Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS MINERAS

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

PLAN DE RESTAURACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN A) "SANTA ANA", SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ESTEPA (SEVILLA), ADAPTADO AL REAL DECRETO 975/2009, DE 12 DE JUNIO, SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS Y DE PROTECCIÓN Y REHABILITACIÓN DEL ESPACIO AFECTADO POR ACTIVIDADES MINERAS.

Alumno: Antonio González López

Tutor: Prof. D. Julián Ángel Martínez López
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Tutor: Prof. D. Francisco J. González Márquez
Depto.: Ingeniería Minera, Mecánica y Energética

Julio, 2.014

ÍNDICE

MEMORIA. 1

INTRODUCCIÓN, OBJETO Y FINALIDAD. 2

I. INTRODUCCIÓN. 2

II. OBJETO Y FINALIDAD. 5

III. SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA. 5

IV. DATOS UTILIZADOS PARA SITUAR LA EXPLOTACIÓN Y PUNTOS SINGULARES. 8

PARTE I: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO PREVISTO PARA DESARROLLAR LAS LABORES MINERAS. 11

1.1.- Localización de la zona de explotación. 12

1.1.1.- Situación geográfica. 12

1.1.2.- Núcleos poblacionales, rurales e industriales. 17

1.1.3.- Situación Catastral. 18

1.1.4.- Accesos. 19

1.1.5.- Perímetro de la explotación. 21

1.1.6.- Perímetros de afección mínima. 22

1.2.- Descripción del medio físico. 23

1.2.1.- Encuadre geológico: geología general y local. 23

1.2.1.1.- Geología general. 23

1.2.1.2.- Geología local. Localizacion geológica de la Sierra de Estepa (unidad de la Sierra de Becerrero donde queda enclavado el paraje Sierra de la Cruz). 29

1.2.1.2.1.- Unidades Geológicas de Sierra de Becerrero. 29

1.2.1.2.2.- Geología según Hoja Geológica. 33

1.2.1.2.3.- Geológico de Andalucía. 39

1.2.1.3.- Petrología. 40

1.2.2.- Hidrogeología. 47

1.2.2.1.- Hidrogeología general. 47

1.2.2.2.- Hidrogeología local. 50

1.2.2.2.1.- Características hidrogeológicas de los materiales de la Sierra de Becerrero. 50

1.2.2.3.- Protección aguas subterráneas. 54

1.2.2.3.1.- Calidad, Vulnerabilidad y Contaminación. 54

1.2.2.3.2.- Zonas sobreexplotadas. 57

1.2.2.3.3.- Zonas vulnerables a la contaminación de los acuíferos subterráneos 58

1.2.2.3.4.- Protección de captaciones subterráneas para abastecimiento humano. 59

1.2.2.4.- Piezometría. 61

1.2.2.4.1.- Piezometría General. 61

1.2.2.4.2.- Acuífero de la unidad geológica de Sierra de Becerrero. 62

1.2.2.4.2.1.- Niveles piezométricos de la Sierra de Becerrero. 66

1.2.2.4.3.- Niveles piezométricos en la zona de estudio. 67

1.2.2.5.- Cuadro de afecciones a las aguas subterráneas. 72

1.2.3.- Hidrología 73

1.2.3.1.- Régimen hídrico. 77

1.2.3.2.- Recursos hídricos superficiales locales. 81

1.2.3.2.1.- Ríos. 82

1.2.3.2.2.- Arroyos. 84

1.2.3.2.3.- Embalses. 85

1.2.3.2.4.- Lagos y Lagunas. 87

1.2.3.2.5.- Zonas de baño público. 88

1.2.3.2.6.- Fuentes declaradas. 89

1.2.3.2.7.- Manantiales declarados. 91

1.2.3.2.8.- Cuadro de afecciones hidrológicas. 92

1.2.3.2.9.- Protección de las Aguas. 92

1.2.4.- Edafología. 93

1.2.4.1.- Formación e identificación de los tipos de suelo de la zona de explotación. 93

1.2.4.2.- Clasificación de los suelos. 95

1.2.4.2.1.- Clasificación Nacional. 95

1.2.4.2.2.- Clasificación Autonómica. 97

1.2.4.3.- Descripción de los tipos de suelos. 97

1.2.4.3.1.- Luvisoles Cálcicos, Cambisoles Cálcicos y Luvisoles Crómicos con Regosoles Calcáreos. 97

1.2.4.3.2.- Litosoles, Luvisoles crómicos y rendsinas con Cambisoles cálcicos. 98

1.2.4.3.3.- Cambisoles Cálcicos, Regosoles Calcáreos y Litosoles con Rendsinas. 99

1.2.4.3.4.- Regosoles Calcáreos y Cambisoles cálcicos con Litosoles, Fluvisoles Calcáreos y rendsinas. 101

1.2.4.4.- Perfil del horizonte del suelo. 101

1.2.5.- Clima. 107

1.2.5.1.- Clima general de Andalucía. 107

1.2.5.2.- Tipo climático de la zona de explotación. 110

1.2.5.2.1.- Unidad biogeográfica. 110

1.2.5.2.2.- Subregión fitoclimática. 111

1.2.5.3.- Estudio climático. 112

1.2.5.3.1.- Caracterización climatológica. 112

1.2.5.4.- Protección forestal e incendios. 116

1.2.5.4.1.- Análisis del riesgo. 116

1.2.5.4.2.- Análisis del riesgo local. 117

1.2.5.4.3.- Vulnerabilidad. 118

1.2.5.4.4.- Zonificación del territorio. 118

1.2.5.4.5.- Épocas de peligro. 121
1.2.6.- Calidad del medio ambiente atmosférico. 121
1.2.6.1.- Contaminación atmosférica. 124
1.2.6.2.- Contaminación lumínica. 125
1.2.6.3.- Contaminación acústica. 127
1.2.7.- Paisaje. 130
1.2.7.1.- Unidades de paisaje Autonómicos. 130
1.2.7.2.- Unidades de paisaje Locales. 131
1.2.7.3.- Incidencia visual de la explotación. 132
1.2.8.- Espacios Naturales de la zona de influencia de la explotación. 137
1.2.8.1.- Espacios Naturales Protegidos. 137
1.2.8.2.- Montes Públicos de Andalucía. 138
1.2.8.3.- Lugar de Interés Cultural. 138
1.2.8.4.- Zonas de reserva de la Biosfera. 139
1.2.8.5.- Equipamientos Uso Público. 141
1.2.8.6.- Zonas PORN (Plan Ordenación de Recursos Naturales). 142
1.2.8.7.- Zonas pertenecientes al PEPMF (Plan Especial de Protección del Medio Físico). 143
1.2.8.8.- Cuadro de afección a lugares ambientales catalogados. 143
1.3.- Estudio del medio biótico. 144
1.3.1.- Flora. 144
1.3.1.1.- Series de Vegetación potencial. 144
1.3.1.2.- Árboles singulares de Andalucía. 147
1.3.1.3.- Arboleda singular de Andalucía. 147
1.3.1.4.- Vegetación actual. 149

1.3.1.5.- Series de vegetación, sectores biogeográficos, pisos bioclimáticos y ombroclimas de la masa forestal de Andalucía. 150
1.3.1.6.- Hábitats de Interés Prioritario. 155
1.3.1.7.- Propuesta de Hábitats de Interés Comunitario de la Unión Europea (HIC). 156
1.3.1.8.- Cuadro de afecciones a la Flora.....157
1.3.2.- Fauna. 158
1.3.2.1.- Fauna Singular. 158
1.3.2.1.1.- Zona Especial de Protección de las Aves. 158
1.3.2.1.2.- Águila Imperial. 159
1.3.2.1.3.- Aves Esteparias.....160
1.3.2.1.4.- Aves Necrófagas.....161
1.3.2.1.5.- Lince Ibérico. 161
1.3.2.1.6.- Cuadro de afecciones a la fauna singular. 162
1.3.2.2.- Fauna local. 163
1.3.2.2.1.- Fauna asociada a terrenos agrícolas. 163
1.3.2.2.2.- Fauna asociada a zonas de matorral bajo.....165
1.3.2.2.3.- Fauna asociada a la vegetación de ribera.....166
1.3.2.3.- Síntesis de valoración. 167
1.3.3.- Medio socioeconómico. 171
1.4.- Antropización de la zona afectada por la explotación. 172
1.4.1.- Usos y ocupación del suelo. 172
1.4.2.- Vías de comunicación. 182
1.4.2.1.- Carreteras. 182
1.4.2.2.- Líneas de Ferrocarril. 185
1.4.3.- Vías pecuarias, senderos y vías verdes. 187
1.4.3.1.- Vías pecuarias. 187

