	50	55 / 60	75	85	100	120	130	170
55											
70											
90											
120											
200											
280											

	MUY ADECUADO
	ADECUADO

Tabla 24. Selección del volquete.

Como se puede observar en la tabla 24 el volquete adecuado a la excavadora no debería superar las 25 toneladas de capacidad.

8.2.4.1.11.2.3. Peso aproximado de la máquina

Atendiendo a la siguiente expresión es posible hacerse una idea de la idoneidad en la selección de la excavadora en cuanto a su peso W en relación al tamaño del cazo C y considerando la densidad del material a arrancar:

$$W (t) = 17 \times C (t) = 17 \times (0,7 m^3 \times 2,2 t/m^3) = 26,2 t \quad (11)$$

8.2.4.1.11.2.4. Potencia de la excavadora

Para calcular esta variable P, la siguiente ecuación se toma como guía, en ella se relaciona la potencia de la máquina con la capacidad del cazo C:

$$P(kW) = 59 \times C (m^3) = 59 \times 0,7 m^3 = 41,3 kW \quad (12)$$

Se confecciona una tabla con los parámetros que se acaban de calcular:

Parámetro	Valor	Uds
Capacidad del cazo	0,7	m3
Capacidad volquete	< 25	t
Peso aprox. máquina	26,2	t
Potencia de la máquina	41,3	kW

Tabla 25. Parámetros selección excavadora.

Finalmente, se concluye que el modelo elegido, KOMATSU PC210LC-11, cumple con los criterios del modelo de selección utilizado.

8.2.4.1.11.3. Justificación y dimensionado de la pala cargadora

En lo que respecta a la elección de la pala cargadora se sigue el criterio que se ofrece en el manual de Arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto del IGME (IGME, 1991).

El proceso de selección descrito en el citado manual consta de las siguientes fases:

- Definición de las características básicas
- Elección del sistema de rodaje
- Selección del modelo.

Para la definición de las características básicas los datos necesarios se reúnen en la siguiente tabla (tabla 26)

Producción horaria requerida	53,5 m ³ /h
Tipo de material a cargar	Blando - medio
Densidad de la roca en banco	2,2 t/m ³

Tabla 26. Características básicas para la selección de la cargadora.

Con estos datos se calcularán

- Tamaño de cazo “C”
- Tipo de volquete adecuado a la máquina de carga
- Peso aproximado de la máquina “W”

- Potencia de dicha máquina “P_w”

8.2.4.1.11.3.1. Tamaño de cazo

El tamaño de cazo para un material medio en función de la producción P se estima mediante la siguiente ecuación:

$$C (m^3) = \left(\frac{P}{47}\right)^{1,27} = \left(\frac{53,5 m^3}{47}\right)^{1,27} = 1,2 m^3 \quad (13)$$

8.2.4.1.11.3.2. Volquete adecuado

El tipo de volquete y su capacidad de carga T adecuada para la capacidad de cazo de la pala cargadora se puede estimar:

$$T(t) = 4 - 7 C (m^3) = 4 - 7 (1,2 m^3) = 4,8 t - 8,4t \quad (14)$$

Además, se cumplirán las siguientes premisas entre pala y volquete (Ilustración 28):

- Altura de descarga que deberá ser mayor de 1,06 veces la altura de la caja del volquete

$$Altura de descarga (m) = 2,38 m \times 1,06 = 2,52 m \quad (15)$$

Como la altura máxima de descarga de la pala es 2,78 m el valor es admisible.

- Ángulo de descarga, siendo el ángulo máximo de 50°
- Anchura del cazo menor a la longitud de la caja del volquete.

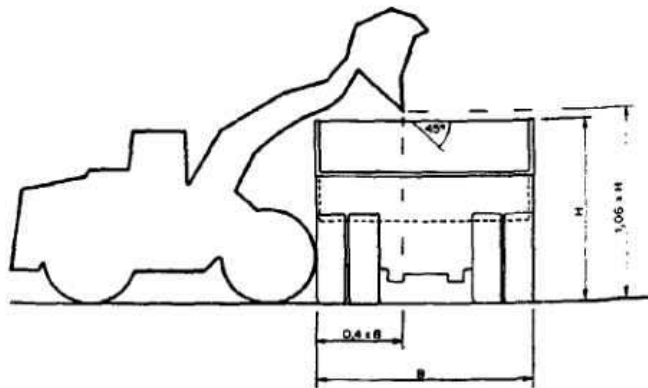


Ilustración 28. Relación volquete-cargadora.

8.2.4.1.11.3.3. Peso aproximado de la pala

En lo referente al peso de la máquina W la ecuación que se va a usar es:

$$W (t) = 7,5 \times C (m^3) = 7,5 \times 1,2 m^3 = 9 t \quad (16)$$

8.2.4.1.11.3.4. Potencia de la pala cargadora

La potencia de la cargadora P_w en función de la capacidad de cazo C se calculará mediante la expresión:

$$P_w (kW) = 47 C (m^3) = 47 \times 1,2 m^3 = 56,4 kW \quad (17)$$

Se recopilan los parámetros calculados en la tabla 27:

Parámetro	Valor	Uds
Capacidad del cazo	1,2	m3
Capacidad volquete	4,8 ~ 8,4	t
Peso aprox. máquina	9	t
Potencia de la máquina	56,4	kW

Tabla 27. Parámetros selección cargadora.

Tras este estudio, a la vista de los parámetros obtenidos, se concluye que la máquina elegida, pala cargadora VOLVO L70E, es adecuada para el trabajo que puede desarrollar.

8.2.4.1.11.4. Justificación y dimensionado del volquete

Para llevar a cabo este apartado se siguen las directrices del Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto. Para ello, se establecen como criterio de selección los siguientes parámetros del volquete:

- Tipo de caja
- Capacidad de la caja
- Potencia
- Transmisión

8.2.4.1.11.4.1. Tipo de caja

Según el tipo y densidad del material se elige una caja de tipo estándar.

8.2.4.1.11.4.2. Capacidad de la caja

Según la tabla 28, tomada del manual de Arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto (IGME, 1991) se puede ver que la capacidad de la caja en función de la capacidad de cazo de la pala cargadora C responde a la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad de caja (m}^3\text{)} = (3 - 5) \times C \quad (18)$$

Tipo de material	Blando	Medio	Duro	Muy duro
Capacidad de caja (m ³)	3,3 – 5,5 C	3 – 5 C	2,5 – 4 C	2 – 3,5 C

Tabla 28. Expresiones para determinar capacidad caja de volquete.

Se realiza la siguiente tabla para la excavadora y para la cargadora:

Máquina	C (m ³)	Capacidad de caja (m ³)
Excavadora	0,9	2,7 – 4,5
Cargadora	1,2	3,6 – 6

Tabla 29. Cálculo para determinar capacidad caja de volquete.

Se deduce de este cálculo que la caja no tendrá una capacidad inferior a 6 m³, por lo que el volquete KOMATSU HM300-5 con una capacidad de carga de 11,4 m³ al ras cumple con holgura la capacidad de trabajo requerida por la pala cargadora.

8.2.4.1.11.4.3. Potencia de accionamiento del volquete

Para volquetes convencionales se puede usar la siguiente expresión (ecuación 19) que relaciona potencia de accionamiento en caballos por unidad de tonelaje de carga:

$$P_{\text{volquete}}(\text{HP}) = 10,5 \times \text{capacidad} = 10,5 \times 25 \text{ t} = 262,5 \text{ HP} = 195,7 \text{ kW} \quad (19)$$

8.2.4.1.11.4.4. Transmisión

Para las dimensiones del volquete que se requieren, la transmisión será mecánica.

8.2.4.1.12. Conclusiones de justificación y dimensionado de la maquinaria minera

Como se ha podido observar a lo largo del punto 8.2.4.1.11. las máquinas seleccionadas para el trabajo en esta mina han quedado justificadas y se ha demostrado la idoneidad en el dimensionado de toda la maquinaria de mina.

8.2.4.2. Bancos

8.2.4.2.1. Número de bancos

Dadas las características geológicas y disposición espacial del material a explotar, localizado en la zona superficial alterada del granito, se plantea la explotación en tres

bancos en continuación del frente único existente, consiguiendo por un lado la mejora en la eficiencia de los equipos de cantera y por otro ganar en seguridad de operación minera.

8.2.4.2.2. Altura de banco

Dadas las características del material a explotar (granito alterado) no es necesario el arranque por perforación y voladura, por lo que las labores de arranque se realizarán con los medios mecánicos disponibles de la empresa, planteándose tres opciones:

- Arranque con excavadora posicionada sobre banco.
- Arranque con pala cargadora frontal posicionada a pie de banco.
- Arranque con buldócer.

Alturas admisibles de banco:

- Excavadora: el alcance del brazo es de 5,43 metros.
- Pala cargadora: no se superará en más de 1 metro el alcance del cazo de la pala, entonces la altura de banco admisible para la pala será 6,210 metros. Se adoptará una altura de banco de 5 metros, también en el rango de alcance de la excavadora.
- Buldócer: En este caso la pendiente no será superior a 25°, por lo que no se aplicarán límites de altura del frente.

8.2.4.2.3. Talud de banco

En el caso de la excavación mediante ripado o arranque por buldócer, la pendiente no será superior a 25°.

En el caso de realizar el arranque con pala o con excavadora, el ángulo de talud se adecuará a la estabilidad del material, siendo habitual en este material 80° ya que presenta un buen comportamiento.

8.2.4.2.4. Longitud de banco

Esta medida será variable no pudiéndose superar los 145 metros de longitud debido a las limitaciones perimetrales de la concesión.

8.2.4.2.5. Plataforma de trabajo

La ITC 07.1.03 del capítulo VII, RGNBSM, especifica que la anchura mínima del banco de trabajo es la suma de los espacios necesarios para el movimiento de la maquinaria destinada al trabajo simultáneamente. Dicha anchura deberá tener la suficiente

amplitud con el objeto de evitar que la maquinaria operante se aproxime al borde del banco.

La plataforma de trabajo será regular para facilitar la maniobra de la maquinaria, estabilidad y desagüe. Se tendrá especial cuidado en el mantenimiento y limpieza de la red de drenaje con el objeto de evitar encharcamientos y blandones. Tendrán que retirarse las rocas que caigan en la misma.

Es de suma importancia prestar una especial atención a la conservación, limpieza y cuando sea necesario, la restauración de la superficie de la plataforma, eliminándose baches, blandones, roderas, etc. Así mismo se retirarán rocas descalzadas del talud o aquellas que se caigan de la caja de los vehículos.

Los procesos básicos que se dan en el interior de una cantera son el arranque, carga y transporte, pudiéndose simultanearse en el mismo banco. (Ilustración 29)

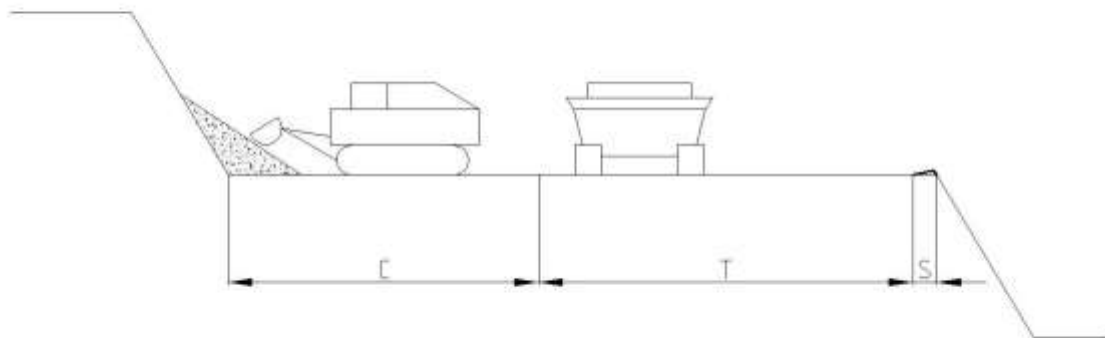


Ilustración 29. Dimensionamiento de plataforma con los parámetros que deben ser calculados (adaptado de López, C., 2003).

La anchura correspondiente a la carga (C) será de al menos 1,5 veces la longitud de la máquina cargadora. En este caso al plantearse que tanto excavadora como pala podrán realizar labores de carga se toma el valor de mayor longitud. En la tabla 30 se recogen estos datos con vistas a la elección del caso conveniente:

Longitud (m)	
Excavadora	9,38
Pala	7,37

Tabla 30. Elección parámetro C de la ecuación 27.

Como se puede observar en la siguiente ecuación el valor que se elige con el criterio señalado, es decir, con la máquina de mayor longitud, el parámetro C será de:

$$C = longitud \times 1,5 = 9,38 \times 1,5 = 14,07 \text{ metros} \quad (20)$$

La anchura para la zona de transporte (T) se calcula mediante la fórmula

$$T = a(0,5 + 1,5 n) = 2,90 (0,5 + 1,5 \times 1) = 5,8 \text{ metros} \quad (21)$$

Donde:

T: Anchura total de la zona de transporte en metros

a: Anchura del vehículo mayor en metros, 2,90 metros del volquete seleccionado.

n: Número de carriles proyectados

Como siempre hay que dejar 1,5 metros para una anchura de seguridad tendremos que S es dicho valor:

$$S = 1,5 \text{ metros} \quad (22)$$

Por lo tanto la anchura total de la plataforma de trabajo, que será:

$$Anchura \text{ total} = C + T + S = 14,07 + 5,8 + 1,5 = 21,37 \text{ metros} \quad (23)$$

8.2.4.2.6. Accesos y pistas

Las pistas y los accesos son los caminos por donde se realiza el transporte en el interior de la explotación. Mientras que las pistas son de uso habitual y continuo, los accesos son de uso eventual y están dedicados al acceso a los frentes de explotación. En el diseño se debe asegurar la accesibilidad con total seguridad a todos los puntos de la cantera.

Los criterios de diseño son:

- Firme
- Anchura de pista
- Pendiente

- Sobreancho en las curvas
- Peraltes
- Convexidad o bombeo
- Visibilidad en curvas y cambios de rasante
- Conservación

8.2.4.2.6.1. Firme

Para el firme se utilizará el material granítico alterado in situ, el cual, por experiencia se ha mostrado eficiente, tras la retirada de los primeros 15 ~ 30 centímetros de la capa superficial con el buldócer. Este firme consiste en arena seca teniendo un coeficiente de tracción de 0,20 pudiendo alcanzar un coeficiente 0,40 en caso de estar húmedo.

8.2.4.2.6.2. Anchura y apartaderos

Se deben respetar los criterios de la ITC 07.1.03 del RGNBSM, por lo que este cálculo se realiza de modo independiente para accesos y pistas. Así mismo se incluyen las dimensiones mínimas que debe de tener un apartadero en esta explotación.

8.2.4.2.6.2.1. Accesos

La anchura mínima de la calzada en un acceso de un solo carril será la del vehículo mayor que se prevea que circule por él. Como el vehículo más ancho es el tractor KOMATSU D275AX-5 entonces la anchura mínima de los accesos sería de 4,3 metros. Se añaden arcenes a cada lado de 2 metros.

En caso de ser obligatorio el tránsito peatonal por los accesos, se dejará un arcén de dos metros en el borde inferior del talud, quedando en este caso la anchura en 10,3 metros. Ver ilustración 30, donde se exponen gráficamente los perfiles tipo de los accesos.

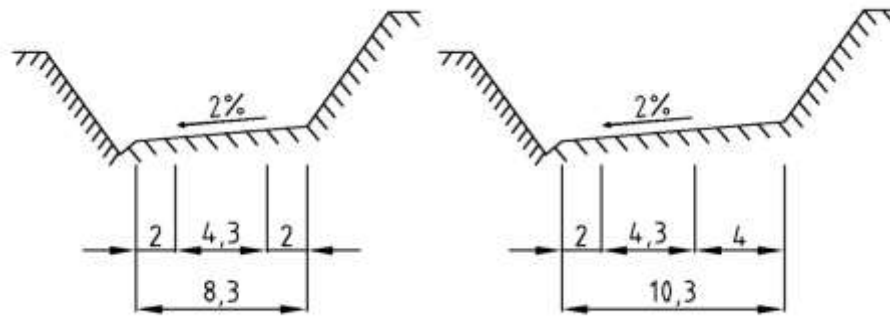


Ilustración 30. Secciones de accesos. A la derecha, sección de accesos con arcén para tránsito peatonal. Medidas en metros.

8.2.4.2.6.2.2. Pistas

La anchura mínima de la calzada de una pista de un solo carril será vez y medía la del vehículo mayor que se prevea que circule por ella, según la ecuación:

$$A = a(0,5 + 1,5 n) \quad (24)$$

Donde;

A: Ancho de la pista

a: Anchura del vehículo más ancho

n: Número de carriles deseados

Las pistas serán de un solo carril, y el vehículo más ancho es el buldócer, calculando con la ecuación 28, la anchura mínima de pista es:

$$A = a(0,5 + 1,5 n) = 4,3 m (0,5 + (1,5 \times 1)) = 8,6m \quad (25)$$

La anchura de la pista será de 8,6 metros, no tendrá arcén de seguridad y dispondrá de barrera infranqueable cuando el trazado sea por ladera. La sección tipo se muestra en la siguiente ilustración:

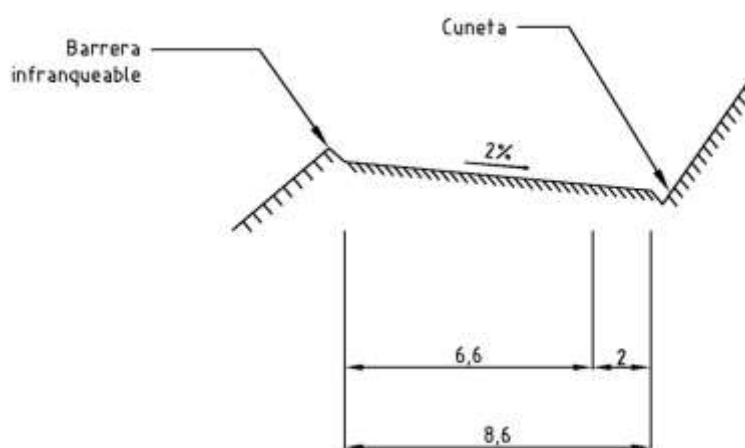


Ilustración 31. Sección tipo de pista. Medidas en metros.

8.2.4.2.6.2.3. Apartaderos

Cuando sea necesario, se crearán apartaderos que aseguren el cruce de vehículos. Las dimensiones mínimas de los apartaderos serán:

Longitud	21 m
Ancho	4 m

Tabla 31. Parámetros de apartaderos.

8.2.4.2.6.3. Pendientes

Como en el caso anterior, tanto accesos como pistas tienen distintas limitaciones de diseño, por lo que se realizan cálculos en dos subapartados.

8.2.4.2.6.3.1. Accesos

El RGNBSM establece que en ningún caso se superará una pendiente longitudinal del 20% (11°) en accesos, siendo el criterio que se sigue en este proyecto.

Para la pendiente transversal de los accesos se tomará un 2%. (Ver Ilustración 30).

En accesos a media ladera, la pendiente transversal estará en sentido inverso al de la ladera, con cuneta adecuada.

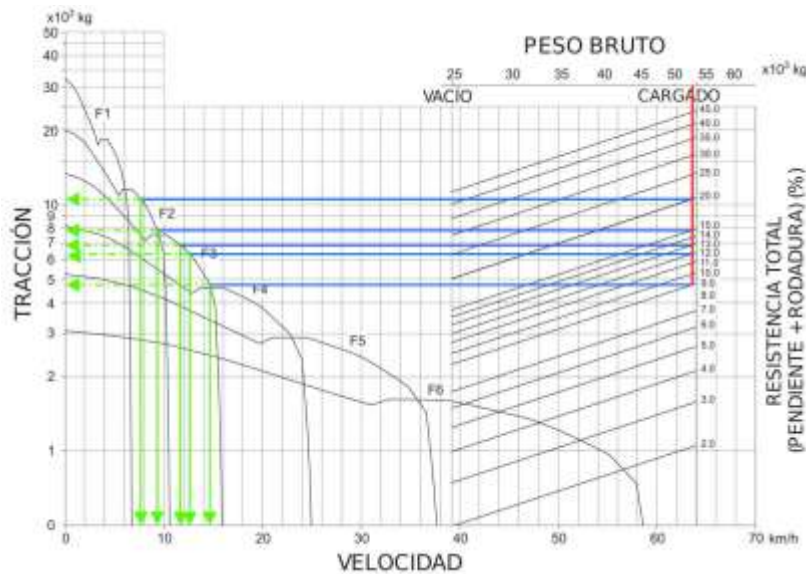
8.2.4.2.6.3.2. Pistas

Para calcular la pendiente longitudinal más apropiada de pista, se debe tener en cuenta que dicha pendiente debe ofrecer el mejor rendimiento en el transporte. Se considera que el camión cargado ha de superar dicha pendiente.

El fabricante ofrece gráficos con los que se puede calcular este parámetro de las pistas. Se parte de que la carga máxima en la caja del volquete será la diferencia entre la masa máxima autorizada (MMA) y la tara:

$$Carga\ máx\ caja = MMA - tara = 53.475\ kg - 25.395\ kg = 28.080\ kg \quad (26)$$

Se toma el valor de la MMA en Peso bruto y se toman pendientes del 20, 15, 13, 12 y 9%. Operando sobre la gráfica 4, se obtiene:



Gráfica 4. Cálculo pendiente mediante prestaciones de desplazamiento del volquete.

Como se puede observar en la gráfica 4, el volquete puede remontar una pendiente del 20% en segunda velocidad a unos 8 km/h, desarrollando una tracción mínima necesaria para remontar 10.500 kg de carga. Teniendo en cuenta la expresión de la tracción que relaciona fuerza de tiro y peso en ruedas propulsoras se tiene que:

$$Coef_{tracción} = \frac{Fuerza\ de\ tiro}{Peso\ sobre\ ruedas\ propulsoras} = \frac{10.500\ kg}{53.475\ kg} = 0,2 \quad (27)$$

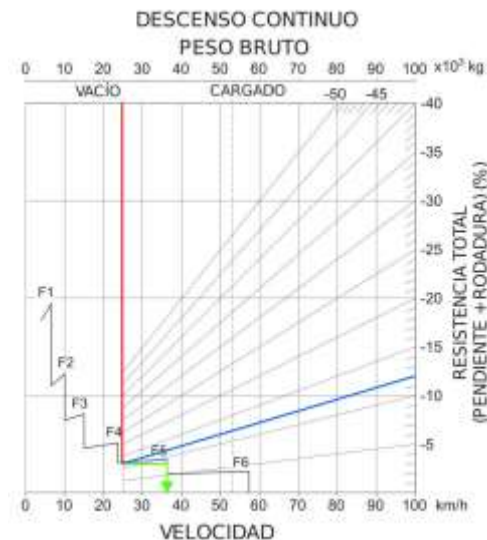
Siendo este valor (0,2) el coeficiente de tracción de la arena seca para neumáticos, significando que sería el límite de trabajo del volquete en estas condiciones. Para una pendiente del 13% obtengo que el volquete pueda remontar en tercera velocidad a unos 11 km/h, desarrollando una tracción de 6.900 kg, usando la ecuación 27 para este caso obtengo:

$$Coef_{tracción} = \frac{Fuerza\ de\ tiro}{Peso\ sobre\ ruedas\ propulsoras} = \frac{6.900\ kg}{53.475\ kg} = 0,1 \quad (28)$$

Que podría considerarse aceptable en tramos puntuales. Entonces se concluye que una pendiente máxima óptima será de un 12%

La pendiente longitudinal de la pista no superará el 12%, pudiéndose llegar al 13% puntualmente.

Ahora queda estudiar el comportamiento del volquete en bajada comparando con el valor propuesto en subida. En este caso se considera vacía la caja.



Gráfica 5. Prestaciones de frenado en vacío.

Se observa que el volquete puede descender una rampa del 12% en quinta velocidad, caja vacía, a unos 35 km/h.

Se concluye que una pendiente del 12% es óptima tanto con volquete lleno como vacío.

La pendiente transversal será del 2%, suficiente para garantizar una adecuada evacuación del agua de escorrentía. (Ver ilustración 31).

8.2.4.2.6.4. Curvas

Tanto para accesos como pistas, el radio mínimo de curva estará comprendido entre 20 y 30 metros, y nunca será inferior a 15 metros tomando como criterio los datos sobre radio de giro de la maquinaria a usar:

Máquina	Radio de giro (m)
KOMATSU PC210LC-11	3,02
Volvo L70E	5,35
KOMATSU HM300-5	8,1

Tabla 32. Radios de giro de la maquinaria que se usará.

Se hace necesario calcular sobreancho porque los volquetes ocupan una anchura mayor en curvas. Para ello el RGNBSM establece la siguiente ecuación para cada carril:

$$S = \frac{L^2}{2R} \quad (29)$$

Donde:

S: Sobreancho de cada carril en m.

L: Longitud de los vehículos en metros medida entre su extremo delantero o del remolque si es articulado, y el eje de las ruedas traseras.

R: Radio de la curva en metros.

Según las especificaciones técnicas del volquete, tenemos que

$$L = 5,25 - 1,7 = 3,55 \text{ m} \quad (30)$$

Teniendo en cuenta un R = 20 metros, se tiene

$$S = \frac{L^2}{2R} = \frac{3,55^2}{2 \times 20} = 0,32 \text{ m} \quad (31)$$

Y para un R = 30 metros

$$S = \frac{L^2}{2R} = \frac{3,55^2}{2 \times 30} = 0,21 \text{ m} \quad (32)$$

Se opta por dar un sobreancho en las curvas a los accesos y pistas de 0,32 m.

Con objeto de contrarrestar la fuerza centrífuga en curvas, el peralte se calcula mediante la tabla 33:

Radio (m)	12	25	50	75	100	150
Peralte máximo (%)	6,5	6	5,5	5	4,5	4
Velocidad (km/h)	10	15	20	22	25	30

Tabla 33. Relación radio de curvatura, peralte y velocidad en curvas.

Con los datos de la tabla 33 se pueden obtener mediante interpolación spline los datos de peralte máximo y velocidad en curvas. Para el radio mínimo, 15 metros, se tiene que el peralte máximo será de 6,4% y una velocidad adecuada de 11,3 km/h. Para un radio de 20 metros, se obtienen los valores 6,2% de peralte máximo y una velocidad de 13,3 km/h. Finalmente, para un radio de 30 metros se tiene un peralte máximo de 5,9% y una velocidad de 16,4 km/h. Con estos cálculos se realiza la siguiente tabla, en la que a través de valores de radio de curvatura se pueden obtener peraltes máximos y velocidades adecuadas:

Radio (m)	15	17	20	22	25	27	30
Peralte máximo (%)	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,9
Velocidad (km/h)	11,3	12,2	13,3	14,0	15,0	15,6	16,4

Tabla 34. Tabla orientativa sobre parámetros adecuados en curvas.

8.2.4.2.6.5. Visibilidad en curvas y cambios de rasante

En los cambios de rasante y en las curvas se tendrá en cuenta que la distancia necesaria de frenado nunca sea superior a la distancia de visibilidad, porque en caso contrario no queda tiempo para maniobrar de un modo seguro (ver ilustración 32).

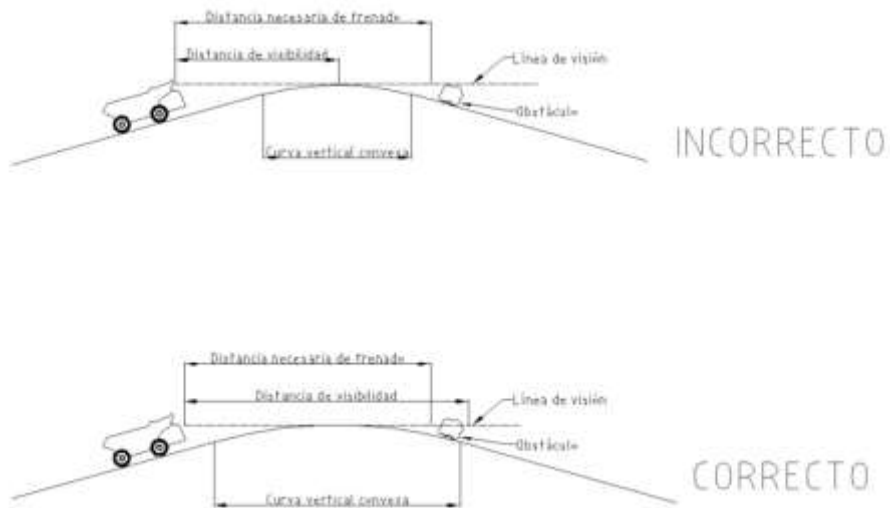


Ilustración 32. Visibilidad en cambios de rasante. Modificado de López, C. 2003.

Si se diese este caso se rebajaría el terreno en la zona de curva vertical convexa (Ilustración 32) hasta que ambas distancias al menos sean iguales en el caso de los cambios de rasante, y se realizarán taludes retranqueados en el lado interno de las curvas. (Ver Ilustración 33)

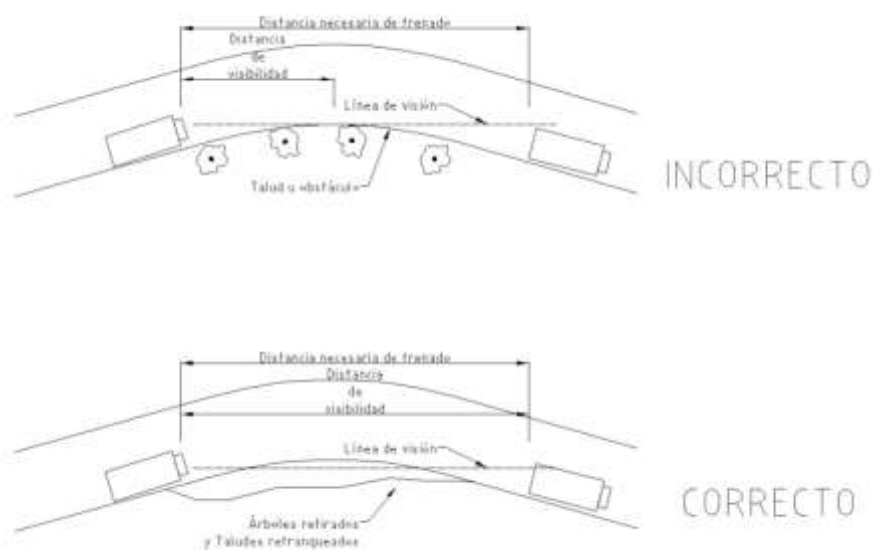


Ilustración 33. Visibilidad en curvas. Modificado de López, C. 2003.

8.2.4.2.6.6. Conservación

Para asegurar buenas condiciones de seguridad del tráfico rodado se hace necesario proyectar la conservación y mantenimiento de pistas y accesos, de modo sistemático y periódico, según se dispone en la ITC 07-1-03, punto 1.5.4.

Una disposición interna de seguridad determinará las condiciones y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.

Como en el caso de las plataformas de trabajo, 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. Para este cometido se hace uso de un camión cisterna Renault 230 con una capacidad de 12000 litros (figura 34).



Ilustración 34. Camión cisterna Renault 230.

Si se hubieran producido circunstancias que alteren peligrosamente las condiciones de circulación de una pista, deberá establecerse un plan de reparación dela 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.

8.2.4.2.7. Hueco final

La consecuencia del diseño de la cantera es el hueco final o plaza de cantera. El hueco se ha diseñado para la producción prevista a lo largo de la vida de la cantera.

Se llevará a cabo una explanación de la plaza de cantera cuyo nivel de referencia será la cota más baja, 425 m.s.n.m.

Se parte desde la parte superior en la cota 443 y se descenderá mediante bancos de 5 metros de potencia para llegar hasta la cota 425. Como se puede ver en la ilustración siguiente, se muestra en planta la proyección del fondo del hueco diseñado.

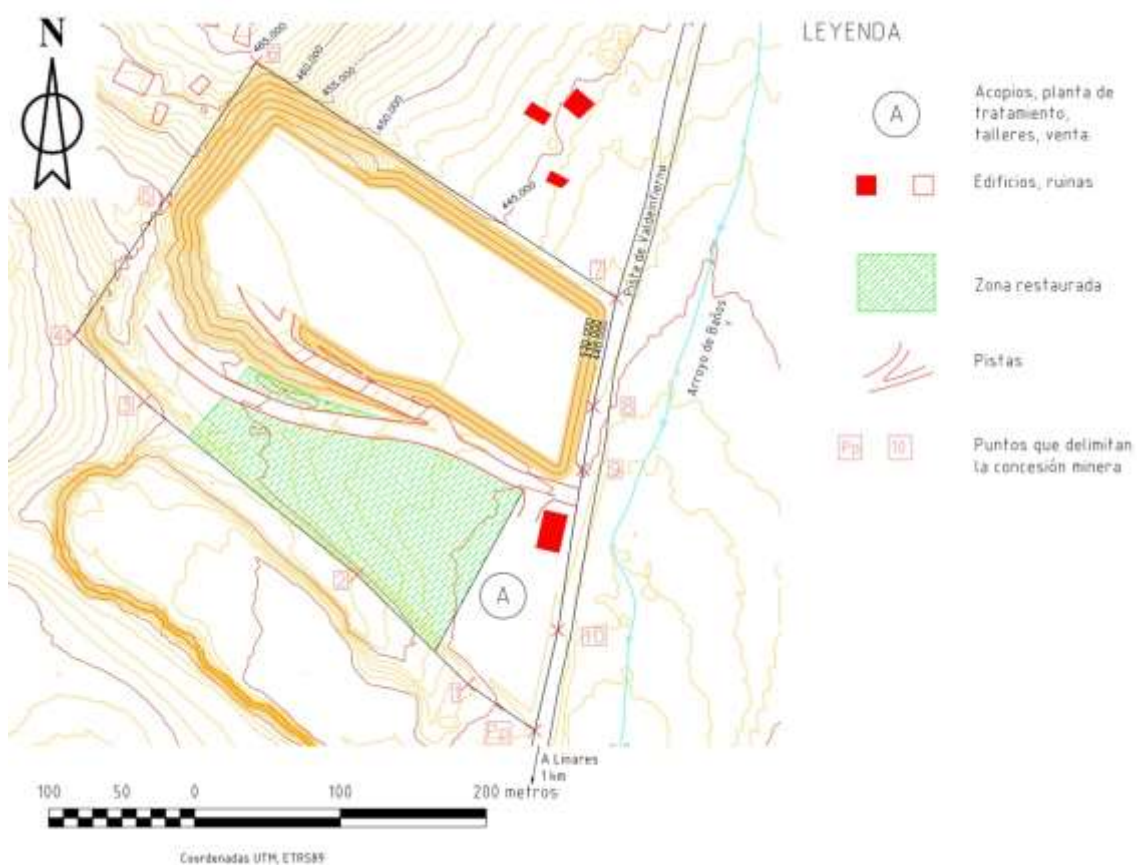


Ilustración 35. Proyección del hueco final diseñado o plaza de cantera.

Se proyecta el fondo de la cantera como un plano que tiene una ligera inclinación, menor al 3%, con el objetivo de que el agua procedente de las precipitaciones sea evacuada con facilidad.

8.3. Método de explotación

Para la elección del método de explotación se tienen en cuenta las características morfológicas del yacimiento y la topografía del terreno. El estudio de estas características

permitirá definir los procedimientos a usar y el orden espacial para poder realizar la extracción de la arena. También se tendrá en cuenta que se continuarán los tajos anteriores del modo más eficiente posible.

La morfología del yacimiento es la típica de un batolito granítico, es decir, masiva y con recubrimiento de estéril en un espesor variable, de entre uno y dos metros.

La topografía del terreno presenta una diferencia de cotas con un valor de 25 metros, entre los 464 metros de la cota más elevada y 439 metros de la cota más baja, habiendo una distancia geométrica entre estos puntos de 658 metros, lo que da una pendiente media del terreno del 3,8%.

A la vista de estos datos parece apropiado elegir un sistema de explotación de cantera en terreno horizontal, que es el que hasta ahora se ha venido usando en la cantera.

Además, como el material se extraerá de un macizo competente, se decide que la explotación se hará mediante cantera en terreno horizontal. Las características del macizo granítico, su grado de alteración y fisuración, permiten que el arranque sea por medios mecánicos.

La existencia de hueco previo se adecuará a nivel 425 m.s.n.m. permitiendo la creación de una balsa de recogida de aguas pluviales y de escorrentía para su aprovechamiento en la planta de tratamiento mineral.

Las pistas son las existentes y tienen las características propias de este tipo de pistas, es decir, trazados rectilíneos o poligonales. Las mismas se adecuarán a las directrices de diseño obtenidas en el punto “8.2.4.2.6. Accesos y pistas” de esta memoria.

8.4. Planificación de la explotación

La planificación de esta explotación está diseñada a corto plazo puesto que las labores proyectadas se desarrollarán a lo largo de diez años. Esta decisión es acorde con las previsiones de demanda actuales.

A lo largo de la vida operativa de la cantera se irá modificando el criterio dependiendo de diferentes factores, fundamentalmente la demanda. Se proyectan las fases de explotación a lo largo de la vida de la cantera en bancos descendentes, por lo que se simultanearán tareas de restauración conforme se alcance el talud final. Así mismo, se modificará la localización actual de la planta de tratamiento con el objeto de mejorar los rendimientos.

8.4.1. Esquemas de trabajo

A la vista de los equipos que se disponen, se pueden proponer dos esquemas de trabajo;

1. Arranque + Carga + Transporte: El arranque lo realiza el tractor, la carga la lleva a cabo la pala y el transporte en volquete.
2. (Arranque + Carga) + Transporte: Arranque y carga mediante la retroexcavadora y el transporte por volquete.

Se opta por la segunda opción, al unificarse el arranque y la carga en una única máquina, la excavadora, utilizándose el buldócer para tareas de apoyo y mantenimientos y la pala cargadora para el manejo de acopios y carga de camiones para la venta.

8.4.1.1. Arranque

El arranque será directo por medios mecánicos. El material se extraerá en bancos de cinco metros de potencia máxima para el caso de usar excavadora de forma descendente.

La producción programada por hora de trabajo es de 53,5 m³ todo-uno, lo que supone una masa de todo-uno de unas 96,3 t/h.

8.4.1.2. Carga

Se realizará la carga dependiendo del esquema de trabajo que se utilice. Esto podrá ser mediante pala según esquema 1 de esta memoria o por excavadora según esquema número 2. Los esquemas a los que se aluden en este punto son los que se reflejan en el apartado “7.1. Esquemas de trabajo” dentro de esta memoria.

8.4.1.3. Transporte

El transporte se realiza mediante volquete. En este concepto se incluye transporte a:

- Todo-uno hacia la planta de tratamiento
- Mineral tratado hacia los acopios
- Labores de restauración

8.4.1.4. Saneo de bancos

A la vez que se produce el avance de los bancos, se procederá al saneo de los mismos con el objeto de evitar accidentes derivados por desprendimientos.

Se llevarán a cabo exámenes de los bancos para detectar la existencia de peligros y poder subsanarlos adecuadamente, ya que la seguridad en el trabajo es una prioridad en este proyecto. La frecuencia de dichos exámenes dependerá de paradas por exigencias climáticas, así como los cambios nivel que se producirán en el frente de explotación.

8.5. Fases de explotación

Como se ha comentado anteriormente, la explotación se llevará cabo mediante bancos descendentes. Para llevar a cabo esta tarea se han diferenciado cinco fases que se detallan a continuación.

8.5.1. Fase 1

La Fase 1 consistirá en la explanación de la zona dedicada a la planta de tratamiento, acopios y venta de la arena. También se actuará en las pistas de ser necesario.

Además, se llevará a cabo una nivelación del fondo de cantera en el hueco existente con pendientes:

- 1% en dirección NW-SE sentido NW y
- 2% en dirección SW-NE sentido SW

Así mismo se realizará una adecuación del terreno proyectado a explotación mediante retirada de la capa superficial para obtener una nivelación previa de la superficie del banco superior. La tierra vegetal retirada, aproximadamente cincuenta centímetros de espesor, se conservará para la restauración de la cantera.

La cantidad de material que se prevé mover se reparte en los siguientes conceptos:

- Explanación Planta de tratamiento (A_1) 63,89 m³ de tierra vegetal.
- Nivelación banco superior (A_2) 38005,64 m³ de los cuales 15279,29 m³ son tierra vegetal.
- Plaza de cantera (A_3) 13769,64 m³.

Los 15343,18 de tierra vegetal se apilarán para su óptima conservación ya que serán destinados a las labores de restauración. El resto, 36495,99 m³ de todo-uno, se apilará en acopio para alimentar la planta de tratamiento.

En la siguiente imagen se recoge las actuaciones de la Fase 1:

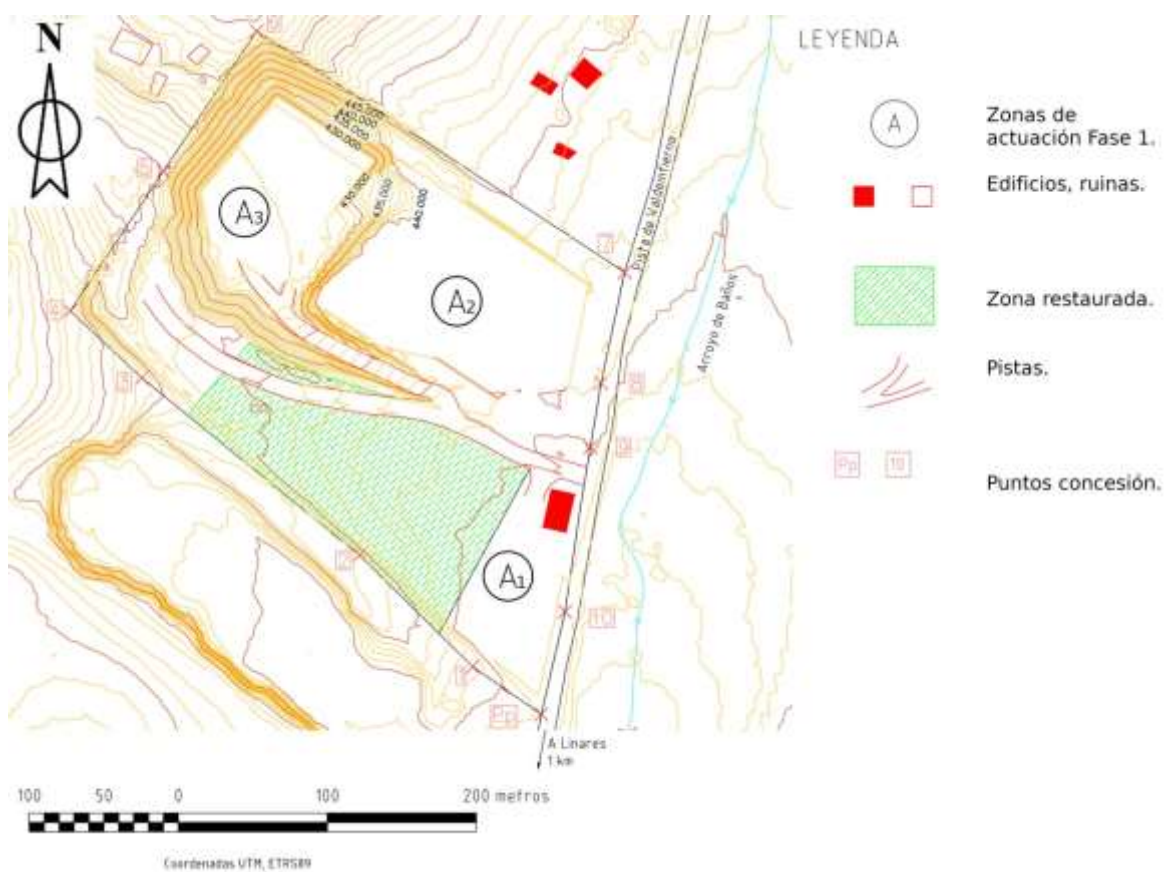


Ilustración 36. Actuaciones Fase 1.