1.4.3.2.- Vías Verdes. 189
1.4.3.3.- Senderos. 190
1.4.3.4.- Cuadro de afección a vías pecuarias. 191
1.4.4.- Redes de distribución de energía. 192
1.4.4.1.- Eléctrica. 192
1.4.4.2.- Gas Natural. 195
1.4.5.- Patrimonio histórico-cultural. 196
1.4.5.1.- Breve reseña histórica. 197
1.4.5.2.- Protección patrimonio histórico. 200
1.4.5.3.- Patrimonio histórico cultural en la zona de actividad y alrededores. 200
1.4.5.3.1.- Patrimonio Inmueble de interés cultural. 201
1.4.5.3.2.- Conjuntos arqueológicos y espacios culturales 203
1.4.5.3.3.- Patrimonio de la Humanidad. 204
1.4.5.3.4.- Cuevas y simas de interés cultural. 205
1.4.5.3.5.- Cuadro de afecciones al Patrimonio Cultural. 206
1.4.6.- Resumen de posibles afecciones. 207
1.5.- Epítome de las características del aprovechamiento del recurso. ..210
1.5.1.- Descripción General de la Explotación. 210
1.5.2.- Uso a que se destinará el material extraído. 215
1.5.2.1.- Definición. Rocas carbonatadas sedimentarias. 215
1.5.2.2.- Usos finales del recurso minero. 216
1.5.2.2.1.- Fabricación de Cal Viva y sus derivados. 217
1.5.2.2.2.- Usos Químicos 218
1.5.2.2.3.- Uso como carga y pigmentos. 219
1.5.2.2.4.- Usos químicos. 220
1.5.3.- Diseño de la explotación. 222
1.5.3.1.- Diseño de las pistas y accesos. 226

1.5.3.1.1.- Anchura de las calzadas. 231
1.5.3.1.2.- Pendientes. 239
1.5.3.1.3.- Curvas. 239
1.5.3.1.4.- Conservación. 240
1.5.3.2.- Diseño de los bancos. 241
1.5.3.3.- Diseño de las bermas 243
1.5.3.4.- Diseño de la plataforma de trabajo. 243
1.5.4.- Método de Laboreo. 245
1.5.4.1.- Voladura tipo. 247
1.5.4.1.1.- Normativa Técnica y Legislativa. 247
1.5.4.1.2.- Volumen de roca a volar anualmente. 248
1.5.4.1.3.- Cálculo de las voladuras 248
1.5.4.1.3.1.- Variables Geométricas 248
1.5.4.1.3.2.- Variables Químico – Físicas. 253
1.5.4.1.3.3.- Variantes de Tiempo 255
1.5.4.1.4.- Geometría y cantidad de explosivos por barreno y voladura. 257
1.5.4.1.5.- Control de vibraciones 264
1.5.4.1.5.1.- Equipo utilizado. 267
1.5.4.1.5.2.- Parámetros característicos de la voladura estudiada. 267
1.5.4.1.5.3.- Mediciones realizadas y resultados. 267
1.5.5.- Estabilidad de los taludes resultantes tras las voladuras de trabajo y la restauración final y abandono. 272
1.5.5.1.- Caracterización del macizo rocoso. 274
1.5.5.2.- Clasificación geomecánica del macizo rocoso 275
1.5.5.2.1.- Propiedades identificativas de las Rocas 276
1.5.5.2.2.- Propiedades de estado. 278

1.5.5.2.3.- Características del macizo rocoso. 278

1.5.5.2.4.- Clasificación del macizo rocoso.....287

1.5.5.3.- Geometría de la explotación. 297

1.5.5.4.- Determinación de los parámetros resistentes y geométricos. 303

1.5.5.4.1.- Parámetros resistentes obtenidos según la Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso. 303

1.5.5.4.2.- Estimación de las propiedades resistentes del macizo rocoso mediante ROCLAB.....304

1.5.5.4.2.- Parámetros Geométricos. 321

1.5.5.5.- Determinación del riesgo de inestabilidad. Análisis Cinemático y probabilístico. 321

1.5.5.5.1.- Tipos de inestabilidades en macizos rocosos. Posibilidades cinemáticas. 321

1.5.5.5.1.1.- Rotura Curva. 324

1.5.5.5.1.2.- Rotura Plana. 325

1.5.5.5.1.3.- Rotura En Cuña. 326

1.5.5.5.1.4.- Rotura Por Vuelco. 328

1.5.5.5.1.5.- Rotura por Pandeo. 330

1.5.5.5.2.- Análisis de las posibilidades cinemáticas mediante el Software DIPS. 331

1.5.5.5.2.1.- Posibilidad cinemática de Rotura planar. 333

1.5.5.5.2.2.- Posibilidad cinemática de Rotura en cuña.....335

1.5.5.5.2.3.- Posibilidad cinemática de Rotura por vuelco. 335

1.5.5.6.- Estabilidad Global del talud considerado.....338

1.5.5.6.1.- Estabilidad global de los taludes actuales. 339

1.5.5.6.2.- Estabilidad global del talud definitivo.....347

1.5.5.6.2.1.- Rotura Circular. 348

1.5.5.6.2.2.- Rotura Planar. 355

1.5.6.- Residuos Mineros Resultantes. 357
1.5.7.- Superficies afectadas. 362
1.5.8.- Medidas correctoras para reducir las emisiones de polvo. 363
PARTE II: MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO NATURAL AFECTADO POR LA INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES. 365
2.1.- Remodelado del terreno. 368
2.2.- Procesos de revegetación. 372
2.2.1.- Preparación del suelo. 372
2.2.2.- Retirada, mantenimiento y restitución de la tierra vegetal. 372
2.2.3.- Acondicionamiento edáfico. 374
2.2.4.- Selección de especies. 375
2.2.4.1.- Primera etapa. 375
2.2.4.2.- Segunda etapa. 377
2.2.4.3.- Tercera etapa. 377
2.2.4.4.- Características de las especies seleccionadas. 381
2.2.4.4.1.- Matorral mediterráneo. 381
2.2.4.4.2.- Encina (Quercus Rotundifolia). 383
2.2.4.4.3.- Pino Carrasco (Pinus Halapensi). 384
2.2.4.4.4.- Acebuche (Olea Europea var. Silvestrys). 385
2.3.- Método de cultivo. 386
2.3.1.- Cultivo del matorral mediterráneo. 386
2.3.2.- Siembra y plantación de la encina (600 p/ha). 387
2.3.2.1.- Trabajos previos a la reforestación. 387
2.3.2.2.- Reforestación. 390
2.3.2.2.1.- Plantación. 390
2.3.2.2.2.- Encinas y Pinos. 391

2.3.2.2.3.- Mantenimiento de la Reforestación. 392
2.3.3.- Plantación del pino carrasco (1.000 ud/hectárea). 394
2.3.4.- Siembra y plantación del acebuche (300 uds/hectárea). 395
2.4.- Normas generales de vigilancia y mantenimiento.....396
2.4.1.- Protección. 396
2.4.1.1.- Cerramiento. 397
2.4.1.2.- Tubos cinegéticos.....398
2.4.1.3.- Tubos invernadero. 398
2.4.1.4.- Plagas y enfermedades. 400
2.4.2.- Control de la vegetación. 401
2.4.2.1.- Escardas. 402
2.4.2.2.- Laboreo o gradeo (binas). 402
2.4.2.3.- Herbicidas. 403
2.4.2.4.- Mulches (coberturas plásticas o de otro material). ...404
2.4.3.- Riegos. 404
2.4.4.- Podas. 405
2.4.5.- Conclusión de la reforestación.....407
2.5.- Herramientas utilizadas. 407
2.6.- Factores de Riesgo y Medidas Preventivas. 408
PARTE III: MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LOS SERVICIOS E INSTALACIONES ANEJOS A LA INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES. 422
3.1.- Instalaciones y servicios auxiliares. 423
3.1.1.- Desmantelamiento y rehabilitación de zonas de instalaciones y plantas. 423
3.1.2.- Desmantelamiento y rehabilitación de zonas de instalaciones auxiliares. 424
3.1.3.- Control ambiental. 425

3.2.- Instalaciones de residuos mineros. 425

3.2.1.- Pliego de condiciones técnicas. 425

3.2.1.1.- Introducción. 425

3.2.1.2.- Preparación de las edificaciones/instalaciones. 426

3.2.1.3.- Desmantelamiento del edificio oficinas. 426

3.2.1.4.- Normas generales de demolición. 427

3.2.1.5.- Demolición del centro de transformación y cuarto de bombas. 428

3.2.1.6.- Demolición de edificios industriales. 429

3.2.1.7.- Estudio de gestión de residuos de la demolición. 430

3.2.1.7.1.- Medidas para la separación de los residuos 430

3.2.1.7.2.- Instalaciones previstas para el almacenameinto de residuos, manejo, separación y otra operaciones. 431

3.2.1.7.3.- Pliego de prescripciones técnicas de la gestión de residuos. 431

3.2.1.8.- Plazo de ejecución de las obras de desmantelamiento y demolición. 433

PARTE IV: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS. 434

4.1.- Normativa aplicable. 435

4.2.- Técnicas básicas de gestión de residuos mineros integradas en el proyecto minero. 440

4.2.1.- Gestión del suelo vegetal y de los materiales de cobertera. 440

4.2.1.1.- Acopio de la tierra vegetal. 442

4.2.1.2.- Acopio de la cobertera o capa mineral alterada (horizonte B) y de los rellenos. 444

4.2.2.- Gestión de los materiales de rechazo del proceso. 445

4.2.3.- Tratamiento de lodos. 446

4.2.4.- Relleno de huecos. 447

4.3.- Caracterización de residuos, vertidos y emisiones.....448
4.3.1.- Residuos. 448
4.3.2.- Residuos mineros.....450
4.3.3.- Vertidos. 450
4.3.4.- Emisiones.....451
PARTE V: CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y COSTE ESTIMADO DE LOS TRABAJOS DE REHABILITACIÓN. 452
5.1.- Cronograma de actuaciones. 453
5.2.- Coste total estimado de los trabajos de rehabilitación. 456
5.3.- Presupuesto por fase quinquenal para la restauración. 458
5.4.- Presupuesto anual para la restauración.....458
5.5.- Presupuesto para la primera fase restaurativa (5 años). 458
PARTE VI: PROPUESTA DE GARANTÍAS FINANCIERAS.....459
6.1.- Propuesta de garantías financieras.....460
PARTE VII: CONCLUSIONES. 461
PARTE VIII: BIBLIOGRAFÍA.....463
ANEXOS.....469
ANEXO A.- ANTEPROYECTO DE ABANDONO DEFINITIVO DE LABORES. 470
A-1.- Antecedentes y objeto.....470
A-2.- Régimen jurídico. 470
A-3.- Situación geográfica y accesos. 473
A-3.1.- Situación geográfica. 473
A-3.2.- Accesos. 473
A-4.- Método de explotación. 473
A-5.- Laboreo de abandono. 475
A-6.- Presupuesto.....476
A-6.1.- Descripción de materiales.....476

A-6.2.- Presupuesto total. 477

ANEXO B.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 479

B-1.- Introducción. 479

B-2.- Metodología a emplear. Matriz de Leopold. 479

B-2.- Matriz de Leopold reducida. 484

B-2.1.- Factores ambientales. 488

B-2.2.- Acciones propuestas que pueden causar impactos ambientales. 491

ANEXO C.- ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD VISUAL. 494

C-1.- Introducción. 494

C-2.- Fragilidad visual del Paisaje. 494

C-2.1.- Fragilidad intrínseca. 495

C-2.2.- Accesibilidad o incidencia visual. 496

C-2.2.- Fragilidad visual. 497

ANEXO D.- PRESUPUESTO SEGÚN EL BORRADOR DE INSTRUCCIÓN DE CONSTITUCIÓN DE AVALES PARA GARANTIZAR LA REHABILITACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA. 498

D-1. Introducción. Borrador de Instrucción de Avales. 498

D-2.- Tabla de aplicación de la Instrucción de Avales. 504

D-3.- Cálculo estimativo de la garantía financiera necesaria para asegurar la rehabilitación de los terrenos afectados por la actividad minera. 506

ANEXO E.- FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO. 507

E-1.- Futuras Líneas de Trabajo. 507

PLANOS 508

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS. 535

1.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INCLUIDAS EN EL PLIEGO. 536

1.1.- Objeto del Pliego. 536

1.2.- Situación. 536
1.3.- Descripción de las obras. 536
2.- DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LOS MATERIALES Y A LAS OBRAS. 536
2.1.- Materiales en general. 536
2.2.- Análisis y ensayos para la aceptación de los materiales. 537
2.3.- Materiales no especificados en este pliego. 537
2.4.- Trabajos en general. 538
2.5.- Equipos mecánicos. 538
2.6.- Análisis y ensayos para el control de calidad de las obras. 538
2.7.- Obras no incluidas o trabajos no especificados en el pliego. 539
3.- REPLANTEO. 539
3.1.- Objeto. 539
3.2.- Ejecución. 539
3.2.1.- General. 539
3.2.2.- Estacas de rasantes. 540
4.- DESBROCE DEL TERRENO. 540
4.1.- Objeto. 540
4.2.- Ejecución de las Obras. 540
4.3.- Medición y abono. 541
5.- EXCAVACIÓN DE LA EXPLANADA. 542
5.1.- Objeto. 542
5.2.- Ejecución de las Obras. 542
5.2.1.- Generalidades. 542
5.2.2.- Drenaje. 542
5.2.3.- Tierra Vegetal. 543
5.2.4.- Empleo de los Productos de Excavación. 543
5.2.5.- Taludes. 543

5.3.- Medición y Abono.....544
6.- APORTE Y EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL.....544
6.1.- Objeto.....544
6.2.- Materiales. 545
6.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 545
6.4.- Ejecución de las Obras. 545
6.5.- Medición y Abono.....547
7.- ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS.....547
7.1.- Objeto.....547
7.2.- Materiales. 548
7.2.1.- Materiales para escollera. 548
7.3.- Ejecución de las obras. 550
7.4.- Medición y abono. 550
8.- DRENES PLUVIALES Y ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....550
8.1.- Objeto.....550
8.2.- Normas Aplicables. 551
8.3.- Materiales para Drenaje de Pluviales. 551
8.3.1.- Hormigón para cunetas y estructuras. 551
8.4.- Ejecución. 552
8.4.1.- Excavaciones y rellenos.....552
8.4.2.- Lechos de asiento 552
8.4.3.- Cunetas de hormigón. 552
8.4.4.- Pozos de registro y de recogida de agua, boquillas de remate y otras estructuras de drenaje. 552
8.5.- Medición y Abono.....553
8.5.1.- Cunetas de hormigón. 553
8.5.2.- Pozos y otras estructuras de drenaje.....553
9.- GEOTEXTILES COMO CAPA DE PROTECCIÓN. 553

9.1.- Definición. 553
9.2.- Características técnicas de los materiales 554
9.3.- Documentación de control de calidad 556
9.4.- Instalación de geotextiles 557
9.5.- Procedimientos de soldadura y unión 558
9.6.- Medición y abono 558
10.- TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE. DESBROCE MECANIZADO POR LABOREO. 558
10.1.- Concepto. 558
10.2.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 559
10.3.- Ejecución. 559
10.4.- Medición y abono. 559
11.- PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN MECANIZADA DEL SUELO. PREPARACIONES AREALES. 560
11.1.- Concepto. 560
11.2.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 560
11.3.- Ejecución. 561
11.4.- Medición y abono. 561
12.- EXTENDIDO DE ABONOS Y FERTILIZANTES. 562
12.1.- Concepto. 562
12.2.- Materiales. 563
12.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 566
12.4.- Ejecución. 567
12.5.- Medición y abono. 568
13.- APLICACIÓN DE PRODUCTO HERBICIDA. 569
13.1.- Concepto. 569
13.2.- Materiales. 569
13.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 571

13.4.- Ejecución. 571
13.5.- Medición y abono. 573
14.- SIEMBRAS A VOLEO CONVENCIONAL. 573
14.1.- Concepto. 573
14.2.- Materiales. 574
14.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras. 575
14.4.- Ejecución. 576
14.5.- Medición y abono. 578
15.- DISPOSICIONES GENERALES. 578
15.1.- Autoridad del ingeniero director de las obras. 578
15.2.- Contradicciones y omisiones. 578
15.3.- Modificación en el transcurso de las obras. 579
15.4.- Plan de obras y relación de maquinaria. 579
15.5.- Subcontratos. 580
15.6.- Conservación de las obras y plazo de garantía. 580
15.7.- Responsabilidad gastos y obligaciones generales del contratista. 581
15.8.- Señalización de las obras. 583
15.9.- Protecciones. 584
16.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 584
16.1.- Antecedentes. 584
16.2.- Objeto del proyecto. 585
16.3.- Riesgos. 585
16.3.1.- Riesgos de daños a terceros. 586
16.3.2.- Riesgos de incendios forestales. 586
16.4.- Prevención de riesgos profesionales. 586
16.4.1.- Protección individual. 587
16.4.2.- Protecciones colectivas. 587

16.4.3.- Formación.....588
16.4.4.- Medicina preventiva y primeros auxilios.....588
16.4.5.- Prevención de riesgos de daños a terceros. 589
16.4.6.- Normativa aplicada. 589
PRESUPUESTO. 592
1.- Coste total estimado de los trabajos de rehabilitación. 593
2.- Presupuesto por fase quinquenal para la restauración. 595
3.- Presupuesto anual para la restauración. 595
4.- Presupuesto para la primera fase restaurativa (5 años). 595

AGRADECIMIENTOS

A D. Julián A. Martínez López, tutor y director del presente trabajo, por haber aceptado la dirección del documento, por su ayuda con los tiempos, por su paciencia, por su orientación y por sus sabios consejos. Sin su ayuda hubiera sido materialmente imposible la presentación del presente trabajo en tiempo y forma.

A D. Francisco Javier González Márquez, cotutor del presente trabajo, por haberme hecho aprender que el conocimiento conlleva un gran esfuerzo, por transmitirme la idiosincrasia de la normativa actual sobre trabajos de fin de grado, por ser amigo, maestro y compañero.

A D. Vicente López Sánchez-Vizcaino, Subdirector de las Titulaciones de Minas y de Civil, por atenderme con total diligencia, y orientarme en el proceso de matriculación y acreditación de estudios cursados.

A Dª Concepción Hernández Montes, Jefa de Secretaría, por facilitarme todos y cada uno de los trámites administrativos necesarios para la matriculación y acreditación.

A D. Ángel Alberto Martínez Girón, Geólogo y compañero, por dedicarme su preciado tiempo y transmitirme un átomo de su gran sapiencia en Geotecnia y Estabilidad de Taludes.

A D. José Javier Almarza López, Geólogo y Jefe, por la paciencia que ha destilado por los poros aguantando estos largos meses de deriva laboral por mi parte.