8.5.2. Fase 2

En la Fase 2 se inicia la explotación del banco número 1 o superior. Se prevé el movimiento de un total de 32506,02 m³ de todo-uno. En la ilustración 37 se puede ver la actuación proyectada para la fase 2.

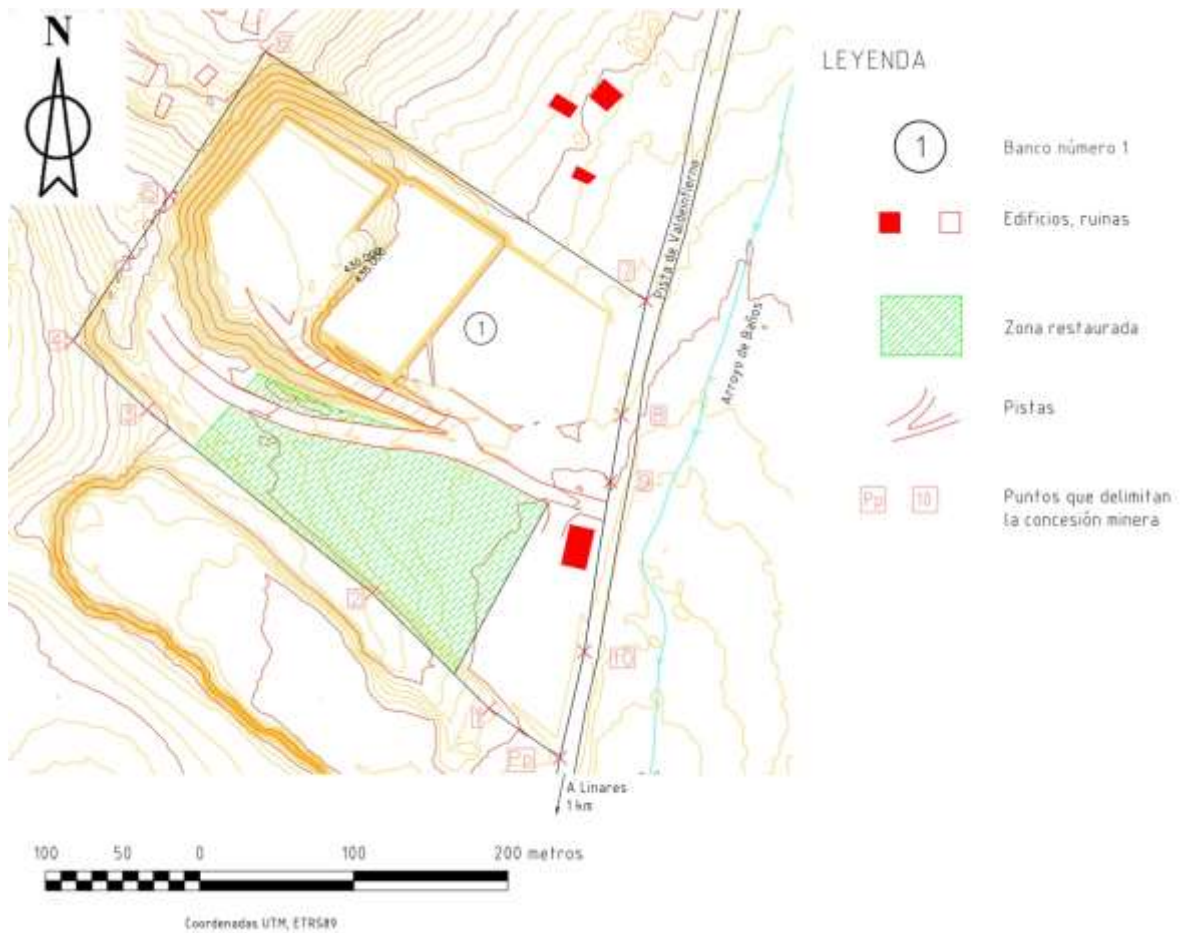


Ilustración 37. Fase 2.

8.5.3. Fase 3

En la fase 3 se da comienzo al banco 2. El movimiento de material que se prevé para esta fase consiste en el movimiento de todo-uno repartido del siguiente modo:

- 39683,34 m³ del banco 1
- 29807,96 m³ del banco 2

Esto supone un montante total de 69491,30 m³ previstos de todo-uno en esta fase.

En la Ilustración 38 se reflejan las acciones proyectadas para la fase 3.

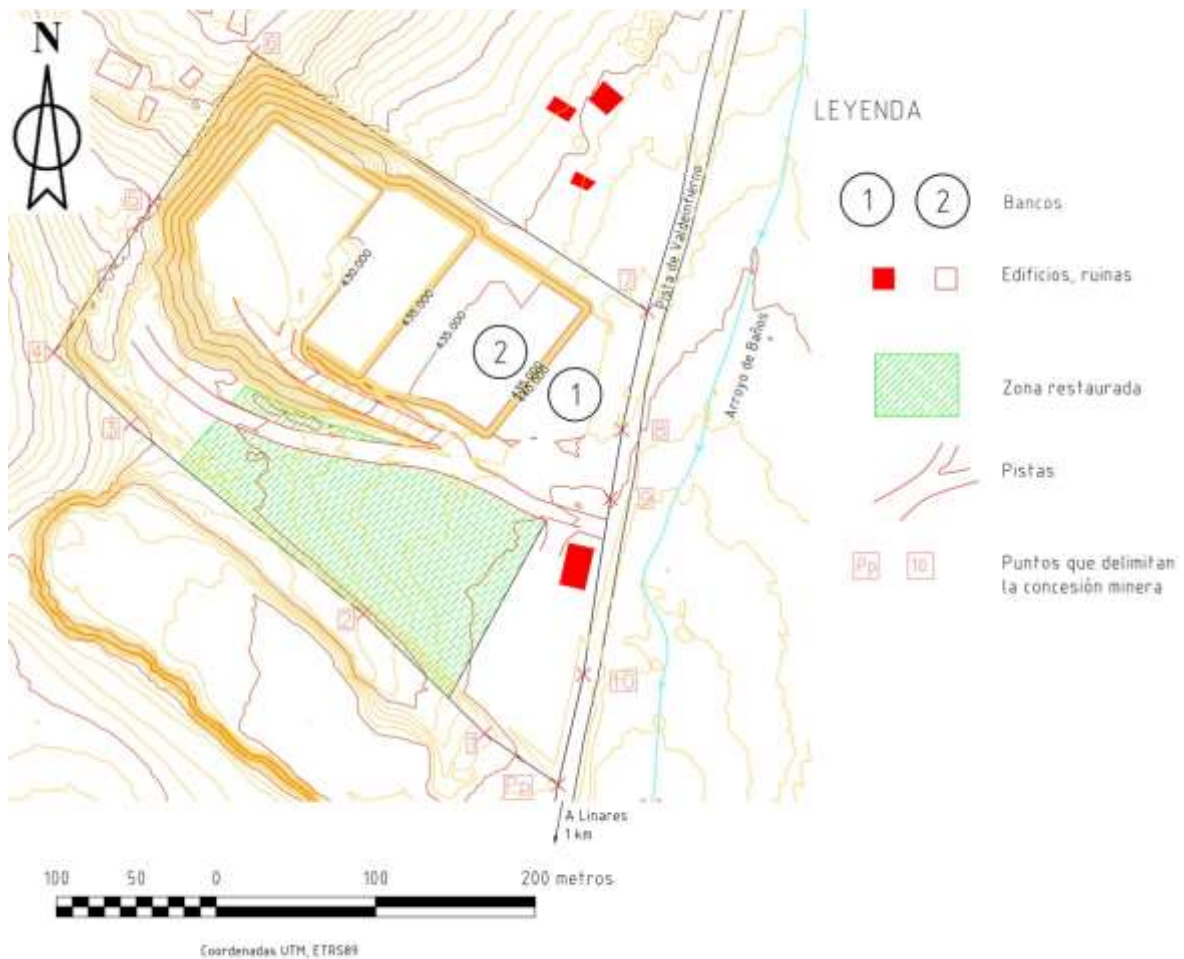


Ilustración 38. Fase 3.

8.5.4. Fase 4

En la fase 4 se da por terminado el banco 1. El movimiento de material que se prevé para esta fase consiste en:

- 24478,26 m³ del banco 1 a talud final
- 35003,54 m³ del banco 2

Se estima una extracción de 59481,80 m³ de todo-uno en la fase 4.

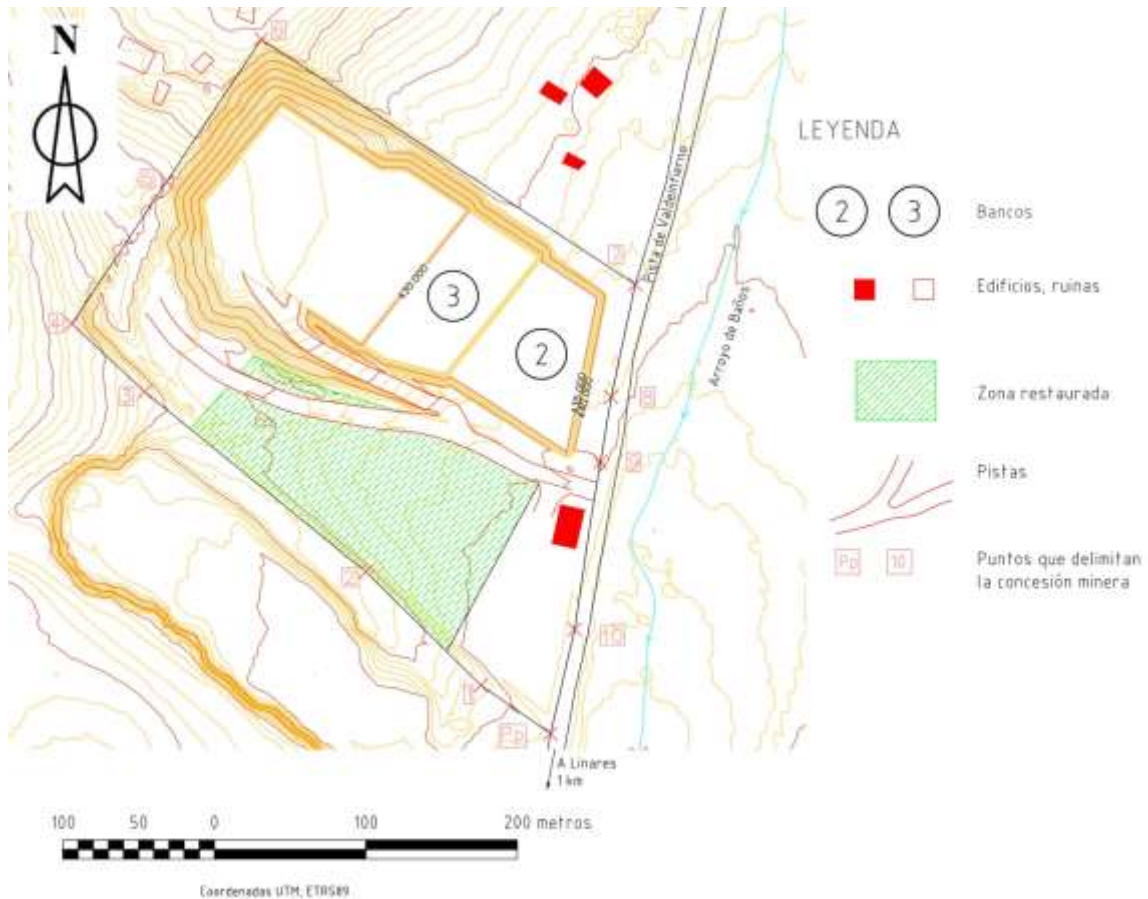


Ilustración 39. Fase 4.

8.5.5. Fase 5

Para la fase 5 se espera haber extraído el mineral restante de esta explotación. Quedará la plaza de cantera con los parámetros de pendiente del siguiente modo:

- 1% en dirección NW-SE sentido NW y
- 2% en dirección SW-NE sentido SW

El total de material que se prevé extraer en esta fase asciende a :

- 34861,90 m³ del banco 2
- 51525,76 m³ del banco 3

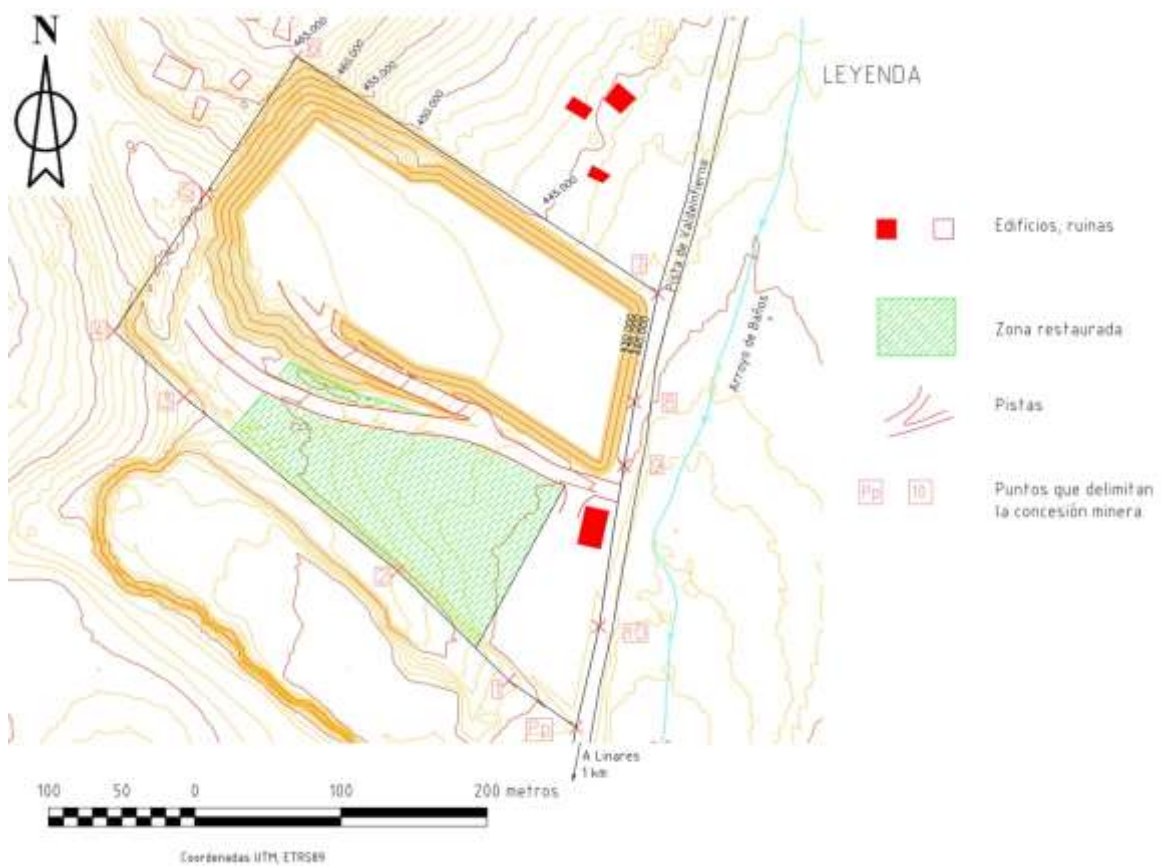


Ilustración 40. Fase 5.

Total de todo-uno a obtener en la fase 5 serán 86387,66 m³.

8.5.6. Resumen de las fases de explotación

Se realiza un cuadro con el total de material que se tiene previsto mover en este proyecto. Se distribuye a lo largo de las fases de explotación hasta aquí presentadas a modo de resumen:

Fase	Todo-uno (m3)
1	36495,99
2	32506,02
3	69491,30
4	59481,80
5	86387,66
TOTAL	284362,77

Tabla 35. Volumen de todo-uno previsto extraer.

8.6. Cálculo de rendimientos mineros

8.6.1. Factores de eficiencia y organización

Debido a la existencia de pérdidas de tiempo y retrasos en toda operación minera, tales como traslados de equipo, cambios de tajo, climatología, etc., se hace necesario llevar a cabo una estimación de dichos factores. Según la metodología que ofrece López, C. (2003) en la cual se relacionan condiciones de trabajo por un lado y calidad de la organización por otro, esta relación se expresa en la siguiente tabla:

CONDICIONES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ORGANIZACIÓN			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE
Excelentes	0,83	0,80	0,77	0,77
Buenas	0,76	0,73	0,70	0,64
Regulares	0,72	0,69	0,66	0,60
Malas	0,63	0,61	0,59	0,54

Tabla 36. Eficiencia operativa global. Tomado de López, C., 2003.

Previendo unas condiciones de trabajo buenas y una calidad de organización buena se estima que la Eficiencia Operativa Global es 0,73 o un 73%.

8.6.2. Factores de esponjamiento y densidades

Para una correcta medición del material se deben de tener en cuenta los factores que a continuación se exponen.

8.6.2.1. Factor de conversión volumétrica (FCV)

Relación entre volumen suelto y volumen en banco se expresa:

$$FCV = \frac{V_s}{V_b} = \frac{1800 \text{ kg/m}^3}{2200 \text{ kg/m}^3} = 0,9 \quad (33)$$

8.6.2.2. Factor de esponjamiento (FE)

Es el inverso del FCV:

$$FE = \frac{1}{FCV} = \frac{1}{0,9} = 1,11 \quad (34)$$

8.6.2.3. Porcentaje de expansión (PE)

Esto es el incremento de volumen del material desde su situación en banco al estado suelto o apilado. Consiste en una diferencia porcentual:

$$PE = \frac{V_s - V_b}{V_b} \times 100 = \frac{2200 \text{ kg/m}^3 - 1800 \text{ kg/m}^3}{2200 \text{ kg/m}^3} \times 100 = 18 \% \quad (35)$$

8.6.3. Consideraciones de potencia y fuerza motriz en transporte

El estudio de rendimientos exige un adecuado dimensionamiento de la maquinaria a emplear. Dicho dimensionamiento se dio en el apartado 8.2.4.1.11. “Justificación y dimensionado de la maquinaria”. Sin embargo, en este apartado se examinarán factores limitantes del rendimiento y curvas características.

8.6.3.1. Factores limitantes del rendimiento

Dichos factores son:

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia a la pendiente
- Peso
- Tracción
- Altitud

A continuación se detalla cada uno de estos factores limitantes, excepto el de altitud, puesto que se tiene en cuenta para altitudes superiores a 3000 m.s.n.m y este proyecto se ejecutará a una cota máxima de 445 m.s.n.m.

8.6.3.1.1. Resistencia a la rodadura

Esta resistencia es la oposición al avance de una máquina a consecuencia de la deformación del suelo, flexiones en neumáticos y rozamientos internos de los mecanismos propios de la maquinaria.

Consultando a López, C. (2003) se obtienen para “Pista firme y lisa, con acabado superficial, que cede levemente bajo la carga o está ligeramente ondulada y que se mantiene aceptablemente” un Factor de Resistencia a la Rodadura (FRR) de 35 kg/t y una pendiente equivalente del 3,5 %. Con estos datos se puede calcular la Resistencia a la Rodadura (RR) mediante la ecuación 36. Donde PT(t) es el peso total del vehículo en toneladas. Para hallar el peso total del vehículo se toman datos del volquete, donde se indica que su MMA es 53.465 kg o lo que es igual, 53,5 toneladas. Entonces se calcula la RR:

$$RR(kg) = FRR(kg/t) \times PT(t) = 35 \text{ kg/t} \times 53,5 \text{ t} = 1.872,5 \text{ kg} \quad (36)$$

8.6.3.1.2. Resistencia a la pendiente

Tal como se indicó en el diseño de pistas, no se superará el 12 % en pendientes. Tras el diseño de pistas la mayor pendiente se da en la pista principal, alcanzando un 11%. Este último valor es el válido para los cálculos siguientes.

8.6.3.1.3. Peso

La resistencia total, Pendiente Compensada o Efectiva responde a la siguiente expresión (ecuación 37), donde se obtiene un valor para pendiente ascendente de:

$$Pendiente \text{ Compensada o Efectiva} = 3,5 \% + 11 \% = 14,5 \% \quad (37)$$

En el caso de ser descendente se obtiene:

$$Pendiente \text{ Compensada o Efectiva} = 3,5 \% - 11 \% = -7,5 \% \quad (38)$$

8.6.3.1.4. Tracción

Tomando datos de López, C. (2003) se obtiene un coeficiente de tracción de 0,40 para arena húmeda.

La fuerza máxima de tiro es el producto del coeficiente de tracción por el peso sobre el eje motriz. El volquete tiene tracción a las seis ruedas, luego los tres ejes son motrices dando una distribución de pesos (cargado) sobre eje del siguiente modo:

- Delantero 31 %
- Central 36 %
- Trasero 33 %

Puede considerarse un reparto de peso sobre ejes equitativo, lo que dará una aproximación bastante cercana a la realidad. Entonces la fuerza máxima de tiro (Fmt) puede considerarse como:

$$Fmt = \text{Coef.de tracción} \times MMA = 0,40 \times 53.457 \text{ kg} = 21.383 \text{ kg} \quad (39)$$

El volquete podrá desarrollar 21.383 kg de esfuerzo de tracción antes de que patinen las ruedas.

Por el mismo procedimiento usado en la ecuación 45, se realiza la siguiente tabla para cada uno de los ejes del HM300-5:

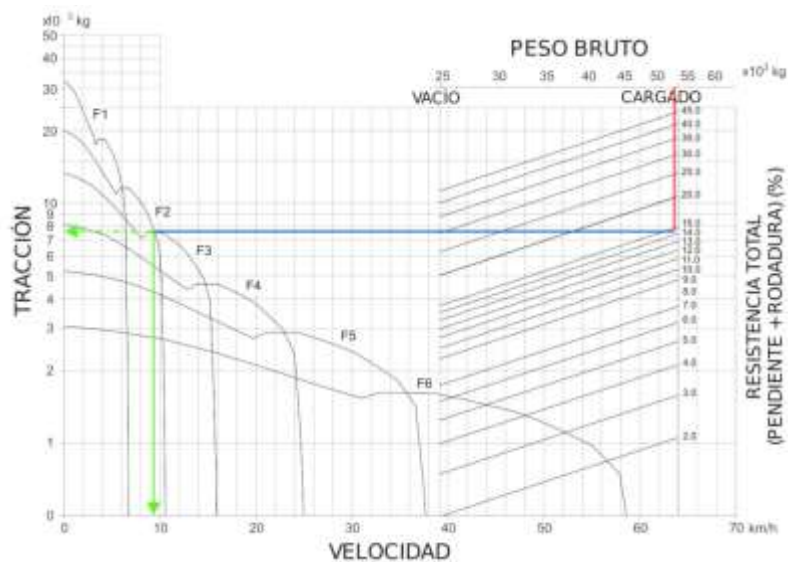
Eje	Peso sobre el eje (kg)	Fuerza máxima de tracción (kg)
Delantero	16.572	6.629
Central	19.245	7.698
Trasero	17.641	7.056

Tabla 37. Fuerza máxima de tracción en cada uno de los ejes del volquete.

8.6.3.2. Curvas características

Dichas curvas las provee el fabricante para permitir los cálculos relativos a rendimientos en transporte. Komatsu ofrece para el volquete elegido, HM300-5, dos de estas gráficas, una para los ascensos y la otra para los descensos.

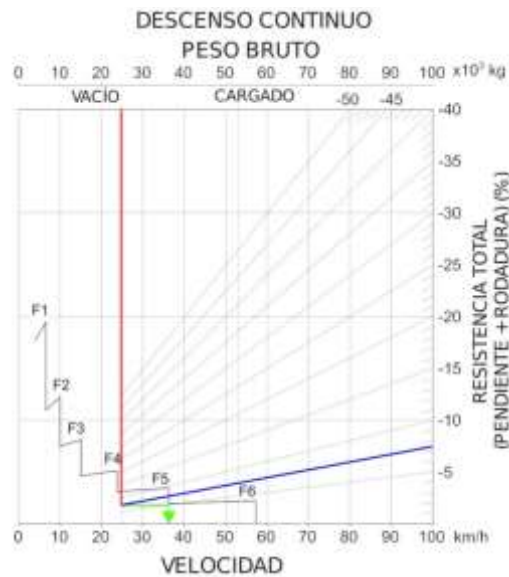
En la gráfica siguiente se obtienen los datos informativos para el cálculo de rendimientos correspondientes al recorrido de ida, desde el frente hasta la planta. Se parte de la pendiente compensada que se calculó en la ecuación 44, 14,5%, y de la MMA del volquete, 53.465 kg.



Gráfica 6. Curva característica volquete Komatsu HM300-5 (comentario en texto).

Como se puede observar en la gráfica 6, un volquete cargado subirá la pendiente de la pista principal en segunda velocidad (F2) a unos 9 km/h aproximadamente. Además, la tracción mínima necesaria para remontar la pendiente se halla sobre los 7600 kg. La tracción mínima obtenida es inferior a la Fuerza máxima de tracción obtenida en 8.6.1.3.4. donde se puede ver que el eje central desarrolla la fuerza necesaria para remontar la pendiente máxima en la explotación.

En el caso del recorrido de vuelta, el volquete irá vacío hacia el frente de explotación. En este caso se hace uso de la gráfica de retardación, de la cual se obtiene velocidad de marcha en función de la capacidad de frenado y retardación del volquete. La pendiente compensada en este caso era del orden de 7,5%.



Gráfica 7. Curva característica Komatsu HM300-5 descenso (comentario en texto).

Como se puede observar en la gráfica 7, se obtiene una velocidad máxima de descenso recomendada de 36 km/h.

8.6.4. Producciones horarias de los equipos de carga

Se realizará un examen de la producción con los equipos de carga disponibles, pala cargadora y retroexcavadora. En este apartado se sigue la metodología propuesta por López, C., (2003).

Se calculan estas producciones con las siguientes ecuaciones:

Para el caso de material suelto:

$$P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot C_c \cdot E \cdot F \cdot H \cdot A}{T_c} \quad (40)$$

Para el caso de material consolidado en banco:

$$P(m^3 b/h) = \frac{60 \cdot C_c \cdot E \cdot F \cdot H \cdot A \cdot V}{T_c} \quad (41)$$

Siendo:

C_c = Capacidad del cazo (m³).

E = Factor de eficiencia (tanto por uno).

F = Factor de llenado del cazo (tanto por uno).

H = Factor de corrección por la altura de la pila de material. En palas de ruedas y excavadora H = 1.

A = Factor de corrección por el ángulo de giro. En palas de ruedas A = 1.

V = Factor de conversión volumétrica.

T_c = Ciclo de un cazo (min).

8.6.4.1. Producciones horarias con pala cargadora

El cazo de la pala tiene una capacidad de 2,1 m³.

El factor de llenado (F) para la pala se estima en base al estado del material a cargar. Como dicho material es fácilmente excavable se toma como factor de llenado 0,95.

El tiempo de ciclo (T_c) para la pala se estima en 0,40 minutos.

Entonces las producciones de la pala serán:

- Para material suelto

$$P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot 2,1 \cdot 0,73 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{0,40} = 218,5 \text{ m}^3 s/h \quad (42)$$

- Para material en banco

$$P(m^3 b/h) = \frac{60 \cdot 2,1 \cdot 0,73 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,4} = 196,6 \text{ m}^3 b/h \quad (43)$$

8.6.4.2. Producciones horarias con la retroexcavadora

El cazo de la excavadora tiene una capacidad de 1,3 m³.

El factor de llenado (F) para la retro se estima en base al estado del material a cargar. Como dicho material es fácilmente excavable se toma como factor de llenado 0,95.

El tiempo de ciclo (T_c) para la pala se estima en 0,30 minutos.

Entonces las producciones de la excavadora serán:

- Para material suelto

$$P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot 1,3 \cdot 0,73 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{0,30} = 180,3 \text{ m}^3 s/h \quad (44)$$

- Para material en banco

$$P(m^3 b/h) = \frac{60 \cdot 2,1 \cdot 0,73 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,4} = 162,3 \text{ m}^3 b/h \quad (45)$$

8.6.4.3. Resumen de las producciones horarias de los equipos de carga

Se realiza cuadro resumen con el propósito comparativo entre ambas máquinas.

	m ³ s/h	m ³ b/h
Pala cargadora	218,5	196,6
Retroexcavadora	108,3	162,3

Tabla 38. Producciones horarias para la maquinaria de carga.

8.6.5. Producciones horarias del tractor

En el caso del tractor, dichas producciones consisten en ripado y empuje. Como en el caso anterior, se sigue la metodología de López, C. (2003), haciendo uso de las siguientes fórmulas, para ripado y empuje:

$$P_{ripado}(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot H \cdot D \cdot L \cdot E}{T_c \cdot V} \quad (46)$$

$$P_{empuje}(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot C_h \cdot E}{T_c} \quad (47)$$

Donde:

H = Profundidad de ripado (m).

D = Espaciamiento entre pasadas (m).

L = Longitud entre pasadas (m).

E = Eficiencia operativa (tanto por uno)

T_c = Tiempo de ciclo (minutos)

V = Factor de conversión volumétrica.

C_h = Capacidad de la hoja (m³).

8.6.5.1. Profundidad de ripado

Dicha profundidad se considerará la máxima del ripper del tractor facilitada por el fabricante, 1,3 metros. Se toma este valor debido a las buenas condiciones de excavabilidad que presenta el terreno.

8.6.5.2. Espaciamiento entre pasadas

Se tomará como valor 1,5 metros.

8.6.5.3. Longitud entre pasadas

Se establece un valor para realizar las oportunas estimaciones en 20 metros.

8.6.5.4. Capacidad de la hoja

Las especificaciones técnicas de la configuración elegida (hoja única, semi – U) para el tractor nos dan un valor de 13,7 m³.

8.6.5.5. Tiempo de ciclo empujando

El factor T_c se compone de una parte fija y otra variable.

La parte fija se estima para unas condiciones de trabajo medias entre 0,10 y 0,15 minutos, tomándose el valor medio 0,13 min.

Por otro lado, el tiempo variable del ciclo para el empuje del tractor se calcula haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Tiempo\ variable\ (minutos) = \left(\frac{Distancia\ ida\ (m)}{vel.\ ida\ (km/h)} + \frac{Distancia\ vuelta\ (m)}{vel.\ vuelta\ (km/h)} \right) \cdot \frac{60}{1000} \quad (48)$$

Suponiendo una distancia equivalente para ida y vuelta, de unos 20 metros, velocidad de ida 3 km/h y una velocidad de vuelta 5 km/h, se obtiene:

$$Tiempo\ variable = \left(\frac{20\ m}{3\ km/h} + \frac{20\ m}{5\ km/h} \right) \cdot \frac{60}{1000} = 0,64\ minutos \quad (49)$$

Entonces el tiempo de ciclo (T_c) se estima en:

$$T_c = Comp.fija + comp.variable \equiv 0,13\ min + 0,64\ min = 0,77\ min \quad (50)$$

8.6.5.6. Cálculo de las producciones

Con los datos obtenidos en el desarrollo del apartado 8.6.5. es posible estimar las producciones horarias del tractor con las fórmulas 53 y 54.

8.6.5.6.1. Producción de ripado

Haciendo uso de la fórmula 53 para la producción de ripado del tractor se obtiene:

$$P_{ripado} = \frac{60 \cdot 1,3\ m \cdot 1,5\ m \cdot 20\ m \cdot 0,73}{0,77 \cdot 0,9} = 2464,9\ m^3/s/h \quad (51)$$

8.6.5.6.2. Producción de empuje

Haciendo uso de la fórmula 54 para la producción de empuje del tractor se obtiene:

$$P_{empuje} (m^3 s/h) = \frac{60 \cdot 13,7 m^3 \cdot 0,73}{0,77 min} = 779,3 m^3 s/h \quad (52)$$

8.6.6. Producciones horarias del volquete

Con las siguientes fórmulas se determinan las producciones de los volquetes:

$$P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot C_{v1} \cdot E}{T_c} \quad (53)$$

$$P(t/h) = \frac{60 \cdot C_{v2} \cdot E}{T_c} \quad (54)$$

Siendo:

$C_{v1,2}$: Capacidad del volquete (m^3 s o t)

T_c : Tiempo de ciclo

E: Eficiencia de la operación en tanto por uno.

Como valor de eficiencia de la operación se toma el valor de la eficiencia global, es decir, 73%.

Los tiempos se componen de una parte fija (carga, maniobras) y otra variable (trayectos de ida y vuelta).

8.6.6.1. Tiempos fijos

Se pueden calcular con la siguiente ecuación los tiempos de carga del volquete:

$$Tiempo de carga (min) = \frac{Capacidad volquete (m^3)}{Ritmo teórico de carga \left(\frac{m^3 s}{min} \right) \cdot Factor de llenado cazo} \quad (55)$$

8.6.6.1.1. Tiempo fijo de carga con pala cargadora

La producción de la pala se estimó en 218,5 m^3 /h.

$$Tiempo de carga (min) = \frac{17,1 m^3}{218,5 m^3 s/h \cdot 0,95} \cdot \frac{60 min}{h} = 4,94 min \quad (56)$$

8.6.6.1.2. Tiempo fijo de carga con retroexcavadora

La producción de la retroexcavadora se estimó en $108,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$\text{Tiempo de carga (min)} = \frac{17,1 \text{ m}^3}{108,3 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,95} \cdot \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} = 9,97 \text{ min} \quad (57)$$

8.6.6.1.3. Comparativa entre carga con pala y excavadora

A la vista de los resultados anteriores se determina que la mayor eficiencia se obtiene cargando con la pala, siendo que la pala utiliza el doble de tiempo respecto a la pala.

8.6.6.2. Tiempo variable

Para obtener este valor se relacionan distancia de transporte entre las velocidades medias de ambos proyectos. Como distancia se toma la distancia media desde la explotación hasta la planta. Dicha distancia es de 500 metros.

8.6.6.2.1. Tiempo de transporte

Para calcular esta componente, antes hay que calcular la velocidad media, la cual incluye un tramo de 350 metros en llano y 150 metros en cuesta. Cada uno de estos tramos se realiza a distinta velocidad, para llano y cuesta en descenso se estima en unos 36 km/h y para remontar la cuesta la velocidad estimada es de 9 km/h.

Con el tramo de vuelta se toma la velocidad de 36 km/h, sin embargo se hace necesario estimar una velocidad media ponderada para el recorrido de ida.

Tenemos dos velocidades {9 km/h, 36 km/h} y sus distancias correspondientes {150 m, 350 m}. La media ponderada de velocidad de recorrido de ida, será:

$$\text{Vel. media ponderada} = \frac{(9 \text{ km/h} \cdot 0,15 \text{ km}) + (36 \text{ km/h} \cdot 0,35 \text{ km})}{0,15 \text{ km} + 0,35 \text{ km}} = 27,9 \text{ km/h} \quad (58)$$

Finalmente se incluyen los tiempos de la maniobra de posicionamiento para la carga y el tiempo de maniobra de descarga. Mediante datos facilitados por la empresa, estos tiempos se recogen en la tabla siguiente:

Maniobra	Tiempo (s)
Posicionamiento carga	50
Descarga	70

Tabla 39. Maniobras posicionamiento y descarga del volquete.

Estos tiempos añaden dos minutos al transporte. Ahora, se realiza el cálculo del tiempo de transporte con la ecuación siguiente:

$$T. transporte = \frac{500 \text{ m}}{27,9 \text{ km/h} \cdot 16,66} + \frac{500 \text{ m}}{36 \text{ km/h} \cdot 16,66} + 2 \text{ min} = 3,9 \text{ minutos} \quad (59)$$

8.6.6.3. Producciones de volquete

Haciendo uso de las ecuaciones 53 y 54 se procede al cálculo de las producciones, primero con pala y después con retro:

$$Pala: P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot 17,1 \cdot 0,73}{4,94 \text{ min}} = 151,62 \text{ m}^3 s/h \quad (60)$$

$$Retroexcavadora: P(m^3 s/h) = \frac{60 \cdot 17,1 \cdot 0,73}{9,97 \text{ min}} = 75,12 \text{ m}^3 s/h \quad (61)$$

$$Pala: P(t/h) = \frac{60 \cdot 0,53 \cdot 0,73}{4,94 \text{ min}} = 4,7 \text{ t/h} \quad (62)$$

$$Retroexcavadora: P(t/h) = \frac{60 \cdot 0,53 \cdot 0,73}{9,97 \text{ min}} = 2,33 \text{ t/h} \quad (63)$$

8.7. Planta de tratamiento

Para el tratamiento del material a explotar se plantea una conminución y clasificación del mismo con el objetivo de conseguir los productos finales proyectados.

Dadas las características del material, constituido por un leu granítico, los productos finales a obtener serán arenas dentro de las siguientes distribuciones granulométricas:

- Arena gruesa 2 – 5 mm
- Arena fina 0,08 – 2 mm

Por otro lado, tras la clasificación de las arenas, se obtendrá un rechazo constituido por limos y arcillas con granulometrías inferiores a 0,08 mm.

Las operaciones se realizarán mediante trituración primaria y clasificación mediante cribado con un sistema de riego para eliminación de la fracción fina. Así mismo, se hace necesario un tratamiento de lodos producidos en la etapa de clasificación y lavado.

8.7.1. Diseño de la planta de tratamiento

Como primer paso se toma la decisión de instalar una planta de tratamiento fija que se instalará en la zona indicada en el plano de situación dedicado a la planta de tratamiento (ver plano 14).

Parte del material extraído se obtiene con tamaños de bloque que precisan de un proceso de conminución, con objeto de desmenuzarlos y proteger a la maquinaria de la planta, para lo cual se necesitará un triturador. Por otra parte, se requerirá el uso de un alimentador instalado en la tolva de recepción que permita una alimentación continua a la planta acorde con la producción prevista.

Al necesitarse la producción de materiales de calidad con ausencia de finos acompañantes, se requiere realizar un lavado de la fracción limo-arcillosa mediante un sistema de riego instalado en la criba de criba de clasificación.

Entonces, un primer esquema de la planta de tratamiento es el que se refleja en la siguiente Ilustración:

Planta de tratamiento fija

Todo - uno → Trituración → Clasificación → Productos

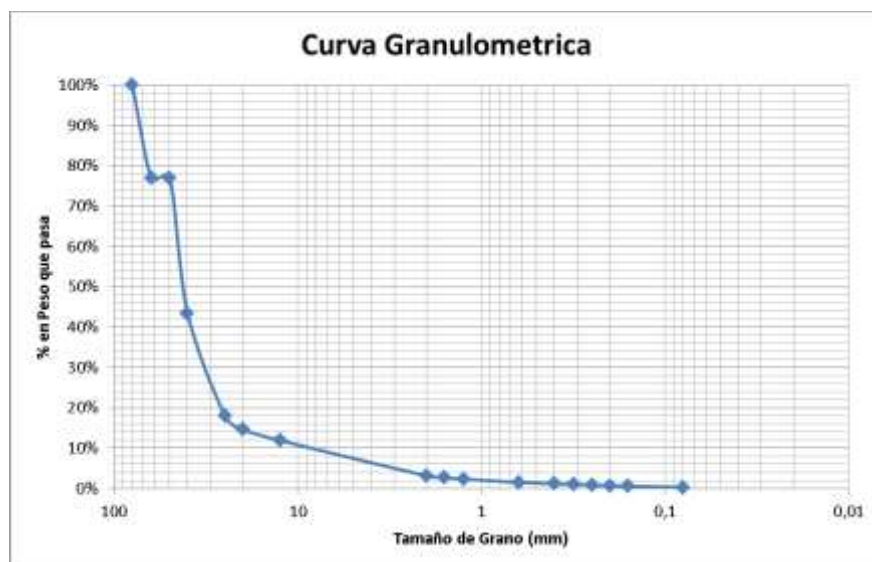
Ilustración 41. Esquema de la planta necesaria.

8.7.1.1. Trituración

Para realizar el estudio de este apartado se recurre a los datos obtenidos por Reyes, M. N., (2015), para un estudio granulométrico sobre granitos de Linares. En dicho estudio se analizan dos muestras, una de ellas corresponde a un granito poco alterado (tabla 40 y gráfica 8) y en la otra se analiza un granito muy alterado (tabla 41 y gráfica 9).

Tamiz	Peso muestra no cuarteada (g)	Pasa muestra total	
		(g)	(%)
80	0	2220,35	100
63	511,82	1708,53	76,95
50	0	1708,53	76,95
40	742,90	965,63	43,49
25	565,69	399,94	18,01
20	75,15	324,79	14,63
12,5	60,03	264,76	11,93
2	193,82	70,94	3,19
1,6	9,97	60,97	2,74
1,25	8,08	52,89	2,38
0,63	18,38	34,51	1,55
0,40	7,95	26,56	1,19
0,315	3,75	22,81	1,02
0,250	3,93	18,88	0,84
0,200	2,72	16,16	0,72
0,160	2,56	13,60	0,61
0,080	6,63	6,97	0,31
Pasante	4,35		

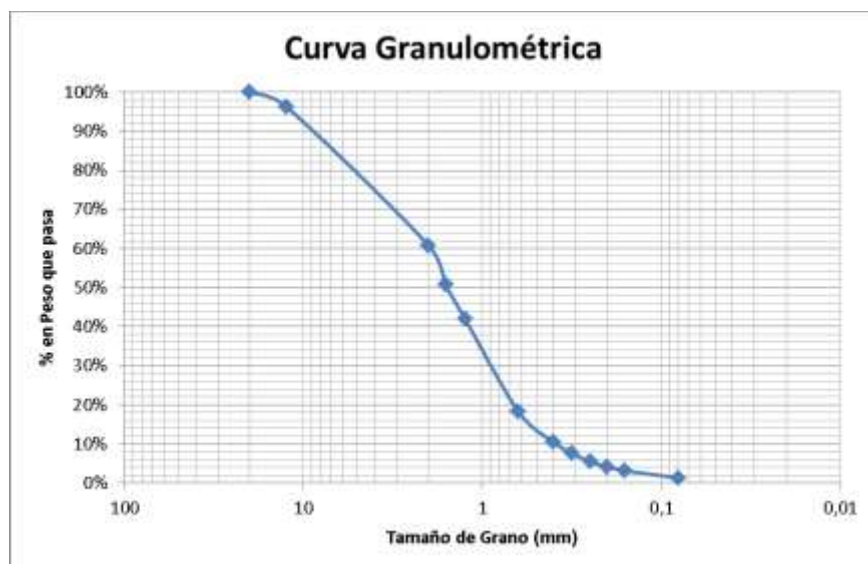
Tabla 40. Granulometría de un granito poco alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).



Gráfica 8. Curva granulométrica granito poco alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).

Tamiz	Peso muestra no cuarteada (g)	Pasa muestra total	
		(g)	(%)
20	0	1287,23	100
12,5	47,03	1240,2	96,34
2	457,37	782,83	60,81
1,6	130,49	652,34	50,67
1,25	111,72	540,62	41,99
0,630	304,48	236,14	18,34
0,40	101,09	135,05	10,48
0,315	37,03	98,02	7,6
0,250	27,54	70,48	5,46
0,200	16,40	54,08	4,19
0,160	13,20	40,88	3,17
0,080	23,62	17,26	1,34
Pasante	9,71		

Tabla 41. Granulometría de granito poco alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).

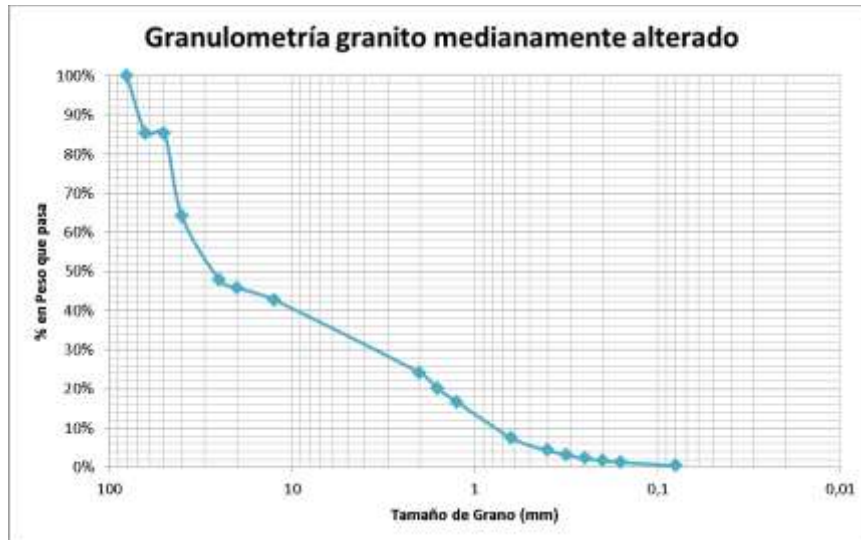


Gráfica 9. Curva granulométrica granito muy alterado. (Tomado de Reyes, M.N., 2003).

Debido a que el material a explotar en este proyecto se ha considerado como un material medianamente alterado, se propone una curva granulométrica considerando una mezcla a partes iguales entre granito poco alterado y muy alterado. A continuación (tabla 42 y gráfica 10), se representa dicha mezcla.

Tamiz	Peso muestra no cuarteada (g)	Pasa muestra total	
		g	%
80	0	3497,41	100,00
63	511,82	2985,59	85,37
50	0	2985,59	85,37
40	742,9	2242,69	64,12
25	565,69	1677,00	47,95
20	75,15	1601,85	45,80
12,5	107,06	1494,79	42,74
2	651,19	843,60	24,12
1,6	140,46	703,14	20,10
1,25	119,8	583,34	16,68
0,63	322,86	260,48	7,45
0,40	109,04	151,44	4,33
0,315	40,78	110,66	3,16
0,250	31,47	79,19	2,26
0,200	19,12	60,07	1,72
0,160	15,76	44,31	1,27
0,080	30,25	14,06	0,40
Pasante	14,06		

Tabla 42. Granulometría de granito medianamente alterado.



Gráfica 10. Curva granulométrica granito medianamente alterado.

Del estudio de la curva granulométrica se obtienen los siguientes datos (tabla 43):

D ₈₀ (mm)	43
D ₆₀ (mm)	33
D ₃₀ (mm)	3,4
D ₁₀ (mm)	0,78

Tabla 43. Parámetros de la curva granulométrica para un granito medianamente alterado.

El diámetro eficaz (D₁₀) es 0,78 mm. También se obtienen el coeficiente de uniformidad (C_u) y el coeficiente de redondez (C_z).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{33 \text{ mm}}{0,78 \text{ mm}} = 42,31 \quad (64)$$

$$C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = \frac{(3,4 \text{ mm})^2}{0,78 \text{ mm} \cdot 33 \text{ mm}} = 0,45 \quad (65)$$

Para definir el d₈₀, se toma un valor medio para el tamaño de arena gruesa definido anteriormente en el intervalo entre 2 y 5 mm, es decir, 3,5 mm. Entonces el índice reductor será:

$$\text{Índice reductor} = \frac{d_{80}}{D_{80}} = \frac{3,5 \text{ mm}}{43 \text{ mm}} = \frac{7}{86} \sim \frac{1}{12} \quad (66)$$

Según este índice reductor se requiere de un proceso de trituración fina, por lo que se elegirá maquinaria destinada a procesos de trituración secundaria, para material abrasivo. Para facilitar la elección se realiza la siguiente tabla:

Máquina	Índice reductor	Materiales abrasivos
Trituradora de mandíbulas	1/4 ~ 1/8	No
Trituradores de cilindros	1/3 ~ 1/4	
Molino de impactos	1/10 ~ 1/20	Si
Trituradores de rotores eje vertical		No
Trituradores y molinos de martillos		No
Trituradoras giratorias de cono	1/8 ~ 1/20	Si

Tabla 44. Parámetros elegidos para elección del triturador.

Esta elección ofrece dos alternativas según índice reductor y resistencia a la abrasividad: Molino de impactos y triturador giratorio de cono. El factor correspondiente para cada uno de estos equipos es 1,6 para impactadores y 1,3 para trituradora giratoria de cono.

A continuación se calcula el consumo energético necesario para realizar la trituración. Se utiliza el índice de Bond (Bond, F. C., 1961) el cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$W = 10 \cdot W_i \left(\frac{1}{\sqrt{d_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{80}}} \right) \quad (67)$$

Siendo:

W: Consumo (kW x h) por tonelada corta tratada (= 907,2 kg)

d_{80} : tamaño de malla por el que pasa el 80% del producto (mm).

D_{80} : tamaño de malla por el que pasa el 80% de alimentación (mm).

W_i : Índice de trabajo de Bond (kW·h/t). (Toneladas en sistema métrico decimal)

Para este cálculo, el W_i correspondiente a un granito oscila entre 10 y 20, se tomará el valor de 10 porque se halla medianamente alterado. Entonces se obtiene el siguiente valor:

$$W = 10 \cdot 10 \left(\frac{1}{\sqrt{3,5 \text{ mm}}} - \frac{1}{\sqrt{43 \text{ mm}}} \right) = 38,2 \text{ kW} \cdot \text{h} \quad (68)$$

Con este valor se puede estimar potencia necesaria de la trituradora. Para ello, la potencia teórica se obtiene de multiplicar el consumo (W) por la producción horaria que se prevé para el triturador, tomando como tal el valor de producción horaria del volquete que fue estimada en 151,62 m³/h en el apartado 8.6.6.3 de esta memoria, además, por el factor correspondiente a la trituradora (1,6 para impactadores y 1,3 para conos) se obtiene la potencia.

Teniendo en cuenta la producción, la potencia teórica que se obtiene por tonelada de todo – uno triturado es:

$$\text{Potencia}_{\text{teórica}} = W \times \text{producción horaria} \times \text{Densidad del todo - uno} \quad (69)$$

$$\text{Potencia}_{\text{teórica}} = 38,2 \text{ kWh} \cdot 151,62 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,8 \text{ t/m}^3 = 10425,39 \text{ kW} \cdot \text{t} \quad (70)$$

Para el caso del impactador la potencia será:

$$\text{Potencia}_{\text{impactador}} = 10425,39 \text{ kW} \cdot \text{t} \cdot 1,6 = 16680,62 \text{ kW} \cdot \text{t} \quad (71)$$

Por otro lado, se obtiene la potencia del triturador de cono:

$$\text{Potencia}_{\text{cono}} = 10425,39 \text{ kW} \cdot \text{t} \cdot 1,3 = 13553,01 \text{ kW} \cdot \text{t} \quad (72)$$

Por motivo de consumo energético, se optaría por la alternativa del triturador de cono, sin embargo el reglaje requerido por un cono para los productos esperados en éste exige demandas de producción del orden de un 33% inferior de la producción prevista, además los conos son especialmente sensibles a los materiales húmedos. Debido a estas razones se recurriría a un impactador para esta fase de tratamiento mineral, sin embargo el poder de estos dispositivos propicia la generación de finos lo que se traducirá en la merma de producto así como el problema aparejado por las emisiones de polvo.

Debido a las razones expuestas se plantea el uso de un triturador de rodillos, si bien el índice reductor va de 1/3 a 1/4, precisamente esta máquina al no producir finos en exceso permite solventar los dilemas planteados en lo referente a la merma del producto final por un lado y la emisión de polvo por otro. El factor correspondiente al triturador de rodillos es (1,3), entonces la ecuación 81 es aplicable al molino de rodillos, es decir, la potencia de esta máquina se estima en 13.553,01 kW·t.

8.7.1.1.1. Cuadro resumen

Se crea una tabla donde se resumen los parámetros obtenidos del estudio para la fase de trituración de la planta requerida.

Resumen de características	
D80 (mm)	43
D60 (mm)	33
D30 (mm)	3,4
D10 (mm)	0,78
Cu	42,31
Cz	0,45
Índice reductor	0,08
Producción (t/h)	4,7
Consumo energético (kW·h)	38,2
Potencia (kW·t)	13.553,01

Tabla 45. Parámetros obtenidos del estudio de trituración.

8.7.1.1.2. Alimentador

El alimentador se dispone en la recepción del todo-uno a la planta, bajo una tolva tronco-cónica donde descargará el volquete.

La elección del alimentador se realiza para la producción prevista teniendo en cuenta las características del material que compone el todo-uno. En la tabla 46 se reflejan el tipo de alimentador, el material para el que se diseña, la potencia y las producciones, según el fabricante Triman Minerals.

Tipo	Materiales	Potencia (kW)	Producción (t/h)
placas ATP	arcillosos, húmedos y heterogéneos	5,5	
de banda ABT	granulometría homogénea	1,1	100
separadores de barras SBT	todo, elimina tierras y arcillas	11	
de vaiven ARVTP	todo	11	100 ~ 200
precibador APTM	granulometrías medias y finas	2,3	180
vibrantes AVT	granulometría media y pequeña, trituradores	0,6	80

Tabla 46. Cuadro resumen alimentadores de Triman Minerals.

Para nuestras necesidades, se elige el tipo de Alimentador Vibrante AVT-80 por estar diseñado para producciones de hasta 80 t/h con un bajo consumo de 0,6 kW.

Las características del modelo elegido se exponen a continuación:

Ancho (mm)	450
Longitud (mm)	640
Potencia (kW)	0,3x2
Producción (t/h)	80

Tabla 47. Características técnicas alimentador AVT-80.

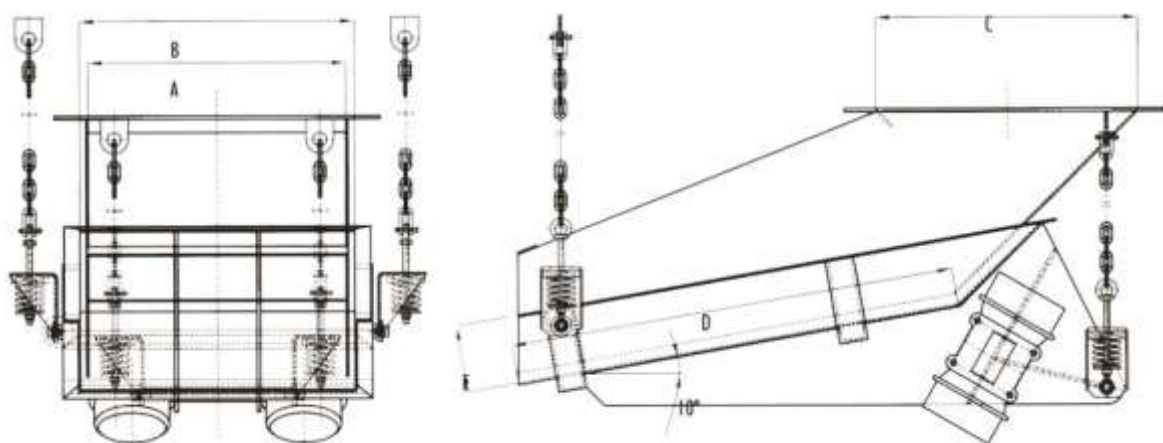


Ilustración 42. Planos AVT-80. Dimensiones A, ..., E en la tabla siguiente.

Las dimensiones de la máquina se reflejan en la tabla siguiente:

	(mm)
A	400
B	450
C	400
D	640
E	200

Tabla 48. Características técnicas del alimentador.



Ilustración 43. AVT, ejemplo de aplicación. <http://www.triman.es/maquinaria/canteras-mineria-reciclaje/maquinas-de-alimentacion/alimentadores-vibrantes-avt/>

8.7.1.1.3. Triturador de cilindros

A la hora de elegir un triturador de rodillos existen dos grupos:

- De cilindros lisos
- De cilindros dentados

Los primeros actúan por compresión pura mientras que en los segundos el cizallamiento e incluso la percusión cobra importancia. Pueden ser de dos cilindros o de rodillo único y placa.

La alimentación puede ser de dos tipos; a tragante lleno y en una capa. La selección de esta maquinaria se realiza por el tamaño máximo a triturar (d_{max}) haciendo uso de una fórmula que relaciona tamaño máximo con diámetro de los rodillos.

$$D_{min} = a \cdot (d_{max} - r) \quad (73)$$

Siendo;

D_{min} : Diámetro mínimo del cilindro.

a : Constante que depende del estado del material; 22 en material seco y 50 en húmedo.

d_{max} : mayor tamaño a triturar.

r : distancia entre rodillos.

En el caso que nos ocupa elijo el D80 que es 43 mm, para la constante se toma el valor 22 y la distancia entre rodillos se fija en el tamaño máximo del producto (5 mm). Entonces se obtiene:

$$D_{min} = 22 \cdot (43 \text{ mm} - 5 \text{ mm}) = 836 \text{ mm} \quad (74)$$

Una solución adecuada la ofrece Triman Minerals. Los molinos de la serie MRT son diseñados para la trituración de materiales blandos a semiduros, perteneciendo al tipo de cilindros dentados. Existen dos tipos dentro de esta serie, de doble cilindro o de cilindro y placa. En los de cilindro y placa con una adecuada elección de las picas se puede reglar el tamaño máximo de salida.

La construcción de estos trituradores se basa en un bastidor de acero en dos piezas con ajuste mecanizado. El rotor consiste en un eje de acero montado sobre casquillos cónicos, portapicas y picas que permiten ser reemplazadas. El reductor es de tipo tándem con tres trenes de engranajes, siendo diseñados para soportar altas cargas.

El fabricante ofrece la siguiente tabla para orientar sobre el modelo adecuado

MODELO	DIMENSIONES Entrada mm.	TAMAÑO MAX. Alimentación mm	*TAMAÑO Salida mm	PRODUCCION tn/h	POTENCIA Instalada kw	PESO kg
MRT 960-I	954×685	200	0 – 50	80 – 120	50	3.200
MRT 960-II	954×954	400	0 – 50	150 – 200	90	4.500
MRT 1500-I	1500×1070	300	0 – 50	120 – 180	90	7.000
MRT 1500-II	1500×1500	600	0 – 50	250 – 350	160	10.000

*NOTA: El tamaño de salida standard es de 50 mm, pero se puede modificar con otros equipos de picas.

Tabla 49. Características de los trituradores de rodillo MRT de Triman Minerals.

El modelo MRT 960-I se ajusta a los parámetros respecto al tamaño máximo de alimentación, así como la producción esperada. Se selecciona equipo de cilindro y placa, cuyas características técnicas se detallan a continuación.

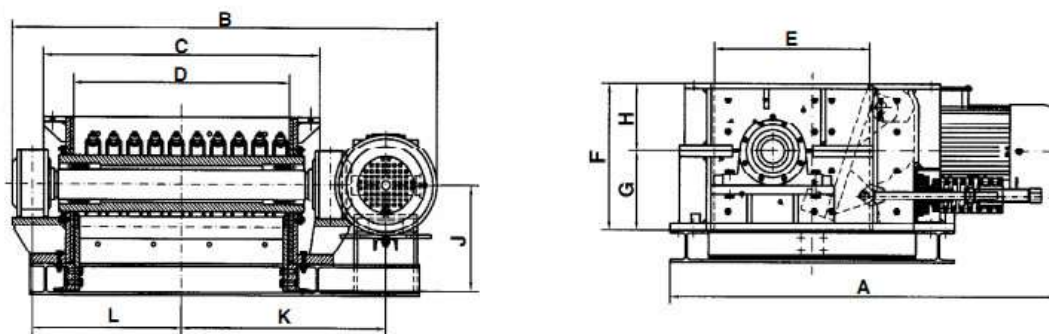


Ilustración 44. Triturador de rodillo y placa, MRT de Triman minerals.

MRT-I (1 EJE)

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
MRT 960-I	1715	1881	1224	954	685	650	350	300	470	904	660
MRT 960-II	1592	2000	1224	954	958	650	350	300	470	867	660
MRT 1500-I	2380	2630	1770	1500	1070	894	463	432	470	1171	982
MRT 1500-II	2245	2767	1770	1500	1500	894	463	432	583	1215	982

NOTA: Se fabrican multitud de modelos con ejecuciones especiales teniendo experiencia con anchos hasta de 2 m.

Tabla 50. Dimensiones del triturador elegido.

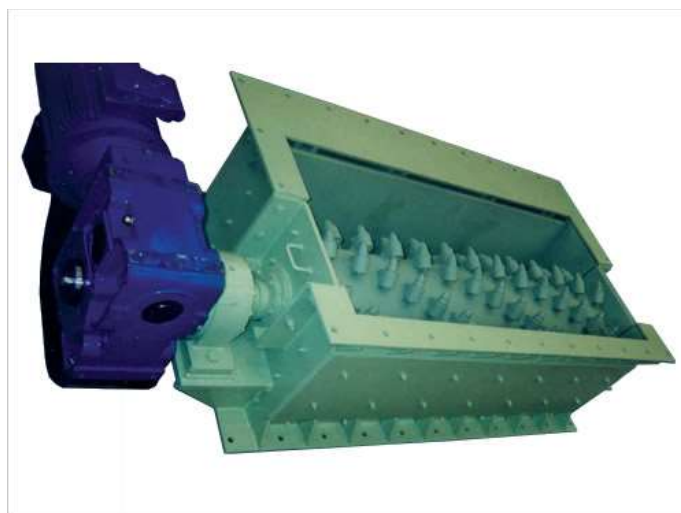


Ilustración 45. Vista de un triturador de rodillo y placa MRT.

8.7.1.2. Clasificación

Para este proceso se debe hacer uso de una criba que permita obtener las granulometrías deseadas y la eliminación de los finos mediante el riego con una disposición de duchas sobre la superficie de cribado ayudando a su vez al control de emisiones de polvo a la atmósfera. El equipo seleccionado será una criba desarenadora para la obtención final de los productos.

Para la selección de un modelo adecuado han de definirse la función, el material a tratar, tamaños de corte y precisión requerida. Estas definiciones se plasman en la tabla siguiente donde se incluyen características deseables en la criba:

Función	Cribado en dos tamaños
Tamaños de corte	5 - 2 - 0,8 mm
Material a tratar	Lem granítico (abrasivo)
Precisión	80 - 85 %

Tabla 51. Definiciones para elegir el tipo de criba.

8.7.1.2.1. Criba

Un tipo de criba adecuada para estos requisitos es la vibratoria de tipo desarenadora que dispondrá de duchas para eliminar la fracción fina. Los paños de la criba se elegirán en material sintético (caucho o poliuretano). Una criba de vibración rectilínea es adecuada para el trabajo que se le va a exigir, teniendo en cuenta la alta abrasividad del material a clasificar. Serán necesarios dos paños con los que obtener los tamaños de arenas deseadas, con corte granulométrico 2 – 5 mm para arena gruesa y 0,8 – 2 mm para obtener arenas medias-finas. La fracción limo arcillosa eliminada con el riego, será recogida como pasante por la parte inferior de la criba. La superficie de cribado deberá atender a la producción establecida en 4,7 t/h. Para calcular dicha superficie se consultan los datos técnicos que ofrece el fabricante, Alquezar.

Las cribas vibrantes dinámicas de la serie CT tienen la suspensión del cuerpo de la criba sobre el chasis de apoyo, mediante muelles metálicos helicoidales, los cuales disponen de reemplazo disponible con facilidad. Además, incorporan amortiguadores laterales para minimizar movimientos en arranque y parada.

El cajón de reparto de los áridos clasificados es desmontable, con lo cual el fabricante asegura un fácil cambio de telas, disponiendo además, de ventanas para inspección en cada uno de los lados de la criba.

El mecanismo de vibración, consiste en rodillos con eje de cojinetes montados sobre alojamientos de acero. Los cojinetes están lubricados con grasa y sellados contra el polvo. La intensidad de vibración es regulable mediante el uso de contrapesos situados en los extremos del eje, permitiendo aumentar o disminuir la potencia de la misma.

Para los tratamientos de lavado las cribas vibrantes de la serie CT, disponen juegos de duchas superficiales e intermedias. Las duchas consisten en un conjunto de aspersores de poliuretano y de una red de distribución de agua, anclada al chasis de la criba. El fabricante aconseja una dotación de agua para obtener una pulpa con 15 ó 20% de sólidos en volumen. Las duchas serán de poliuretano, tipo pico de pato, especialmente creadas para cribas por la casa Cribacero, dispensador de complementos para cribas.



Ilustración 46. Duchas de poliuretano de la casa Cribacero.

Las cribas de la serie CT de Alquizar, permiten estar equipadas con distintos tipos de mallas. La tensión de las mallas es lateral, mediante listones longitudinales. Las mallas de poliuretano incorporan un sistema de fijación específico mediante cuñas.

Modelo	Anchura malla (mm)	Longitud malla (mm)	Anchura chasis (mm)	Altura			Velocidad (r.p.m.)	Inclinación (deg)	Superficie (m ²)	Potencia (C.V.)
				2 tamices	3 tamices	4 tamices				
CT-1	800	1.800	1.290	1.440	1.670	1.900	1.200	16	1,4	4
CT-2	1.000	2.500	1.630	1.800	1.800	1.900	1.100	16	2,5	5,5
CT-3	1.200	3.000	1.880	1.880	1.880	2.300	1.050	16	3,6	10
CT-4	1.500	4.000	2.220	2.290	2.290	2.700	1.000	16	6	15
CT-5	1.800	5.000	2.640	2.870	3.470	3.900	950	20	9	25
CT-6	2.000	6.000	2.740	3.690	4.290	4.875	810	20	12	40
CT-7	2.300	6.000	3.040	3.690	4.290	4.875	810	20	13,8	50
CT-8	2.300	7.000	3.040	4.040	4.640	5.225	810	20	16,1	2 x 40

Tabla 52. Características técnicas de las cribas Alquizar serie CT.

El modelo que se ha elegido es la máquina de cribado de movimiento lineal Alquezar serie CT, cuyas características técnicas se han reflejado en la tabla 52. Tienen una capacidad de cribado hasta 40 toneladas por m^2 . (Ver ilustración 47). Se requerirá por hora de cribado una superficie consistente en:

$$\text{Superficie de cribado} = \frac{4,7 \text{ t} \cdot m^2}{40 \text{ t}} = 0,12 \text{ m}^2 \quad (75)$$



Ilustración 47. Criba de vibración lineal Alquezar serie CT.

El modelo que se adecúa a lo calculado en la ecuación 84 es el CT-1 cuyas características se exponen en la tabla siguiente:

	Dimensión	uds
Anchura de malla	800	mm
Longitud de malla	1.800	mm
Anchura chasis	1.290	mm
Altura (2 tamices)	1.440	mm
Velocidad	1.200	rpm
Inclinación	16	°
Superficie	1,4	m^2

Tabla 53. Características técnicas de la criba Alquezar serie CT seleccionada.

Para calcular la dotación de agua en el riego de la criba así como el número de difusores necesarios, se considerará un caudal de $1,5 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de material a cribar en una hora. Se recomienda una presión del orden de 150-250 kPa.

La tabla que se muestra a continuación indica el caudal de difusores de poliuretano tipo “pico de pato”, en función de su diámetro y la presión del agua, así como la anchura del chorro plano que producen en la criba en función de la altura de colocación sobre la misma.

Difusores de poliuretano									
Diámetro difusor (mm)	Caudal (m^3/h) a diferentes presiones (kPa)						Anchura del chorro (mm) Presión 150 kPa		
							Altura sobre la malla (mm)		
	50	100	150	200	300	400	200	300	400
4	0,42	0,72	1,02	1,2	1,5	1,74	300	400	450
5	0,48	0,84	1,14	1,26	1,56	2,34	350	450	500
7	1,08	1,38	1,74	1,98	2,46	3	400	500	700
9	1,5	2,46	2,88	3	3,12	3,24	500	600	800

Tabla 54. Características de los difusores de poliuretano.

Con estos datos se puede determinar el número de difusores a colocar en línea en el ancho de la criba para cubrir ésta perfectamente, mientras que el número total de difusores se establecería en base al caudal total de agua que debe aportar el riego.

Suponiendo un difusor de 4 mm de diámetro y una presión de 150 kPa se obtiene un caudal de $1,02 \text{ m}^3/\text{h}$. Para una anchura de chorro de 300 mm se deberán instalar a una altura sobre la malla de 400 mm. Para cubrir el ancho del paño, 800 mm, se deben instalar tres hileras.

Para calcular el número de difusores, antes hay que calcular la cantidad de agua necesaria en base al caudal propuesto unas líneas arriba, es decir, $1,5 \text{ m}^3$ por tonelada a tratar. Como la producción estimada es de $4,7 \text{ t/h}$ entonces se tiene que en una hora se necesitarán:

$$Volumen_{agua} = \frac{4,7 \text{ t} \cdot 1,5 \text{ m}^3/\text{h}}{1 \text{ t}} = 7,05 \text{ m}^3/\text{h} \quad (76)$$

Una vez conocido este valor se calcula el número necesario de difusores:

$$\text{Número de difusores} = \frac{Volumen_{agua}}{\text{Caudal}} = \frac{7,05 \text{ m}^3/\text{h}}{1,02 \text{ m}^3/\text{h}} = 6,9 \sim 7 \quad (77)$$

A la vista de este resultado se instalarán tres hileras al tresbolillo (2,3,2) debidamente repartidas sobre el paño, disposición que se refleja en la Ilustración siguiente.

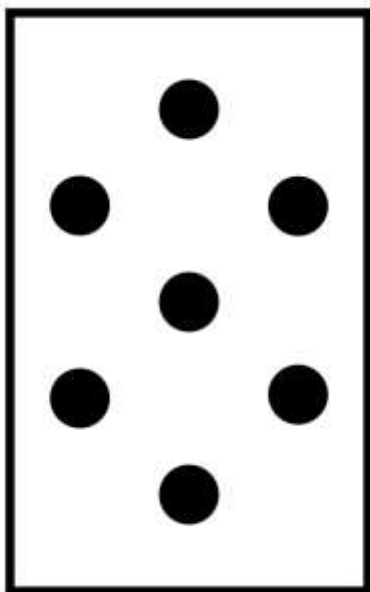


Ilustración 48. Disposición de las duchas sobre los paños.

8.7.1.3. Gestión de lodos

La presencia de riego en el cribado obliga a la gestión de los lodos resultantes que se recogerán en una bandeja inferior que los conducirán hasta un decantador. Será necesario estimar el agua que compone la fracción líquida de los lodos, así como la cantidad de agua que se reciclará.

8.7.1.3.1. Decantador

En este caso se elige un decantador de la serie SD que ofrece la citada firma, cuyas características técnicas se exponen a continuación.

Decantador de lodos				
Modelo	Diámetro mts	Potencia Kw	Bomba lodos estándar Kw	Capacidad m³/h
SD-120	5	1,1	7,5	120
SD-200	6,5	1,1	7,5	200
SD-300	8	1,5	11	300
SD-450	10	1,5	15	450
SD-650	12	2,2	18,5	650
SD-800	14	3	22	850

Tabla 55. Características técnicas serie SD de decantadores Miningland.

El diseño y dimensiones de esta serie se exponen a continuación:

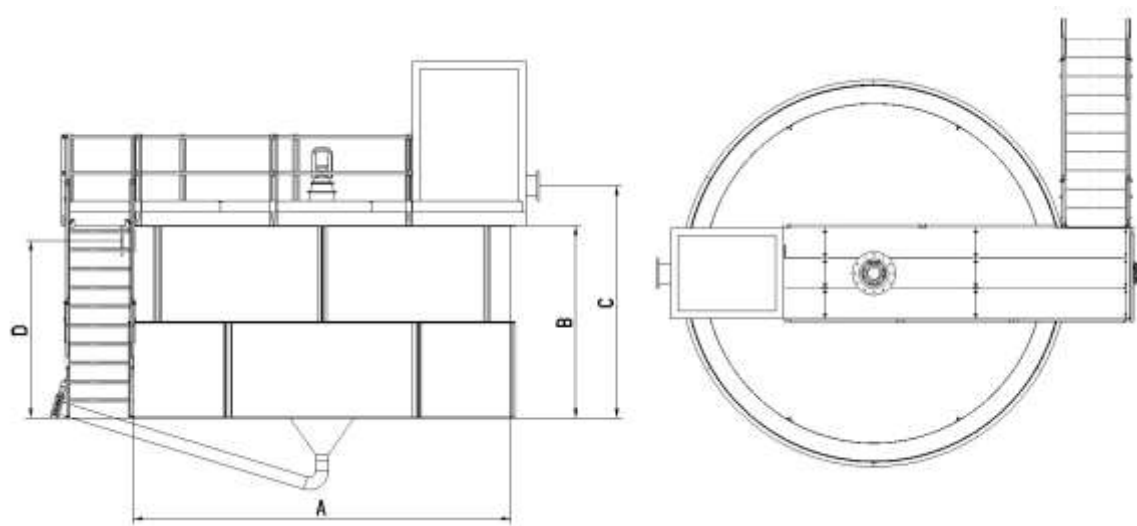


Ilustración 49. Decantador Miningland serie SD.

Decantador de lodos				
Modelo	A	B	C	D
SD-120	5.000	2.500	3.100	2.100
SD-200	6.500	2.500	3.300	2.100
SD-300	8.000	2.500	3.300	2.100
SD-450	10.000	2.500	3.300	2.100
SD-650	12.000	3.000	4.000	2.600
SD-800	14.000	3.000	4.300	2.600

Tabla 56. Dimensiones serie SD de decantadores Miningland.

El modelo que se elige es el SD-120 que tiene por capacidad hasta 120 m³/h. Para justificar la conveniente elección se realiza una estimación del caudal de lodos que se prevé generar. Para ello se tiene en cuenta datos calculados anteriormente, es decir, el volumen horario de agua que consume la criba es de 7,05 m³, la fracción inferior a 0,8 mm supone el 10% del material a tratar lo que se traduce en

$$4,7 \text{ t/h} \cdot 10\% = 0,47 \text{ t/h} : 1,8 \text{ t/m}^3 = 0,26 \text{ m}^3/\text{h} \quad (78)$$

Por otro lado, la fracción granulométrica comprendida entre 5 y 0,8 mm retendrá una cantidad de agua por efecto de la capilaridad que se estima en un 10% del agua usada en el cribado, lo que viene a suponer una cantidad estimada en:

$$7,05 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 10\% = 0,71 \text{ m}^3/\text{h} \quad (79)$$

Esta cantidad al quedarse en el producto se debe de restar a la cantidad total de agua en el cribado, siendo el agua que formará parte del lodo:

$$7,05 \text{ m}^3/\text{h} - 0,71 \text{ m}^3/\text{h} = 6,34 \text{ m}^3/\text{h} \quad (80)$$

Entonces, el volumen total de lodo se compone de la parte de agua calculada en la ecuación anterior, es decir 6,34 m³/h, más el volumen de finos estimado en la ecuación 78, que se calculó en 0,26 m³/h. El volumen de lodos que se prevé generar será:

$$6,34 \text{ m}^3/\text{h} (\text{agua}) + 0,26 \text{ m}^3/\text{h} (\text{finos} < 0,8 \text{ mm}) = 6,60 \text{ m}^3/\text{h} \quad (81)$$

Con esta cifra de lodos se comprueba que el decantador elegido tiene capacidad de sobra para la correcta gestión de los lodos producidos.

A continuación se estima el volumen de agua reciclada cuyo destino será la balsa de almacenamiento de agua. En este caso estimaré unas pérdidas de hasta el 15% del agua en el decantador por evaporación, entonces el agua recuperable consiste en la aplicación de dicho porcentaje al agua del lodo:

$$6,60 \text{ m}^3/\text{h} - 10\% = 6,60 \text{ m}^3/\text{h} - 0,66 \text{ m}^3/\text{h} = 5,94 \text{ m}^3/\text{h} \quad (82)$$

Éste es el caudal estimado que alimentará a la balsa de almacenamiento de agua. Dicho caudal es agua reciclada.

8.7.2. Diagrama de flujo de la planta

Finalmente se expone el diagrama de flujo del diseño final de la planta de tratamiento en la siguiente Ilustración, donde quedan recogidos los elementos seleccionados.

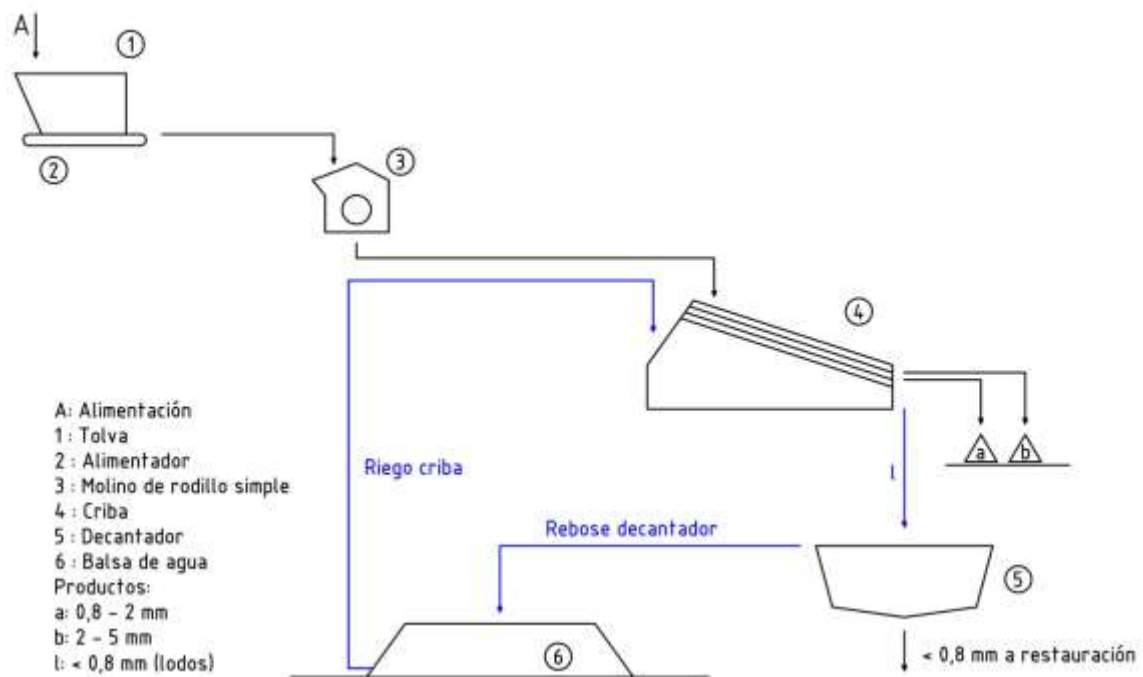


Ilustración 50. Diagrama de flujo de la planta de tratamiento mineral.

9. Captación de agua

9.1. Hidráulica de captación

Tanto las labores de explotación, planta de tratamiento, conservación, servicios auxiliares y plan de restauración necesitan de la dotación de agua, por lo que se hace necesario plantear la ejecución de un sondeo.

Una captación es una obra destinada a llevar a la superficie un caudal de agua subterránea, teniendo en cuenta que habrá de ser rentable en el balance beneficio-coste.

Las captaciones artificiales se componen de dos partes, obra de acceso al acuífero y obra de captación. Siempre que el acuífero tenga las características hidráulicas necesarias, la tecnología actual en perforación permite conseguir los caudales requeridos, con equipos de perforación de gran potencia y un amplio abanico de bombas que son introducidas en el pozo con la potencia suficiente para extraer los caudales requeridos.

Un pozo es una perforación vertical de sección circular en la que pueden diferenciarse dos partes:

- Acceso al acuífero que dispondrá de entubación ciega para sostenimiento de la pared del pozo e impide la contaminación del interior del mismo.
- Zona de admisión o de entrada de agua donde se coloca tubería ranurada, de rejilla o de puentecillo y permite que el agua se introduzca en el pozo sin contaminación por partículas de roca.

Los parámetros geométricos de un pozo son:

- Profundidad: L
- Diámetro de perforación: φ_p
- Diámetro de entubación: φ_e
- Espesor entubación: e
- Longitud zona ranurada: λ
- Diámetro rejilla: φ_r
- Porcentaje de huecos de la rejilla y tamaño de las ranuras
- Tipo de material de rejilla y entubación

En la siguiente Ilustración se esquematizan los parámetros hidráulicos de acuífero confinado, donde podemos ver el nivel estático y el cono de depresión.

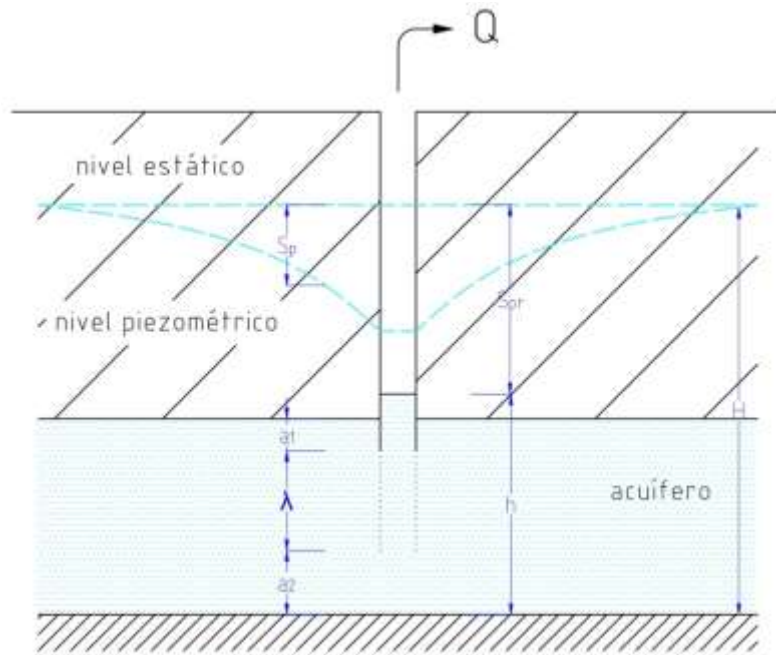


Ilustración 51. Elementos de un pozo de bombeo. Adaptado de Escuder, R. (2009).

Los parámetros que forman los elementos del pozo se establecen en el apartado diseño de la captación.

9.2. Diseño de la captación de agua

9.2.1. Ubicación del sondeo

A la hora de elegir la ubicación del pozo se tienen en cuenta dos requisitos:

- Que cumpla con la legislación vigente
- Que esté lo más cercano posible a la planta de tratamiento

La legislación se corresponde con el RD 1/2016, de 8 de Enero, Anexo VII, Capítulo VII, artículo 28. En este decreto se establecen las distancias mínimas que debe haber entre pozos. En la siguiente Ilustración se representan los pozos cercanos a la explotación.

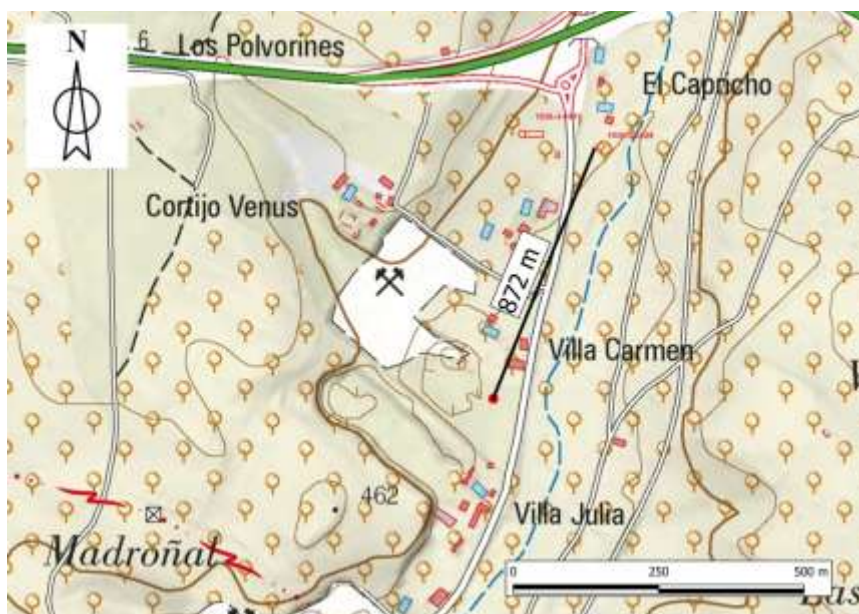


Ilustración 52. Distancia del punto de perforación proyectado al pozo más cercano.

Como se puede observar en la ilustración 52, se indica el punto donde se proyecta, sus coordenadas UTM (ETRS89) son:

X (UTM)	Y (UTM)
445628.7	4218984.3

Tabla 57. Coordenadas UTM (ETRS89) del sondeo.

La distancia de este punto al pozo más cercano es de 872 metros. El RD 1/2016 de 8 de enero establece que para captaciones con volúmenes anuales iguales o superiores a los 3.000 m³ anuales la distancia mínima entre pozos será de 50 metros, siendo esta categoría la más restrictiva de los casos que expone, por lo que es factible la perforación en el punto propuesto.

9.2.2. Elección del método de perforación

Para llevar a cabo una perforación vertical de sección circular donde se extraerá agua mediante bombeo, los métodos disponibles son: Percusión, Rotopercusión y Rotación.

Método de percusión

El método de percusión se basa en el golpeo mediante trépano a una determinada frecuencia en la roca mediante una herramienta adecuada para realizar la perforación de la misma. Con este sistema se puede alcanzar cualquier profundidad y diámetros entre 200 mm y 800 mm. Es la técnica más antigua de perforación de sondeos y con ella se puede perforar cualquier clase de terreno. (Bustillo, M., 2001)

Método de rotopercusión

Para el método de rotopercusión se hace uso de una sarta de perforación por donde se inyecta aire comprimido a través de las tuberías para accionar un martillo neumático de fondo, que golpea directamente el útil de perforación. (Bustillo, M., 2001 en López, C., 2001).

En la actualidad, el método permite superar los 300 m. de profundidad. El diámetro máximo es 320 mm, que se consigue reperforando el taladro inicial de 210 mm de diámetro. Su utilización es excelente para terrenos consolidados, granito, cuarcitas, calizas, dolomías y pudingas. La perforación es muy rápida, consiguiendo avances medios diarios de 100 m. (Bustillo, M., 2001).

Método de rotación

El método de rotación comprende dos variantes dependiendo de la circulación del fluido de perforación, circulación directa e inversa. La circulación directa es aquella donde el fluido de perforación se inyecta por el interior de la sarta y se recupera por el anular, mientras que la circulación inversa hace uso de tubería de perforación de pared doble y el fluido de perforación se recupera por el interior de la tubería.

La rotación directa es aplicable a cualquier profundidad y su diámetro máximo está en torno a los 700 mm. En rotación inversa la profundidad máxima se restringe a unos 300 m y diámetros entre 250 mm y 700 mm. en terrenos no consolidados.

Método elegido

Se elige como método de perforación para el sondeo el método de rotopercusión, con martillo en fondo por su buen comportamiento en todo tipo de materiales, aunque la roca sea altamente abrasiva. Es un método versátil, rápido de ejecución y está muy estandarizado.

El martillo en fondo presenta una serie de ventajas con respecto al martillo en cabeza tales como mayor eficiencia de perforación, menores desvíos de la perforación, menor ruido ya que la percusión se lleva a cabo en el interior del subsuelo.

A la vista del inventario de puntos de agua realizado en la zona (ver punto 7.5), la profundidad objetivo es de 100 m. y el diámetro de perforación será de 220 mm.

9.2.3. Equipo de perforación

Para elegir el equipo de perforación se recurre a la empresa Talleres Segovia S.A. Esta empresa ofrece, entre los equipos destinados a perforación de pozos de agua.

Este fabricante dispone de sondas perforadoras para sondeos de hasta 2.000 metros de profundidad, montadas sobre orugas, camión y plataforma.

Un equipo seleccionado es la Segoqui 21, cuyas características técnicas se exponen en la siguiente tabla.