A D. Manuel A. Rivero Moreno, Gerente de la explotación “Santa Ana”, por permitir que Joaquín pudiera atenderme durante su jornada laboral, y autorizarle para que me facilitara todos los datos disponibles para la reelaboración del presente trabajo fin de grado.

A D. Joaquín García Álvarez, Director Facultativo de la explotación “Santa Ana”, compañero de estudios e íntimo amigo, por facilitarme todos los datos que estuvieran a su disposición sobre la explotación así como darme entrada libre tantos y tantos días para sufrir mis preguntas y toma de datos durante su jornada laboral.

A D. Francisco J. Rodríguez Álvarez, copropietario de los terrenos donde se ubica la explotación “Santa Ana”, compañero de estudios y amigo, por facilitarme toda la información que sobre su explotación le he solicitado, y por poner a mi disposición todos los medios técnicos de los que disponía.

A D. Juan Carlos Marín Recio, Graduado en Ingeniería de Minas, colega de mi primer proyecto de fin de carrera, un gran amigo, por poner a mi disposición todos los medios de su oficina.

A D. José Ángel Mesa Fernández, Ingeniero Técnico de Minas e Industrial, por su inestimable colaboración y por su sincera amistad.

A Dª Carolina de Soto Vera, Dª Lucía Gómez Rodríguez y D. Miguel González Gil, Ingenieras Técnicas de Minas e Ingeniero de Minas, por haberme ayudado a quitar piedras del camino.

A D. Juan Miguel Sánchez Menacho, minero y compadre, por respetar y entender mis largas ausencias estos meses.

A todo el Servicio de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Empleo, Innovación, Ciencia y Empresa, por el apoyo mostrado durante la elaboración de este Trabajo.

A todos aquellos que no confiaron en mí, porque me dieron motivación para esforzarme más y superarme día a día.

A María y Antonino, porque sin ellos no estaría aquí.

A Elena, porque sin ella no hubiera llegado hasta aquí.

A Antonio, porque si en el no tendría fuerzas para seguir hasta allí.

A todos y cada uno de ellos, mis más sinceros agradecimientos, ya que, por un motivo u otro, sin todos ellos hubiera sido imposible la manifestación del presente trabajo de fin de Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras.

A Elena, por su paciencia.

MEMORIA.

INTRODUCCIÓN, OBJETO Y FINALIDAD.

I. INTRODUCCIÓN.

La Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, cualesquiera que fueren su origen y estado físico.

El concepto de aprovechamiento engloba el conjunto de actividades destinadas a la explotación, preparación, concentración o beneficio de un recurso mineral, incluyendo las labores de rehabilitación del espacio natural afectado por las actividades mineras, de acuerdo con los principios de desarrollo sostenible y de la minimización de las afectaciones causadas por el laboreo de las minas.

La Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas, y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE, responde a los objetivos de la política comunitaria de medio ambiente, según la cual es necesario establecer requisitos mínimos para prevenir o reducir en la medida de lo posible cualquier efecto adverso sobre el medio ambiente y la salud humana derivado de la gestión de residuos de industrias extractivas, tales como son los estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal y cobertera en determinadas condiciones, siempre que constituyan residuos tal y como se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

La Directiva citada anteriormente, 2006/21/CE, ha sido desarrollada por:

- Decisión de la Comisión, de 20 de abril de 2009, por la que se establecen las directrices técnicas para la constitución de la garantía financiera prevista en la directiva 2006/21/CE del parlamento europeo y del consejo sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas (2009/335/CE)
- Decisión de la Comisión, de 30 de abril de 2009, por la que se completa la definición de residuos inertes en aplicación del artículo 22, apartado 1, letra f), de la directiva 2006/21/CE del

Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas (2009/359/CE)

- Decisión de la Comisión, de 29 de abril de 2009, relativa a la armonización, la transmisión periódica de información y el cuestionario a que se refieren el artículo 22, apartado 1, letra a), y el artículo 18 de la directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas (2009/358/CE)

La incorporación al ordenamiento interno español de la Directiva 2006/21/CE, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas, se lleva a cabo, con carácter básico, mediante el 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, a través del cual también se pretende unificar y mejorar las disposiciones relativas a la protección del medio ambiente en el ámbito de la investigación y aprovechamiento de los recursos minerales regulado por la Ley de Minas.

En cumplimiento del Artículo 3 “Plan de restauración: requisitos generales y contenidos”, el presente documento se estructurará del siguiente modo:

- Parte I: Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.
- Parte II: Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.
- Parte III: Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejos a la investigación y explotación de recursos minerales.
- Parte IV: Plan de Gestión de Residuos.
- Parte V: Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de rehabilitación.

La identificación y caracterización de impactos provocados por las actividades mineras a cielo abierto muestran que las alteraciones más importantes son las producidas por las modificaciones fisiográficas y sus efectos inducidos, así como las que tienen lugar en los procesos de operación.

Por ello, la legislación vigente que afecta a las actividades extractivas, obliga a los explotadores, de modo que se proteja el medio biofísico y el espacio afectado quede convenientemente integrado en el entorno natural.

El condicionante que representa la presencia de los yacimientos en lugares geológicamente determinados, fija en la mayoría de los casos, la ubicación de la explotación, por lo que no se puede actuar sobre este factor. Sin embargo, el lugar y forma de iniciar la explotación, el método de operación elegido y la planificación de su desarrollo son factores que pueden ser analizados con objeto de lograr un impacto ambiental mínimo. Las distintas alternativas en este sentido serán analizadas desde los siguientes puntos de vista:

- Operación rentable.
- Topografía final que minimice los riesgos.
- Protección ambiental y restauración integradora, económicamente viable.

II. OBJETO Y FINALIDAD.

El presente Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la Escuela Politécnica Superior de Linares de la Universidad de Jaén, se redacta para dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, modificado por el RD 861/2010 de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, el cual indica, en los apartados 3 y 7 del artículo 12, respecto del diseño de los títulos de Grado, que *"Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de Grado". "El trabajo de fin de Grado tendrá entre 6 y 30 créditos, deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título."*

Por otro lado, la Universidad de Jaén ha establecido el Reglamento de Trabajos Fin de Grado, aprobado por el Consejo de Gobierno de 4 de julio de 2012, el cual faculta a los distintos Centros para el desarrollo de normas complementarias para adecuarla a las características propias de cada uno de los títulos de Grado impartidos (Art.1.2). Esto fue desarrollado en el documento titulado "Normas Básicas de Estilo y Estructura para la elaboración del Trabajo Fin de Grado (TFG)", aprobado por la Comisión de Trabajo Fin de Grado, de la Escuela Politécnica Superior de Linares, en sesión de 26 de Septiembre de 2013, documento éste observado en la redacción del presente Trabajo de Fin de Grado.

Es por lo expuesto que la finalidad última del presente documento técnico es la de obtener la Titulación de Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras por parte del graduando redactor del Plan de Restauración que se expone a continuación.

III. SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA.

En aplicación de la Disposición Transitoria Segunda del Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, la información geográfica y cartográfica podrá compilarse tanto en cualquiera de los dos sistemas, ED50 o ETRS89, conforme a las necesidades de cada Administración Pública, siempre que las producciones en ED50 contengan la referencia a

ETRS89. La misma Disposición establecía como obligatoria las referencias en ETRS89 a partir del 1 de enero de 2.015.

Nuestra vigente Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas fue modificada por la Ley 54/1980, 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos, cuyo artículo 11 exponía textualmente:

- *"Las referencias a longitudes establecidas en los artículos setenta y seis, dos, de la vigente Ley de Minas, y noventa y nueve, uno, de su Reglamento vendrán referidas, a partir de la promulgación de esta Ley, al meridiano de Greenwich. Se adoptará la proyección Universal Transversa Mercator (UTM) y la distribución de husos y zonas internacionales. Como elipsoide de referencia se utilizará el internacional de Hayford (Madrid, mil novecientos veinticuatro), datum europeo (Postdam, mil novecientos cincuenta) y meridiano de Greenwich como origen de longitudes."*

Expuesto lo inmediatamente anterior debemos recordar unos preceptos básicos de nuestro Ordenamiento Jurídico Común, recogidos en el Artículo 1 del Código Civil "Las fuentes del ordenamiento jurídico español son la ley, la costumbre y los principios generales del derecho", para continuar en su Artículo 2 "Carecerán de validez las disposiciones que contradigan otra de rango superior" y finalmente en su Artículo 4.1 "Procederá la aplicación analógica de las normas cuando éstas no contemplen un supuesto específico, pero regulen otro semejante entre los que se aprecie identidad de razón". De lo que podemos concluir lo siguiente:

- La Ley es fuente del Ordenamiento Jurídico.
- Carecen de validez las normas que contradigan a otra de nivel jerárquico superior.
- En caso de que existan leyes específicas que regulen un sector no cabe aplicación analógica de otras normas, que no sean las que las regulan particularmente.

Así pues nos encontramos con una Ley 22/1973, de minas, a la que se opone una Disposición Normativa sin fuerza de Ley, el Real Decreto 1071/2007, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, por lo que por el principio de jerarquía normativa no la puede

contradecir al ser de superior rango, por lo tanto sigue siendo de aplicación la Ley de Minas, esto es que nuestro sistema de referencia sigue siendo con respecto al Elipsoide de Hayford y no al ETRS89. Pero no sólo por ese motivo sino también por el principio de competencia, ya que una norma sectorial es de superior aplicación, no pudiendo aplicar de manera supletoria una norma general, teniendo siempre presente que incluso no son ni del mismo rango, por eso ni comparables.