SEGOQUI 21 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Propósito:	Rotopercusión y Circulación Directa.
Capacidad:	450 m de profundidad con Ø350 mm.
Potencia:	150 kw (200 H.P) a 1.800 r.p.m.
Par máx. de rotación:	2.200 kg x m.
Extracción máxima:	24.000 kg.
Cabestrante Principal:	36.000 kg.
Extracción Total:	50.000 kg. con cilindro y cabestrante.
Empuje:	12.000 kg.
Vel. máx. Rotación:	120 r.p.m.
Cabeza de Rotación:	Con 3 velocidades.
Mesa inferior:	Hidráulica con 320 mm de paso.
Varillaje:	Ø114mm. Ø140mm y 3m de longitud.
Almacén de varillas:	150 m, sobre propio camión.
Tipo de montaje:	Camión 6x6 ó 6x4 con P.M.A de 26.000 kg.
Cabrestante:	Para maniobra de 3.000 kg de tiro.
Varios:	Grupo de Soldadura de 300 A. Bomba de inyección de espuma.

Tabla 58. Características Segoqui 21.

Como se puede observar en la tabla 58, la Segoqui 21 admite un diámetro de perforación de hasta 350 mm alcanzando los 450 metros de profundidad. Puede ir montada en camión 6x6 ó 6x4 con PMA de 26 toneladas. Produce un empuje de 12.000 kg puede perforar a rotopercusión.



Ilustración 53. Perforadora Segoqui 21, Talleres Segovia.

9.2.4. Revestimiento del sondeo

Para esta parte del diseño existen dos tipos de soluciones:

- **Tubería de revestimiento;** uso indicado cuando existe peligro de derrumbe de las paredes del sondeo.
- **Cementación;** para consolidación de paredes de los sondeos o para poder perforar zonas muy descompuestas y con fuerte karstificación. (Piñero en López, 2001)

El grado de alteración de la roca, permite utilizar tubería de revestimiento sin necesidad de cementar.

En la zona de estudio, podemos hablar de dos tipos de fuentes de aporte de agua. La primera localizada en las zonas más alteradas del granito, generalmente en la parte superficial sometida a meteorización que se comportaría como un acuífero libre y una segunda asociada a la presencia de fracturas en el granito sano que conformaría un acuífero secundario por fracturación. La detección de estas zonas favorables permite la buena colocación de la tubería ranurada.

Un material adecuado para este desempeño es la tubería de acero estirado sin junta de unión, y deberá tener el diámetro suficiente en función de la profundidad proyectada y el caudal que se pretende explotar.

9.2.4.1. Diámetro de entubación

El diámetro de la entubación se determina por la profundidad prevista y por el caudal que se explotará. Basándome en el "Manual de sondeos. Aplicaciones" (Piñero en López, 2001), en la tabla 49 se indican los diámetros de entubación según el caudal y diámetro de perforación.

PROFUNDIDAD H (m)	CAUDAL Q (l/s)		
	0-40	40-60	60-100
	DIÁMETRO (mm)		
0-100	250	300	350
100-200	300	350	400
200-300	300	350	400

Tabla 59. Elección del diámetro de entubación. Tomado de Piñero en López, C. 2001.

A la vista de esta tabla parece adecuado elegir un diámetro de entubación de 250 mm como mínimo, coincidiendo con los datos obtenidos anteriormente en el informe hidrogeológico.

9.2.4.2. Materiales

Entre la diversidad de materiales que pueden usarse, dos de ellos se consideran como punto de partida;

- **Acero estirado** en varios espesores en función del diámetro del sondeo y la resistencia a soportar, además de las características de los terrenos atravesados.
- **PVC** (Polivinilo de Cloro) para sondeos de pequeño diámetro en terrenos consolidados, requiere un estudio que incluya profundidad esperada del nivel piezométrico y condiciones atmosféricas del lugar (grandes diferencias entre temperaturas, heladas persistentes) que pueden ocasionar la cristalización del material.

Se elige tubería de acero estirado, entre otras razones que se discuten en los puntos siguientes, por las presiones que ha de soportar.

9.2.4.3. Resistencia mecánica

Se selecciona un espesor de 5 mm para diámetros entre 200 y 250 mm de diámetro.

9.2.4.4. Acoplamiento

Las tuberías se soldarán por arco eléctrico mediante electrodo adecuado. Los cordones se caracterizarán por su continuidad en toda la superficie de contacto. Se introducirán los tubos procurando dejar fuera del sondeo la longitud necesaria que permita el soldeo de los mismos.

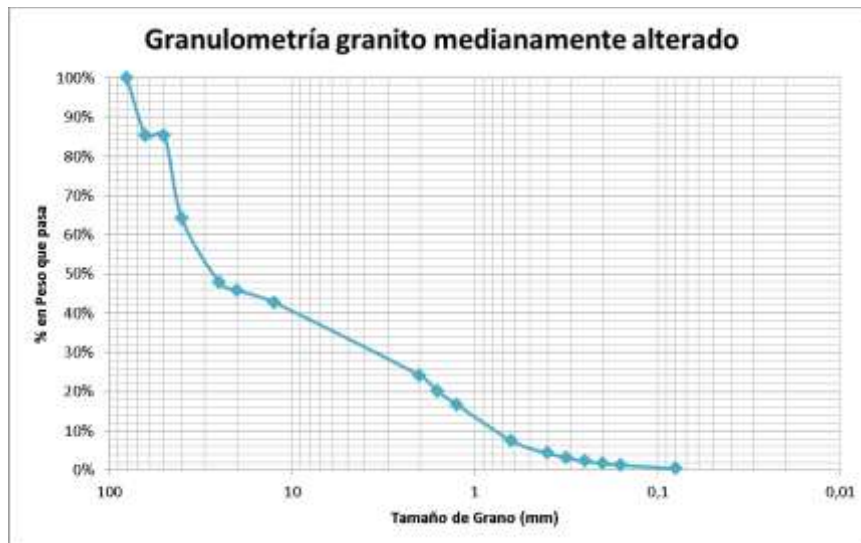
9.2.5. Filtros

Para realizar el estudio de este apartado se incluyen los siguientes subapartados:

- Granulometría y tipo de filtro.
- Elección de la clase de filtro.
- Gravas.
- Colocación de los filtros.

9.2.5.1. Granulometría y tipo de filtro

Se parte de los datos obtenidos del apartado “8.7.1. Diseño de la planta de tratamiento”. Los tamaños que necesitan un filtrado son los que componen el intervalo [2 , 0,05] mm, ver gráfica 11.



Gráfica 11. Granulometría de un granito medianamente alterado.

El porcentaje de material que se incluye en este intervalo para el material que se va a perforar consiste en un 76%, por lo que es necesario colocar empaque de gravas.

La grava deberá ser lo más redondeada posible, silíceas y con cierto grado de uniformidad. La grava deberá estar limpia, y será lavada con agua dulce. Estos requisitos se traducen en un menor rozamiento y una menor pérdida de carga, produciéndose un

ahorro energético durante la extracción. La grava filtrante se dispondrá dejándola caer por espacio anular entre el sondeo y la tubería.

Tamaños máximo y mínimo de la grava en el empaque

Se desea retener el 10% de las partículas más finas, dicho tamaño es 0,8 mm, mediante el siguiente criterio se calcula los diámetros mínimo y máximo que formarán el empaque de gravas.

$$D_{grava} = 6 D_{retenida} \quad (83)$$

Siendo D_{grava} el tamaño mínimo y $D_{retenida}$ el tamaño seleccionado que se desea retener. El tamaño de la grava máxima es el doble de la grava mínima.

$$D_{grav\ mín} = 6 \times 0,8\ mm = 4,8\ mm \sim 5\ mm \quad (84)$$

$$D_{grav\ máx} = 2 \times D_{grav\ mín} = 2 \times 5\ mm = 10\ mm \quad (85)$$

Se requiere grava comercial 5/10.

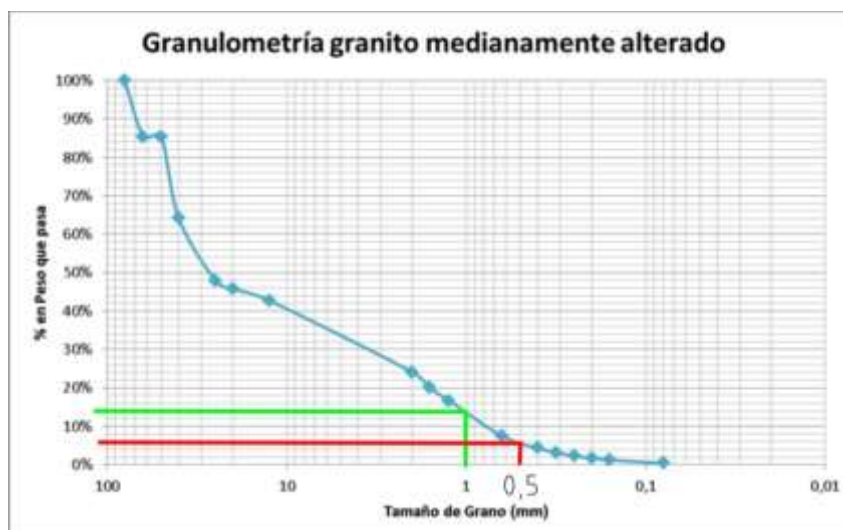
9.2.5.1.1. Porcentaje en peso de la formación que deja pasar según empaque calculado

Para calcular este porcentaje se hace mediante las siguientes fórmulas, que son simples relaciones de diámetros:

$$D_{mínimo\ arena\ retenida} = D_{grav\ mín} / D_{grav\ máx} = 5/10 = 0,5 \quad (86)$$

$$D_{máximo\ arena\ retenida} = D_{grav\ máx} / D_{grav\ máx} = 10/10 = 1 \quad (87)$$

Los tamaños obtenidos en las ecuaciones 86 y 87 se pasan a la curva granulométrica, entonces se obtienen los porcentajes correspondientes. Esto se representa en la gráfica siguiente.



Gráfica 12. Granulometría de un granito medianamente alterado.

Como se observa en la gráfica 12 el tamaño mínimo de grava dejará pasar un 6% y el tamaño máximo dejará pasar un 14%.

9.2.5.1.2. Cálculo del diámetro de la apertura de rejilla del filtro

Esta dimensión se calcula en la siguiente fórmula, y consiste en un 80% de los diámetros de la grava comercial requerida (5/10):

$$D_{abertura\ rejilla} = 0,8 D_{grava} \quad (88)$$

El tamaño mínimo es

$$D_{abertura\ rejilla\ mín} = 0,8 \times 5 = 4\ mm \quad (89)$$

Y el correspondiente tamaño máximo será

$$D_{abertura\ rejilla\ máx} = 0,8 \times 10 = 8\ mm \quad (90)$$

9.2.5.1.3. Selección de rejilla

Para realizar este apartado se siguen las consideraciones dadas por Villanueva, M., Iglesias, A., (1988). Se realiza el estudio mediante el método que ofrecen estos autores en la referencia bibliográfica.

La siguiente gráfica (gráfica 15) es un ábaco en el que se relaciona caudal con porcentaje de paso teórico, dicho paso se convierte en paso real y finalmente ofrece una

selección de productos que ofrecen ciertos fabricantes clasificados con abertura de paso de dichos modelos. El proceso consiste en tres pasos:

- 1°. Se parte de un caudal por metro (Q_m) de acuífero y un diámetro de tubería (D). Estos datos, que se han obtenido del estudio hidrogeológico, son $Q_m = 1,5$ l/s y $D = 200$ mm. En la gráfica 15 se obtiene un porcentaje de paso teórico del 8%.
- 2°. Ahora se calcula la relación de diámetros (RD), que para este cálculo se toma una media. También se tiene en cuenta el empaque de gravas con los diámetros que se calcularon en el apartado anterior (5/10). Para un diámetro de rejilla de 200 mm se toma una abertura de paso 2,5 mm que es la mayor abertura de rejilla ALPO.

$$RD_{mínima} = \frac{A.P.}{DG_{máximo}} = \frac{2,5 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 0,25 \quad (91)$$

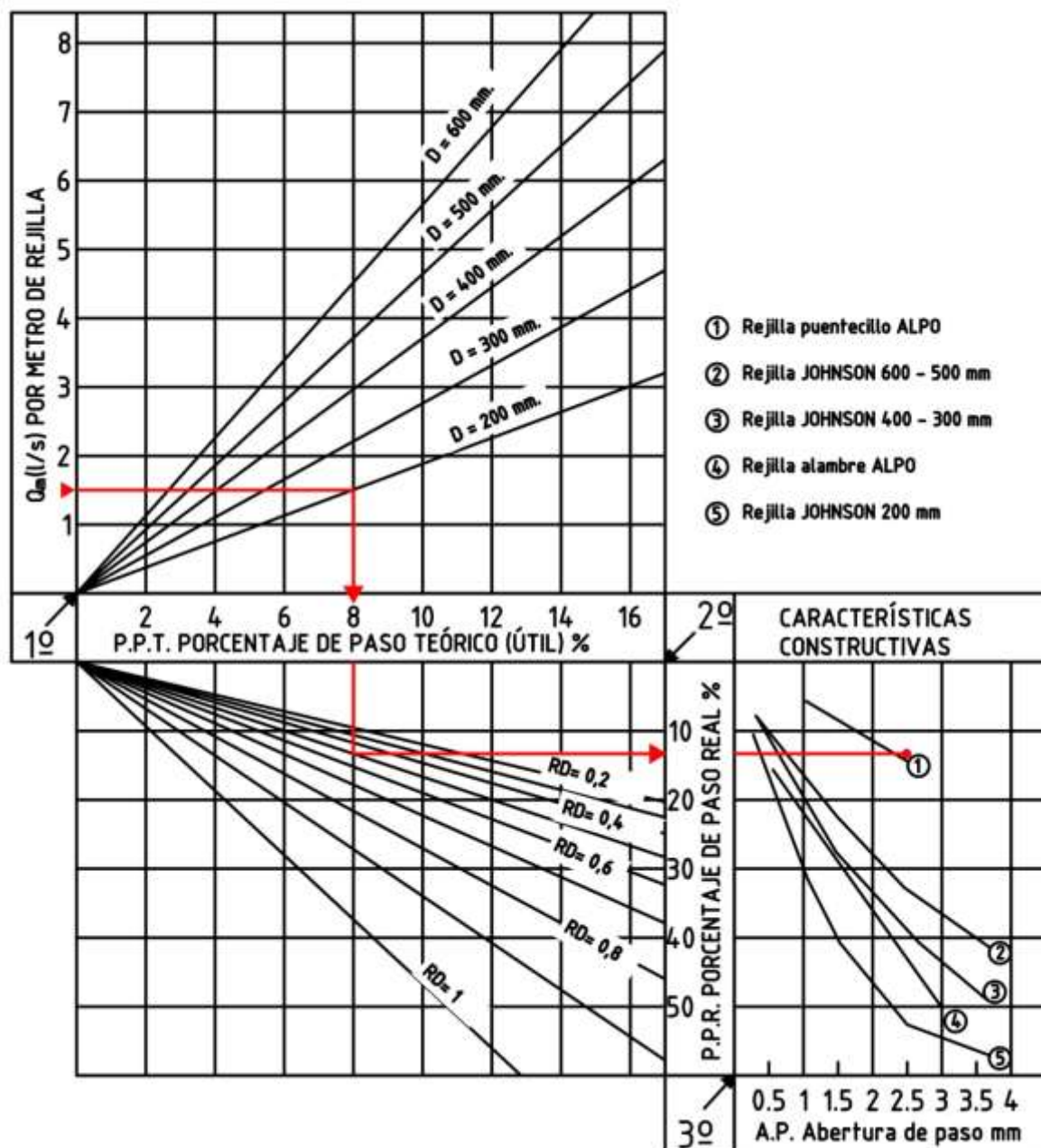
$$RD_{máxima} = \frac{A.P.}{DG_{mínimo}} = \frac{2,5 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} = 0,5 \quad (92)$$

$$RD_{media} = \frac{RD_{mínima} + RD_{máxima}}{2} = \frac{0,75}{2} = 0,4 \quad (93)$$

Se obtiene un porcentaje de paso real de un 12%.

- 3°. Teniendo en cuenta que la apertura de paso es 2,5 mm, se obtiene como resultado que se puede elegir el modelo más económico.

En la gráfica 13 se ha trazado el proceso recién descrito.



Gráfica 13. Ábaco para selección de rejilla. Villanueva, M., Iglesias, A., (1988).

9.2.6. Desarrollo del sondeo

Con el objetivo de aumentar la productividad del pozo, se realizará el desarrollo del sondeo mediante pistoneo, adecuando el pistón al diámetro de la perforación.

9.2.7. Diseño de la balsa de almacenamiento de agua

Tanto el agua que se extraiga del sondeo como la recuperada en el tanque de decantación, será almacenada en una balsa para su distribución en las distintas operaciones de cantera según se indica en la ilustración 54.

Suministro de agua



Ilustración 54. Esquema dotación de agua en la explotación.

Además se tiene en cuenta que la máxima demanda se dará en el periodo más seco del año, que va desde Mayo a Septiembre.

El desempeño de riego de pistas se hará mediante una cuba de 12.000 litros. Se estima que durante el citado periodo seco que dicha cuba dará unas tres pasadas en cada jornada, lo que asciende a 36.000 litros por jornada.

Se estima el agua para el aseo de los trabajadores en 2 m³ por jornada, es decir, 2.000 l/jornada.

El agua que necesita el proceso de cribado se estimó en 7,05 m³/h, teniendo en cuenta que la jornada eficaz se estimó en 6 horas se tiene que el agua necesaria para este tratamiento será de:

$$7,05 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 6 \text{ h/jornada} = 42 \text{ m}^3/\text{jornada} = 42.000 \text{ litros/jornada} \quad (94)$$

Por otro lado, se calculó una producción para el pozo en 5.400 l/h, lo que supone por jornada 324.000 l/jornada.

Con estos datos se crea la siguiente tabla donde se realiza un balance, el cual permitirá discernir que la dotación, sin contar labores de restauración vegetativa, sería el

25% de la producción del pozo, quedando un amplio margen para las tareas de revegetación y restauración.

Concepto	Producción por jornada de trabajo (litros)	Consumo por jornada de trabajo (litros)
Pozo	324.000	
Mantenimiento de pistas		36.000
Aseos		2.000
Lavado en criba		42.000
BALANCE TOTAL		244.000

Tabla 60. Relación producción del pozo contra demanda de la explotación.

En el plan de restauración se dará una explicación detallada y justificada de la dotación que sea necesaria, aunque como punto de partida se podría tomar una cantidad similar a la del riego de pistas. En este caso se tiene.

$$(36.000 \cdot 2) + 2.000 + 42.000 = 116.000 \text{ l/jornada} \quad (95)$$

Con estos datos, se estima necesaria una balsa que permita almacenar esta cantidad, es decir, 116.000 litros ó 116 m³.

9.2.8. Selección y dimensionado de la bomba

Para seleccionar la bomba se tiene en cuenta las siguientes características; Se bombeará agua de pozo, el bombeo se llevará a cabo mediante bomba sumergible, el caudal de explotación será de 1,5 l/s, la altura geométrica es de 100 metros, energía eléctrica alterna trifásica 380 voltios, bombeo automatizado.

Los datos relevantes a esta parte del diseño se recogen en la tabla siguiente:

Características del sondeo	
Diámetro del pozo	300 mm
Profundidad alcanzada	100 m
Diámetro entubado del pozo	250 mm
Datos de partida	
Caudal de explotación	1,5 l/s
Cota embocadura sondeo	435 m.s.n.m.
Cota máxima elevación	439 m.s.n.m.
Profundidad n.d. mínimo	35 m
Tubería de Pozo	
Longitud	70 m
Diámetro	80 mm
Material	Acero estirado
Codo 90°	1 uds
Válvula de compuerta	1 uds
Válvula de retención	1 uds
Tubería de impulsión	
Longitud	20 m
Diámetro	100 mm
Material	Acero estirado
Codo 90°	3 uds
Codo 45°	1 uds
Válvula de compuerta	1 uds
Válvula retención	1 uds
Ensanchamiento 80/100 mm	1 uds

Tabla 61. Datos del pozo.

Con estos datos se desarrolla el esquema siguiente:

- 1°. Cálculo de la altura manométrica
- 2°. Potencia hidráulica del grupo elevador
- 3°. Elección de la bomba
- 4°. Sección del cable
- 5°. Transformador

9.2.8.1. Cálculo de la altura manométrica

La altura manométrica se compone por la suma de la altura geométrica, altura de elevación y la altura correspondiente a las pérdidas de carga que se producen en el circuito hidráulico.

$$H.m. = H_g + H_e + H_{pc} \quad (96)$$

Donde H.m. es la altura manométrica, H_g es la altura geométrica que en este caso se estima en 35 metros desde el emboquille del pozo y H_e es la altura de elevación siendo la diferencia de cotas, es decir, 4 metros. El término H_{pc} es la altura de las pérdidas de carga, que se calcula a continuación.

9.2.8.1.1. Tubería de pozo

Las pérdidas en la tubería de pozo se calculan con los ábacos 1 y 2 (ver figuras 53 y 54). Para calcular las pérdidas en la válvula de retención se usa el ábaco 2, para lo que se pasa el caudal de l/s a m³/h.

$$Q = 1,5 \frac{l}{s} \cdot \frac{3600 s}{1 hora} \cdot \frac{1 dm^3}{1 l} \cdot \frac{10^{-3} m^3}{1 dm^3} = 5,4 m^3/h \quad (97)$$

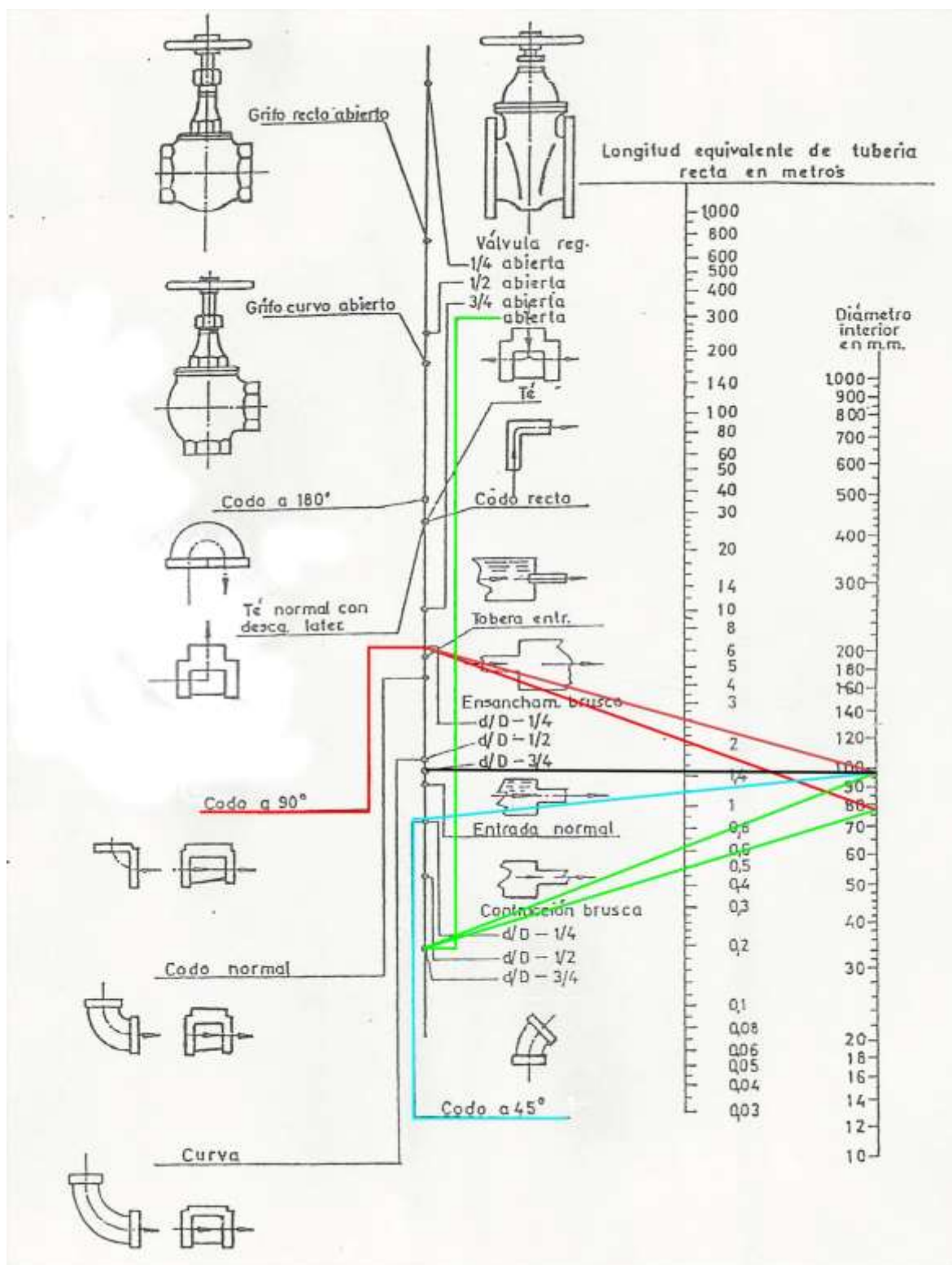


Ilustración 55. Ábaco 1. Nomograma pérdidas de carga en accesorios.

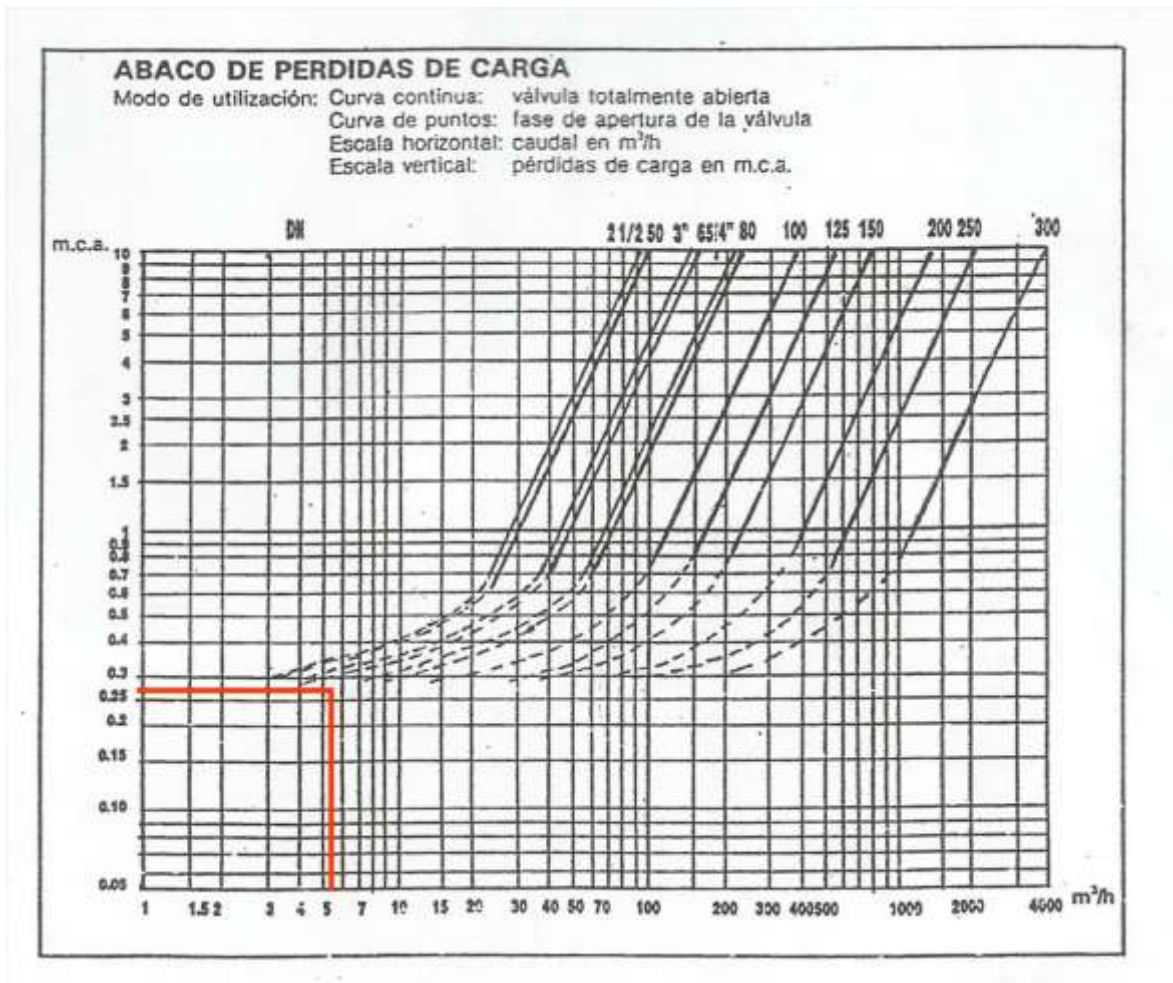


Ilustración 56. Ábaco 2. Pérdidas de carga válvula de retención tubería pozo.

Con los resultados obtenidos se crea la siguiente tabla:

Cantidad	Concepto	Longitud equivalente (m)	Total longitud equivalente (m)
1	Codo 90°	2,2	2,2
1	Válvula compuerta	0,5	0,5
1	Válvula retención	0,25	0,25
70	Metros de tubo	70	70
TOTAL			72,95

Tabla 62. Pérdidas de carga en tubería de pozo.

Se obtiene una pérdida de carga en la tubería de pozo de 72,95 metros (m.c.a.).

9.2.8.1.2. Tubería de impulsión

Se usan los ábacos 1 y 3 (ilustraciones 55 y 57).

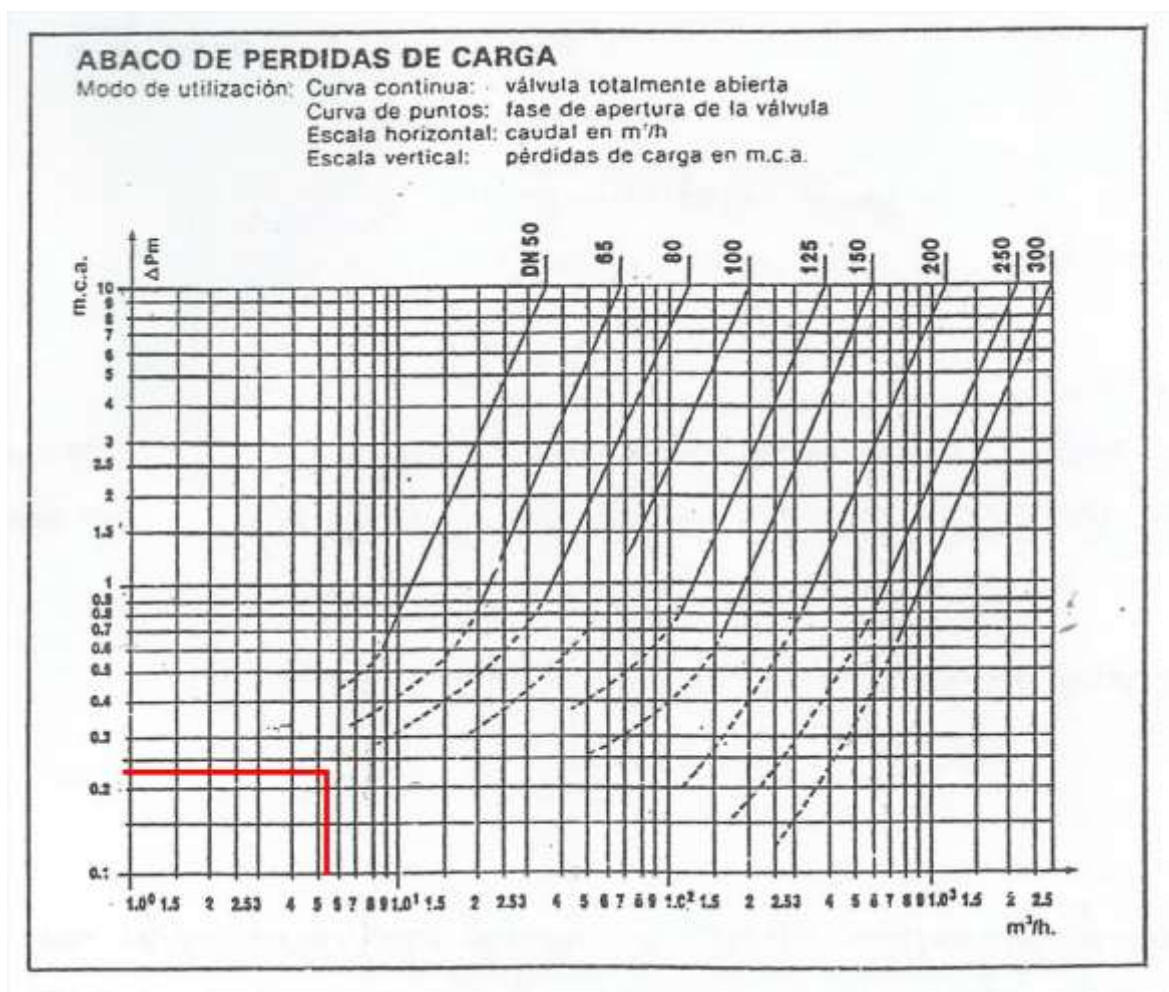


Ilustración 57. Ábaco 3. Pérdidas de carga válvula de retención tubería impulsión.

Se plasman estas pérdidas en la tabla siguiente:

Cantidad	Concepto	Longitud equivalente (m)	Total longitud equivalente (m)
3	Codo 90°	2,6	7,8
1	Codo 45°	1,2	1,2
1	Válvula compuerta	0,65	0,65
1	Válvula retención	0,24	0,24
1	Ensanchamiento	1,55	1,55
20	Metros de tubería	1	20
TOTAL			31,44

Tabla 63. Pérdidas de carga en tubería de impulsión.

Se obtiene un total de pérdidas equivalente en la tubería de impulsión de 31,44 metros (m.c.a.).

9.2.8.1.3. Pérdidas de carga por cada 100 metros de tubería equivalente

Finalmente, con el ábaco 4, de Prandtl – Colebrook se calculan estas pérdidas. Se necesitan obtener el caudal en m³/s y velocidad en m/s.

$$Q = 5,4 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}} = 0,0015 \frac{m^3}{s} \quad (98)$$

La velocidad ha de calcularse para cada uno de los diámetros usados. Para el diámetro 80 mm se tiene:

$$Q = S \cdot V \rightarrow V = \frac{Q}{S} = \frac{0,0015 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4}(0,08 \text{ m})^2} = 0,3 \frac{m}{s} \quad (99)$$

Y el correspondiente a la tubería de 100 mm es:

$$Q = S \cdot V \rightarrow V = \frac{Q}{S} = \frac{0,0015 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4}(0,1 \text{ m})^2} = 0,2 \frac{m}{s} \quad (100)$$

Como se observa en el ábaco cuatro (ilustración 58), las pérdidas asociadas a este apartado son ; 16 centímetros (0,16 metros) para la tubería de pozo por cada 100 metros de tubería y 6 centímetros para la tubería de impulsión. Los resultados de estas pérdidas se presentan en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Pérdidas por cada 100 metros de tubería (m.c.a.)	Pérdida de carga total en la tubería (m.c.a.)
80	70	0,16	0,11
100	20	0,06	0,01
TOTAL m.c.a.			0,12

Tabla 64. Pérdidas de carga en tuberías.

La pérdida atribuible en este apartado es de 0,12 m.c.a.

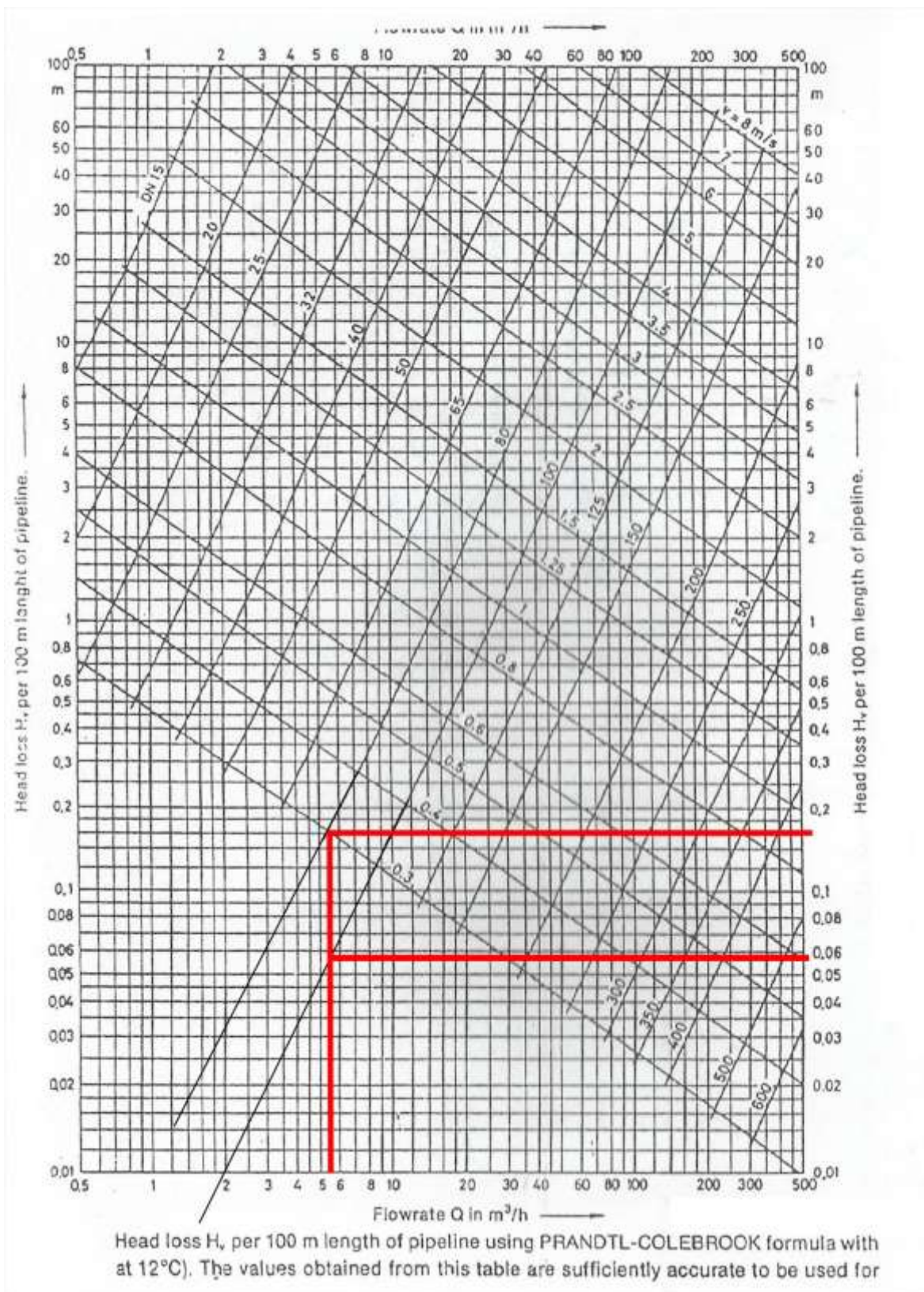


Ilustración 58. Ábaco 4. Pérdidas por 100 metros de tubería.

9.2.8.1.4. Contador

Se realiza el cálculo de las pérdidas en el contador con el ábaco 5. (Ver ilustración siguiente).

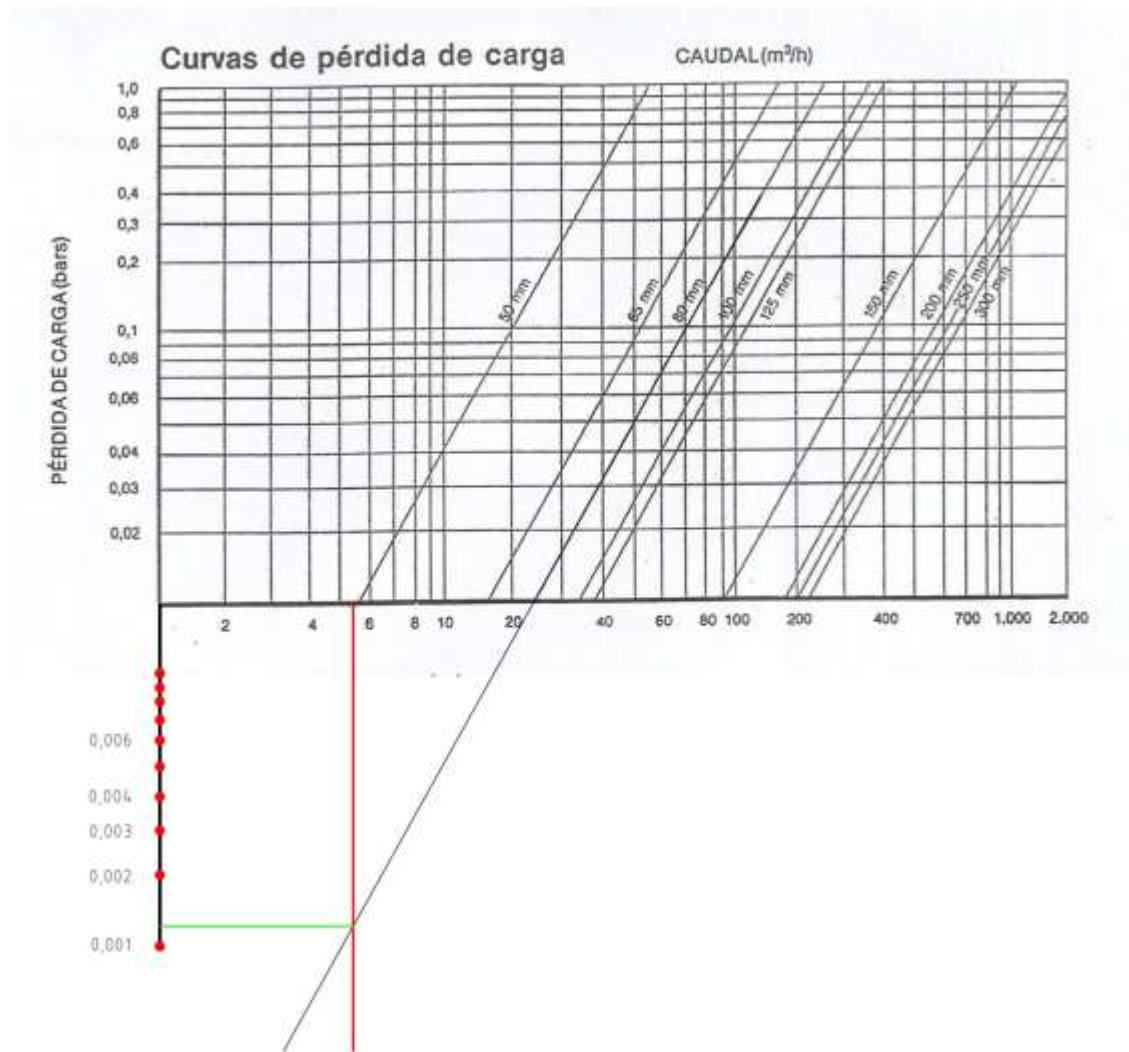


Ilustración 59. Ábaco 5. Pérdidas de carga en el contador.

Como se observa en la ilustración 59, la pérdida que se obtiene es de 0,0012 bar lo que en metros será:

$$0,0012 \text{ bar} \cdot \frac{10,2 \text{ m.c.a.}}{1 \text{ bar}} = 0,01 \text{ m.c.a.} \quad (101)$$

9.2.8.1.5. Pérdidas de carga totales

$$P_{c \text{ total}} = 72,95 + 31,44 + 0,12 + 0,01 = 104,52 \text{ m.c.a.} \quad (102)$$

La pérdida de carga total en el circuito hidráulico proyectado es de 104,52 m.c.a.

9.2.8.1.6. Altura manométrica

Ahora se puede calcular la altura manométrica con la ecuación 107:

$$H.m. = H_g + H_e + H_{pc} = 35 \text{ m} + 4 \text{ m} + 104,52 \text{ m.c.a.} = 143,52 \text{ m} \quad (103)$$

9.2.8.2. Potencia hidráulica del grupo elevador

Para llevar a cabo este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Pot_H = \frac{H_m(m) \cdot Q(l/s)}{75 \cdot 0,80} = \frac{143,52 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ l/s}}{75 \cdot 0,80} = 3,6 \text{ CV} = 2,6 \text{ kW} \quad (104)$$

9.2.8.3. Elección de la bomba, características

Según ábaco 6, para una H.m. de 143,52 m y un caudal de 1,5 l/s el tipo de bomba será SP 45 – 12 (ver ilustración 60).

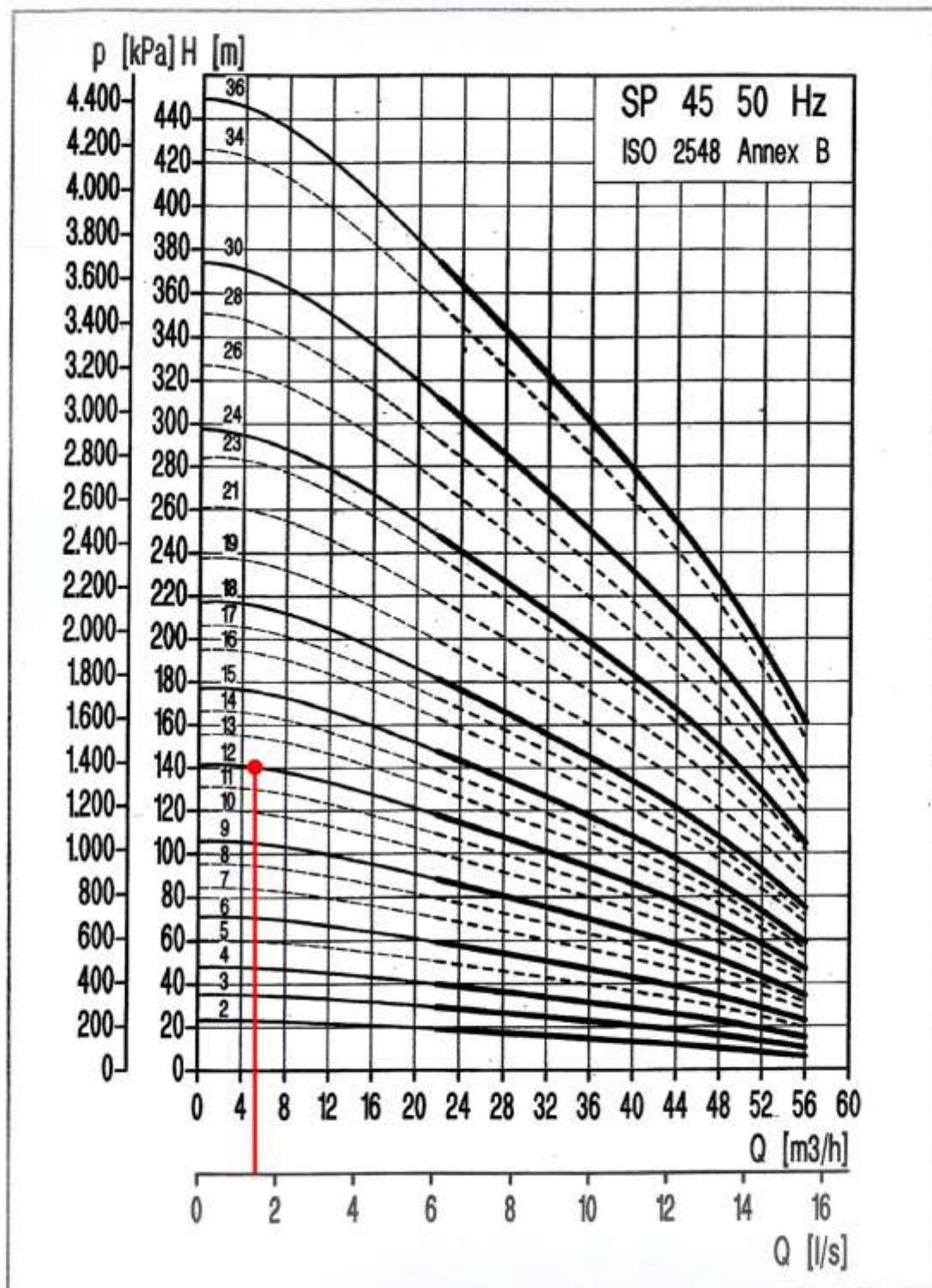


Ilustración 60. Ábaco 6. Elección de la bomba.

Los datos del modelo SP 45-12 los ofrece el fabricante en una tabla que se ha dibujado en la ilustración 61.

Datos técnicos

Bombas sumergibles
SP 45

Datos eléctricos (3×380 V, 3×415 V)

Tipo de bomba	Motor			Intensidad de trabajo [A]		Intensidad a plena carga [A]		Cos φ		$\frac{I_m}{I_n}$	
	Ø	[kW]	[HP]	3×380V	3×415V	3×380V	3×415V	3×380V	3×415V	3×380V	3×415V
SP 45-2	4"	2,2	3,0	5,75	5,24	6,00	5,50	0,86	0,86	4,1	4,1
SP 45-3	4"	3,7	5,0	8,44	7,73	10,00	9,20	0,87	0,87	4,4	4,4
SP 45-4	6"	5,5	7,5	11,20	11,30	13,60	13,00	0,86	0,84	4,4	5,0
SP 45-5	6"	7,5	10	13,90	13,40	18,00	16,60	0,87	0,87	4,4	5,2
SP 45-6	6"	7,5	10	16,00	15,30	18,00	16,60	0,87	0,87	4,4	5,2
SP 45-7	6"	11	15	20,00	19,60	26,50	25,00	0,88	0,86	4,4	5,1
SP 45-8	6"	11	15	22,00	21,70	26,50	25,00	0,88	0,86	4,4	5,1
SP 45-9	6"	11	15	24,30	23,40	26,50	25,00	0,88	0,86	4,4	5,1
SP 45-10	6"	15	20	26,50	25,70	35,00	32,00	0,87	0,86	4,8	5,5
SP 45-11	6"	15	20	28,60	27,60	35,00	32,00	0,87	0,86	4,8	5,5
SP 45-12	6"	15	20	30,70	29,40	35,00	32,00	0,87	0,86	4,8	5,5
SP 45-13	6"	18,5	25	34,10	33,20	43,00	39,50	0,88	0,86	4,3	5,4
SP 45-14	6"	18,5	25	36,20	35,10	43,00	39,50	0,89	0,86	4,3	5,4
SP 45-15	6"	18,5	25	38,30	36,90	43,00	39,50	0,89	0,86	4,3	5,4
SP 45-16	8"	22	30	42,40	41,30	50,50	47,00	0,88	0,86	4,7	5,6
SP 45-17	8"	22	30	44,70	43,20	50,50	47,00	0,88	0,86	4,7	5,6
SP 45-18	8"	22	30	47,00	45,00	50,50	47,00	0,88	0,86	4,7	5,6
SP 45-19	8"	30	40	53,40	48,90	64,00	62,00	0,86	0,82	5,1	5,7
SP 45-21	8"	30	40	58,30	53,40	64,00	62,00	0,86	0,82	5,1	5,7
SP 45-23	8"	30	40	61,90	56,70	64,00	62,00	0,86	0,82	5,1	5,7
SP 45-24	8"	30	40	63,20	57,90	64,00	62,00	0,86	0,82	5,1	5,7
SP 45-26	8"	37	50	68,50	62,70	78,00	75,00	0,86	0,83	5,5	6,2
SP 45-28	8"	37	50	73,10	67,00	78,00	75,00	0,86	0,83	5,5	6,2
SP 45-30	8"	37	50	77,80	71,30	78,00	75,00	0,86	0,83	5,5	6,2
SP 45-34	8"	45	60	86,60	79,30	92,00	88,00	0,87	0,83	6,0	6,8
SP 45-36	8"	45	60	90,80	83,10	92,00	88,00	0,87	0,83	6,0	6,8

Materiales

Componentes	Materiales	Versión estándar		Versión N		Versión R	
		DIN W.-Nr.	AISI	DIN W.-Nr.	AISI	DIN W.-Nr.	AISI
Cuerpo de válvula	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Cono de válvula	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Asiento de válvula	Acero inoxidable/NR	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Cojinete superior	Bronce Acero inoxidable/NR	2.0401		1.4436	317	1.4462	
Cámara intermedia	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Cono de distribución	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Impulsor	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Cámara de aspiración	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Filtro	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Eje	Acero inoxidable	1.4057	431	1.4460	329	1.4462	
Tirantes	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Protector de cable	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L
Tuerca de cebado	Acero inoxidable	1.4401	316	1.4401	316	1.4539	904L
Junta de cierre	Acero inoxidable	1.4301	304	1.4401	316	1.4539	904L

Ilustración 61. Ábaco 7. Características de la bomba.

Los datos relevantes de la bomba, que son útiles tanto para comprobación como para el cálculo de la instalación eléctrica, se detallan en la tabla siguiente:

$\varnothing_{\text{bomba}}$	6" / 152,4 mm
Potencia	15 kW / 20 HP
$\text{Cos}(\phi)$	0,87
Intensidad a plena carga	35 A

Tabla 65. Características de la bomba seleccionada.

El diámetro de perforación del sondeo se estableció en 300 mm, luego la bomba tiene la suficiente holgura para ser instalada en el pozo.

9.2.8.4. Sección del cable la bomba

Para el cálculo de la sección del cable, primero hay que sobredimensionar en un 5% la longitud del cable de la bomba. La longitud que se estableció fue de 70 metros, entonces realizando el citado sobredimensionamiento se tiene:

$$Longitud_{\text{cálculo}} = L + 5\% = 70 \text{ m} + \left(70 \cdot \frac{5}{100}\right) = 73,5 \text{ m} \quad (105)$$

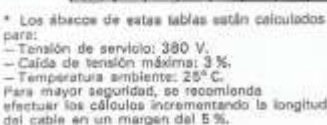
Con esta longitud y con la potencia de la bomba se calcula la sección del cable tanto para arranque directo (ilustración 62) como arranque en estrella – triángulo (ilustración 63):

Para arranque directo o autotransformador

2015-01-01

Pour démarrage direct ou autotransformateur

178



(A) Para calcular secciones, con tensiones diferentes a 380 V.

$$L_1 = \frac{L \times 380}{\text{nueva tensión}}$$

siendo,
 L = Longitud del cable
 L_1 = nueva longitud

Búsquese, a continuación en la tabla, la sección correspondiente a esta nueva longitud.

(B) Para calcular secciones para longitudes del cable superiores a 200 m.

Hágase el cálculo siguiente:

(1) En caso de arranque directo o autotransformador:

$$S = \frac{1 \times 1 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}{57 \times 0.03 \times V}$$

* Graphs in these tables are calculated on the following assumptions:
- Working voltage: 380 V.
- Maximum voltage drop: 3%
- Ambient temperature: 25°C.
For greater safety, it is recommended that on each 5 - should be added to the length of the cable for the purpose of these calculations.

(4) To determine cell cross sections for voltages other than 350 V, Equations 1 and 2 are used.

$$L_0 = \frac{L \times 360}{\text{new shares}}$$

600 年 10 月 1 日

1. Cable length
2. Head length

Then find the cross section area that corresponds to this new length by looking in the table.

(5) To determine pipe section (i.e. class) of more than 200 m. in length).

Росний ая 1990-жыл:

(i) For direct on line or auto-transformer starting:

$$S = \frac{L \times I \times \sqrt{3} \times 1000 \mu}{57 \times 0.03 \times V}$$

* Les abaques de ces tables sont calculés pour :
- Tension de service: 380 V,
- Chute de tension maximale: 3%,
- Température ambiante: 25° C.
Pour mieux s'assurer, on recommande de réaliser les calculs en augmentant la longueur câble de 5 % de marge.

(A) Pour calculer les sections avec des tensions autres que 380 V.
Faire le calcul suivant:

 $L \leq 360$

$$L_1 = \frac{L \times 200}{\text{nouvelle tension}}$$

L = longueur du câble

L_1 = nouvelle longueur

Chercher ensuite dans la table la section

correspondant à cette nouvelle longueur.

(6) Pour calculer les sections pour des

longueurs de câble au-delà de 200 m.

Faire le calcul suivant:

(1) En cas de démarrage direct ou

$$S = \frac{L \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}{57 \times 0,03 \times V}$$

Se obtienen las siguientes secciones:

- Sección arranque directo: $3 \times 10 \text{ mm}^2$
- Sección arranque en estrella – triángulo: $3 \times 6 \text{ mm}^2$.

Una mayor sección se traduce en ahorro energético, luego se elige una sección $3 \times 10 \text{ mm}^2$ y el arranque será directo.

9.2.8.5. Potencia del transformador

Para obtener la potencia del transformador se hace uso de la siguiente fórmula:

$$P_t = \frac{P_{bomba} \cdot 0,736}{\eta \cdot \cos(\phi)} = \frac{20HP \cdot 0,736}{0,80 \cdot 0,87} = 21,15 \text{ kVA} \quad (106)$$

Esta potencia será la mínima para comprobar que la instalación actual puede proporcionarla con holgura.

DOCUMENTO 2: ANEXOS

10. Anexo 1. Estudio de Impacto Ambiental

10.1. Introducción

La Evaluación de Impacto Ambiental al ser un procedimiento administrativo que permite controlar ambientalmente, de modo preventivo, la ejecución de un proyecto, tiene por objeto prevenir, corregir y valorar los impactos ambientales que se producirán durante dicha ejecución. Para llevar a cabo el citado proceso se realiza el presente estudio.

10.1.1. Antecedentes

Este proyecto se realiza con el objeto de continuar la explotación de un leu granítico en el distrito minero de Linares.

Se prevé una extracción anual de 60.000 m³ de todo - uno, el cual será tratado en planta propia, diseñada a tal efecto en este mismo proyecto.

El método de explotación será a cielo abierto con arranque por medios mecánicos y carga en dumper articulado. El todo-uno será transportado a la planta de tratamiento, donde se obtendrán los productos vendibles.

Para la realización del presente proyecto se ha seguido el siguiente criterio:

- **Minimización** del efecto sobre el entorno.
- **Optimización** de las operaciones al completo en la explotación.
- **Adecuación** de la seguridad, durante el periodo operacional y tras el cese del mismo.

10.1.2. Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental

El objeto de este EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) es el de demostrar la viabilidad ambiental de la explotación en el lugar donde se llevará a cabo la extracción de leu granítico, objeto del proyecto de explotación diseñado.

Las pretensiones de este EsIA son el análisis y la evaluación, a modo preventivo, de los efectos producidos por las acciones generadas sobre el medio ambiente y que son objeto del proyecto de explotación. En consecuencia se establecerán las medidas necesarias, tanto correctoras como preventivas, a fin de minimizar tales efectos.

Los objetivos que se persiguen con este EsIA son:

- Identificación de los impactos.
- Estudio del medio en el que se desarrollará el proyecto.
- Predicción de los impactos.
- Estimación adecuada sobre la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales.
- Valoración de los impactos.
- Ponderación de los impactos cuantitativamente.
- Sintetización de la información obtenida.

10.2. Marco legal

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se regula por normativa específica, donde se establecen los procedimientos administrativos y los contenidos de los Estudios e Informes de Impacto Ambiental.

La normativa medioambiental es de obligado cumplimiento en todo proyecto o actuación que se incluya en el ámbito de aplicación de cualquier normativa medioambiental vigente. El objetivo que dicha normativa persigue es la de alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental frente a los impactos de la actividad humana sobre el medio natural.

La metodología seguida consiste, en primer lugar, en analizar la procedencia de procedimiento de prevención ambiental al proyecto, según lo establecido en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA).

Los procedimientos de prevención y control ambiental se regulan en el Título III de la GICA sobre "Instrumentos de Prevención y Control Ambiental". Su finalidad es prevenir o corregir los efectos negativos sobre el medio ambiente de determinadas actuaciones (Art. 15 GICA). En el artículo 16 de la GICA se establecen los siguientes instrumentos de prevención y control ambiental:

- La autorización ambiental integrada. (AAI)
- La autorización ambiental unificada. (AAU)
- La evaluación ambiental de planes y programas. (EA)
- La calificación ambiental. (CA)
- Las autorizaciones de control de la contaminación ambiental.

Acorde a la legislación, el presente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se redacta cumpliendo lo establecido en el art. 27 de la Ley 7/2007, de 2 de julio, GICA, en el cual se expone que deberán someterse a autorización ambiental unificada las actuaciones señaladas en el Anexo I. En la tabla siguiente, originada en el citado Anexo I, se expresa lo dicho en el presente párrafo.

CAT.	ACTUACIÓN	INSTR.
1.	Industria extractiva.	
1.1	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 ¹ .	AAU
1.2	Minería subterránea ² .	AAU
1.3	Extracción o almacenamiento subterráneo de petróleo y gas natural.	AAU
1.4	Instalaciones industriales en el exterior para la extracción de carbón, petróleo, gas natural, minerales y pizarras bituminosas.	AAU*
	Dragados:	
1.5	a) Extracción de materiales mediante dragados marinos excepto cuando el objeto del proyecto sea mantener las condiciones hidrodinámicas o de navegabilidad.	AAU

Tabla 66. Categorías de actuación. Anexo I, GICA.

Como puede observarse en la tabla 66, este proyecto de explotación a cielo abierto incluido en la sección A, regulado por la Ley de Minas, el instrumento a seguir es la Autorización Ambiental Unificada (AAU).

En lo referente a la legislación medioambiental aplicable, el proyecto minero bajo estudio cumple con la normativa que se expone a continuación:

- 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.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto Ley 4/2007, de 13 de abril por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación y que deroga el Real Decreto 833/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.

- Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados que deroga a la ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 7/1994, de 18 de Mayo, sobre Protección Ambiental en Andalucía.
- Ley 42/2007, de 13 de Diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

10.3. Estudio del proyecto y su entorno

10.3.1. Análisis general del proyecto

El análisis general del proyecto exige un desarrollo con los siguientes cuatro puntos:

- Visión genérica del proyecto
- Alternativas
- Influentes
- Efluentes

A continuación se desarrollan estos puntos.

10.3.1.1. Inventario ambiental

El objetivo del inventario ambiental consiste en la caracterización del entorno donde se localiza el proyecto, identificando la calidad de los factores ambientales y la susceptibilidad de los mismos ante las acciones planteadas.

El inventario ambiental se plantea considerando los factores ambientales básicos. Se trata de evaluar el medio receptor con el objeto de crear una definición del estado preoperacional y poder prever las posibles alteraciones que se puedan ocasionar en el entorno.

Para llevar a cabo el inventario de los factores ambientales, se debe tener en cuenta que el medio se compone de:

- Medio físico, con sus componentes inerte (aire, clima, agua y tierra) y biótico (fauna y flora).
- Medio perceptual, esto es, el paisaje.
- Medio socio-económico.

En relación con la descripción del terreno objeto del presente EsIA debemos indicar que se ubica en el norte del término municipal de Linares, al norte de la provincia de Jaén.

A continuación, se describen las principales características del tipo de terreno afectado por la explotación:

- Clasificación: Concesión minera.
- Poblaciones: Linares.
- Altitud: 419 m.s.n.m. (núcleo urbano de Linares)
- Extensión del término municipal: 197,5 km².
- Habitantes: 57.414.
- Comarcas: Linares.
- Restos arqueológicos: en la zona afectada no se localiza ningún registro arqueológico.
- Uso de los terrenos colindantes: Agricultura.

10.3.1.2. Estado ambiental previo a la ejecución del proyecto

Para realizar esta parte del estudio se sigue el siguiente esquema:

- Climatología
- Calidad del aire
- Hidrografía
- Vegetación
- Fauna
- Paisaje
- Medio socio-económico

10.3.1.2.1. Climatología

El clima en el área a examen es de tipo mediterráneo continental. Una característica a destacar de este clima es la sequía estival.

Las temperaturas mínimas registradas dan valores que oscilan entre los 10° y 15° centígrados, y las heladas se dan entre Diciembre y Marzo. La temperatura máxima de la que se tiene registro es de 44° centígrados.

Estos valores dan una temperatura media anual de 17°, siendo el mes más frío enero y el más cálido julio.

Las precipitaciones en la zona no son abundantes, concentrándose en seis meses mayoritariamente (noviembre-abril), lo que podría mostrar un periodo de lluvia estacional, propiciado por los vientos húmedos de influencia atlántica.

10.3.1.2.2. Calidad del aire

Se ha consultado el Informe anual de evolución de la Calidad del Aire de Bailén 2005 - 2016, emitido por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio para obtener datos relacionados con este apartado. Los datos que se eligen son las medias para el periodo que abarca el citado informe. Con dichos datos se crea la siguiente tabla:

Contaminante	Cantidad	Unidades
SO ₂	4,6 ~ 8,7	µg/m ³
Partículas en suspensión menores de 10 µ	35	µg/m ³
Partículas en suspensión menores de 2,5 µ	22	µg/m ³

Tabla 67. Indicadores en valores medios de la calidad del aire, Bailén 2005 - 2016.

10.3.1.2.3. Hidrografía

Dentro de la concesión no hay cauce fluvial alguno. Al sur-este de la concesión minera discurre el Arroyo de Baños a unos 30 metros de distancia. (Ilustración 61).



Ilustración 64. Distancia del arroyo de Baños a la concesión. La línea roja son aproximadamente 40 metros.

10.3.1.2.4. Vegetación

La especie dominante es el olivo (*Olea europea*), localizado en la mayor parte del entorno debido al cultivo de este árbol, aunque, también existen pequeñas manchas aisladas de vegetación natural autóctona del bosque mediterráneo (*Olea europea sylvestris*) en zonas aledañas a las grandes escombreras mineras y diques de estériles abandonados (Ilustración 65), donde coexisten con especies como el majoleto (*Crataegus monogyna*), la coscoja (*Quercus coccifera*) y la encina (*Quercus ilex*), la retama amarilla (*Retama sphaerocarpa*) y plantas aromáticas tales como la lavanda (*Lavandula angustifolia*), el romero (*Salvia rosmarinus*), el tomillo (*Thymus vulgaris*), la mejorana (*Origanum majorana*) o el cantueso (*Lavandula stoechas*).



Ilustración 65. Acebuche u olivo silvestre.

El arroyo de Baños no conserva vegetación de ribera encontrándose muy alterado. En zonas de umbría y ambientes frescos se da la zarzamora (*Rubus fruticosus*) y el culantrillo (*Ceterach officinarum*).

10.3.1.2.5. Fauna

La fauna presente hoy en día es el resultado, por un lado, de la evolución geológica y bioclimática ocurrida en estos terrenos, así como, por la acción antropógena a lo largo de la presencia humana.

Debido a la acción antropogénica el entorno está notablemente alterado, siendo el resultado que no existen zonas de especial cuidado respecto a la fauna.

Dentro de los distintos biotopos existentes la zona de estudio, se puede destacar la fauna que se detalla a continuación.

10.3.1.2.5.1. Aves

Son muy abundantes y se hallan distribuidas en los diversos biotopos existentes, tanto naturales como artificiales, de este entorno.

Entre las rapaces son de destacar:

Cernícalo Primilla (*Falco naumanni*)

Ratonero común (*Buteo buteo*)

Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)

Búho Real (*Bubo bubo*)

Mochuelo (*Athene noctua*)

Autillo (*Otus scops*)

Lechuza (*Tyto alba*)



Por otro lado se cita la presencia de otras aves comunes en el territorio como:

Perdiz roja (*Alectoris rufa*)

Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)

Cuervo (*Corvus corax*)

Colorín o jilguero (*Carduelis carduelis*)

Gorrión común (*Passer domesticus*)

Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*)

Triguero (*Miliaria calandra*)



10.3.1.2.5.2. Reptiles

Lagarto ocelado (*Timon lepidus*)

Lagartija ibérica (*Podarcis hispanicus*)

Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)



Culebra de escalera (*Zamenis scalaris*)

10.3.1.2.5.3. Anfibios

Sapo (*Bufo bufo*)

Rana (*Rana clamitans*)

10.3.1.2.5.4. Mamíferos

Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)

Liebre (*Lepus europaeus*)

Comadreja (*Mustela nivalis*)

Gineta (*Genetta genetta*)

Gato cimarrón (*Felis silvestris catus*)

Zorro (*Vulpes vulpes*)



10.3.2. Medio socioeconómico

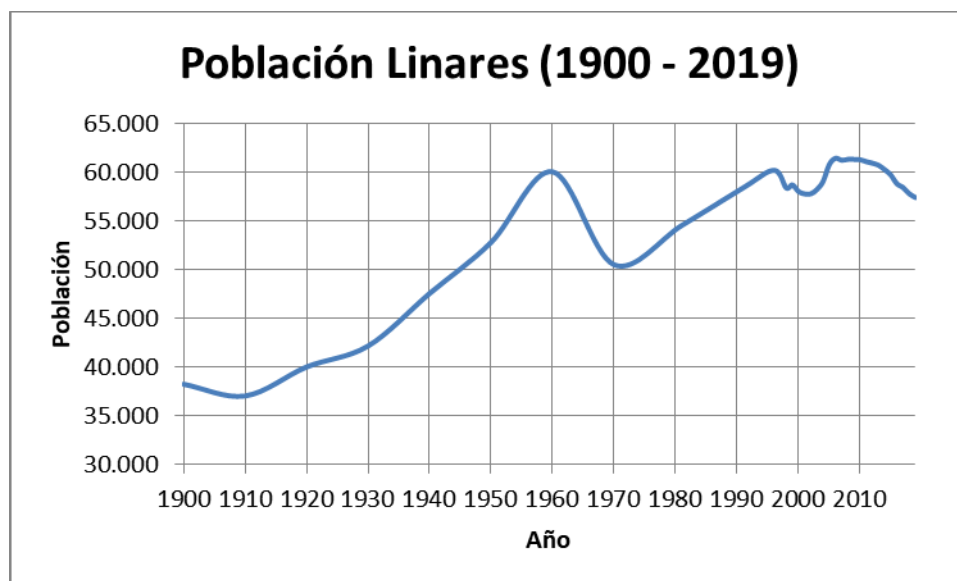
10.3.2.1. Demografía

A lo largo de su historia, Linares ha sido un núcleo de población importante. Obviando, por razones de espacio, la historia anterior a la revolución industrial de esta población, tomaremos como partida de este estudio datos del Instituto Nacional de estadística. Los datos se componen de dos series, una desde 1900 hasta 1991 y otra abarcando el periodo 1996 – 2019. A continuación se elabora una tabla que refleja la evolución demográfica de Linares.

AÑO	POBLACIÓN
1900	38.245
1910	37.039
1920	40.010
1930	42.170
1940	47.562
1950	52.811
1960	60.068
1970	50.516
1981	54.547
1991	58.417
1996	60.222
1998	58.410
1999	58.722
2000	58.034
2001	57.796
2002	57.800
2003	58.257
2004	59.096
2005	60.807
2006	61.452
2007	61.262
2008	61.340
2009	61.338
2010	61.306
2011	61.110
2012	60.950
2013	60.740
2014	60.290
2015	59.737
2016	58.829
2017	58.449
2018	57.811
2019	57.414

Tabla 68. Evolución demográfica de Linares, datos del INE.

Como las tablas en este tipo de casos son poco expresivas se levanta una gráfica que permitirá ver la evolución demográfica de Linares.



Gráfica 14. Evolución demográfica de Linares, datos del INE.

Como se observa en la gráfica se produce un pico en el año 1960, con un notable descenso debido a la emigración de población hacia núcleos urbanos como Madrid o Barcelona. Una tendencia similar a la anterior se observa tras la crisis de 2008 aunque notablemente suavizada. Otro descenso notable se da en la década de los 90, asociada al desmantelamiento industrial que sufre la ciudad.

10.3.2.2. Actividad económica

La economía de Linares ha estado ligada desde la antigüedad a la explotación de sus ricos recursos minerales, mayormente galena argentífera. Relacionada con la actividad extractiva existió un importante complejo de fundiciones aisladas normalmente instaladas en el propio distrito minero.

Por otro lado, Linares dispuso de un importante parque empresarial que con Santana Motor a la cabeza y una abundante pléyade de empresas auxiliares que surtían a Santana. Hoy apenas quedan decenas de aquella época.

A día de hoy el motor económico de Linares está guiado por el sector servicios, apostando por el turismo como fuente de ingresos. Es de apuntar la existencia de abundantes explotaciones agrícolas basadas en el cultivo del olivar.

10.4. Resumen del proyecto de explotación

10.4.1. Método de explotación

El método de explotación diseñado, acorde a la morfología del material y su situación, seguirá el esquema de explotación en terrenos horizontales, realizando la explotación mediante arranque mecánico.

La explotación de la cantera tradicionalmente se ha venido realizando mediante un sistema de banco descendente, el cual ha llegado a generar un hueco, donde la labor consistirá en avanzar dicho hueco en sentido sur-este.

Por todo ello, el sistema elegido está obligando por tanto a la ejecución de explotación banco descendente.

El proceso será del siguiente modo:

- Arranque:

Arranque mecánico mediante retroexcavadora o tractor bulldócer.

- Carga:

Mediante pala cargadora frontal de ruedas y/o retroexcavadora.

- Transporte:

Mediante dumper articulado de 25 toneladas.

10.4.2. Fases de explotación

En el proyecto se han delimitado hasta cinco fases, las cuales se describen a continuación.

10.4.2.1. Fase 1

La Fase 1 consistirá en la explanación y adecuación de la zona dedicada a la planta de tratamiento, acopios y venta de la arena. También se actuará en las pistas de ser necesario.

Además, se llevará a cabo una nivelación del fondo de cantera en el hueco existente con pendientes:

- 1% en dirección NW-SE sentido NW y
- 2% en dirección SW-NE sentido SW

Así mismo se realizará una adecuación del terreno proyectado a explotación mediante retirada de la capa superficial para obtener una nivelación previa de la superficie del banco superior. La tierra vegetal retirada, aproximadamente cincuenta centímetros de espesor, se conservará para la restauración de la cantera.

La cantidad de material que se prevé mover se reparte en los siguientes conceptos:

- Explanación Planta de tratamiento (A1) 63,89 m³ de tierra vegetal.
- Nivelación banco superior (A2) 38005,64 m³ de los cuales 15279,29 m³ son tierra vegetal.
- Plaza de cantera (A3) 13769,64 m³.

Los 15343,18 de tierra vegetal se apilarán para su óptima conservación ya que serán destinados a las labores de restauración. El resto, 36495,99 m³ de todo-uno, se apilará en acopio para alimentar la planta de tratamiento.

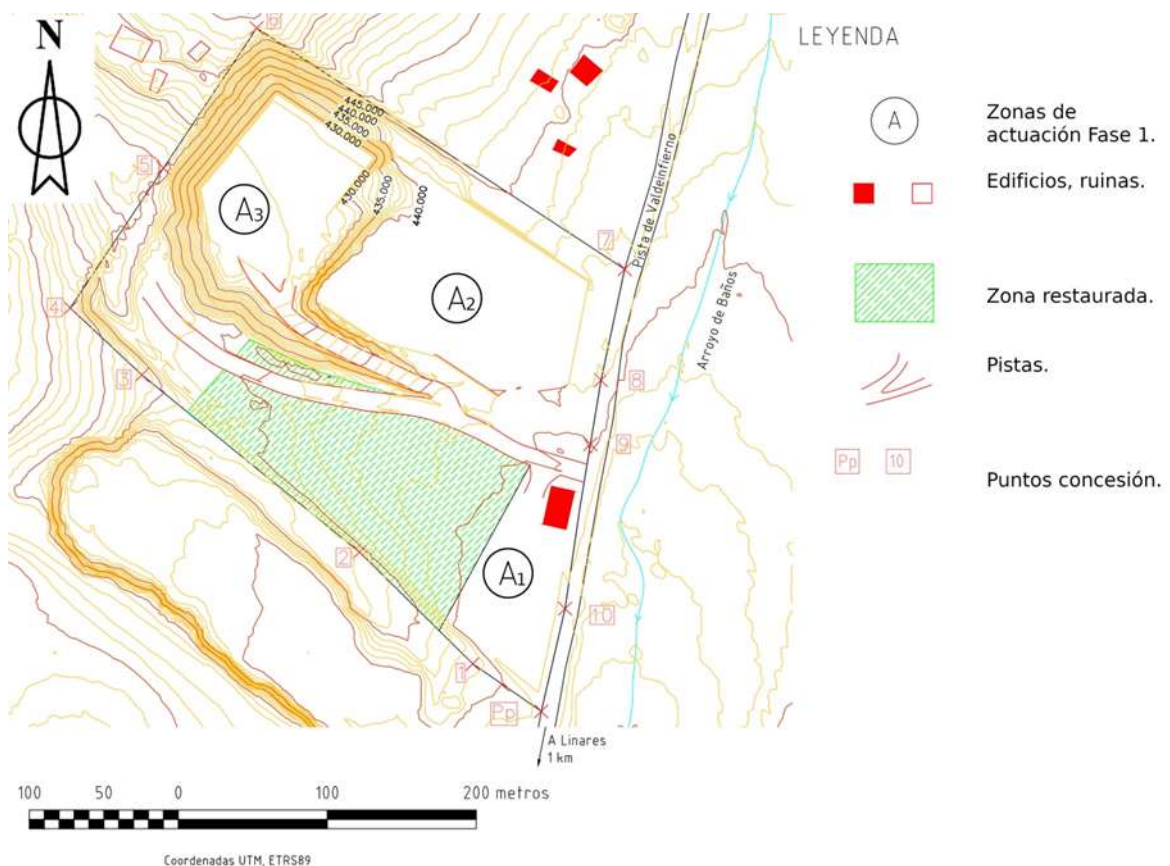


Ilustración 66. Plano Fase I de la explotación.

10.4.2.2. Fase 2

En la Fase 2 se inicia la explotación del banco número 1 o superior. Se prevé el movimiento de un total de 32506,02 m³ de todo-uno. En la ilustración 67 se puede ver la actuación proyectada para la fase 2.

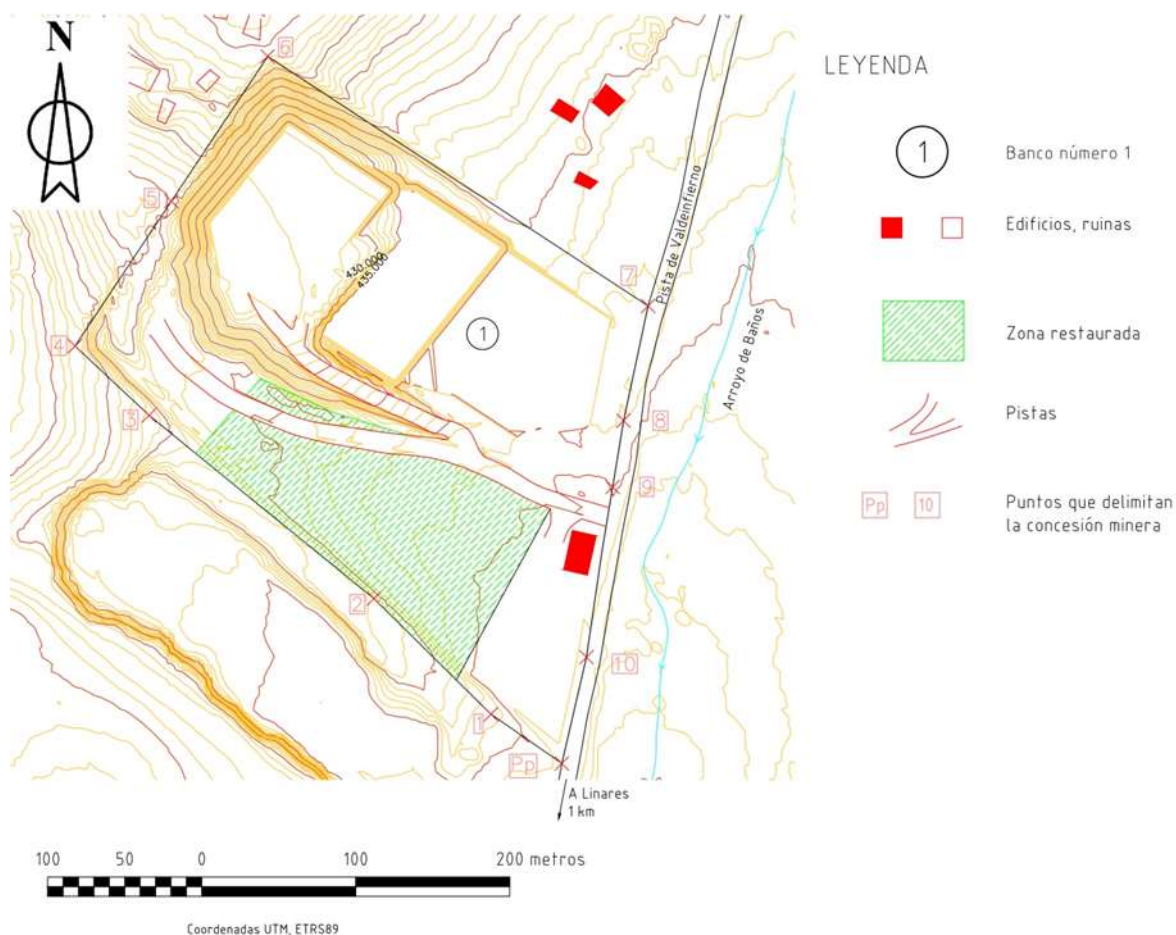


Ilustración 67. Plano fase 2 de la explotación.

10.4.2.3. Fase 3

En la fase 3 se da comienzo al banco 2. El movimiento de material que se prevé para esta fase consiste en el movimiento de todo-uno repartido del siguiente modo:

- 39683,34 m³ del banco 1
- 29807,96 m³ del banco 2

Esto supone un montante total de 69491,30 m³ previstos de todo-uno en esta fase.

En la Ilustración 68 se reflejan las acciones proyectadas para la fase 3.

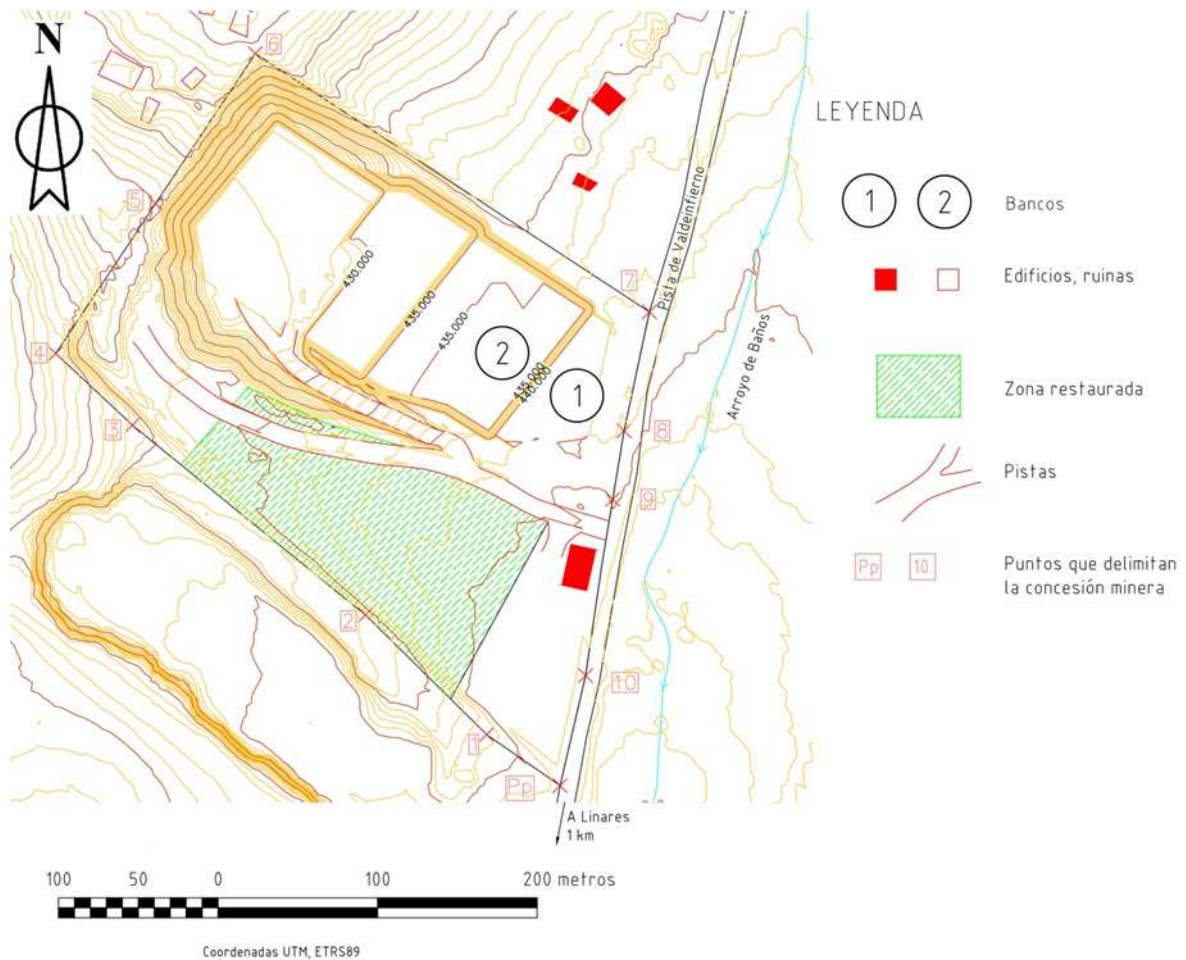


Ilustración 68. Plano Fase 3 de la explotación.

10.4.2.4. Fase 4

En la fase 4 se da por terminado el banco 1. El movimiento de material que se prevé para esta fase consiste en:

- 24478,26 m³ del banco 1 a talud final
- 35003,54 m³ del banco 2

Se estima una extracción de 59481,80 m³ de todo-uno en la fase 4.

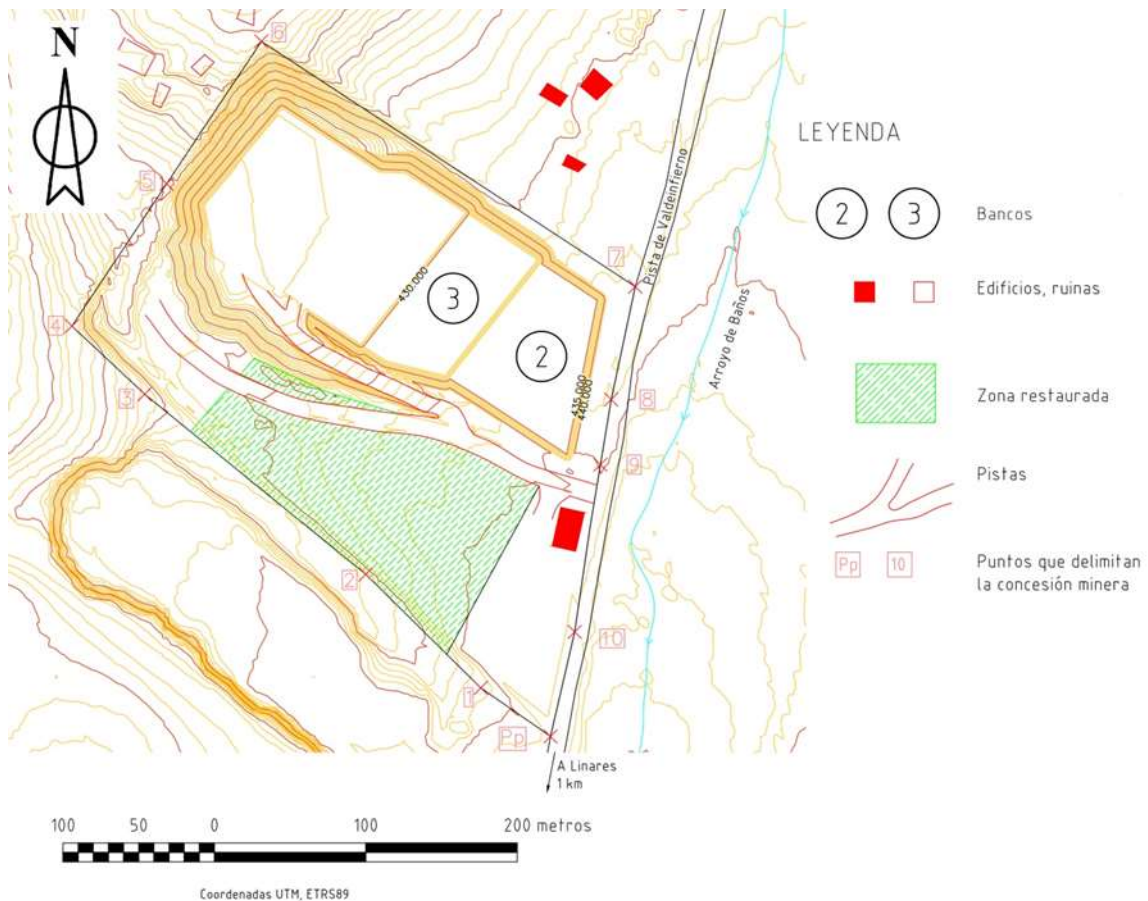


Ilustración 69. Plano Fase 4 de la explotación.