Surge de lo expuesto un germen de problema que estando en su fase incipiente sin lugar a dudas va a dar lugar a importantes quebraderos de cabeza al sector, tan denostado por la sociedad como olvidado por los legisladores, que legislan sin tener conocimientos de la singularidad e importancia de este sector tan primario e indispensable para todos y cada uno de los humanos que pueblan este planeta. El problema que se plantea es que todos y cada uno de los variopintos y muy diversos sectores y administraciones con los que se relaciona nuestra preciada minería trabajará según datos referenciados al sistema geodésico ETRS89, sin duda alguna más exacto que el ED50, mientras que el nuestro deberá seguir trabajando en ED50, es decir según el Elipsoide de referencia de Hayford.

Esto conllevará sin duda alguna a gravísimos errores materiales en la ordenación minera, amén de paralizar la regularización del catastro minero, puesto que no se podrán realizar demasías de Concesiones Mineras ni se podrán regularizar las explotaciones mineras que entestan con otras en tanto en cuanto el legislador recuerde que debe, debiera haberlo hecho hace ya más tiempo del que quisiéramos, modernizar a los tiempos actuales nuestra querida y vieja Ley de Minas, desarrollada y aprobada durante el anterior régimen totalitario, que nos acompaña desde hace ya más de cuarenta años.

Despertada la inquietud en los distintos Departamentos y Servicio de Minas de la Administración Andaluza se ha dado la voz de alarma y se vienen realizando gestiones con los órganos con competencia suficiente para eliminar el gravísimo problema de ordenamiento minero que se nos avecina. Viendo el éxito de las gestiones realizadas, con el más absoluto silencio como respuesta a ellas, podemos intuir que dicho sistema de referencia, ED50, va a continuar su enlace con la minería más tiempo del que quisiéramos.

Es por todo lo expuesto anteriormente que todos los planos y figuras que conforman el presente TFG, están realizados según el antiguo sistema de referencia geodésico European Datum 50 (ED50), El elipsoide es el Internacional de 1.924 o de Hayford de 1.909.

IV. DATOS UTILIZADOS PARA SITUAR LA EXPLOTACIÓN Y PUNTOS SINGULARES.

En los planos e imágenes se ha utilizado una cuadrícula Universal Transversa Mercator, European Datum 50, con al menos un punto de referencia, dependiendo de la escala de la imagen esta será:

- 1.000 · 1.000 metros (1k).
- 10.000 · 10.000 metros (10k).

En algunos casos, si la escala de visualización lo permite, se marcarán 4 puntos de referencia con retícula 1k.

Los planos base, entre otros, que servirán para ubicar el medio circundante a la explotación van a ser los siguientes:

- El Mapa Topográfico Nacional (MTN en lo sucesivo), a Escalas 1:25.000 y 1:50.000.
- El Mapa Topográfico de Andalucía a Escala 1:10.000 (MTA en lo sucesivo).
- El Mapa Vectorial de Andalucía (Edición 2.007) a Escala 1:10.000 (MVA en lo sucesivo).
- El Mapa Vectorial de Andalucía (Edición 2.008) a Escala 1:400.000 (MVA en lo sucesivo).
- Ortofotografía rigurosa a color de Andalucía (Edición 2.011)

Se han establecido dos perímetros envolventes a la explotación, a los efectos de situar rápidamente aquellos elementos estudiados que se encuentren a menos de 500 (Rojo) o 1.000 (Azul) metros de la poligonal exterior de la explotación, éstos se muestran en la siguiente figura.

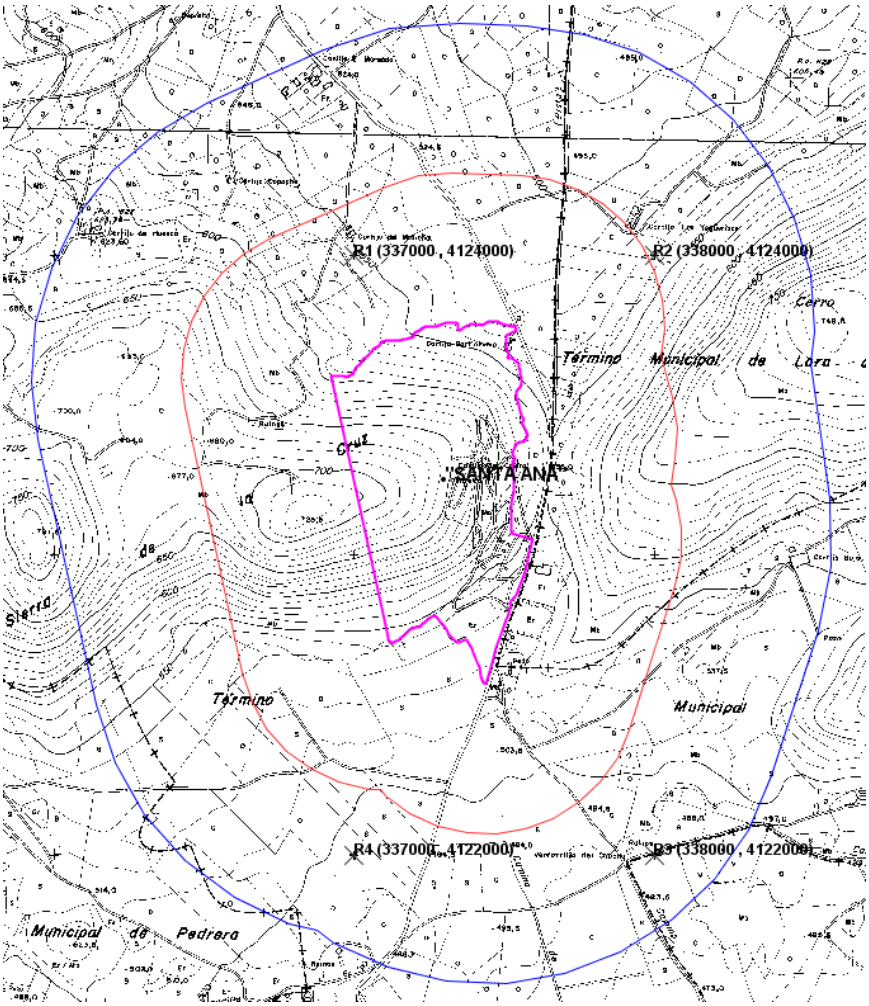


Figura 1.- Perímetros envolventes a la explotación, sobre MTA a Escala 1:10.000 (Edición 2.001).Retícula 1k.

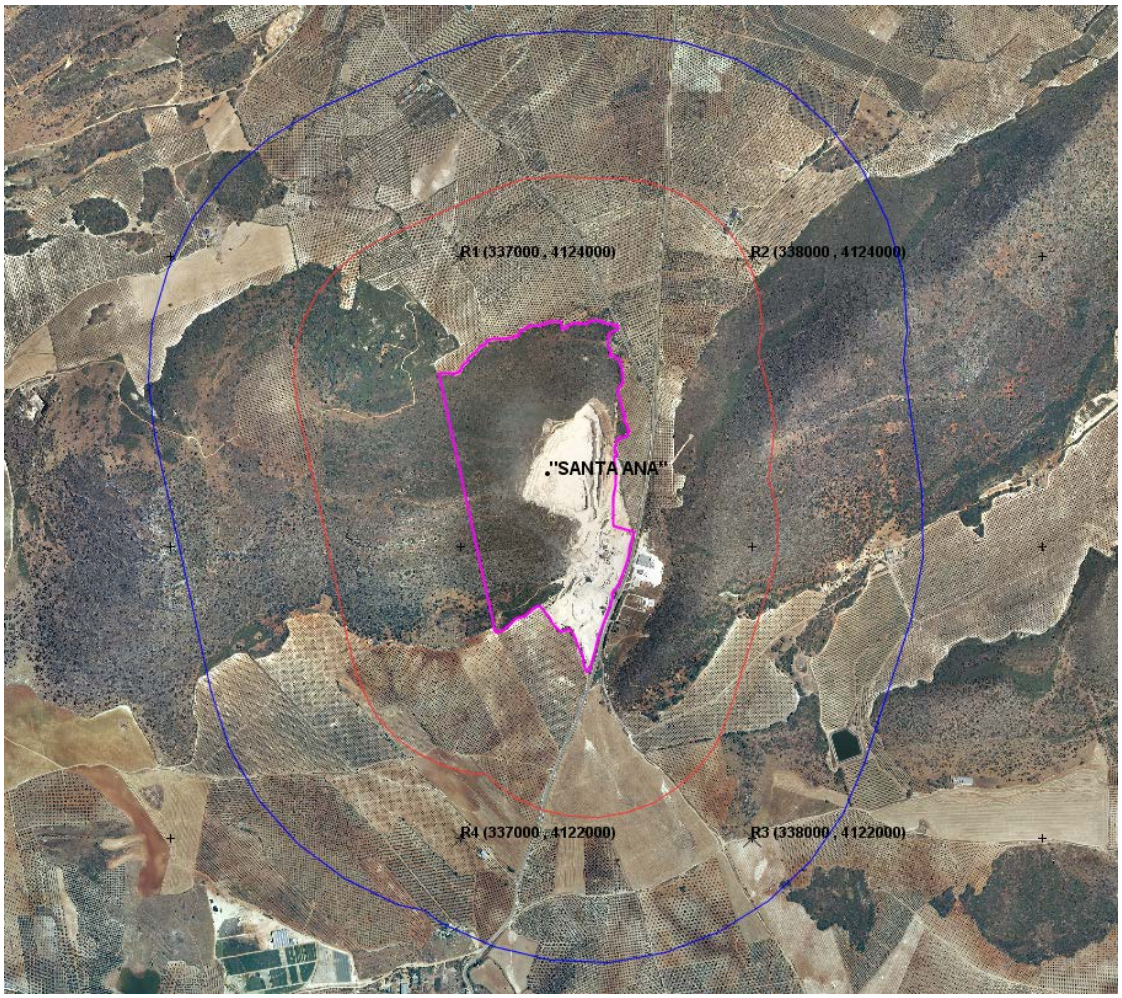


Figura 2.- Perímetros envolventes a la explotación sobre ortofotografía rigurosa a color (Edición 2.011). Retícula 1k.