10.4.2.5. Fase 5

Para la fase 5 se espera haber extraído el mineral restante de esta explotación. Quedará la plaza de cantera con los parámetros de pendiente del siguiente modo:

1% en dirección NW-SE sentido NW y

2% en dirección SW-NE sentido SW

El total de material que se prevé extraer en esta fase asciende a :

34861,90 m³ del banco 2

51525,76 m³ del banco 3

Total de todo-uno a obtener en la fase 5 serán 86387,66 m³.

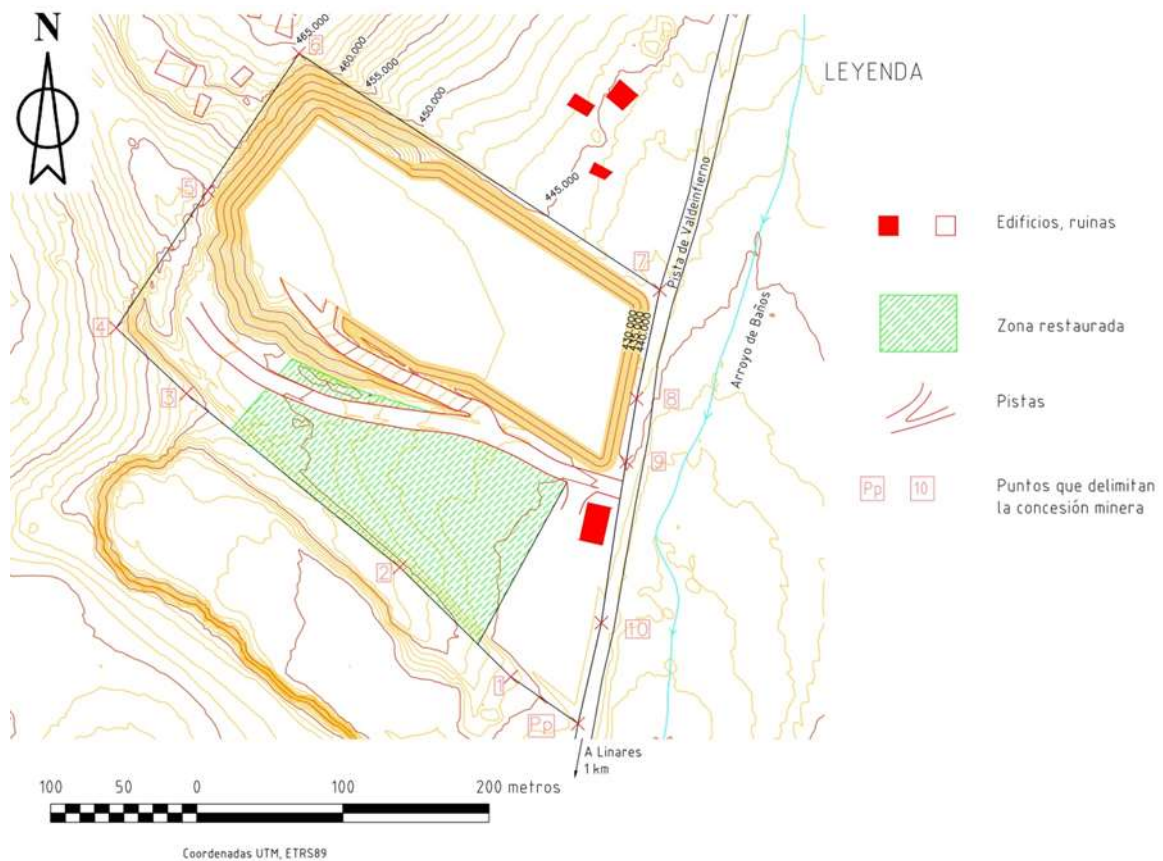


Ilustración 70. Plano Fase 5 de la explotación.

10.5. Valoración cualitativa

10.5.1. Interacción entorno-proyecto

Debido a la explotación de la cantera es previsible que esta acción afecte en mayor o menor medida al entorno de distintas formas. A continuación, se muestran dichas interacciones según los distintos medios analizados.

Las posibles interacciones en el medio se han agrupado en distintos medios, que a su vez se dividen en distintos elementos.

- **Medio natural**

- Medio inerte
 - Aire
 - Agua
 - Tierra
- Medio biótico
 - Flora
 - Fauna

- Medio perceptual
 - Paisaje
- **Medio socioeconómico**
 - Medio socioeconómico y cultural
 - Sociedad y cultura

A continuación, se describen dichas interacciones en cada uno de los medios.

10.5.1.1. Medio natural

10.5.1.1.1. Medio inerte

Aire:

Los factores que se verán afectados en las fases de preparación y explotación serán por un lado, la calidad del aire debido al movimiento de tierras y emisiones de gases, y por otro lado, niveles de ruido ocasionados en los trabajos diarios. También se afectará previsiblemente a la visibilidad y la cantidad de partículas en suspensión. No obstante, aunque sea de considerar los parámetros del aire con ausencia de ninguna explotación, ello no es factible porque actualmente la explotación se halla operativa.

Los valores han sido extraídos del informe de evaluación de Calidad del Aire en Andalucía, 2019. La estación de referencia se encuentra en la zona industrializada de Bailén, ESO108.

Contaminante (mg/m³)	Sin proyecto	Con proyecto
CO	1254	6000
C_nH_n	0,68	7
Partículas en suspensión		
PM 10	24	275
PM 2.5	11	200
NO₂	18	45
SO₂	21	62

Tabla 69. Parámetros del aire.

Respecto a la contaminación sónica se concentrarán principalmente en las tareas de arranque, carga y transporte, además de la planta de tratamiento.

Agua:

El factor principal afectado del agua puede ser la cantidad de material acarreado y el trasiego por las pistas, debido al mayor aumento de la cantidad de polvo generado. Este material en suspensión podrá generar una mayor turbidez en las aguas superficiales. No obstante, el arroyo de Baños puede ser afectado durante los periodos en los que fluya el agua por el cauce seco.

Tierra:

El factor afectado es el suelo y su posible erosión, debido a los movimientos de tierras y el uso del suelo, suprimiendo la capa vegetal para la realización de las tareas de explotación. La topografía será drásticamente modificada.

10.5.1.1.2. Medio biótico

En lo referente al medio biótico se considera que se realiza la eliminación o alteración de hábitats vegetales y por tanto una reubicación de las especies animales motivada por la ocupación de la cantera.

Por el efecto de que la explotación es la continuación de una cantera operativa y en funcionamiento, la variedad en la flora y la fauna es prácticamente residual, es decir, notablemente alterada. No obstante, es posible que los trabajos afecten al medio biótico circundante.

Fauna:

Los factores impactados durante la extracción serán la variedad de fauna desplazada por los trabajos propios de extracción del mineral, como consecuencia del movimiento de tierras.

Flora:

Los factores afectados respecto a la flora serán los propios del movimiento de tierras y consecuentemente la eliminación de la cubierta vegetal existente en la zona de trabajo.

10.5.1.1.3. Medio perceptual

Paisaje:

Con la ejecución de la cantera es previsible que se altere el valor paisajístico del entorno. Se debe apuntar que la ubicación de la cantera continúa con la explotación que se lleva a cabo en el lugar. También se ha de mencionar que debido a la ubicación entre cultivo de olivar, por un lado, y al método de explotación llevado a cabo, por otro lado, los frentes de cantera no serán visibles desde las vías cercanas.

10.5.1.2. Medio socioeconómico

10.5.1.2.1. Medio socioeconómico y cultural

Sociedad y cultura:

Una consecuencia de la actividad extractiva será la repercusión que tendrá en la economía local debido a la necesaria creación de empleo. Además, la generación de la materia prima necesaria para la realización de construcciones contribuye indirectamente a la creación de riqueza en el entorno.

10.5.1.3. Matriz de identificación de impactos

La matriz de impactos o cualitativa, que se muestra a continuación, también denominada de causa-efecto, tiene en sus columnas las acciones impactantes y en sus filas los factores susceptibles de impacto como consecuencia del proyecto. Esta matriz permite identificar las interacciones presentes en el proyecto con el medio ambiente, es decir, acciones que afectarán a los diferentes factores medioambientales presentes en la zona.

En la citada matriz se alcanzan hasta un total de 86 interacciones, que son aquellas que producirán un impacto mayor en el medio. En los siguientes apartados se muestra la explicación de cada una de esas interacciones.

					ACCIONES						
					CONSTRUCCIÓN		FUNCIONAMIENTO		ABANDONO		
					MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	ALT. HIDROL. Y DRENAJE	CONTROL CLAUSURA	CONTROL MANTMTO	RESTAURA.
FACTORES IMPACTADOS	MEDIO FÍSICO	M. INERTE	SUELO	TOPOGRAFÍA							
				EROSIÓN							
			AGUA	CALIDAD DEL AGUA							
				CONT. ACÚSTICA							
		M. BIÓTICO	AIRE	CALIDAD DEL AIRE							
				ALT. CLUB. VEGETAL							
			FLORA	DIVERSIDAD							
				DIVERSIDAD							
		PERCEPTUAL	FAUNA	DIVERSIDAD							
				CAL. DEL PAISAJE							
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOC.-CULT	PAISAJE	VALORES HISTÓRICOS							
				GANADERO							
			USOS DEL TERRENO	AGRICULTURA							
				CAZA							
		MEDIO ECONÓMICO	HUMANOS	CALIDAD DE VIDA							
				ECONOMÍA							
			POBLACIÓN	EMPLEO							
				BENEFICIO ECON.							
				ACEPTACIÓN SOCIAL							
				ECONOMÍA REGIONAL							

Tabla 70. Matriz de impactos o cualitativa.

10.6. Matriz de identificación de impactos

La importancia del impacto es un parámetro por medio del cual se permite medir cualitativamente un impacto ambiental en función de la mayor o menor severidad de una determinada alteración. Según la importancia de los impactos, estos se clasifican en compatibles, moderados, severos y críticos.

Esta clasificación responde a una serie de atributos de tipo cualitativo que son la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. La importancia de cada interacción se calcula según la siguiente fórmula:

$$I = \pm[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (112)$$

Dichos atributos son descritos a continuación:

- Signo: puede ser positivo (+) si el impacto es de carácter beneficioso o negativo (-) si es de carácter perjudicial.
- Intensidad (IN): Grado de destrucción que sufre el medio. Varía de uno a doce.
- Extensión (EX): Según el área de influencia sea un lugar muy concreto, una zona mayor o un área extensa. Varía 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): Efecto de la manifestación del impacto respecto al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el medio.

Tiempo	Calificación	Valor
Cero	Inmediato	4
< 1 año	Corto plazo	4
1 - 5 años	Medio plazo	2
> 5 años	Largo plazo	1

Tabla 71. Valoración del momento

- Persistencia (PE): Efecto que supone una determinada alteración que depende del tiempo.

Tiempo	Calificación	Valor
< 1 año	Fugaz	1
1 - 10 años	Temporal	2
> 10 años	Permanente	4

Tabla 72. Valoración de la persistencia.

- Reversibilidad (RV): Efecto reversible es el que es asimilable por procesos naturales, en caso contrario un efecto irreversible será aquel que no puede ser asimilado por procesos naturales o solo después de un tiempo extenso.

Tiempo	Calificación	Valor
< 1 año	Corto plazo	1
1-10 años	Medio plazo	2
> 10 años	Irreversible	4

Tabla 73. Valoración de la reversibilidad.

- Sinergia (SI): Implica el reforzamiento debido a la presencia simultánea de varios efectos simples suponiendo una incidencia mayor que la que cabría esperar cuando los efectos que los provocan actúan de manera independiente.

Calificación	Valor
Simple	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4

Tabla 74. Valoración de la sinergia.

- Efecto (EF): relación causa efecto, es decir, la forma de manifestarse el efecto sobre un factor, como consecuencia de la acción.

Calificación	Valor
Indirecto	1
Directo	4

Tabla 75. Valoración del efecto.

- Periodicidad (PR): Un efecto periódico es el aparece de modo cíclico o recurrente, en cambio, un efecto de aparición irregular es impredecible.

Calificación	Valor
Irregular	1
Periódico	2
Recurrente	4

Tabla 76. Valoración de la periodicidad.

- Recuperabilidad (MC): Recuperabilidad implica eliminación y/o reemplazo por acción natural o humana de un determinado efecto. En cambio, cuando no se da la condición anterior se habla de irrecuperabilidad.

Calificación	Valor
Inmediata	1
Medio plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Tabla 77. Valoración de la recuperabilidad.

A continuación, se realizará la correspondiente valoración de los distintos factores impactados.

10.6.1. Medio Físico

Se estudian los factores que integran los medios inerte, biótico y perceptual.

10.6.1.1. Medio inerte

10.6.1.1.1. Suelo

Topografía

	MOV. TIERRAS	DESARROLLO
SUELO - TOPOGRAFÍA		
INTENSIDAD (I)	1	4
EXTENSION (EX)	2	2
MOMENTO (MO)	1	4
PERSISTENCIA (PE)	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2
SINERGIA (SI)	1	1
ACUMULACIÓN (AC)	1	4
EFFECTO (EF)	4	4
PERIODICIDAD (PR)	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	2	4
SUMA TOTAL	22	33
IMPORTANCIA	-26	-43
TOTAL IMPOT.		-69

Tabla 78. Factor impactado: Topografía.

Erosión

SUELO - EROSIÓN	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	DRENAJE	CLAUSURA	MANTENIMIENTO	REP. FORESTAL
INTENSIDAD (I)	2	1	4	1	1	1	1
EXTENSION (EX)	2	1	2	2	8	8	2
MOMENTO (MO)	4	4	2	2	1	2	2
PERSISTENCIA (PE)	2	2	4	2	4	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2	2	2	2	2	2
SINERGIA (SI)	1	2	2	2	2	2	2
ACUMULACIÓN (AC)	1	1	4	1	4	4	4
EFFECTO (EF)	4	4	1	1	4	4	4
PERIODICIDAD (PR)	2	2	2	1	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	2	2	1	1	2	2	2
SUMA TOTAL	22	21	24	15	32	33	27
IMPORTANCIA	-28	-24	-34	-19	42	43	31
TOTAL IMPOT.							11

Tabla 79. Factor impactado: Erosión.

10.6.1.1.2. Agua

Calidad del agua

	MOV. TIERRAS	DESARROLLO	ALT.HID. Y DRENAJE	CTRL. CLAUSURA	CTRL. MANTENTO.
AGUA - CALIDAD					
INTENSIDAD (I)	4	1	1	4	4
EXTENSION (EX)	2	2	1	2	2
MOMENTO (MO)	4	2	2	4	4
PERSISTENCIA (PE)	2	4	2	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	1	2	1	4	2
SINERGIA (SI)	1	2	2	2	2
ACUMULACIÓN (AC)	1	4	1	4	4
EFEECTO (EF)	4	1	1	4	1
PERIODICIDAD (PR)	1	2	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	8	8	1	4	4
SUMA TOTAL	28	28	16	36	31
IMPORTANCIA	-38	-32	-19	46	41
TOTAL IMPOT.					-2

Tabla 80. Factor impactado: Calidad del agua.

10.6.1.1.3. Aire

Contaminación

	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	MANTENIMIENTO	FORESTAL
AIRE - CONTAMINACIÓN					
INTENSIDAD (I)	2	4	4	1	1
EXTENSION (EX)	4	2	2	8	4
MOMENTO (MO)	4	4	4	4	2
PERSISTENCIA (PE)	1	1	4	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	4	4	2	1	2
SINERGIA (SI)	4	1	1	1	2
ACUMULACIÓN (AC)	1	1	1	1	1
EFFECTO (EF)	4	4	4	4	4
PERIODICIDAD (PR)	1	1	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	1	1	2	1	2
SUMA TOTAL	26	23	28	29	26
IMPORTANCIA	-34	-33	-38	39	32
TOTAL IMPOT.					-34

Tabla 81. Factor impactado: Contaminación del aire.

Calidad

	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	MANTENIMIENTO	FORESTAL
AIRE - CALIDAD					
INTENSIDAD (I)	4	1	4	1	1
EXTENSION (EX)	2	1	4	8	2
MOMENTO (MO)	4	4	4	4	2
PERSISTENCIA (PE)	2	1	2	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	1	1	1	1	2
SINERGIA (SI)	1	2	1	1	2
ACUMULACIÓN (AC)	4	4	1	4	4
EFFECTO (EF)	4	4	1	4	1
PERIODICIDAD (PR)	4	4	1	1	4
RECUPERABILIDAD RC)	1	1	1	1	2
SUMA TOTAL	27	23	20	29	24
IMPORTANCIA	-37	-26	-32	39	28
TOTAL IMPOT.					-28

Tabla 82. Factor impactado: Calidad del aire.

10.6.1.2. Medio biótico

10.6.1.2.1. Cubierta vegetal

	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	ALT. HID. Y DRENAJE	CTRL. MANTENTO.	FORESTAL
FLORA - CUB. VEGETAL						
INTENSIDAD (I)	4	1	4	4	4	4
EXTENSION (EX)	2	1	2	2	2	2
MOMENTO (MO)	4	2	4	4	4	4
PERSISTENCIA (PE)	2	2	4	4	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	1	1	4	2	2	2
SINERGIA (SI)	1	2	2	2	2	2
ACUMULACIÓN (AC)	1	1	4	4	4	4
EFEECTO (EF)	4	1	4	1	1	1
PERIODICIDAD (PR)	1	4	4	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	8	1	4	4	4	4
SUMA TOTAL	28	16	36	31	31	31
IMPORTANCIA	-38	-19	-46	-41	41	41
TOTAL IMPOT.						-62

Tabla 83. Factor impactado: Cubierta vegetal.

10.6.1.2.2. Diversidad (Fauna)

FAUNA - DIVERSIDAD	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	CTRL. CLAUSURA	FORESTAL
INTENSIDAD (I)	8	4	2	1
EXTENSION (EX)	2	1	2	2
MOMENTO (MO)	4	4	4	2
PERSISTENCIA (PE)	2	2	2	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2	2	4
SINERGIA (SI)	2	4	4	4
ACUMULACIÓN (AC)	1	4	4	4
EFECTO (EF)	4	4	4	4
PERIODICIDAD (PR)	4	4	4	1
RECUPERABILIDAD RC)	2	2	2	2
SUMA TOTAL	31	31	30	28
IMPORTANCIA	-49	-40	36	32
TOTAL IMPOT.				-21

Tabla 84. Factor impactado: Diversidad de la fauna.

10.6.1.3. Medio perceptual

10.6.1.3.1. Paisaje

Calidad

	MOV. TIERRAS	DESARROLLO	CLAUSURA	FORESTAL
PAISAJE - CALIDAD				
INTENSIDAD (I)	1	4	1	1
EXTENSION (EX)	2	2	4	4
MOMENTO (MO)	4	4	4	2
PERSISTENCIA (PE)	2	4	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2	2	2
SINERGIA (SI)	1	1	1	4
ACUMULACIÓN (AC)	1	4	1	4
EFEECTO (EF)	4	4	4	4
PERIODICIDAD (PR)	1	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	2	2	2	2
SUMA TOTAL	20	31	27	31
IMPORTANCIA	-24	-41	33	37
TOTAL IMPOT.				5

Tabla 85. Factor impactado: Calidad del paisaje.

Valor histórico

	DESARROLLO	MANTENIMIENTO	FORESTAL
PAISAJE - VAL. HIST.			
INTENSIDAD (I)	2	1	2
EXTENSION (EX)	2	2	1
MOMENTO (MO)	2	4	2
PERSISTENCIA (PE)	4	2	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2	2
SINERGIA (SI)	1	1	4
ACUMULACIÓN (AC)	4	1	4
EFFECTO (EF)	1	1	4
PERIODICIDAD (PR)	4	1	4
RECUPERABILIDAD RC)	4	2	2
SUMA TOTAL	26	17	29
IMPORTANCIA	-32	21	34
TOTAL IMPOT.			23

Tabla 86. Factor impactado: Valor histórico del paisaje.

10.6.2. Medio socio-económico

10.6.2.1. Medio socio-cultural

10.6.2.1.1. Usos del terreno

Agricultura, ganadería y caza

USOS - GANADO Y CAZA	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	CTRL. MANTENTO.	FORESTAL
INTENSIDAD (I)	4	8	8	8	4
EXTENSION (EX)	4	4	4	4	4
MOMENTO (MO)	4	4	4	4	1
PERSISTENCIA (PE)	2	2	4	4	4
REVERSIBILIDAD (RE)	2	2	2	2	4
SINERGIA (SI)	4	4	4	4	4
ACUMULACIÓN (AC)	4	4	4	4	4
EFFECTO (EF)	4	4	4	4	4
PERIODICIDAD (PR)	4	2	4	4	4
RECUPERABILIDAD RC)	4	2	2	2	8
SUMA TOTAL	36	36	40	40	41
IMPORTANCIA	-48	-56	-60	60	53
TOTAL IMPOT.					-51

Tabla 87. Factor impactado: Usos del terreno.

Humano, calidad de vida

HUMANOS - CAL. VIDA	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	CLAUSURA	MANTENIMIENTO	FORESTAL
INTENSIDAD (I)	1	4	4	1	2	2
EXTENSION (EX)	1	1	2	1	2	2
MOMENTO (MO)	4	4	4	2	4	2
PERSISTENCIA (PE)	1	1	2	4	2	4
REVERSIBILIDAD (RE)	4	1	2	2	2	4
SINERGIA (SI)	1	2	1	1	4	4
ACUMULACIÓN (AC)	1	1	4	1	1	4
EFFECTO (EF)	4	4	1	1	4	4
PERIODICIDAD (PR)	1	1	1	1	2	2
RECUPERABILIDAD RC)	2	1	3	4	2	2
SUMA TOTAL	20	20	24	18	25	30
IMPORTANCIA	-23	-29	-34	21	31	36
TOTAL IMPOT.						2

Tabla 88. Factor impactado: Calidad de vida.

10.6.2.2. Medio económico

10.6.2.2.1. Economía

Empleo

ECONOMÍA - EMPLEO	MOV. TIERRAS	MAQ. PESADA	DESARROLLO	CLAUSURA	MANTENIMIENTO	FORESTAL
INTENSIDAD (I)	1	1	2	1	2	4
EXTENSION (EX)	2	2	1	1	2	2
MOMENTO (MO)	4	4	2	1	2	1
PERSISTENCIA (PE)	1	1	2	4	2	2
REVERSIBILIDAD (RE)	1	1	1	1	2	2
SINERGIA (SI)	1	1	1	1	1	4
ACUMULACIÓN (AC)	1	1	1	1	1	1
EFEECTO (EF)	4	4	4	1	4	4
PERIODICIDAD (PR)	1	1	1	1	2	2
RECUPERABILIDAD RC)	1	1	1	1	2	1
SUMA TOTAL	17	17	16	13	20	23
IMPORTANCIA	21	21	21	16	26	33
TOTAL IMPOT.						138

Tabla 89. Factor impactado: Empleo.

Beneficio

ECONOMÍA - BENEFICIO	MOV. TIERRAS	DESARROLLO	MANTENIMIENTO	FORESTAL
INTENSIDAD (I)	1	2	2	2
EXTENSION (EX)	2	1	2	2
MOMENTO (MO)	4	2	2	2
PERSISTENCIA (PE)	1	2	2	2
REVERSIBILIDAD (RE)	1	1	1	1
SINERGIA (SI)	1	4	1	1
ACUMULACIÓN (AC)	1	4	1	1
EFEECTO (EF)	4	4	1	1
PERIODICIDAD (PR)	1	1	2	2
RECUPERABILIDAD RC)	1	1	2	2
SUMA TOTAL	17	22	16	16
IMPORTANCIA	21	27	22	22
TOTAL IMPOT.				92

Tabla 90. Factor impactado: Beneficio económico.

10.7. Matriz de importancia

FACTORES IMPACTADOS										MEDIO FISICO										MEDIO SOCIO-ECONOMICO									
								UNIDAD INCOMENSURABLE			FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN	UNIDAD COMENSURABLE			VALOR DEL IMPACTO	UIP	IMPACTO NETO												
								CON	SIN	NETO		CON	SIN	NETO															
	MEDIO INERTE	SUELO	50	TOPOGRAFIA	% pendiente																								
			50	EROSION	% pendiente																								
		AGUA	100	CALIDAD DEL AGUA	mg/l																								
			50	CONT. ACUSTICA	Frecuencia y agradabilidad acústica																								
		AIRE	50	CALIDAD DEL AIRE	Índice ORAQUI	de 10 a 100																							
	TOTAL M. I.	300																											
	MEDIO BIOTICO	100	FLORA	ALT. CUB. VEG. Y DIVERS.	Variedad cualitativa	Estimativa																							
		100	FAUNA	DIVERSIDAD	Número de especies por	%																							
		200																											
	MEDIO PERCEPTUAL	100	PAISAJE	CAL. PAISAJE Y VAL. HIST.	Material geológico de la superficie	Estimativa																							
600																													
TOTAL M. F.																													
	MEDIO SOC.-CULT	USOS DEL TERRENO	175	GANADERO, EXCUR. CAZA	ACC	%																							
			300	CALIDAD DE VIDA	Calidad de vida	%																							
		MEDIO ECONOMICO	275	EMPLEO	Varianción del índice de em	%																							
			35	POBLACION	ACEPTACIÓN Y BENEFICIO	Calidad de vida	%																						
		TOTAL M. S.-E	400																										
	TOTAL	1000																											
	IMPACTO AMBIENTAL TOTAL CAUSADO POR EL PROYECTO																	57,8897											

Tabla 91. Matriz de importancia.

10.8. Informe del Estudio de Impacto Ambiental

El resultado final de la matriz arroja un valor de 57,9. Siendo el valor óptimo de 1.000 y el pésimo es -1.000, se puede observar que la actividad proyectada afecta al medio ambiente de manera positiva, claro está, moderadamente hablando al ser un valor que tiende hacia la neutralidad, ya que solo supone una mejora del 6%.

Por otro lado, se ve que no todas las interacciones son negativas. Es de señalar que debido a la explotación realizada hasta ahora, la calidad ambiental actual es moderadamente baja, lo cual permite mejorarla mediante el plan de restauración debidamente diseñado.

El medio más perjudicado es el medio inerte con un valor de -101,4. Dentro de dicho medio, los factores más afectados son el aire con -84,3 (contaminación acústica y calidad) y el agua con -32,3 de impacto neto.

El segundo medio más afectado es el medio socio-cultural, en los usos del terreno (agrícola) con un valor de -89,4.

El medio menos afectado, obteniendo valoración de impacto positiva, es el medio económico obteniendo la economía un valor de 143,9. La aceptación y beneficio social dan un valor neto de 93,2 y el impacto en la economía local arroja la cifra neta de 50,7.

Con los resultados que se han obtenido en este estudio, se observa que la mayor cantidad de medios para la prevención deberán destinarse a las medidas preventivas y correctivas sobre el medio inerte.

También debemos tener en cuenta que en todo proyecto dichas medidas conllevan un coste económico que deberá ajustarse tanto a la viabilidad como a la preservación del medio ambiente.

El siguiente paso es determinar las medidas correctoras para reducir en lo posible las afecciones detectadas.

10.9. Medidas preventivas y correctoras

10.9.1. Contaminación acústica

Las principales emisiones de ruidos y vibraciones van ligadas a las siguientes operaciones:

- Arranque, carga, transporte y descarga del todo-uno
- Tratamiento del material

La localización de la cantera, relativamente alejada del núcleo urbano de Linares, disminuye potencialmente las afecciones que son resultado de las actividades citadas.

No obstante, se tomarán las siguientes medidas para reducir las emisiones de ruido:

- Uso de silenciadores adecuados en los escapes y realización del adecuado mantenimiento a la maquinaria.
- Disposición de material antirruído en el fondo del dumper de transporte.
- Utilización en la perforación del pozo de un compresor con bajo nivel de ruido.
- Disposición de elastómeros necesarios para las máquinas generadoras de vibraciones.
- Instrucción a los trabajadores en las medidas adoptadas, y establecimiento de una serie de buenas prácticas con objeto de minimizar el ruido.
- Proporcionar los EPI's necesarios a los trabajadores.

10.9.2. Calidad del aire

La actividad genera un alto índice de partículas y gases por lo que se proponen las siguientes medidas:

- Riego de pistas cuya frecuencia se aumentará en los periodos más secos, ya que una parte importante de emisiones se producen en el transporte del mineral.
- Instalación de riego en la máquina cribadora, debido a que la presencia de finos en la fase de clasificación es elevada.

10.9.3. Calidad del agua

Se ha establecido, en el proyecto en cuestión, el reciclaje de aguas consistente en el tratamiento de lodos, lo cual permite por un lado, una extracción eficiente de agua subterránea al usarse agua reciclada para la planta de tratamiento mineral, así como para la

explotación de la cantera. Los lodos se tratan en un decantador debidamente dimensionado y los sólidos resultantes se utilizan como material para la regeneración vegetal.

Además, se protegerán los acopios temporales tanto de la acción de las aguas meteóricas como del viento. En el primer caso, construyendo drenajes perimetrales y en el segundo realizando siembra de gramíneas y leguminosas en los cordones de tierras destinadas a la restauración.

10.9.4. Calidad del paisaje

Las medidas que se implantarán para mitigar el impacto visual de la explotación son las siguientes:

- Reserva de una zona sin explotar en el sur-oeste (hacia Linares) de la explotación.
- Implantación de pantallas vegetales periféricas mediante arbolado espeso a la explotación y dentro de las tierras de la propiedad.

10.10. Proyecto de Restauración

10.10.1. Introducción

La legislación Ambiental exige protección del Medio Ambiente a la hora de llevar a cabo proyectos Mineros. Tal es el alcance de la citada legislación que exige la inclusión de un proyecto o plan de Restauración con el objeto de minimizar los impactos ocasionados e incluso mejorar el medio respecto al estado previo a la explotación.

Debido a que esta explotación se halla inmersa en una misma unidad natural y paisajística, se tiene en cuenta, en la medida de lo posible, la restauración y revegetación conjunta con el espacio circundante a la concesión, para que una vez restaurada se restablezca un todo armónico entre sí y con el entorno.

La zona dedicada a la explotación, se restaurará acorde al uso tradicional de estos terrenos, donde el suelo se dedica al cultivo del olivar, para finalmente conseguir integrar la zona al paisaje característico de esta zona.

10.10.2. Acondicionamiento de la superficie del terreno

Previo y durante a la fase de explotación, se procederá a la retirada de los primeros cincuenta centímetros de tierra vegetal que cubren la zona de explotación, conservando este material en condiciones óptimas para su uso en la restauración. Por otro lado, la

generación de estéril consistirá en la fracción inferior a 0,08 milímetros y se destinará como material de relleno que posteriormente se cubrirá de tierra vegetal.

10.10.3. Aporte de tierra vegetal

No se prevé recurrir a tierra vegetal de préstamo, puesto que se considera suficiente con la que se retire porque el volumen estimado de montera es más que suficiente para satisfacer las necesidades de este Proyecto de Restauración.

En caso de que se produjeran fenómenos de falta de aireación, la tierra vegetal se enriquecería con aporte de materia orgánica. La superficie total de tierra vegetal forma la cobertera supone 2,77 ha, que será la misma superficie para restaurar, sobre la que se practicará el laboreo, restaurándose con una altura de cobertura de 0,70 m, quedando por debajo de la superficie original.

Para realizar el acopio de tierra vegetal se cuidará de evitar compactación de la misma y se realizará mediante maquinaria adecuada.

10.10.4. Drenaje de aguas de precipitación

Las aguas provenientes de precipitación resultan ser un agente erosivo de importancia, que en el caso de este proyecto amenaza con el movimiento del terreno restaurado por arrastre del material usado a tal fin.

El drenaje perimetral se proyecta mediante, bien la construcción de cordones con grava seleccionada, bien con instalación de tubería drenante. El lugar de implantación de estas medidas será en la parte interna inferior de banco, cuyo objetivo es la conducción de las aguas de escorrentía que caen sobre el banco, evacuándolas lateralmente, y de forma controlada, hacia la cuneta de la pista de acceso, en la zona más alejada de los frentes de explotación, motivo por el cual se diseñó el fondo de cantera del modo descrito en el apartado correspondiente a explotación.

10.10.5. Restauración vegetal

La restauración vegetal permite conseguir varios objetivos:

- Minimizar erosión.
- Mejorar la estabilidad de taludes y terrenos circundantes.
- Adelantar en lo posible la restauración.
- Conseguir una integración paisajística inmediata.

Se establece que la revegetación se implante en un plazo inferior a dos años desde el desmonte previo a las operaciones extractivas.

La repoblación consistirá en la creación de una masa de olivar en el interior del hueco generado por la explotación, e implantación de especies rupícolas mediterráneas en los taludes realizados en los límites de la concesión minera.

La especie dominante que se usará en la revegetación de la zona será el olivo. El marco de plantación adoptado será de 10x10 m². Los taludes se revegetarán con especies rupícolas mediterráneas, tales como encina (*Quercus ilex*), sabina (*Juniperus phoenicia*) y enebro (*Juniperus oxycedrus*). Para llevar a cabo la plantación, se tendrá cuidado de realizarla en estaciones favorables, evitando en lo posible los riesgos de heladas tardías o periodos de sequías intensas. La experiencia indica que la época más favorable para revegetar en la zona de estudio es el otoño.

El cuidado de las plantas exige una serie de pautas de cultivo cuyo objetivo será obtener plantas sanas y resistentes con un crecimiento adecuado a las exigencias del Proyecto de Restauración. Dichas pautas de cultivo se pueden desglosar en:

- Riegos. El riego inicial será por colmo del alcorque con el objeto de facilitar humedad suficiente a las raíces, ya que el éxito de este primer riego será el enraizamiento en el terreno original. Posteriormente, se obrará en consecuencia dependiendo de si el año es lluvioso, lo cual dará como resultado de 2 ó 3 riegos al principio, distribuidos entre los primeros meses de la plantación. En caso contrario, es decir si el año es seco, los riegos se aumentarán de 6 ó 7 durante los seis primeros meses.
- Aporte de materia orgánica. Este punto es de vital importancia puesto que aumenta la fertilidad del suelo y ayuda a retener humedad en el mismo. Una buena nutrición es la base para un crecimiento sano.

10.10.6. Protección del paisaje

La protección del paisaje exige la implantación de medidas cuyo objetivo es minimizar el impacto que ocasione la explotación minera.

El uso que se le va a dar a la zona de explotación, será exclusivamente agrícola, si bien las zonas limítrofes de la concesión minera constituirán una reserva biológica de bosque mediterráneo.

10.10.7. Cese de actividad

Una vez concluida la explotación y como paso previo a la restauración final del lugar se deberá retirar todo el material sobrante. Además, se procederá al desmantelamiento de todas las instalaciones y pistas auxiliares que vayan a carecer de uso y/o no esté previsto utilizar a corto plazo para el mismo u otros fines. Las cunetas, zanjas y balsas serán debidamente restauradas y revegetadas una vez finalizada su función.

En el caso de darse un cese permanente de la actividad, se pondrán en práctica todas las medidas definidas anteriormente que sean de aplicación.

10.10.8. Programa de Vigilancia Ambiental

De acuerdo a lo establecido en el Art. 11 del Decreto 292/1995, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto ambiental de la comunidad Autónoma de Andalucía, es obligatoria la inclusión de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) dentro del EsIA.

La función consiste en el establecimiento de un sistema de control que garantice el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, que se incluyen en el EsIA.

El PVA incluye el control de dos grupos de aspectos básicos, relacionados en la línea de tiempo con las dos fases posteriores a la ejecución de un Proyecto; éstas son la fase de construcción y la fase de explotación. Los aspectos básicos a controlar son:

- La correcta ejecución de las medidas correctoras y los distintos elementos del proyecto. Relacionado con la fase de construcción.
- La gravedad real de los impactos y, por tanto, la eficacia de las medidas correctoras adoptadas. Relacionado con la fase de explotación.

El desarrollo del PVA se realizará bajo la definición de los controles. Esta definición deberá contener los siguientes aspectos:

1. Identificar los impactos que requieren control. Éstos serán; niveles sonoros a los que se someterá el entorno, evolución de las plantaciones en las áreas restauradas y posibles alteraciones de la vegetación, afección a la fauna, integración paisajística de la obra tras su finalización, y todas aquellas afecciones que durante la realización del proyecto se consideren necesarias para cumplir con los objetivos de este PVA.

2. Determinación de los parámetros, objetivos y los tipos de datos necesarios para lograr los fines señalados en el apartado anterior. Para ello, se deberán establecer: los indicadores de impacto, la estrategia de muestreo (frecuencia, lugares y método), umbrales admisibles, niveles de alerta y medidas de urgencia en caso de sobrepasar estos niveles.
3. Toma de decisión respecto a las exigencias de tiempo, personal y costes. En la decisión temporal se tiene en consideración la fase en la que se encuentre el proyecto de explotación, es decir: fase previa al inicio de obras, durante las obras, durante el funcionamiento.

Los plazos propuestos para llevar a cabo el PVA son los siguientes:

Año o período	Acciones a ejecutar
2020	Desmante en superficie suficiente para la óptima realización de la actividad canteril.
Anual	Controles de ruidos y vibraciones.
Permanente	Control de vertidos.
Permanente	Acopio de tierra vegetal cuyo destino es la restauración del hueco minero.
2030	Finalización de la cantera. Se finalizarán los trabajos de restauración pendientes, fertilización de alcorques, riegos necesarios teniendo especial cuidado con los años y períodos secos.

Tabla 92. Plazos del Programa de Vigilancia Ambiental.

El presente PVA estará supervisado exclusivamente por un equipo técnico y cualificado para que la restauración sea exitosa, y deberá contemplarse adecuadamente en los Planes de Labores anuales.

En general, estas medidas no solo redundarán en el buen desempeño de las instalaciones, fases de la explotación y entorno, sino que además permitirán proyectar la buena imagen exterior de la empresa.

A continuación, se refleja el Planning del PVA con las diferentes unidades de obra que componen el presente plan:

Concepto	Octubre, 2020	Abril, 2030	Mayo, 2030	Junio, 2030	Julio, 2030
Acopio de la tierra vegetal	xxxxxxxxxxxxxx				
Final de la explotación		xxxxxxxxxxxxxx			
Acondicionamiento del terreno	xxxxxxxxxxxxxx		xxxxxxxxxxxxxx		
Instalación drenaje perimetral	xxxxxxxxxxxxxx		xxxxxxxxxxxxxx		
Restauración de la tierra vegetal	xxxxxxxxxxxxxx		xxxxxxxxxxxxxx		
Plantación de olivar y rupícolas				xxxxxxxxxxxxxx	
Labores Finales					xxxxxxxxxxxxxx

Tabla 93. Planning de restauración.

10.11. Conclusión

Tras el análisis de los previsibles impactos ambientales sobre el medio ambiente, no se han apreciado actuaciones que puedan afectar severamente y que aconsejen la no implantación de la explotación, habiendo estudiando los posibles efectos sobre los medios bióticos y socio-económico.

Con todo ello, se resuelve que la implantación de la actividad de explotación del leu granítico en el paraje de Caballerizas de la Virgen es Viable ambientalmente.

Anexo 2. Estudio de Viabilidad

11. Anexo 2. Estudio de viabilidad

11.1. Introducción

La realización de un estudio económico permite demostrar la viabilidad de un proyecto para una explotación minera. Al realizar esta labor se deben tener en cuenta tanto los costes como los ingresos, además de los correspondientes valores residuales, para alcanzar el objetivo final, es decir, el cálculo de flujos y rendimientos de la actividad proyectada.

Se hace uso de los métodos estáticos para la obtención de los parámetros e indicadores económicos necesarios.

11.2. Inversión inicial

Para permitir a la explotación alcanzar su desempeño previsto, se requieren de inversiones iniciales para distintos cometidos, tales como maquinaria, adecuación y creación de infraestructuras, así como investigación. En los siguientes párrafos se lleva a cabo la estimación de la inversión inicial.

11.2.1. Investigación minera y trámites administrativos

Concepto	Unidades	Valor unitario (€)	Total (€)
Estudio Hidrogeológico	1,00	1.500,00	1.500,00
Proyecto de explotación	1,00	1.600,00	1.600,00
Proyecto de restauración	1,00	1.200,00	1.200,00
Licencia de apertura	1,00	5.000,00	5.000,00
Aval de restauración	1,00	249,30	249,30
SUBTOTAL			9.549,30

Tabla 94. Inversión en investigación minera y trámites administrativos.

11.2.2. Instalaciones y accesos

Concepto	Unidades	Valor unitario (€)	Total (€)
Instalación eléctrica	1,00	12.500,00	12.500,00
Adecuación de pistas (km)	0,70	21.000,00	14.700,00
Vallado perimetral (m)	1.242,09	14,45	17.948,20
SUBTOTAL			45.148,20

Tabla 95. Inversión en instalaciones y accesos.

11.2.3. Maquinaria y planta de tratamiento

Concepto	Unidades	Valor unitario (€)	Total (€)
Cuba riego RENAULT 230 / 12.000 litros de capacidad	1,00	45.000,00	45.000,00
Tolvas	1,00	15.000,00	15.000,00
Alimentador AVT - 80	1,00	30.000,00	30.000,00
Triturador de cilindros MRT 960-I	1,00	175.000,00	175.000,00
Criba de vibración lineal ALQUEZAR CT-1	1,00	45.000,00	45.000,00
Decantador MININGLAND SD-120	1,00	200.000,00	200.000,00
Banda transportadora	3,00	60.000,00	180.000,00
Balsa de hormigón prefabricado 116 m3	1,00	10.000,00	10.000,00
SUBTOTAL			700.000,00

Tabla 96. Inversión en maquinaria y planta de tratamiento.

11.2.4. Cierre y gestión del impacto ambiental

Concepto	Unidades	Valor unitario (€)	Total (€)
Adecuación del hueco minero (Ha)	2,77	5.700,00	15.789,00
SUBTOTAL			15.789,00

Tabla 97. Inversión en cierre y gestión del impacto ambiental.

11.2.5. Sondeo para captación de agua

Concepto	Unidades	Valor unitario (€)	Total (€)
Sondeo rotoperCUSión (m)	100,00	50,00	5.000,00
Bomba sumergible 15 kW (ud)	1,00	8.700,00	8.700,00
Tuberías y accesorios	1,00	4.235,00	4.235,00
SUBTOTAL			17.935,00

Tabla 98. Coste sondeo captación.

11.2.6. Inversión inicial total

Concepto	Total (€)
Investigación	9.549,30
Instalaciones, acc.	45.148,20
Maquinaria, pl. trat.	700.000,00
Gest. Impacto amb.	15.789,00
Sondeo	17.935,00
TOTAL	788.421,50

Tabla 99. Inversión inicial total.

Se requiere una inversión inicial consistente en setecientos ochenta y ocho mil cuatrocientos veintiún euros con cincuenta céntimos, 788.421,50 €.

11.3. Anualidad de amortización

Se parte suponiendo que la maquinaria tendrá una vida media igual a la vida de la explotación, es decir, diez años. La depreciación anual uniforme (DA) es:

$$DA = \frac{\text{Inversión inicial total} - \text{valor residual}}{\text{tiempo de vida de la explotación}} \quad (107)$$

11.3.1. Resumen de inversiones amortizables

Concepto	Importe (€)	Valor residual (%)	Valor residual (€)
Investigación	9.549,30	0,00	0,00
Instalaciones, acc.	45.148,20	10,00	4.514,82
Maquinaria, pl. trat.	700.000,00	10,00	70.000,00
Gest. Impacto amb.	15.789,00	0,00	0,00
Sondeo	17.935,00	0,00	0,00
TOTAL	788.421,50	TOTAL	74.514,82

Tabla 100. Cuadro resumen de las inversiones amortizables.

11.3.2. Cálculo de la anualidad de amortización

Se realiza con la ecuación 112.

Total de inversión inicial (€)	Valor residual (€)	Años de explotación	Amortización (€)
788.421,50	74.514,82	10,00	71.390,67

Tabla 101. Anualidad de amortización.

11.4. Gastos anuales

El siguiente paso consiste en calcular los gastos anuales que se desprenden en mano de obra, combustibles, lubricantes, mantenimiento, elementos de desgaste, energía, servicios ajenos, y finalmente, financieros. En el orden expuesto se desglosan cada uno de los apartados correspondientes.

11.4.1. Mano de obra

Concepto	Número	Valor (€/h)	Total (€/h)
Jefe de cantera	1,00	15,00	15,00
Operador de pala cargadora	1,00	10,00	10,00
Operador de excavadora	1,00	10,00	10,00
Operador de bulldócer	1,00	10,00	10,00
Camionero	1,00	10,00	10,00
Oficinista	1,00	10,00	10,00
Coste horario			65,00
Coste diario			390,00
Coste anual			85.800,00

Tabla 102. Costes estimados en unidades de tiempo (horario, diario y anual).

11.4.2. Gastos en combustible

El coste horario de combustible se calcula relacionando potencia, factor de combustible y precio del combustible, con la siguiente expresión:

$$Coste_{horario\ comb} = a \cdot Pot \cdot Factor\ de\ comb \cdot precio\ litro\ de\ comb \quad (108)$$

Donde a es un parámetro que toma el valor 0,3 cuando la potencia se expresa en kW ó 0,22 si la potencia se expresa en HP. El factor de combustible depende de las condiciones de trabajo se toman tabulados del “Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto” (Gómez, J. 1995).

EQUIPO	CONDICIONES DE TRABAJO		
	BUENAS	MEDIAS	DURAS
Tractores de orugas	60%	70%	80%
Palas cargadoras	40%	50%	60%
Excavadoras hidráulicas	50%	70%	90%
Mototrailias autocargables	40%	50%	60%
Mototrailias convencionales	45%	55%	65%
Volquetes	25%	35%	45%

Tabla 103. Factores de combustible. (Tomado de Gómez, 1995).

Como las condiciones de trabajo se tomaron como medias en el proyecto se toman los valores correspondientes a la columna central, condiciones de trabajo medias. De este modo con los datos obtenidos, se crea la siguiente tabla.

Máquina	Potencia (kW)	Precio comb. (€)	Coste (€/h)
Bulldócer KOMATSU D275AX-5	337,00	0,98	69,21
Retroexcavadora KOMATSU PC210LC-11	123,00	0,98	25,26
Pala cargadora VOLVO L70E	112,00	0,98	16,43
Volquete KOMATSU HM300-5	248,00	0,98	25,47
Camión cisterna Renault 230	150,00	0,98	15,44
Total por hora (€)			151,81
Total por jornada (€)			910,84
Total anual (€)			200.385,66

Tabla 104. Gastos en combustible.

11.4.3. Gastos en filtros y lubricantes

En el cálculo del gasto en filtros y lubricantes, una estimación bastante realista, avalada por la experiencia práctica, es considerar un 1/3 del gasto anual en combustible (GAC).

$$Gastos_{Filt.y\ lubric.} = \frac{1}{3} GAC = \frac{1}{3} \cdot 200.385,66 \text{ €} = 66.795,22 \text{ €} \quad (109)$$

Total anual (€)	66.795,22
------------------------	-----------

Tabla 105. Gastos en combustible.

11.4.4. Coste de mantenimiento de equipos

Para el cálculo del coste de mantenimiento de equipos, se utiliza la expresión siguiente:

$$Cm = \left(\frac{\text{Precio máquina}}{\text{horas de vida}} \right) \cdot \text{Factor de mantenimiento} \quad (110)$$

Máquinaria	Horas de vida	F. Mantenimiento	Precio (€)	Coste mant. (€/h)
Bulldócer KOMATSU D275AX-5	20.000,00	0,50	950.000,00	23,75
Retroexcavadora KOMATSU PC210LC-11	30.000,00	0,80	800.000,00	21,33
Pala cargadora VOLVO L70E	25.000,00	0,70	800.000,00	22,40
Volquete KOMATSU HM300-5	28.000,00	0,40	700.000,00	10,00
Camión cisterna Renault 230	80.000,00	0,40	45.000,00	0,23
Planta de tratamiento	30.000,00	0,40	645.000,00	8,60
Total hora (€)				86,31
Total anual (€)				113.927,00

Tabla 106. Gastos en mantenimiento de maquinaria.

11.4.5. Coste de elementos de desgaste

Máquina	Parte	Horas de vida	Unidades elemento vida explotación	Precio elemento	Costo vida explotación (€)
Bulldócer KOMATSU D275AX-5	Cuchilla	200,00	66,00	75,00	4.950,00
	Cadenas	10.000,00	2,00	18.000,00	36.000,00
	Rejón	3.500,00	4,00	700,00	2.800,00
Retroexcavadora KOMATSU PC210LC-11	Dientes	800,00	17,00	250,00	4.250,00
	Cadenas	10.000,00	2,00	1.800,00	3.600,00
Pala cargadora VOLVO L70E	Dientes	250,00	53,00	250,00	13.250,00
	Neumáticos	5.000,00	3,00	7.500,00	22.500,00
Volquete KOMATSU HM300-5	Neumáticos	6.000,00	3,00	10.500,00	31.500,00
Camión cisterna Renault 230	Neumáticos	6.000,00	3,00	2.000,00	6.000,00
Costo total (€)					124.850,00
Costo anual (€)					12.485,00

Tabla 107. Gastos en elementos de desgaste de la maquinaria.

11.4.6. Coste de energía eléctrica

Máquina	Potencia (kW)	Horas de trabajo	kWh/jornada	Coste (€)
Alimentador vib. AVT-80	0,60	5,00	3,00	0,28
Triturador MRT-960-I	50,00	5,00	250,00	23,00
Criba vib. Lin. Alquézar CT-1	2,90	5,00	14,50	1,33
Decantador miningland SD120	8,60	5,00	43,00	3,96
Bomba de agua SP 45-12	11,70	6,00	70,20	6,46
Iluminación y auxiliares	6,00	5,00	30,00	2,76
Coste diario (€)				37,78
Coste anual (€)				8.312,57

Tabla 108. Gastos en energía.

11.4.7. Servicios ajenos

Concepto	Precio (€/h)	Total (€/año)
Servicio de limpieza	7,35	1.617,00
Gestión fiscal	5,20	1.144,00
Seguro responsabilidad	2,05	451,00
Servicio prevención	3,15	693,00
Control de ruido	1,00	220,00
Total anual (€)		4.125,00

Tabla 109. Gastos en servicios ajenos.

11.4.8. Gastos financieros

La estimación del coste financiero parte con el supuesto de que se necesitará financiar el 60% del capital a un interés del 3%. El 60% de la inversión inicial es

$$788.421,50 \text{ €} \cdot 0,60 = 473.052,90 \text{ €} \quad (111)$$

que es el capital prestado, entonces se le aplica el 3% de interés para obtener el coste total del préstamo

$$473.052,90 \text{ €} \cdot 0,4 = 189.221,16 \text{ €} \quad (112)$$

Entonces, como la vida de la explotación es diez años, la anualidad correspondiente al gasto financiero es 18.922,12 €.

Gasto financiero anual (€)	18.922,12
-----------------------------------	-----------

Tabla 110. Gastos financieros.

11.4.9. Resumen gastos anuales

Concepto	Costo (€)
Mano de obra	85.800,00
Combustible	200.385,66
Filtros y lubricantes	66.795,22
Mantenimiento	113.927,00
Elementos de desgaste	12.485,00
Energía eléctrica	8.312,57
Servicios ajenos	4.125,00
Amortización anual	18.922,12
Total	510.752,57

Tabla 111. Resumen gastos anuales.

11.5. Cómputo global

Producción (t/año)	108.000,00
Precio árido (€/t)	7,18
Beneficio bruto (€)	775.440,00
Beneficio antes de impuestos (€)	264.687,43
Impuesto de sociedades (%)	25
Beneficio neto (€)	198.515,57
Flujo de caja (€)	217.437,69

Tabla 112. Cómputo global.

11.6. Rentabilidad económica y Pay-Back

Un modo para medir la rentabilidad económica (r.e.) de una empresa es haciendo uso de la ecuación 113. El beneficio neto consiste en 198.535,37 € (ver tabla 101), por otro lado, la inversión se calculó en el apartado 11.2 (tabla 88) alcanzando la cifra de 787.321,50 €. Calculando se obtiene un ratio de rentabilidad económica

$$\text{Ratio } r.e. = (198.515,57 \text{ €} / 788.421,50 \text{ €}) \cdot 100 = 25,18 \% \quad (113)$$

Esta rentabilidad se considera alta, puesto que una inversión a plazo fijo, a modo de comparación, genera cerca del 5% como máximo. En definitiva, por cada euro invertido se obtienen 25,18 euros.

Para calcular el tiempo de retorno o Pay-back se realiza el inverso del Ratio r.e.:

$$\text{Pay-back} = 1 / \text{Ratio } r.e. = 1 / 0,2522 = 3,97 \quad (114)$$

Este valor de Pay-back, indica que en algo menos de cuatro años se produce el retorno de la inversión inicial, es decir, se tienen seis años de beneficio pleno.

Cocepto	Valor
Índice r.e. (%)	25,18
Pay-back (años)	3,97

Tabla 113. Rentabilidad económica y Pay-back.

11.7. Análisis de futuro sobre posibles fluctuaciones del mercado

Se considera una subida generalizada de los costes (12 %) y una disminución del precio del árido de un 10 %, lo cual supondría un escenario excesivamente negativo. Un aumento de costes al 25% significa un aumento en el cómputo del coste

$$\text{Coste total} \cdot 12\% = 510.752,57 \text{ €} \cdot 0,12 = 61.290,31 \text{ €} \quad (115)$$

Siendo el aumento estimado en

$$510.752,57 \text{ €} + 61.290,31 \text{ €} = 572.042,88 \text{ €} \quad (116)$$

Por otro lado, una depreciación del árido en un 10% supone un precio de

$$7,18 \text{ €} - (7,18 \cdot 0,10) = 6,46 \text{ €} \quad (117)$$

Entonces con estos datos se lleva a cabo la simulación de este escenario

Producción (t/año)	108.000,00
Precio árido (€/t)	6,46
Beneficio bruto (€)	697.680,00
Beneficio antes de impuestos (€)	125.637,12
Impuesto de sociedades (%)	25
Beneficio neto (€)	94.227,84
Flujo de caja (€)	113.149,96

Tabla 114. Simulación escenario negativo.

Cocepto	Valor
Índice r.e. (%)	16,47
Pay-back (años)	6,07

Tabla 115. Simulación escenario negativo; Índice de rentabilidad y Pay-back.

Incluso en el desfavorable caso de aumentar los costes un 12 % y disminuir el precio del árido un 10 %, la rentabilidad obtenida permite considerarla alta, con un retorno dentro del periodo de explotación, por lo que la inversión seguiría siendo segura.

Por otro lado, no es de esperar estas fluctuaciones en un mercado de nivel regional, siendo muy poco probable entrar en un escenario tan negativo.

Anexo 3. Estudio de Seguridad y Salud

12. Anexo 3. Estudio de Seguridad y Salud

12.1. Legislación aplicable

- Ley de Minas de 21 de julio de 1973
- Reglamento General para el Régimen de la Minería, de 25 de agosto de 1977, aprobado por Real Decreto 2857/1978.
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera R.D. 863/85 de 2 de abril.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al R.G.N.B.S.M.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica 23/8/34.
- R.D. 1389/1997 de 5 Septiembre, disposiciones mínimas de seguridad y salud en actividades mineras.
- Ley 31/1995 de 8 noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269, 10 nov.)
- R.D. 1.389/97 de 5 sep. Disposiciones Mínimas Destinadas a Proteger la Seguridad y Salud de los Trabajadores en Actividades Mineras.
- R.D. 1.215/97 de 18 de julio sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- R.D. 773/97 30 mayo sobre la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 486/97 de 14 abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Ley 54/2003 reforma normativa Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997 Reglamento de Servicios de Prevención.
- Ley 3/1998, de 27 febrero, de la Intervención Integral de la Administración Ambiental.
- Decreto 136/1998, de 18 mayo, Reglamento General de desarrollo Ley 3/98.
- Decreto 143/2003, de 10 junio, de modificación del D.136/99
- R.D. 842/2002, de 2 agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Instrucción 7/2003, de 9 septiembre, de la Dirección General de Energía y Minas.
- R.D. 614/2001, 8 junio, disposiciones mínimas para protección frente a riesgos eléctricos.

12.2. Disposiciones Generales de Seguridad e Higiene

12.2.1. Objeto y campo de aplicación

El objeto del presente estudio consiste en establecer los requisitos básicos para la Seguridad del Personal, que son de obligado cumplimiento en explotaciones mineras a cielo abierto.

Las medidas de prevención de accidentes se recogen en el Real Decreto 863/1985 de 2 de abril, donde se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.G.N.B.S.M.), así como la Orden de 16 de abril de 1990, aprobándose las Instrucciones Técnicas Complementarias del Título VII del R.G.N.B.S.M. de la que a continuación se expone un extracto breve:

12.2.2. Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.)

La empresa titular vendrá obligada a establecer unas Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.) en la que hará figurar, al menos, la organización que prevea en orden a mantener la Seguridad del Personal, fijando las responsabilidades y atribuciones de los distintos escalones jerárquicos, y las medidas a tomar cuando las circunstancias excepcionales alteren el orden normal del trabajo. El Director Facultativo desempeñará sus funciones según las exigencias de la I.T.C. MIE 02.0.01.

12.2.3. Ingreso y formación del personal

Sólo pueden ser admitidas, como de nuevo ingreso a trabajos en la explotación minera a cielo abierto, las personas que, sometidas a examen médico apropiado, no padezcan enfermedad o defecto físico o psíquico que pueda suponer peligrosidad en los trabajos a desarrollar.

Toda persona que se incorpore como trabajador a la explotación minera a cielo abierto debe ser instruida previamente sobre las normas generales de seguridad y las específicas de su puesto de trabajo.

12.2.4. Entrada y permanencia en la explotación

En los trabajos a cielo abierto queda prohibida la entrada y permanencia de toda persona ajena a los mismos que no disponga de autorización expresa del Director Facultativo, titular de la explotación o encargado.

Toda la explotación debe estar debidamente señalizada, con un cartel que indique el nombre de la cantera, número registro, término municipal y titular.

No se permitirá la entrada o permanencia en la explotación a aquellas personas que, aun perteneciendo a la Empresa, presenten síntomas de embriaguez, inconsciencia temporal, o cuya actuación sea tal que comprometa la seguridad e higiene de los trabajadores, la suya propia o la integridad de equipos e instalaciones.

12.2.5. Utilización de prendas especiales y equipos de protección individual

No se permitirá a nadie el acceso a explotaciones mineras a cielo abierto ni la permanencia en ellas, a menos que lleven puesto un casco protector.

Las personas que tengan que trabajar cerca de maquinaria móvil o máquinas con órganos en movimiento no llevarán pelo largo suelto, ropa holgada, pañuelos para el cuello, cadenas, pulseras o artículos similares que puedan dar lugar a enganches, golpes o movimientos involuntarios.

Cuando los operarios tengan que trabajar colgados o trepar por el frente de una explotación, se les proporcionarán las cuerdas y cinturones de seguridad necesarios, asegurándose de que todos ellos los utilicen.

Cuando se realicen trabajos en los que no pueda evitarse que las ropas corrientes sean empapadas de un modo duradero, se proveerá a los trabajadores de ropas impermeables y botas adecuadas.

Ante un riesgo reconocido, se implantará el uso obligatorio de equipos de protección individual. Cuando esto suceda, el personal está obligado a utilizarlos y cuidarlos, y en su caso deberá ser instruido sobre su empleo. Una disposición interna de seguridad regulará el uso de estos equipos.

12.2.6. Reconocimiento de labores y actuaciones

Antes de comenzar los trabajos después de una parada prolongada, el Director Facultativo o una persona competente por él designada reconocerá las zonas que puedan suponer peligro en aquellos sitios donde los obreros han de pasar o realizar su trabajo, cerciorándose de las condiciones de seguridad.

En los sitios donde exista riesgo de desprendimientos o caídas de piedras, los bancos deben ser sometidos a un reconocimiento al menos diario.

No se permitirá la permanencia de personal en la proximidad de un talud o banco donde exista peligro de deslizamiento o desprendimiento.

Con la frecuencia que el Director Facultativo lo determine, una persona competente reconocerá la cabeza y el pie del frente de la explotación en que se están desarrollando los trabajos, para detectar las grietas que puedan indicar el peligro de movimiento de tierras. Se reconocerá la cabecera después de cada voladura y se subsanará la misma con máquina retro-excavadora sobre cadenas. En los trabajos de limpieza y preparación y misma perforación la revisión debe ser diaria.

Estas zonas agrietadas deberán ser debidamente señalizadas o cercadas.

Se tomarán medidas para mantener alejado al personal de las áreas peligrosas que no estén en explotación. Se pondrán señales de peligro o vallas de separación.

Todo trabajador que haya advertido un peligro en cualquier parte de las labores que no puedan ser fácil y rápidamente subsanado por él mismo, deberá ponerlo en conocimiento del responsable de los trabajos, quién tomará las medidas que considere pertinentes para subsanarlo y de considerarlo conveniente, ordenará la retirada del personal afectado.

12.2.7. Vigilancia del personal en casos especiales

El encargado de tajo o de labor deberá ocuparse preferentemente de aquellos obreros que por su corta experiencia o por la peligrosidad de su trabajo están más expuestos al riesgo.

12.2.8. Subcontratación de trabajos

Todos los trabajos subcontratados deberán ser comunicados a la Autoridad Minera adjuntando el contrato entre las partes, así como la aceptación de la Dirección Facultativa existente por el subcontratista.

12.2.9. Medidas generales de seguridad

- Si la explotación de los bancos se realiza con palas cargadoras o retro-excavadoras de cuchara de ataque frontal, la altura del frente no podrá sobrepasar en más de 1 m. el avance vertical de la cuchara. Cuando la excavación se realice con otro tipo de excavadora, la máxima altura de frente será el alcance del brazo de la máquina o altura de ataque. Si la explotación de los bancos es mediante perforación y voladura, la altura de los bancos no superará en ningún caso los 20 m.

- Las máquinas de arranque y/o carga trabajarán siempre que sea posible en posición perpendicular al frente, colocándose de modo que queden protegidas por el cazo o

cuchara de un posible desprendimiento. Irán provistas de la correspondiente cabina antivuelco.

Cuando una pala trabaje en una plataforma cerca del borde de un talud, deberá acercarse a éste en marcha lentamente y mantenerse perpendicular al borde, para evitar un posible hundimiento del talud (provocado por el peso de la máquina) implique el vuelco de ésta.

- Antes de iniciar cualquier maniobra de un vehículo o equipo móvil, el conductor deberá seguir estrictamente el sistema de avisos y señales.

- La pala y el volquete en la secuencia de carga, deberán emplazarse lo más separado posible del frente, situándose el volquete, siempre que sea posible, en dirección normal al mismo y con la cabina en la posición más alejada de él. La carga de los volquetes debe realizarse por la parte lateral o trasera de los mismos, sin que la cuchara pase por encima de la cabina. Durante la carga, el conductor no podrá abandonar la cabina ni regresar a ella sin haber advertido previamente al operador de la pala.

- El manejo de maquinaria móvil, sólo podrá ser realizado por operadores mayores de 18 años que hayan recibido las instrucciones necesarias y sean debidamente autorizados por la Autoridad Minera competente. Estas autorizaciones no tendrán carácter general, sino para cada tipo de máquina y deberán ser renovadas cada 5 años y no excluye la necesidad del permiso de conducción que pueda ser exigible en su caso.

- Los conductores de camiones volquetes de la explotación dedicados al transporte de material deberán disponer de un permiso expedido por la Autoridad Minera Competente, según las condiciones ya indicadas.

- El repostado de las máquinas que no están preparadas para hacerlo en funcionamiento, se deberá de hacer con el motor parado y los circuitos eléctricos desconectados

- En un área de 15 m. de la zona de repostado o de almacenamiento de combustible, se prohíbe fumar o utilizar dispositivos de llama abierta, colocándose carteles que indiquen tal prohibición.

- En todo momento para el desempeño de las labores de arranque, carga y transporte, saneamiento, perforación y aquellas necesarias para el beneficio de recursos, serán ejecutadas con la maquinaria adecuada y equipos homologados.

- La maquinaria de transmisión por correa o poleas, así como cualquier volante de inercia en movimiento llevará su correspondiente protección o defensa.

- La utilización de explosivos implica el desarrollo y cumplimiento de la normativa específica, además de la reflejada con carácter general.

- No se permitirá el cruce de maquinaria o vehículos por debajo de líneas eléctricas aéreas salvo por los puntos especialmente preparados para ello, en los que se deberá cumplir las prescripciones impuestas por el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión en cuanto a tipos de apoyo, amarres y distancias sobre el terreno (Art. 32 y 33 de dicho Reglamento).

- A 25 m. antes de cada cruce se colocarán carteles o señales bien visibles, avisando dicho cruce y recordando la prohibición de circular con la caja levantada en caso de volquetes, o con cualquier tipo de herramienta o útil desplegado.

- Las pistas o pasos habituales de vehículos que discurran paralelamente a líneas aéreas, mantendrán una distancia respecto a éstas de 15 m., medida en planta entre el eje de la línea y el borde de la calzada y perpendicularmente a ésta.

- Dentro del área delimitada por una distancia de 10 m. a cada lado del eje de la línea, medidos sobre la planta horizontal, se prohíbe la presencia de maquinaria y la realización de trabajos con la línea de tensión.

- Para la realización de trabajos ocasionales en dicha zona deberá desconectarse y descargar a tierra la línea, se tomarán todas las precauciones para evitar un error de coordinación entre dichas maniobras y la realización de los trabajos

- Si la desconexión no es posible y de forma excepcional, se elaborará una D.I.S. para los posibles trabajos a realizar en esta zona, siempre que la distancia mínima entre la maquinaria desplegada y la línea aérea sea:

$4 + U (Kv)/100$ en metros los trabajos se realicen bajo la supervisión continua de un responsable.

- La balsa de decantación debe estar aprobada técnicamente por la Autoridad Competente y mantenida con todas las condiciones de Seguridad que indiquen tal como vallas, protecciones, señalización.....

12.3. Disposiciones internas de seguridad

12.3.1. Objeto del estudio

El estudio de las Disposiciones Internas de Seguridad se refiere a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de maquinaria e instalaciones que son propias de este tipo de actividad (plantas de tratamiento y actividades extractivas).

Se trata de dar unas directrices básicas a la empresa para llevar a término sus obligaciones en el campo de la Seguridad Minera, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el RD. 863/85 de 2 de abril de 1985 por el que se desarrolla el R.G.N.B.S.M., así como las Instrucciones Técnicas Complementarias, de obligado cumplimiento en todos aquellos trabajos con técnica minera.

12.3.2. Riesgos existentes, profesionales y colectivos

- Atropello por maquinaria y vehículo.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Desprendimientos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo y ruidos.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendios.
- Riesgos de daños a terceros.

No existen daños a propiedades de terceros debido a que toda la zona en general pertenece a un solo propietario, pero sí existen riesgos de personas debido a la circulación de vehículos y personas ajenas a la explotación y planta de tratamiento.

12.3.3. Prevención de riesgos profesionales

Protecciones individuales:

- Casco para todo el personal incluido los visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables.
- Gafas contra impactos y polvo.
- Impermeables.

Protecciones colectivas:

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cintas señalización.
- Topes/vallas desplazamiento vehículos.

Formación:

Toda persona recibirá, al ingresar en la planta – explotación, una explicación de los medios de trabajo y de los riesgos que éstos pueden comportar, junto con las medidas de seguridad.

12.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquín

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material necesario que especifica la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- Asistencia a accidente

Es deber de informar el emplazamiento de los distintos Centros Médicos (Ambulatorios, Hospitales, Mutuas, etc.) a donde deban trasladarse los accidentados para su rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá, en lugar visible, de un listado con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para las urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los accidentados.

- Reconocimiento médico

Todo el personal que comience a trabajar en la planta tendrá que pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

12.3.5. Prevención de riesgos y daños a terceros

Se señalarán los accesos a la planta – explotación, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

Se utilizarán cierres para impedir el paso a personas a las zonas peligrosas y se señalizará debidamente para los vehículos.

12.4. Disposiciones de seguridad de la maquinaria y equipos

Se expresan unas disposiciones básicas de seguridad referidas a maquinaria y equipos, para que sean cumplidas y conocidas por todo el personal.

12.4.1. Maquinaria móvil

- Toda persona que maneje y conduzca maquinaria móvil, a parte del carnet de conducir, estará en posesión del preceptivo Carnet de Maquinista, expedido por el Departamento de Minas. El maquinista debe tener cumplidos los 18 años.

- Toda maquinaria móvil irá equipada con dispositivos de alarma sonora de la marcha atrás.

- Para cualquier maniobra anormal, el maquinista avisará acústicamente, o por otros medios al personal próximo, antes de realizar dicha maniobra.

- El conductor de una máquina no bajará de la misma sin haber parado el motor y asegurarse de su inmovilidad.

- Todas las máquinas móviles de menos de 100 C.V. de potencia pasarán una revisión general cada 6 meses o cada 1.000 horas de trabajo. Los de más de 100 C.V. pasarán revisión cada año o cada 2.000 horas de servicio.

- Se llevarán un libro de registro con los datos y fechas de las revisiones.

Se debe anotar cualquier anomalía importante que se haya detectado en las mismas y las medidas adoptadas.

- Toda maquinaria móvil cuando circule por el interior de la planta, lo hará a una velocidad máxima de 20 Km/h. para evitar peligros al personal e instalaciones.

- No se reparará ninguna máquina dentro de la planta, sin asegurarse de su inmovilidad, en especial en los dispositivos hidráulicos cuando están en posición elevada, utilizando los medios necesarios.

- En cuanto se refiere al mantenimiento de la maquinaria, se seguirá estrictamente las recomendaciones y manual del fabricante, en cada caso.

12.4.2. Maquinaria fija

- Toda maquinaria que se sitúe elevada, deberá tener su plataforma su plataforma y la misma estará protegida con una barandilla, para evitar caídas de personal.

- En caso de avería de una máquina fija, no se podrá desmontar, sin primero haber desconectado la corriente de alimentación al motor de la misma.

- En caso de avería o atascamiento en una cinta transportadora, no se intentará subsanarla en marcha, se tiene que parar y desconectar antes de revisarla.

- No se puede realizar maniobra eléctrica alguna en zonas de riego (dispositivos contra polvo). En caso necesario se tendrá que cortar la alimentación del agua y tomar las debidas precauciones.

- No se tocará por ningún motivo la instalación eléctrica, sin antes haber desconectado la corriente eléctrica del cuadro general.

- En la machacadora cuando se produce un atascamiento, no se intentará subsanarlo con las manos, sino con una barra de madera.

- En lo que se refiere al mantenimiento de la maquinaria, se seguirá estrictamente las recomendaciones y manual del fabricante, en cada caso.

12.5. Control y mantenimiento de la maquinaria

12.5.1. Servicio de mantenimiento

Para el servicio de mantenimiento se proponen tres niveles que son los siguientes:

Nivel 1.- Formado por los conductores o maquinistas.

Nivel 2.- Formado por un encargado de taller.

Nivel 3.- Taller de reparación.

12.5.2. Misiones de cada nivel

NIVEL 1

- Limpieza interna y externa de la máquina, que se realizará cada día después de los servicios prestados.
- Puesta en servicio, que comprende la reposición de combustible, aceites y refrigerantes, así como la verificación de la presión de hinchado de neumáticos.
- Engrase en todos aquellos puntos que se establece en los manuales de fabricante.
- Conservación de las herramientas, equipo y documentación asignadas.
- Revisión periódica diaria.
- Reparación de urgencia a los servicios aislados.

NIVEL 2

A este nivel le corresponde efectuar reparaciones de urgencia y tiene la responsabilidad de las revisiones periódicas del material de obra, o sea, será un taller de urgencia en la misma explotación para poder atender cualquier reparación de pequeña importancia para evitar averías más importantes.

Sus misiones serán:

- Revisiones y mantenimientos periódicos.
- Localización de averías en cuanto se observe algún fallo.
- Reparaciones ligeras basadas esencialmente en la substitución de piezas o conjunto de ellas.
- Suministro de carburante en buenas condiciones.

NIVEL 3

A este nivel le corresponde efectuar reparaciones de importancia.

La misión de este nivel será confiada a un taller ajeno a la explotación, especializado en el tipo de maquinaria adscrito, ya que no sería rentable disponer de taller propio con el equipo que ello conlleva.

12.5.3. Revisiones periódicas

Las revisiones periódicas tienen la finalidad de establecer el estado de conservación de la máquina, mantenimiento de la misma y en consecuencia determinar las reparaciones a que debe estar sometida.

Las revisiones normales serán las siguientes:

- Semanales, para las palas cargadoras.
- Quincenales, para los vehículos con ruedas.
- Mensuales, para toda clase de máquinas y vehículos.
- Trimestrales, para palas cargadoras.
- Semestrales, para vehículos con cadenas.

Las revisiones semanales y quincenales estarán a cargo del Nivel 1 y las mensuales, trimestrales y semestrales estarán a cargo del Nivel 2.

12.5.4. Programa de mantenimiento

Con el fin de efectuar una distribución apropiada de las revisiones y al mismo tiempo poder controlar en todo momento el conjunto de las revisiones efectuadas se rellenará el formulario que se propone ajustándose a las normas siguientes:

1. A la columna “clases y tipos” se relacionarán todos los vehículos y máquinas por tipos y dentro de cada uno de ellos por número de orden.
2. Las revisiones semanales o quincenales se efectuarán los sábados, procurando que en el mismo día se realicen para toda la maquinaria de la explotación.
3. Para anotar en el formulario el tipo de revisión que le corresponde a cada uno de los vehículos se utilizarán los siguientes símbolos:

S Semanal

Q Quincenal

M Mensual

T Trimestral

SM Semestral

4. Cada una de las anotaciones irá seguida de un número que servirá para indicar el orden de las revisiones efectuadas.
5. Los vehículos o máquinas que no están en funcionamiento serán anotados con una “A” en la casilla correspondiente.
6. Para los vehículos que salgan de una reparación se supondrá que se ha realizado una revisión trimestral o semestral, haciéndolo constar en el formulario.

Modelo de formulario que se propone

Cantera Caballerizas de la Virgen	
RS xxxx-xx	
Número de parte	
Clase y tipo	
Última revisión	
Mes de	
Año	
Fecha	
Observaciones	

Ilustración 71. Modelo de parte que se propone para labores de mantenimiento.

Documento 2. Planos

13. Planos

1. Situación 1
2. Situación 2
3. Situación 3
4. Emplazamiento
5. Geología
6. Estado inicial
7. Explotación Fase 1
8. Explotación Fase 2
9. Explotación Fase 3
10. Explotación Fase 4
11. Explotación Fase 5
12. Explotación hueco final
13. Evolución perfil longitudinal
14. Plano de restauración
15. Localización del sondeo
16. Esquema de sondeo
17. Situación Planta de Tratamiento mineral.
18. Diagrama de flujo planta de Tratamiento

Documento 3. Pliego de Condiciones Técnicas

14. Prescripciones Técnicas

14.1. Definiciones

A modo de aclaración de este pliego de prescripciones, es oportuno definir previamente con claridad una serie de términos que aparecen en este documento. En caso contrario, se indicará cuando el significado lo requiera para así evitar confusiones o lagunas en la redacción.

- Propietario: Por “Propietario”, se entiende a la Empresa Explotadora.
- Representante del propietario: Por “Representante del Propietario”, se entiende a la persona natural designada por el Propietario con el objetivo conocer de un modo directo la marcha de la explotación, a fin de poder ejercer los derechos que se reserva respecto a las modificaciones que puedan incidir desfavorablemente tanto en el plazo de ejecución como en el presupuesto de la obra.
- Contratista: Por “Contratista” se entiende a la persona natural o jurídica cuya posición haya sido aceptada por el Propietario. Comprenderá los representantes legales personales, sucesores y apoderados autorizados.
- Ingeniero Director: Por “Ingeniero Directo” se entiende a la persona natural o jurídica designada por el Propietario para actuar como Director Técnico de la Explotación Minera que es objeto de contrato. Así mismo se establece como sinónimo de Dirección Técnica.

Las Condiciones Generales serán aplicadas a la ejecución de los servicios y obras. La alteración de estas condiciones sólo será válida cuando se proponga expresamente por escrito, (por lo que a estos efectos no serían válidas las condiciones impresas), y siempre que esté aceptada en la misma forma por la representación legal del propietario.

14.2. Descripción de las obras

La descripción de la obra que se hace a continuación, tiene un carácter meramente simplificador y enumerador, con el objeto de dar claridad suficiente y con detalle a la interpretación de los planos del proyecto.

Todo lo representado con detalle apropiado en dichos planos así como en el resto de documentos que integran el proyecto, además de las disposiciones dictadas por el Ingeniero durante el desarrollo de las obras, deberán ajustarse las obras comprendidas en este Proyecto.

14.3. Regulación de la ejecución

El Propietario tiene reservado el derecho a supervisar en cualquier momento la actuación del Ingeniero Director, así como del Contratista, estando éstos obligados a facilitar cuanta información sea requerida, si bien, la actuación del Propietario se realizará, siempre y cuando sea posible, a través del Ingeniero Director.

El Propietario tiene reservado el derecho de autorización sobre cualquier modificación o variación, que pudiera retrasar las obras o incrementar el costo de las mismas con respecto al presupuesto de adjudicación. El Contratista no podrá iniciar cualquier modificación requerida por el Ingeniero Director mediante planos, informes u órdenes escritas, de no contar con la previa autorización del Propietario.

A todos los efectos, el representante del Propietario podrá delegar, total o parcialmente, sus atribuciones en otra persona natural, siempre que se exprese por escrito y comunicado tanto al Ingeniero Director como al Contratista.

14.4. Plazo de ejecución y desarrollo de los trabajos en tiempo y coste

14.4.1. Comienzo de las obras.

El Contratista deberá dar inicio a las obras en el terreno, dentro del plazo establecido en los documentos del contrato, a contar desde la fecha de adjudicación de las obras y procederá a hacerlo con la debida diligencia y sin demora, con la excepción en caso de que tal demora sea puesta en conocimiento explícitamente a través del Ingeniero o aprobada por el mismo, a solicitud razonada del Contratista.

14.4.2. Ejecución.

Quedarán incluidas en este contrato todas las tareas que el buen hacer aconseje realizar. Correrán por cuenta del Contratista todas aquellas reparaciones que no estando especificadas, sean habituales en toda intervención, en general, siempre y cuando no sea necesario enviar a talleres.

El Contratista se comprometerá a mantener la zona afectada por las obras o servicios contratados lo más limpia y ordenada posible. A la terminación de los mismos, la zona deberá quedar absolutamente limpia y despejada y en perfecto orden de marcha.

El Contratista tendrá como misión emitir, cada jornada de trabajo, un parte del estado en que se encuentran las obras o servicios contratados, debiendo figurar en el mismo los siguientes datos como mínimo:

- Avance de la obra y sus desviaciones con lo previsto.
- Anomalías encontradas.

No se conformarán las facturas que pueda emitir el Contratista, en tanto no se haya recibido el informe final completo de sus obras o servicios realizados.

14.4.3. Plazos de ejecución.

El Contratista se compromete a ejecutar las obras conforme al programa de avances de trabajo o “Plan de Obras”. Sin perjuicio sobre lo estipulado de la terminación total o parcial de las obras, éstas habrán de concluir dentro de los plazos establecidos en la escritura del contrato, teniéndose en cuenta, eventualmente, las prórrogas en virtud del párrafo siguiente del presente capítulo.

14.4.4. Prórroga del plazo de ejecución.

De darse el caso que la cantidad de trabajo extraordinario o adicional, de cualquier índole o circunstancias especiales o de cualquier naturaleza, que pudieran presentarse, sean tales que hiciera justo conceder al Contratista una prórroga de plazo de ejecución del trabajo, el Ingeniero Director fijará, con aprobación del Propietario, el alcance de tal prórroga. El Ingeniero no estará obligado a tener en cuenta ningún trabajo extraordinario o adicional, ni otras circunstancias especiales y de diversa índole, a excepción de que el Contratista haya entregado, dentro del plazo que comprende las 24 horas hábiles siguientes al momento de recibir la orden de modificación o al de producirse cualquier circunstancia especial, una notificación formal donde se indique su intención de modificar una ampliación del plazo, siempre que tenga un motivo razonablemente justificado para ello. En el caso de que esta notificación no le fuese rechazada dentro del plazo que comprende 5 días laborables, desde la presentación de la solicitud, podrá dentro de los 20 días subsiguientes prestar a la consideración del Ingeniero una relación detallada y con las circunstancias de los hechos que motiva su presentación a la prórroga, a la que se considera con derecho. Las alegaciones del Contratista serán inapelables. El incumplimiento por parte del Contratista, de los plazos aquí establecidos, dará lugar a la incapacitación del mismo para formular cualquier tipo de reclamación.

14.4.5. Progreso de las obras.

En el caso de que el progreso de las obras o de cualquiera de sus fases fuera en algún momento, bajo la opinión del Ingeniero, lento en demasía como para asegurar la justa terminación de las obras dentro del plazo determinado con inclusión de la prórroga

eventual concedida, éste lo notificará mediante escrito formal al Contratista, siendo que éste deberá dar seguidamente los pasos que juzgue necesarios para acelerar el progreso de las obras, siempre bajo la aprobación de la Dirección Técnica, con el objetivo de ajustarse al plazo de ejecución estipulado en el contrato.

Si se diera el caso de que alguno de los trabajos se hace en jornada extraordinaria, el Contratista deberá informar previa y formalmente a la dirección de la obra. Todo el trabajo que se haga fuera de la jornada normal de trabajo se realizará sin los ruidos ni molestias que sean razonables evitar.

14.5. Materiales y selección de los mismos

Todos los materiales y trabajos serán de las clases respectivas que se especifican en el contrato y en conformidad con las instrucciones del Ingeniero Director y serán sometidos a los ensayos que se estipulen en el contrato o sean ordenados por la dirección técnica de la obra en laboratorios cualificados y/o sobre el terreno. El Contratista deberá someter toda la ayuda, instrumentos, maquinaria, mano de obra y materiales normalmente requeridos para examen, medición y ensayo de cualquier trabajo o de calidad, peso o cantidad de cualquier material utilizado así como de proveer muestras de los materiales antes de su incorporación a las obras, para los ensayos elegidos o requeridos.

Como “medios” en el contrato del proyecto presente, se hace necesario de dar constancia a las siguientes condiciones:

- Con su propuesta, presentará el Contratista un plan de organización de la maquinaria auxiliar que ofrece emplear en la ejecución de las obras o de servicios contratados y relación de la misma, con indicación del valor en euros de los distintos elementos instalados y en orden de marcha.
- Correrán por cuenta del Contratista todos los gastos necesarios para la realización de las tareas, así como materiales fungibles y de limpieza.
- Será por cuenta del Contratista toda la herramienta manual que se requiera.
- El Contratista deberá suministrar y, además, montará todos los andamios y estructuras auxiliares necesarias para realizar las tareas.
- El Contratista a su cargo, trasladará a la zona de actuación todos los repuestos, caballetes, útiles, etc., específicos de los equipos a intervenir.

- En general, serán por cuenta del Contratista todos aquellos materiales, herramientas, útiles, grasas, etc., que no permanezcan en la instalación una vez está en funcionamiento.
- Todo el material cedido por el Propietario le será reintegrado en perfecto estado de funcionamiento. En caso contrario, el Contratista abonará al Propietario el importe correspondiente.

14.6. Salud laboral

El Contratista debe proporcionar toda la ayuda necesaria para la seguridad de la persona o personas que inspeccionen los trabajos, en cualquier lugar y condiciones de trabajo en que precisen realizarse.

1. El Contratista estará obligado a cumplir todas y cada una de las disposiciones legales sobre este tema, siendo el responsable de la puesta en práctica de las mismas, así como de las consecuencias que se derivasen de su incumplimiento tanto en lo que se refiere a él, como a los subcontratistas que, dado el caso, llegaran existir. Además, el Contratista declara conocer y se obliga a cumplir las normas sobre seguridad prescritas por el Propietario, que quedan incorporadas al presente documento en su totalidad.

2. El Contratista se compromete a facilitar los datos que se estimen necesarios a petición del Propietario respecto a los accidentes ocurridos, así como sobre las medidas que ha tomado para la instrucción de su personal y demás medios preventivos.

3. Serán de obligado cumplimiento las normas contenidas en:

- Orden General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de marzo de 1971) por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 843/2011 de 17 de junio por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los Servicios de Prevención.

- Pliego del Estudio de Seguridad y Salud aprobado para estas obras, y aprobado por la Junta de Andalucía.

- Normas propias de la empresa propietaria y demás disposiciones relativas a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, que puedan afectar al tipo de tareas que se realizan.

4. El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal que la naturaleza de la actividad exija, tanto de protección individual: cascos, cinturones, botas, guantes, etc., como colectivas: detectores de tensión, equipos de puesta a tierra, etc.

5. El Vigilante de Seguridad, en adelante Recurso Preventivo, será el representante del Contratista o persona en quien delegue, con autorización del Propietario, y en lo que se refiere a sus funciones, “el principal cometido de la persona designada como recurso preventivo será el de vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados de la situación que haya determinado su presencia, con el objeto de conseguir un adecuado control de dichos riesgos”. En concreto, en el caso de las obras de construcción, “la presencia del recurso preventivo tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas (disposición adicional 14ª, Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales). Su vigilancia se ajustará a las medidas incluidas en el mencionado plan de seguridad y salud relativas a los trabajos que han hecho necesaria su presencia. En cualquier caso, no hay que olvidar que el artículo 16.2.a de la Ley 31/1995 señala que “cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas”. “A estos efectos, el empresario deberá controlar la actividad de sus trabajadores aún a pesar de que dicho control no implique la obligación de designar un recurso preventivo.” Por último “para poder desarrollar su actividad, la normativa determina que el recurso preventivo deberá permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que motivó su presencia (art. 22 bis.3, RSP).

6. Los deberes que el empresario debe tener con el Recurso Preventivo obligan a éste a facilitarle al recurso preventivo “la información comprendida en el correspondiente plan de seguridad y salud que contiene los medios y procedimientos de trabajo que deberán ser considerados en la ejecución de la actividad potencialmente peligrosa.” No obstante, con el

fin de facilitar el trabajo del recurso preventivo, “el empresario debe garantizar que éste dispone de la información necesaria para desempeñar una vigilancia eficaz”. Por otra parte, “el contratista será el responsable de asegurar que los recursos preventivos son suficientes en número y disponen de los medios necesarios para desempeñar con eficiencia su tarea. Reglamentariamente queda establecido que cuando, “como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas.” El contratista ha de definir el procedimiento a seguir para que el recurso preventivo pueda cumplir con esta obligación. “Por otro lado, “si durante su vigilancia se observara una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, el recurso preventivo deberá poner tales circunstancias en conocimiento del empresario (contratista) que procederá, de manera inmediata, a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en el trabajo en los términos previstos en el artículo 7.4 del RD 1627/1997.”