Las distancias a puntos singulares se reflejan en metros y con un azimut sexagesimal con origen 0º en el Norte Geográfico.

PARTE I: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO PREVISTO PARA DESARROLLAR LAS LABORES MINERAS.

En este apartado pretendemos definir la situación preoperacional del medio. Esto es muy importante dentro del Plan de Restauración por dos motivos:

- En primer lugar, es necesario para poder prever las alteraciones que se pueden producir en el Medio Físico y Social.
- Por otro lado, es una fuente de datos para poder evaluar, una vez que se haya realizado el proyecto, la magnitud de aquellas alteraciones que son difíciles de cuantificar, pudiéndose de esta forma aplicar medidas correctoras a posteriori según los resultados que se vayan obteniendo en el programa de seguimiento y control.

Este inventario no solo viene referido a los límites de la superficie a ocupar, sino que se estudiarán los alrededores en un ámbito que a continuación definiremos y describiremos para cada elemento del medio afectado.

1.1.- Localización de la zona de explotación.

1.1.1.- Situación geográfica.

A continuación se plasma la situación a nivel autonómico (10k), provincial (10k) y municipal (1k).

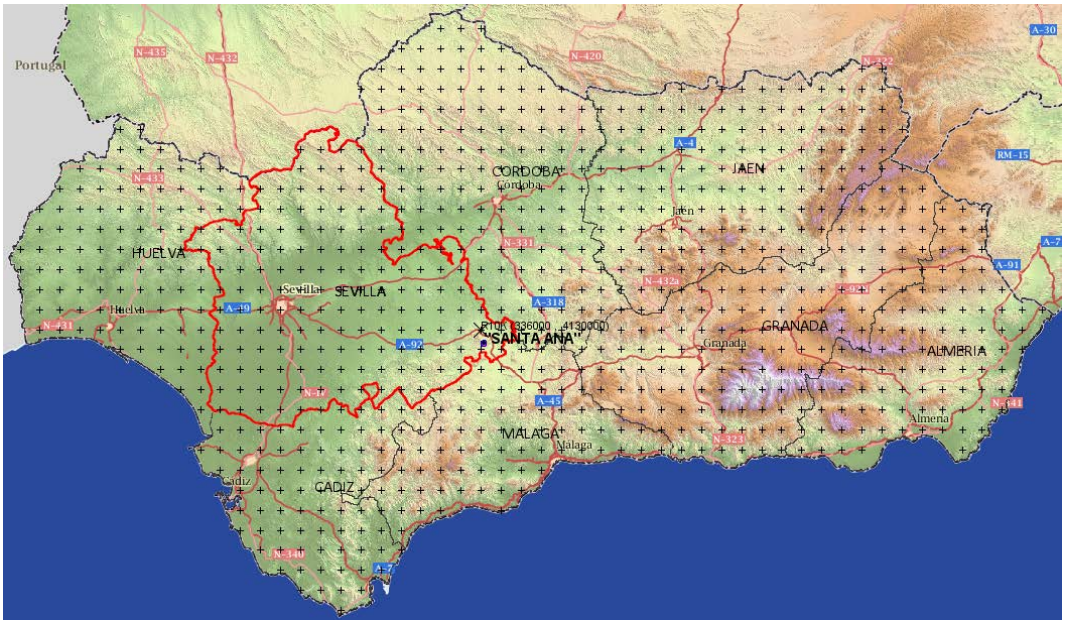


Figura 3.- Situación General Autonómica, sobre MTN.

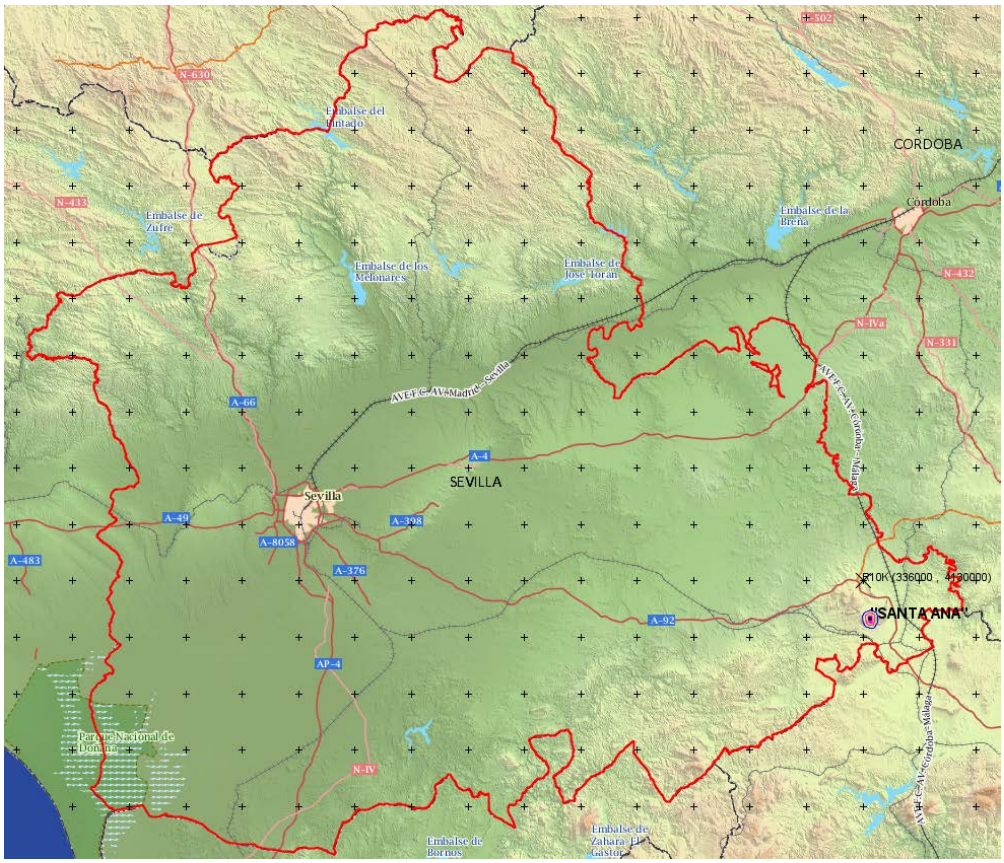


Figura 4.- Situación General Provincial, sobre MTN.

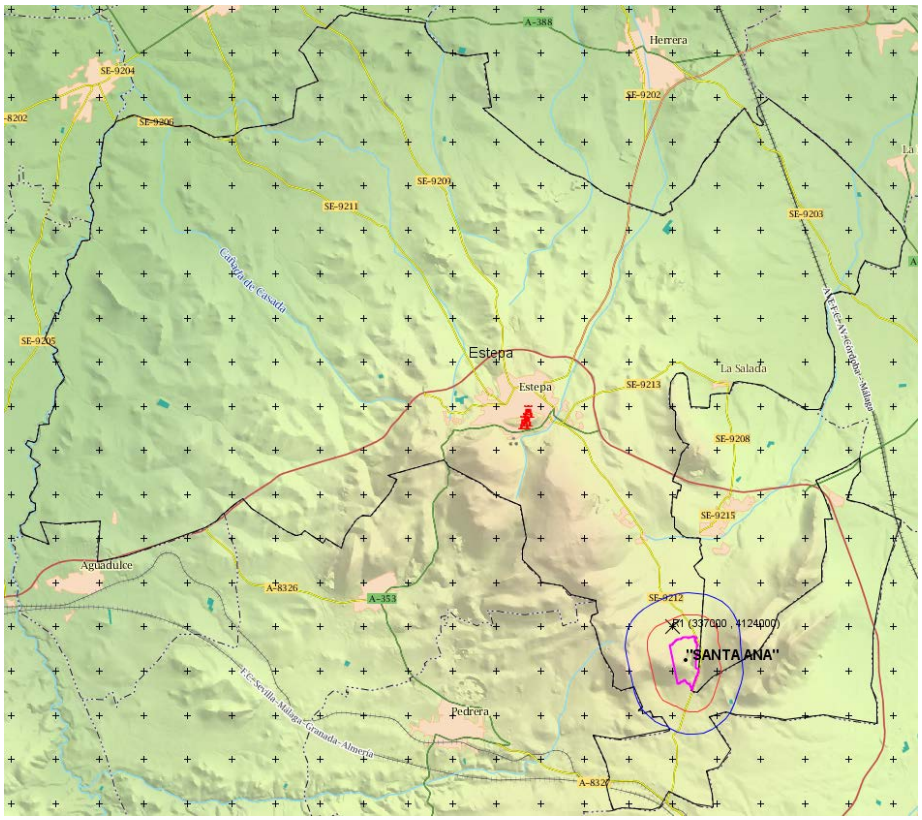


Figura 5.- Situación General Municipal, sobre MTN.