7. El Contratista deberá proteger materiales, medios auxiliares y la propia Obra contra toda pérdida y daño que pueda producirse por cualquier causa. Tales pérdidas, si llegaran a producirse, serán a cargo del Contratista, sin derecho a indemnización, a excepción de los sufridos por la propia Obra, si el contratista ha tomado las medidas normales adecuadas para su protección. Si los daños son sufridos por materiales y otros elementos entregados al Contratista por el Propietario, el importe de tales pérdidas y daños serán deducidos al Contratista de las certificaciones mensuales. Especialmente deberá cumplir los reglamentos vigentes para el almacenamiento de carburantes.

8. Deberán conservarse en perfecto estado de limpieza todos los espacios interiores y exteriores, evacuando los desperdicios y basuras, cuidando que predomine el mayor orden.

9. El Contratista deberá construir en las obras las instalaciones higiénicas sanitarias, para ser utilizadas por los obreros y empleados.

10. A la terminación de las obras el Contratista deberá retirar de las mismas todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc.

11. El Propietario establecerá un Plan de Seguridad que adjuntará a las condiciones Generales y en el que se recogerá detalladamente un programa de revisiones e inspecciones.

12. El Contratista acepta la inspección del Propietario, en cuanto a seguridad se refiere, y se obliga a corregir con carácter inmediato, los defectos que se encuentren.

13. El Propietario se reserva el derecho de repercutir contra el Contratista el cumplimiento de todas las obligaciones y responsabilidades en materia de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

14. En el caso de reincidencia en el incumplimiento de medidas de seguridad, o en el caso de presentar situaciones de gran riesgo, el Propietario podrá rescindir el contrato, con derecho a exigir al contratista las indemnizaciones que procedan.

15. El Contratista dispondrá de cuantos botiquines de primeros auxilios sean necesarios en cada unidad de trabajo.

14.7. Necesidad para ejecutar el proyecto

El Contratista deberá tener en cuenta todas las condiciones propias del terreno. Antes de someter su proposición, el Contratista deberá examinar e inspeccionar el terreno y sus alrededores, familiarizándose en la medida que éste estime necesario, de las características y naturaleza del mismo, las condiciones físicas, meteorológicas y barométricas, las condiciones geológicas, los niveles freáticos y problemas de bombeo de agua que afecten a la construcción, necesidades de entibación de excavaciones, las servidumbres, la zona de vertido de residuos que para tal fin hayan sido aprobadas por la autoridad competente en el terreno, la necesidad de materiales y equipos para llevar a cabo las obras, las zonas de estacionamiento de equipos y materiales así como la recepción de los mismos, los medios de acceso al terreno, la disponibilidad de agua potable, combustible, energía eléctrica, etc., y, en general, obtendrá por sí mismo toda la información necesaria en lo referente a los riesgos, contingencias y otras circunstancias que puedan influir en su proposición o afectar a la ejecución de las obras.

Cualquier defecto o negligencia en la observación de estos datos por parte del Contratista, no le relevará de la responsabilidad de haber estimado correctamente las dificultades que se presenten así como de las obligaciones y costos adicionales que se derivasen de tales circunstancias. Toda la información que a este respecto pueda facilitar el Propietario, no forma parte del contrato y, aunque se considera razonablemente correcta, no se garantiza que ésta sea completa y exacta. Queda, por tanto, claramente establecido, que la utilización de tal información por el Contratista no le releva en ningún caso de la responsabilidad que se derive de su inexacto conocimiento del terreno y circunstancias del

entorno, ni de las responsabilidades y gastos por soportes provisionales, roturas o reparaciones así como de las indemnizaciones de servidumbre afectadas por la obras.

14.8. Suministro y aportación de equipos y mano de obra

El Contratista proveerá y empleará en el terreno para la ejecución y conservación de las obras:

a) Únicamente los técnicos que estén capacitados y tengan experiencia en sus respectivos oficios y los encargados y oficiales que estén capacitados para realizar la debida supervisión del trabajo correspondiente, tanto por sus conocimientos como por las exigencias legales.

b) La mano de obra, especializada o no, necesaria para la adecuada y oportuna ejecución y conservación de las obras. El Ingeniero Director tendrá derecho en poner reparo y requerir, cuando lo estime necesario, del Contratista, para que sea retirada inmediatamente cualquier persona empleada en la obra por el mencionado Contratista en relación con la ejecución y/o conservación de la obra, que en opinión del Ingeniero se comporte indebidamente, no sea competente o no cumpla con el debido cuidado y prevención para el cumplimiento de sus deberes o contra cuyo empleo, la dirección técnica tenga otras objeciones, no pudiendo volverse a emplear a tal persona en las obras, sin el permiso escrito formal del Ingeniero. La persona que de esta forma haya sido retirada de las obras será reemplazada lo antes posible por una persona competente.

c) Salvo que se estipule lo contrario, el Contratista deberá suministrar y proveer por su propia cuenta todo el equipo de construcción, obras provisionales, mano de obra (incluida la supervisión de la misma), transporte hacia y desde el terreno seleccionado, con las obras y demás pertrechos de toda índole requeridos para la construcción, terminación y conservación de la obra.

14.9. Obligaciones y responsabilidades

Desde el momento en que se dé comienzo a la obra, el contratista asume la plena responsabilidad sobre el cuidado de la misma, así como de todas las obras provisionales, y en caso que cualquier perjuicio que suceda con la obra u obras provisionales por cualquier causa (salvo y excepto los riesgos incluidos, tal y como se definen en el párrafo siguiente) los reparará y subsanará por su cuenta, de forma que al terminarse las obras éstas presenten un estado óptimo, en condiciones y en conformidad con lo estipulado en el contrato así

como con las instrucciones que a lo largo de la obra diera el Ingeniero Director de la misma. En caso de ocurrir cualquiera de tales perjuicios a causa de alguno de los riesgos excluidos, el Contratista los reparará y subsanará en la medida que se requiera y cuando lo ordene la dirección técnica, siempre en conformidad con lo estipulado en el contrato y por cuenta del Propietario. El Contratista será responsable de cualquier perjuicio en las obras ocasionado por él en el curso de los trabajos que lleve a cabo.

Son “Riesgos Excluidos” los siguientes: acto de guerra (esté declarada o no), invasión por enemigos extranjeros, rebelión, revolución, insurrección, golpes militares o de Estado, guerra civil, motines o disturbios (salvo entre los propios empleados del Contratista), o el uso y ocupación por el Propietario de cualquier parte de las obras respecto de las que haya extendido un Acta de Recepción o una causa debida únicamente a defecto del proyecto y que el Contratista a pesar de previsión y pericia no pueda prevenir (refiriéndose en el presente documento a todos aquellos colectivamente como “Riesgos Excluidos”).

El Contratista realizará todos los avisos y notificaciones correspondientes, pagará todos los derechos dispuestos y cumplirá estrictamente en todo con cualquier Ley, Decreto, Orden y otra legislación del Estado o cualquier Ordenanza o Reglamento de las autoridades provinciales, locales, municipales u otras debidamente constituidas, siempre en relación con la ejecución de las obras y obras provisionales, resarcando al Propietario de todas las sanciones y responsabilidades por causa de infracción en cualquiera de tales normas, siempre y cuando la infracciones o incumplimientos sean derivados de las decisiones tomadas por el Contratista o cualquiera de las personas que pertenecen al conjunto de sus trabajos.

El Contratista cumplirá plenamente y exigirá que todos los demás relacionados con la obra, cumplan con todas las Leyes, Decretos, Reglamentos, Ordenanzas y otras regulaciones gubernamentales que conciernan a la obra.

1. El Contratista está obligado a realizar los servicios que se contraten correctamente, de acuerdo con las especificaciones del Propietario y, que el buen sentido y la experiencia le aconsejen.
2. El Contratista se obliga a mantener, en todo momento, en obra al personal necesario, debidamente capacitado, así como las herramientas y maquinaria precisas para la realización de los servicios, dentro de los plazos parciales y totales previstos.

3. El Contratista presentará debidamente al Propietario, en cuanto le sean exigidos por éste, los documentos y comprobantes que justifiquen estar al corriente en el pago de la maquinaria, materiales y servicios utilizados en la ejecución de los mismos, así como cualquier otro documento justificativo de cumplimiento de sus obligaciones legales.
4. El Contratista se compromete a cumplir las correspondientes disposiciones laborales durante la ejecución de los servicios, así como a acreditar ante el Propietario que el personal que mantiene, está integrado, debidamente contratado y al corriente de pago de los salarios correspondientes, así como con el cumplimiento de sus obligaciones en la materia de Seguridad Social, mediante la presentación de los documentos y demás que resulten procedentes. El incumplimiento de estos requisitos supondrá la retención de la factura.
5. El Contratista no podrá en ningún caso subcontratar, ceder o destajar, en todo o en parte, los servicios a cuya realización se le obligará por el contrato que suscriba, sin la conformidad expresa del Propietario. En cualquier caso, el Contratista se obliga a exigir al subcontratista los documentos establecidos en la legislación vigente y, en especial, los contenidos en el presente.
6. El Propietario podrá decidir la exclusión de un subcontratista por considerarlo incompetente, o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión del subcontrato.
7. En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre los subcontratistas y el Propietario como consecuencia del desarrollo por aquellos de trabajos parciales para éste.

14.10. Indemnizaciones

Si el Contratista no terminase las obras dentro del plazo que se estipula en el contrato, con inclusión de la prórroga eventual que fuese concedida en su caso, pagará con ello el importe o importes establecidos en la escritura del contrato a modo de indemnización por daños debidos al retraso y no como penalización, por cada día o fracción de día que transcurra a partir de la fecha estipulada, con inclusión si es el caso, del tiempo establecido como prórroga eventual, y la fecha de terminación de cada parte de las obras. La obligación del Contratista de indemnizar al Propietario por retraso, subsiste aún en caso en que por causas ajenas al objeto del contrato, se retratase la puesta en servicios de la instalación construida por el Contratista.

Él (Propietario) podrá, sin perjuicio de cualquier otro medio de reembolso, deducir la cantidad correspondiente de las que estando en su poder sean, o vayan a ser debidas al Contratista. El pago o la deducción de tales indemnizaciones no relevarán al Contratista de su obligación de terminar las obras, ni de cualquiera de sus obligaciones y responsabilidades que emanen del documento contractual.

En el caso de que el Propietario pudiese poner y hubiera puesto en servicio la instalación para el fin previsto, aunque no se hubiese terminado la totalidad de las obras contratadas, la indemnización por retraso, sería reducida para el periodo de retraso transcurrido después de la puesta en servicio en la proporción suficiente, correspondiente al valor de las instalaciones puestas en servicio.

El Contratista indemnizará y protegerá al Propietario de, y lo defenderá, cada una y todas las obligaciones, incluyendo multas, pérdidas, daños, lesiones, molestias o violación de la Ley, por las cuales el Contratista ha asumido la responsabilidad.

14.11. Dirección del trabajo

El Ingeniero Director se encargará de supervisar la construcción de las obras que realice el Contratista, para asegurar que el trabajo se desarrolle de acuerdo con los planos y especificaciones, y que la mano de obra, material y método de construcción, se ajusten al contrato. El Contratista acatará y cumplirá las instrucciones del Ingeniero, relativas al cumplimiento del Contrato.

El Ingeniero brindará interpretaciones de los planos y pliegos de condiciones, tanto a petición del Contratista, como por iniciativa propia, estando el Contratista obligado contractualmente por dichas interpretaciones excepto que las mismas estén en conflicto con la buena práctica de la construcción o en discrepancia con la Ley, en cuyo caso, el Contratista referirá el asunto inmediatamente al Propietario, realizándolo por escrito formal.

El Contratista notificará por escrito al Ingeniero cualquier contratiempo o dificultad habida en la ejecución de las obras y no prevista en los planos y/o pliego de condiciones. El Ingeniero lo pondrá en conocimiento del Propietario y resolverá con la mayor diligencia posible. La resolución del Ingeniero obligará legalmente al Contratista, en lo que a su ejecución se refiere, lo que supondrá una modificación en las condiciones económicas de acuerdo con lo establecido en los documentos del contrato.

14.12. Condiciones económicas y legales

El Contratista hará sus propios arreglos para la contratación de toda la mano de obra.

Respecto a la contratación, empleo, transporte, salarios, alimentación, alojamiento y condiciones de trabajo de la mano de obra y de todos los demás asuntos relacionados con ella, el Contratista cumplirá, mientras esté en vigor el contrato, con todas las obligaciones que le impongan las Leyes, Decretos, Ordenanzas, u otras legislaciones del Estado o cualquiera de las Ordenanzas, Reglamentos o Disposiciones de las autoridades provinciales, locales, municipales u otras debidamente constituidas, que sean aplicables con inclusión de aquellas que se promulguen, se adopten o entren en vigor durante el plazo de duración del contrato.

El Contratista deberá solicitar autorización de las autoridades laborales de la provincia, para contratar personal extranjero, no cualificado y no procederá a su contratación, ni permitirán que lo contraten sin previa aprobación de la Delegación Provincial de Trabajo. El incumplimiento de las condiciones establecidas en este párrafo, será causa suficiente para la rescisión del contrato o alternatively, de una penalización de cuantía comprendida entre 1.000 y 6.000 euros, según la gravedad de la infracción cometida, todo ello con independencia de las sanciones gubernativas a las que se haya hecho acreedor.

14.13. Seguros

El Contratista es responsable de todos los daños y perjuicios que puedan producirse en las personas o bienes del propio Contratista, del Propietario o de otros terceros, derivados de la realización de la actividad objeto del contrato, que fueran debidos a acciones de su personal y se obliga a presentar ante el Propietario, la póliza del Seguro de Responsabilidad Civil para daños a terceros.

El Contratista se obliga a mantener en vigor la póliza anterior, durante el tiempo que duren las tareas encomendadas por el Propietario y, por consiguiente, se encontrará en todo momento al corriente de pago de las primas del seguro de referencia.

El Contratista se compromete a mantener al Propietario libre de cualquier reclamación o responsabilidad derivada de daños en las cosas, así como de las lesiones o

muerte de cualquier persona a su servicio o ajeno, con motivo y durante la ejecución de la obra. El Propietario, por su parte, asegurará a sus propios agentes.

En caso de que el Propietario fuese obligado, por resolución o sentencia de cualquier naturaleza, a abonar alguna indemnización por estos conceptos, el Contratista quedará obligado al reintegro de la misma.

14.14. Garantías

A la terminación de las obras, se procederá a su reconocimiento y a la realización de los ensayos precisos para comprobar que cumple las condiciones técnicas exigidas. Se levantará un acta en la que se consignará el resultado de dicha inspección, así como los ensayos realizados. Si los resultados son satisfactorios, se recibirán provisionalmente las actividades terminadas.

Si la inspección descubriera algún defecto, se concederá al adjudicatario un plazo breve para corregirlo, después del cual deberá procederse a un nuevo reconocimiento para llevar a efecto la recepción provisional. Si transcurrido el plazo señalado para la corrección del defecto éste no se hubiese subsanado, el Propietario arbitrará los mecanismos para su reparación, después de ponerlo en conocimiento del Contratista, siendo los gastos por cuenta de éste.

Todos los ensayos realizados para la recepción de las obras, serán por cuenta del Contratista. Además, éste garantizará que la obra terminada está exenta de defectos, tanto de material, como de ejecución. Esta garantía se mantendrá durante un año, contando a partir de la recepción provisional. Las obligaciones del Contratista en relación con esta garantía se limitarán a la reparación de los defectos que aparezcan en la obra en funcionamiento normal. Y si hubiera de reparar partes esenciales de la obra, el plazo de un año, empezará a correr de nuevo íntegro a partir de la fecha de reparación.

Una vez transcurrido el plazo de garantía, será recibida definitivamente la obra y se devolverá al Contratista la fianza, con descuento del importe de las reparaciones y obras de conservación que haya sido necesario efectuar durante el plazo de garantía y que no hayan sido ejecutadas por el Contratista.

Si por demora en la realización de las tareas, por falta de calidad en las mismas, o cualquier otra causa, el Propietario se viera obligado, bien contratando a otra empresa o

bien ella misma, a realizar cualquier trabajo que tuviese que hacer el Contratista, repercutirá a éste los cargos correspondientes.

14.15. Fianzas

Antes de comenzar las tareas se podrá exigir al Contratista la constitución de una fianza, por el importe del 10% del presupuesto de la obra a los precios del contrato, siempre que éste sea superior a 6.000 euros. En caso de aumento de obra o revisión de precios, la fianza será incrementada por el mismo porcentaje del 10% de la ampliación del presupuesto.

En el caso de que en las Condiciones Particulares figurase una forma de pago que lleve implícita una retención por cada certificación o factura producida, fuere esta retención la que constituye la fianza en vez de la indicada en el apartado anterior, cuyo contenido queda anulado en este caso.

La fianza podrá constituirse en metálico, sin devengo de intereses, o por aval bancario que pueda hacerse efectivo al simple requerimiento del Propietario. Será retenida la fianza hasta la finalización de la garantía. La fianza servirá como garantía:

- Del cumplimiento de contrato, es decir, de la ejecución de la obra, de acuerdo con los pliegos de condiciones y planos, dentro del plazo establecido.
- Del cumplimiento por el contrato de las obligaciones con terceros, con la Seguridad Social y demás obligaciones de naturaleza salarial que se deriven de la ejecución de las obras.

14.16. Penalizaciones

El Propietario tendrá la facultad para retener las cantidades a buena cuenta que debe pagar por la ejecución de la actividad contratada e incluso para resolver por sí sola el contrato, en caso de que el Contratista no presente los documentos exigidos, o de los presentados resultase que incumpliese las obligaciones, o no está al corriente de los pagos de la Seguridad Social, o si se encontrarse en situación de quiebra, suspensión de pagos, insolvencia o circunstancias económicas que no le permitan cumplir puntual y fielmente el contrato y llevar a buen término las actividades que se contraten. También será de aplicación este punto por una mala ejecución de la actividad, a juicio del Propietario.

En caso de retraso en la finalización de las obras o servicios por causas no imputables al Propietario, se establece una penalidad por día natural de demora de un 2% del importe total del contrato, hasta un máximo del 15% de dicho importe.

La justificación de un retraso en una determinada actividad o actividades no implicará, de manera automática, justificación de retraso en las fechas de terminación, para las que figuran precedidas por aquellas, de acuerdo con el programa desarrollado.

Por consiguiente el contrato procederá a revisar dicho programa manteniendo los objetivos previstos.

14.17. Resolución del contrato

El incumplimiento de las condiciones del contrato motivará su resolución con pérdida de la fianza. Así mismo, procederá la resolución con pérdida de la fianza, además de los casos previstos en el Pliego General para la Contratación de Obras Públicas, cuando al cumplirse el plazo total de ejecución faltara por realizar más del 20% del total de la obra.

En el caso de que procediese la rescisión, el Propietario recibirá la obra o servicio, en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el de levantamiento de un acta notarial que refleje dicha situación, la maquinaria auxiliar y materiales que el Contratista tuviera en la instalación, sin que contra este acto pueda interponer el Contratista interdicto en ninguna otra acción judicial, a lo que renuncia expresamente.

El Propietario también podrá por terminado el contrato por su conveniencia y en tal caso abonará al Contratista la indemnización que se fije de común acuerdo, con los gastos e instalaciones no amortizadas, pero no se pagará cantidad alguna por los beneficios que el Contratista esperase obtener en la obra o servicio no realizado. Este mismo criterio se aplicará en los casos de reducción del volumen de obra previsto.

14.18. Aceptación

El Contratista dará su aceptación expresa a las Condiciones Generales a la presentación de la oferta de ejecución de obras y servicios que se requieran, devolviéndolas firmadas por persona con capacidad suficiente a tal efecto.

14.19. Litigios

Toda diferencia o conflicto que pueda presentarse en la interpretación o como consecuencia de las obligaciones que se derivan del contrato y que no puedan ser resueltos

por mutuo acuerdo de las partes, estarán sometidos a arbitraje, conforme la Ley 36/88 de 5 de diciembre de 1.988.

Los árbitros serán tres, eligiendo cada contratante uno de ellos, y el tercero será designado de común acuerdo por las dos personas inicialmente nombradas. Si éstas no coincidiesen en su nombramiento, el arbitraje se someterá al laudo de un solo árbitro.

El laudo arbitral, que podrá condenar al pago de las costas a la parte acreedora de ello, será de obligado cumplimiento para las partes, aceptándose expresamente esta obligación.

Si alguna cuestión hubiera de ser sometida a los Tribunales, el Contratista renuncia a su propio fuero y se somete a la decisión de los Juzgados y Tribunales provinciales.

14.20. Gastos e impuestos

Los gastos de impuestos serán por cuenta del Propietario, siempre que no se incluya en el precio, el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) que se devengue por la ejecución de la obra o su contratación, y los documentos a que ella dé lugar, incluso notariales, si se ocasionan con arreglo a las Condiciones Generales.

El Propietario podrá exigir la exhibición, para su verificación, de los comprobantes de los pagos citados y de los Seguros Sociales y demás documentos mencionados anteriormente pudiendo retener de las certificaciones, el importe aproximado de los impuestos o Seguros Sociales que no se le hubiese demostrado haber satisfecho.

Por último, en ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente.

14.21. Representación de las contrata en la obra

El Contratista tendrá al frente de la obra un representante capacitado con atribuciones para resolver sin demora, con la representación del Propietario, todos los problemas de naturaleza técnica, práctica o administrativa que puedan presentarse. El Propietario se reserva el derecho de recusar este representante en cualquier momento, obligándose al Contratista a sustituirla en plazo de siete días.

El representante del Contratista debe permanecer en la obra a lo largo de su desarrollo.

Sólo podría ausentarse de ella durante un periodo de seis días mensuales de los cuales nunca serán más de tres consecutivos, con aviso previo por escrito al Propietario e indicación de qué personal de su organización desempeñará sus funciones durante tal ausencia. El incumplimiento de esta norma será motivo de recusación. Si por causas plenamente justificadas, a juicio del Propietario, tales como enfermedad, se producen ausencias inferiores a las citadas, podrá exigirse al Contratista la sustitución de su representante, durante un periodo que dure la ausencia, por otra persona de igual categoría técnica.

El Propietario tendrá derecho de exigir y el Contratista deberá cumplimentar, la sustitución de los empleados o trabajadores que, en opinión objetiva pero exclusiva del Propietario, no reúna las condiciones de competencia y habilidad en los trabajos que le corresponden, que quebrante la disciplina o que manifiesten inobservancia de las medidas de seguridad, sin que proceda, en ningún caso, reclamación alguna por parte del Contratista.

Documento 4. Presupuesto.

15. Presupuesto

15.1. Mediciones y Presupuesto

Este presupuesto se ajusta a la vida esperada para la explotación, es decir, abarca un periodo de diez años.

Cantera Caballerizas de la Virgen

Presupuesto Cantera TFG

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C01 Gastos de administración

01EH 1.001	ud Estudio Hidrogeológico								
	Estudio Hidrogeológico con apartados de Geología y Tectónica.								
		1,00				1,00			
							1,00	1.500,00	1.500,00
01PE 1.002	ud Proyecto de Explotación y Tratamiento Mineral								
							1,00	1.600,00	1.600,00
01PR 1.003	ud Proyecto de Restauración								
							1,00	1.200,00	1.200,00
01LA 1.004	ud Licencia de apertura								
							1,00	5.000,00	5.000,00
01AR 1.005	ha Aval de restauración								
							2,77	90,00	249,30
01GI 1.006	ha Adecuación del hueco minero								
							2,77	5.700,00	15.789,00

TOTAL CAPÍTULO C01 Gastos de administración. 25.338,30

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C02 Maquinaria y Planta de tratamiento

02CUB 2.001	ud Cuba riego Renault 230 / 12.000 litros Medidas las horas trabajadas Cuba de riego. capacidad 12.000 litros. montada sobre camión Renault 230. dos ejes.		1,00			1,00	1,00	45.000,00	45.000,00
02TV 2.002	ud Tolva de acero Tolva de acero laminado. espesor de pared 6 mm. truncocónica. bocas cuadrado - cuadrado.	1,00				1,00	1,00	15.000,00	15.000,00
02AL 2.003	ud Alimentador AVT - 80 Alimentador Triman Minerals. modelo AVT-80. bajo consumo 0.6 kW. producciones hasta 80 toneladas por	1,00				1,00	1,00	30.000,00	30.000,00
02TR 2.004	ud Triturador de rodillos MRT 960 - I Triturador de cilindros. serie MRT 960-I de Triman Minerals. 80 - 120 t/h. 50 kW. 3.200 kg	1,00				1,00	1,00	175.000,00	175.000,00
02CV 2.005	ud Criba Vibración Lineal ALQUEZAR CT-1 Criba de vibración lineal ALQUEZAR CT-1. superficie 1.4 m2. 14 duchas de poliuretano	1,00				1,00	1,00	45.000,00	45.000,00
02DR 2.006	ud Decantador Miningland SD-120 Decantador hasta 120 m3/h. Diámetro 5 m. 1.1 kW. bomba lodos 7.5 kW.	1,00				1,00	1,00	200.000,00	200.000,00

Cantera Caballerizas de la Virgen

Presupuesto Cantera TFG

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
02BT 2.007	ud Banda transportadora								
	Cinta transportadora.	3,00				3,00	3,00	60.000,00	180.000,00
02BA 2.008	ud Balsa de almacenamiento agua								
	Balsa de hormigón prefabricado. capacidad hasta 116 m3.	1,00				1,00	1,00	10.000,00	10.000,00
TOTAL CAPÍTULO C02 Maquinaria y Planta de tratamiento.									700.000,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C03 Instalaciones y accesos

03IE 3.001	ud Instalación eléctrica industrial								
	Instalación eléctrica trifásica 380 V. gestión administrativa y alta en el servicio.	1,00				1,00			
							1,00	12.500,00	12.500,00
03AP 3.002	km Adecuación y puesta en uso de pistas								
	Adecuación pistas. anchos y sobreamanchos adecuados. firme y puesta en uso.	0,70				0,70			
							0,70	21.000,00	14.700,00
03VP 3.003	m Vallado perimetral								
	Vallado perimetral de seguridad. delimitación de la concesión minera	242,09				1.242,09			
							1.242,09	14,45	17.948,20
TOTAL CAPÍTULO C03 Instalaciones y accesos.									45.148,20

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C04 Mano de obra

04J C 4.001	año J efe de cantera						10,00	19.800,00	198.000,00
04OP 4.002	año Operador pala cargadora						10,00	13.200,00	132.000,00
04OC 4.003	año Operador excavadora						10,00	13.200,00	132.000,00
04OB 4.004	año Operador bulldócer						10,00	13.200,00	132.000,00
04TT 4.005	año Transportista						10,00	13.200,00	132.000,00
04TO 4.006	año Oficinista						10,00	13.200,00	132.000,00

TOTAL CAPÍTULO C04 Mano de obra. 858.000,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C05 Mantenimiento

05FL 5.001	año Sustitución de filtros y reposición de lubricantes						10,00	66.795,22	667.952,20
05MB 5.002	año Mant. Bulldócer KOMATSU D275AX-5						10,00	31.350,00	313.500,00
05MR 5.003	año Mant. Retroexcavadora KOMATSU PC210LC-11						10,00	28.155,60	281.556,00
05MP 5.004	año Mant. Pala VOLVO L70E						10,00	29.568,00	295.680,00
05MV 5.005	año Mant. Volquete HM300						10,00	13.200,00	132.000,00
05MC 5.006	año Mant. Camión cisterna						10,00	303,60	3.036,00
05MPL 5.007	año Mant. Planta de tratamiento mineral						10,00	11.352,00	113.520,00
TOTAL CAPÍTULO C05 Mantenimiento.								1.807.244,20	

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C06 Energía eléctrica y Combustibles

06EE
6.001 año Consumo eléctrico anual

Consumo eléctrico de la maquinaria planta de tratamiento, bomba de extracción, iluminación y auxilia	10,00					10,00			
							10,00	8.312,57	83.125,70

06GC
6.002 año Consumo de combustible

Consumo de la maquinaria de explotación minera.	10,00					10,00			
							10,00	200.385,66	303.856,60

TOTAL CAPÍTULO C06 Energía eléctrica y Combustibles. 2.086.982,30

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO C07 Servicios ajenos									
07SL 7.001	h Servicio de limpieza						2.200,00	7,35	16.170,00
07GF 7.002	h Servicio de gestión fiscal						2.200,00	5,20	11.440,00
07SR 7.003	h Seguro de Responsabilidad Civil						2.200,00	2,05	4.510,00
07SP 7.004	h Servicio de prevención						2.200,00	3,15	6.930,00
07CR 7.005	h Control de ruido						2.200,00	1,00	2.200,00
TOTAL CAPÍTULO C07 Servicios ajenos.									41.250,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO C08 Sondeo captación de agua									
08PF 8.001	m Sondeo rotoperusión Segoqui 21 Sondeo método rotoperusión, Segoqui 21, 300 mm de diámetro de perforación, varillaje, martillo de fondo SD8 Sollroc, broca de perforación, estabilizador, transporte de maquinaria, montaje y desmontaje, incluida la p.p. de los costes indirectos.						100,00	50,00	5.000,00
08TP 8.002	m Tubería de pozo, acero, diámetro 250 mm Tubería de pozo para captación de aguas subterráneas, 80 mm de diámetro, en chapa metálica de 5 mm. de espesor, incluso p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el interior del sondeo.						50,00	45,00	2.250,00
08TI 8.003	m Tubería de impulsión, acero, diámetro 100 mm Tubería de impulsión, 100 mm. de diámetro, en chapa metálica de 6 mm. de espesor, incluye p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el exterior del sondeo.						20,00	40,00	800,00
08TR 8.004	m Rejilla Johnson 200 mm diámetro, 5 mm de espesor Filtro metálico troquelado tipo Johnson, 200 mm. de diámetro, 5 mm. de espesor y 2,5 mm de abertura de paso, colocado en revestimiento de sondeos para captaciones de aguas subterráneas, incluye p.p. de unión por soldadura, terminado y colocado.						20,00	29,00	580,00
08BS 8.005	ud Bomba sumergible Grundfos SP 45 - 12 Electrobomba Grundfos SP 45-12 sumergible de 15kW - 20 HP, motor MS6000 sumergible, trifásica 380 V / 50 Hz, protección contra cortocircuito incluida. Bomba y motor totalmente instalados, i./p.p. costes indirectos.						1,00	8.000,00	8.000,00
08AB 8.006	ud Accesorios bomba sumergible Se incluye kit de terminaciones de cable tipo km, sensor de nivel, rosca a brida y kit de piezas de repuesto.						1,00	700,00	700,00
08CD80 8.007	ud Codo 90º, 80 mm diámetro						1,00	30,00	30,00
08VC80 8.008	ud Válvula de compuerta, 80 mm diámetro						1,00	75,00	75,00

Cantera Caballerizas de la Virgen

Presupuesto Cantera TFG

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
08VR80 8.009	ud Válvula de retención, 80 mm diámetro						1,00	75,00	75,00
08CD10090 8.010	ud Codo 90º, 100 mm diámetro						3,00	40,00	120,00
08CD10045 8.011	ud Codo 45º, 100 mm diámetro						1,00	45,00	45,00
08VC100 8.012	ud Válvula de compuerta, 100 mm diámetro						1,00	80,00	80,00
08VR100 8.013	ud Válvula de retención, 100 mm diámetro						1,00	80,00	80,00
08ES 8.014	ud Ensanchamiento 80/100 mm diámetro						1,00	100,00	100,00
TOTAL CAPÍTULO C08 Sondeo captación de agua.									17.935,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C09 Estudio de Seguridad y Salud

SUBCAPÍTULO C081 Equipos de Protección Individual (EPI's)

19SIP90008 9.001	u PAR BOTAS SEGURIDAD PIEL SERRAJ E, PUNTERA MET. Par de botas de seguridad y protección especial metatarsal flexible contra riesgos mecánicos, fabricados en piel serraje, puntera metálica, piso antideslizante, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.						130,00	25,12	3.265,60
19SIC10006 9.002	u PAR TAPONES ANTIRR. ESPUMA POLIEURETANO CON CORDÓN Par de tapones antimuidodesechable fabricado espuma de polieuretano con cordón, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	130,00				130,00	130,00	0,31	40,30
19SIC30003 9.003	u MASCARILLA POLIPROP. PARTIC. ESTÁNDAR VÁLVULA Mascarilla de polipropileno apto para partículas, gama estándar con válvula de exhalación, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	130,00				130,00	130,00	4,57	594,10
19SIC90001 9.004	u CASCO SEG. CONTRA IMPACTOS POLIETILENO ALTA Casco de seguridad contra impactos polietileno alta densidad según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	130,00				130,00	130,00	1,53	198,90
19SIM90002 9.005	u PAR GUANTES RIESGOS MECÁNICOS MED. PIEL DE FLOR VACUNO Par de guantes de protección para riesgos mecánicos medios, fabricado en piel de flor de vacuno natural con refuerzo en uñeros y nudillos, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	150,00				150,00	150,00	2,35	352,50
19SIM90004 9.006	u PAR GUANTES CONTRA ACEITES Y GRASA NITRILO Par de guantes de protección contra aceites y grasa fabricado en algodón con recubrimiento de nitrilo, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	520,00				520,00	520,00	1,35	702,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
19SIT90007 9.007	u CINTURÓN ANTILUMBAGO Cinturón antilumbago de hebillas para protección de la zona dorsolumbar fabricado con lona con forro interior y bandas de refuerzos en cuero flor, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.						130,00	10,84	1.409,20
HC03310 9.008	u GAFAS ANTI-IMPACTO DE MONTURA ACETATO C. AIRE Medida la cantidad útil descargada						150,00	10,58	1.587,00
081MT 9.009	u Mono de trabajo, homologación CE						130,00	10,30	1.339,00
TOTAL SUBCAPÍTULO C081									9.488,60

SUBCAPÍTULO C082 Protecciones colectivas

HS02900 9.010	u SOPORTE CORDÓN BALIZAMIENTO Medida la cantidad útil descargada						40,00	0,63	25,20
19SSS90211 9.011	u SEÑAL PVC. ADVERTENCIA 30 cm SOPORTE MET. Señal de seguridad PVC 2 mm tipo advertencia de 30 cm, con soporte metálico de 50 mm de diámetro, incluso colocación y p.p. de desmontaje de acuerdo con R.D. 485/97. Medida la cantidad ejecutada.						7,00	8,79	61,53
19SSA00041 9.012	m CORDÓN DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE Cordón de balizamiento reflectante, sobre soporte de acero de diámetro 10 mm, incluso colocación de acuerdo con las especificaciones y modelos del R.D. 485/97. Medida la longitud ejecutada.						10,00	4,27	42,70
19SSA00001 9.013	u CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE DE 0,50 m Cono de balizamiento reflectante de 0,50 m, incluso colocación de acuerdo con las especificaciones y modelos del R.D. 485/97, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. Medida la cantidad ejecutada.						10,00	2,47	24,70

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
08PID00111 9.014	u CAMPANA DE ALARMA DE 150 mm (6) DE DIAM. Campana de alarma de 150 mm (6) de diámetro y 81 dB, tensión de alimentación 24 VCC, incluso pequeño material, montaje y conexionado; instalada según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada.						10,00	39,00	390,00
08PID00031 9.015	u SONDA INDICADORA A NIVEL DE AGUA DEPÓSITO Sonda indicadora a distancia, del nivel de agua del depósito, con cuadro de señalización y alarma, incluso pequeño material, montaje y conexiones; instalado según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada.						10,00	197,20	1.972,00
08CVD00055 9.016	u PUESTO DE ALARMA ÓPTICA-ACÚSTICA 115 db Puesto de alarma óptico-acústica formado por caja de chapa de acero pintada al horno, con sirena de 115 dB de potencia y faro destellante, disparo por señal de la central y por avería de la línea de suministro a la alarma, incluso pequeño material y conexionado. Medida la cantidad ejecutada.						10,00	105,60	1.056,00
19SSS90212 9.017	u SEÑAL PVC. ADVERTENCIA 30 cm SIN SOPORTE Señal de seguridad PVC 2 mm tipo advertencia de 30 cm, sin soporte metálico, incluso colocación, de acuerdo con R.D. 485/97 y p.p. de montaje. Medida la cantidad ejecutada.						7,00	1,92	13,44
08PIE00023 9.018	u EXTINTOR MÓVIL, DE POLVO ABC, 6 kg Extintor móvil, de polvo ABC, con 6 kg de capacidad eficacia 13-A, 89-B, formado por recipiente de chapa de acero electrosoldada, con presión incorporada, homologado por el M.I., según rgto. de recipientes a presión, válvula de descarga, de asiento con palanca para interrupción, manómetro, herrajes de cuelgue, placa de timbre, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería; instalado según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada.						80,00	47,48	3.798,40
TOTAL SUBCAPÍTULO C082									7.383,97

SUBCAPÍTULO C083 Medicina preventiva / Primeros auxilios

HW00100 9.019	u BOTIQUÍN REGLAMENTARIO DE OBRA, INSTALADO Medida la cantidad útil descargada						2,00	137,51	275,02
HW00400 9.020	u RECONOCIMIENTO MEDICO ESPECÍFICO ANUAL POR OBRERO Medida la cantidad útil descargada						60,00	22,00	1.320,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
HW00300 9.021	u ELEMENTOS DE REPOSICIÓN PARA BOTIQUÍN POR MES Medida la cantidad útil descargada						2,00	22,00	44,00
TOTAL SUBCAPÍTULO C083									1.639,02
SUBCAPÍTULO C084 Servicios de prevención									
084FP 9.022	ud Formación del personal. Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye las reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.						6,00	500,00	3.000,00
084BS 9.023	ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar. Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.						1,00	1.000,00	1.000,00
084EP 9.024	año ESTUDIO POLVO S/ ITC 2585/2007						10,00	662,43	6.624,30
084NS 9.025	año ESTUDIO NIVEL SONORO						10,00	476,89	4.768,90
TOTAL SUBCAPÍTULO C084									15.393,20
TOTAL CAPÍTULO C09 Estudio de Seguridad y Salud.									33.904,79

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO C10 Labores de restauración

10LMT 10.001	m2 Laboreo mecánico del terreno Laboreo mecánico del terreno para plantaciones, hasta una profundidad de 0,40 m.						27.700,00	0,80	22.160,00
10OE 10.002	ud Planta de olivo Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Olea europea (Olivo) ejemplar con cepellón.						400,00	400,00	160.000,00
10TR 10.003	m2 Regeneración de taludes mediante hidrosiembra Regeneración de taludes mediante hidrosiembra a base de 20 gr. de semilla de Pratenses, 5 gr. de Arbustivas (Quercus ilex, Juniperus phoenicia), 300 gr. de Mulch, 40 gr. abono, 20 gr. estabilizador, para superficies mayores de 15.000 m²						17.634,00	0,75	13.225,50
10AR 10.004	m2 Arbusto mediterráneo Arbusto de hoja persistente tipo Juniperus sp, Quercus sp, 0,60 a 0,80 m de altura en contenedor, con 0,04 ud/m2.								
		0,04	100,00	64,00		256,00			
		0,04	400,00	33,54		536,64			
		0,04	150,00	23,85		143,10			
							935,74	9,00	8.421,66
10AN 10.005	kg Abono químico distribuido manualmente Abono de forma manual para restauración de suelos, de forma manual a razón de 15 gr/planta.						100,00	4,00	400,00
TOTAL CAPÍTULO C10 Labores de restauración.									204.207,16

15.2. Resumen general del Presupuesto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Código	Capítulo	Total €	
C01	Gastos de administración.	25.338,30	0,4%
C02	Maquinaria y Planta de tratamiento.	700.000,00	12%
C03	Instalaciones y accesos.	45.148,20	1%
C04	Mano de obra.	858.000,00	15%
C05	Mantenimiento.	1.807.244,20	31%
C06	Energía eléctrica y Combustibles.	2.086.982,30	36%
C07	Servicios ajenos.	41.250,00	1%
C08	Sondeo captación de agua.	17.935,00	0,3%
C09	Estudio de Seguridad y Salud.	33.904,79	1%
	C081 Equipos de Protección Individual (EPI's)	9.488,60	
	C082 Protecciones colectivas	7.383,97	
	C083 Medicina preventiva / Primeros auxilios	1.639,02	
	C084 Servicios de prevención	15.393,20	
C10	Labores de restauración.	204.207,16	4%
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	5.820.009,95	
	13 % Gastos Generales.	756.601,29	
	6 % Beneficio Industrial.	349.200,60	
	Suma.	6.925.811,84	
	21 % I.V.A. de Contrata.	1.454.420,49	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA.	8.380.232,33	

11 de julio de 2020

Asciende este presupuesto general para la vida de la explotación proyectada a la expresada cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA MIL DOSCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.

Linares, en Julio de 2020.

Francisco Gabriel Murillo Roldán, autor de este proyecto.



16. Bibliografía

Azcárate, J.E. Memoria mapa geológico de España escala 1:50000, hoja 905 Linares. Madrid. IGME. 1977.

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. El cultivo del olivo. Sevilla. Mundi-Prensa, 4ª edición. 2001.

Bond, F. C. Crushing and grinding calculations. Allis Chalmers Manufacturing Co. Milwaukee, Wisconsin, USA. 1961.

Bustillo, M., García, P., López, C., Ramírez, A., Ramos, G., Piñero, A. Manual de sondeos, aplicaciones. Madrid. Carlos López Jimeno editor. 2001.

Custodio, E., Llamas, M.R. Hidrología subterránea (dos tomos). Barcelona. Omega. 1983.

Escuder, R., Fraile, J., Jordana, S., Ribera, F., Sánchez-Vila, X., Vázquez-Suñé, E. Hidrogeología, conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Barcelona. Comisión Docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea. 2009.

Gómez, J. Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto. Madrid. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1995.

González, A., Gollonet, J., Benavente, J., Hidalgo, M. C., Marín, C., Molina, A., López, J.J., Peinado, T., Rubio, J.C. Acuíferos del borde de la Meseta en la provincia de Jaén. Homenaje a Manuel del Valle Cardenete. 2002. pp. 219 - 229.

Hidalgo, M.C., Rey, J., Dueñas, J. Visita al área minera de Linares - Hidrogeología del sector. Presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén. 2002. pp. 309 - 317.

Iglesias, A., Villanueva, M. Diseño de un método para la selección de rejillas y macizos de gravas. Madrid. Boletín Geológico y Minero. 1988. XCIX-I. pp. 120-124.

IGME. Manual de taludes 1ª reimpresión. Madrid. Instituto Geológico Minero de España. 1991.

López Jimeno, C. Áridos. Manual de prospección, explotación y aplicaciones. Madrid. E.T.S.I Minas - UPM. 2003.

López, C., Benito, A. Diseño de explotaciones y evaluación de reservas. Áridos, manual de prospección, explotación y aplicaciones. 2003. pp 85-118.

López, C., López, E., Ramírez, A., Toledo, J. M. Manual de sondeos, tecnología de perforación. Madrid. Carlos López Jimeno editor. 2000.

Martín, C., Rubio, J.C., Hueso, L.M. Actualización del Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén. Granada. IGME. 2010.

Ministerio de industria, Dirección General de Minas, Instituto Geológico y Minero de España. Memoria Mapa Geotécnico General a escala 1:200000, Hoja de Linares (5-9/70). Madrid. IGME. 1974.

Pastor, M., Hidalgo, J., Vega, V., Girona, J., Soria, L., Orgaz, F., Fernández, E., Fernández, M., Rojo, J. Programación de riegos en olivar. Sevilla. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 2001.

Reyes, M. N. Ensayos granulométricos de suelos y rocas. Linares. Escuela Politécnica Superior de Linares, Universidad de Jaén. 2015.

Páginas Web

http://info.igme.es/cartografia/metadatos/catalogoISO.asp?xml=MapaGeotecnico_200.mxd.xml

<http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.html>

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=5270B&k=and>

https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController?action=Static&url=fechas.jsp&c_provincia=23&c_estacion=17