Se localiza en el Sudeste de la Provincia de Sevilla, concretamente al Sur del Término Municipal de Estepa (41560-Sevilla), en el extremo Sur

del Valle del Guadalquivir, tal y como se verá en el apartado dedicado a la hidrología de la zona.

HOJAS DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL				
Hoja	**Nombre**	**Escala**	**Columna/Fila**	**Edición**
1.006	**BENAMEJÍ**	**1:50.000**	**16/41**	**2.005**
1.006-3	**LA RODA DE ANDALUCÍA**	**1:25.000**	**31/82**	**2.007**

Cuadro 1.- Hojas del Mapa Topográfico Nacional

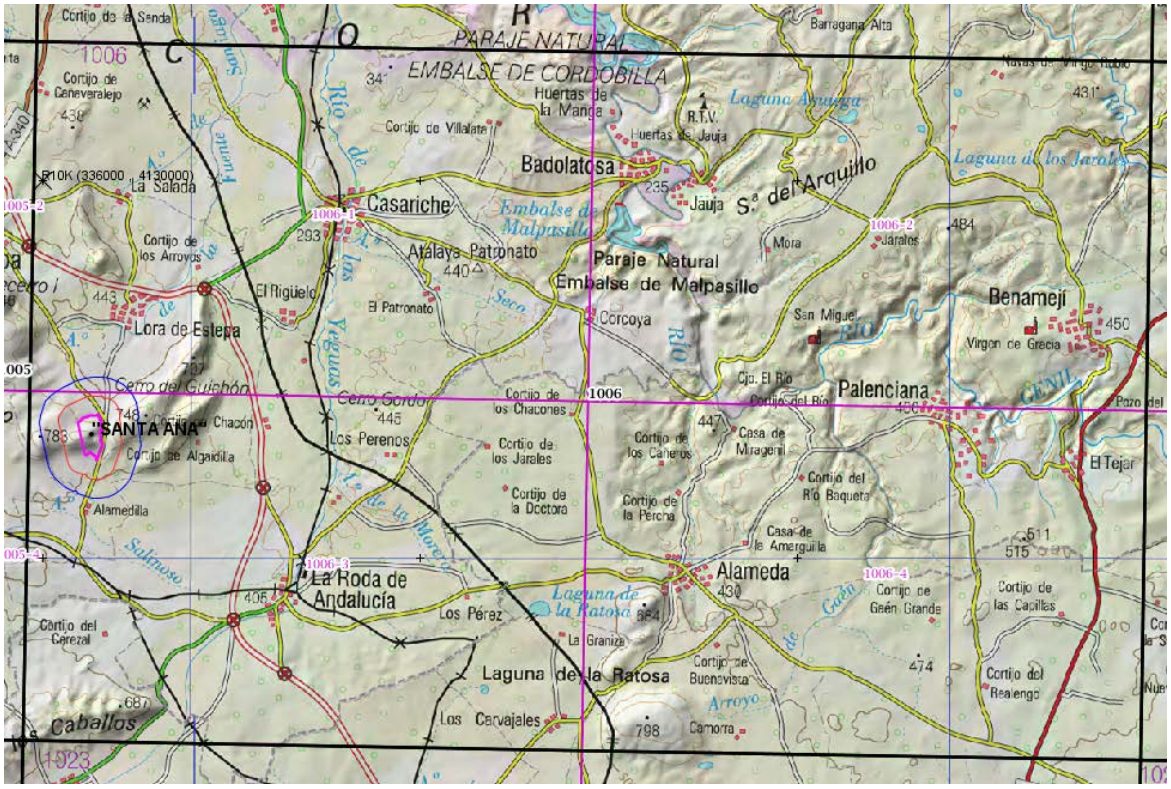


Figura 6.- Captura de la Hoja 1.006 del MTN, "Benamejí"

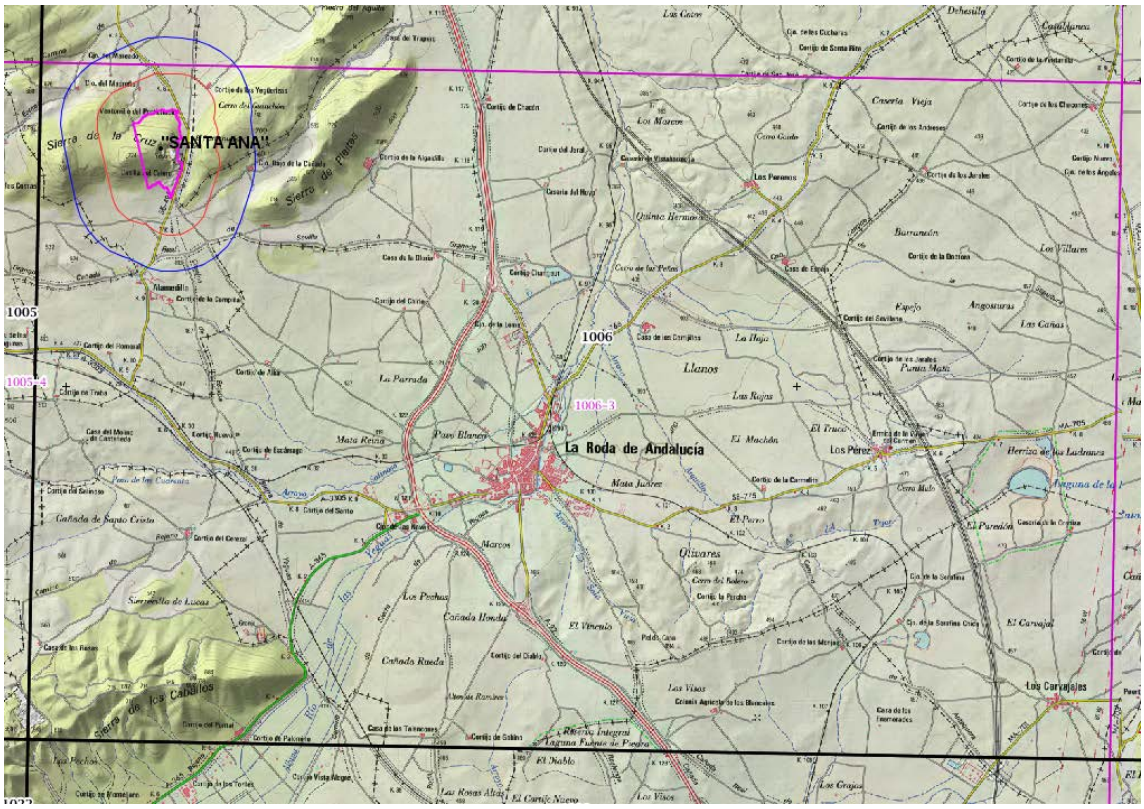


Figura 7.- Captura de la 1.006-3 del MTN, “La Roda de Andalucía”.

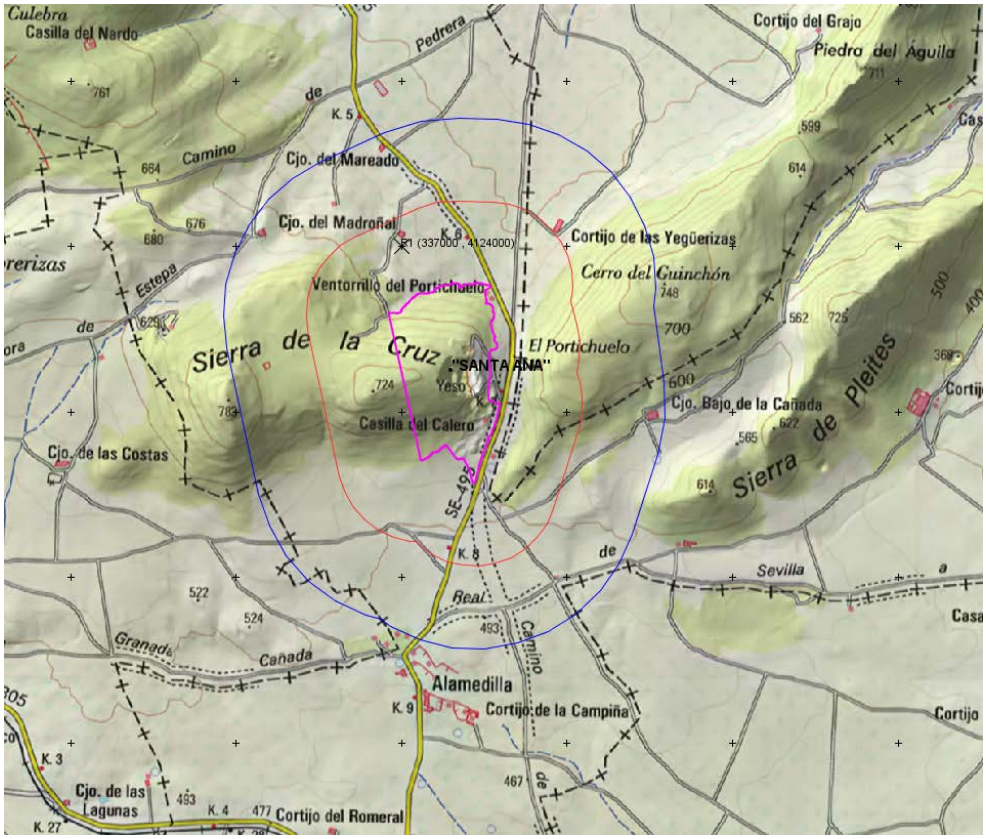


Figura 8.- Ampliación sobre la zona de explotación y perímetros circundantes.

La explotación se encuentra en el borde Noroeste de la Hoja Nº 1006-13 “Los Pinos” del MTA.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

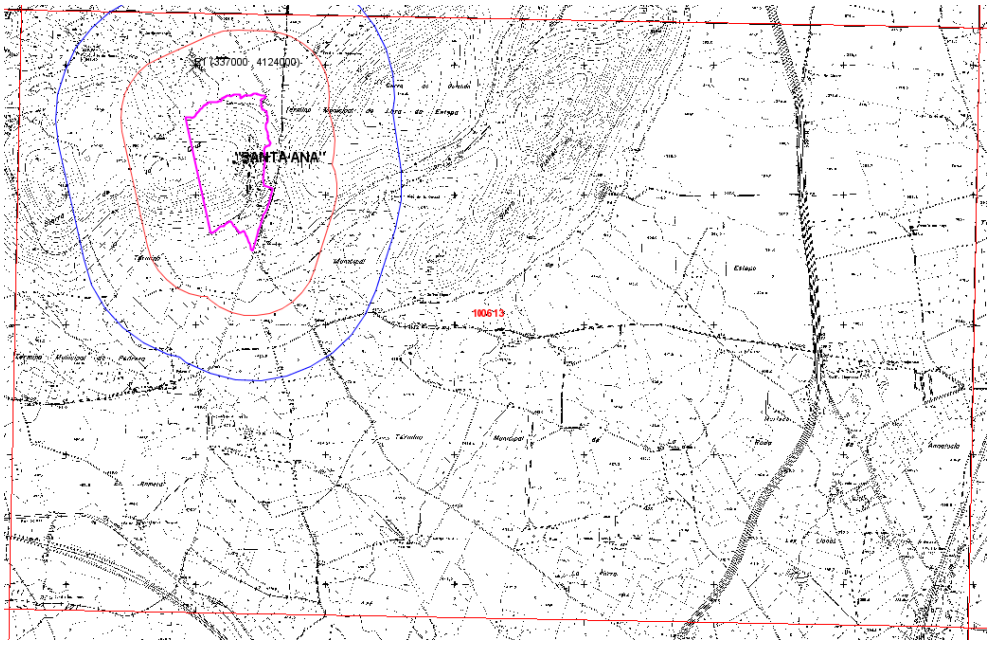


Figura 9.- Vista completa de la Hoja Nº 1.006-13, “Los Pinos”, del Mapa Topográfico Oficial de Andalucía a Escala 1:10.000 (Edición Raster de 2.001).

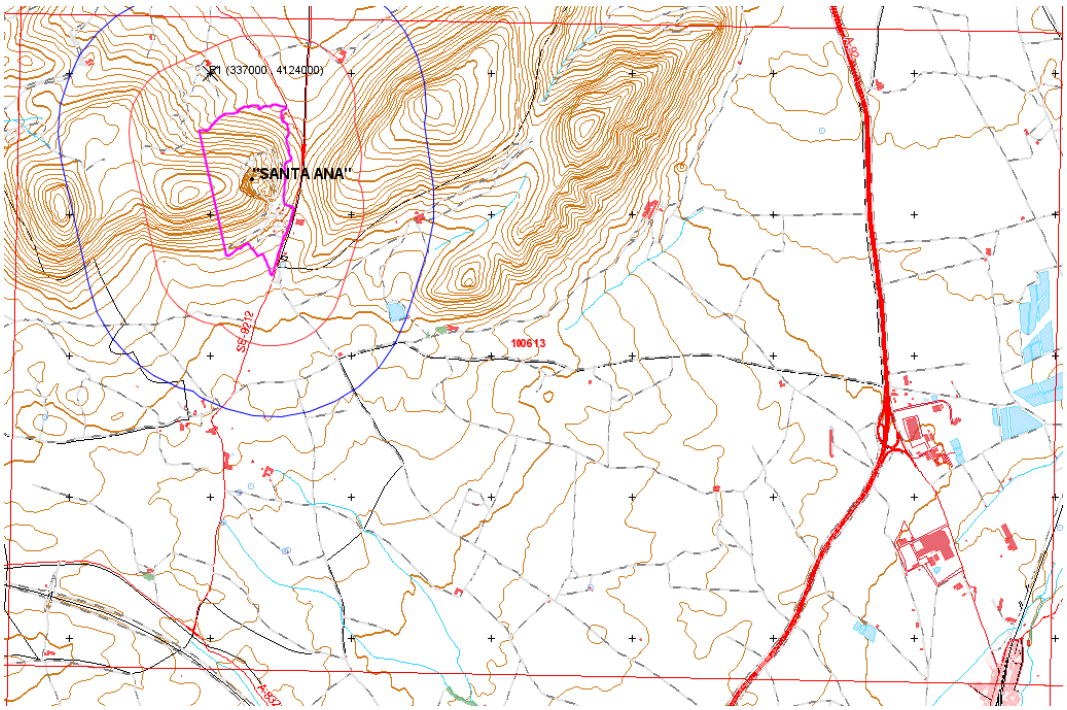


Figura 10.- Vista completa de la Hoja Nº 1.006-13, “Los Pinos”, del Mapa Topográfico Oficial de Andalucía a Escala 1:10.000 (Edición Vectorial de 2.007).

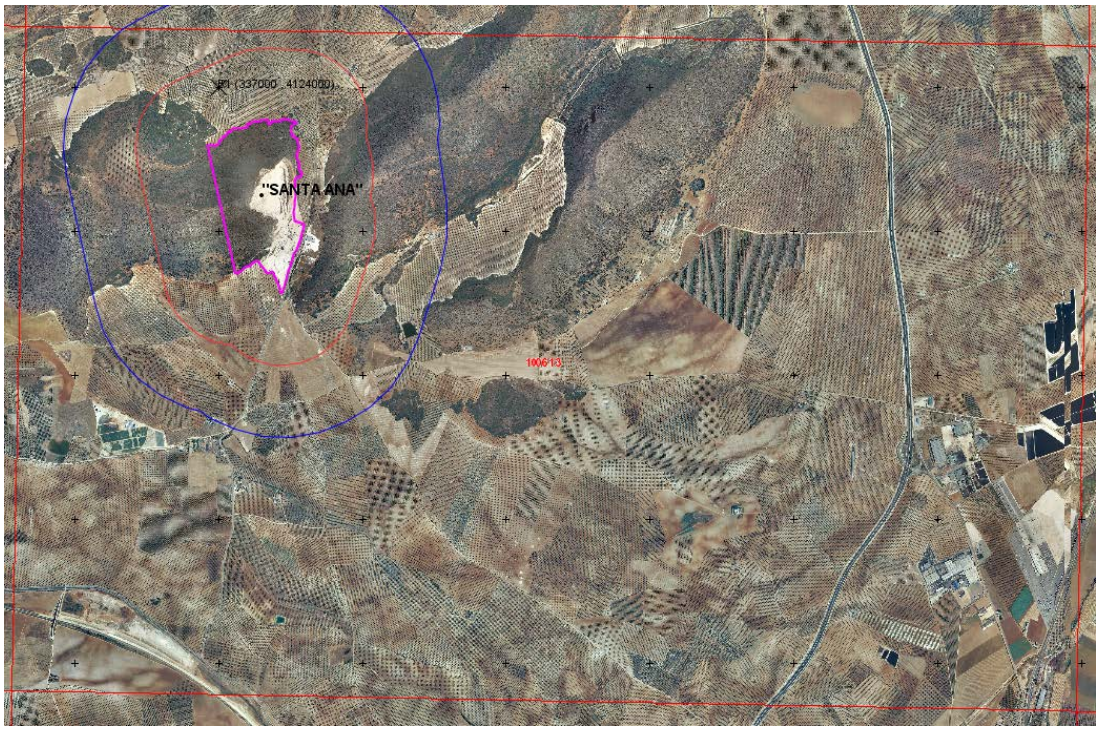


Figura 11.- Vista completa de la ortofotografía rigurosa a color (Edición 2.011) de la zona ocupada por la Hoja Nº 1.006-13, “Los Pinos”, del Mapa Topográfico Oficial de Andalucía a Escala 1:10.000.

1.1.2.- Núcleos poblacionales, rurales e industriales.

A continuación se presenta su situación respecto núcleos poblacionales o industriales, con retícula 10k y punto de referencia.

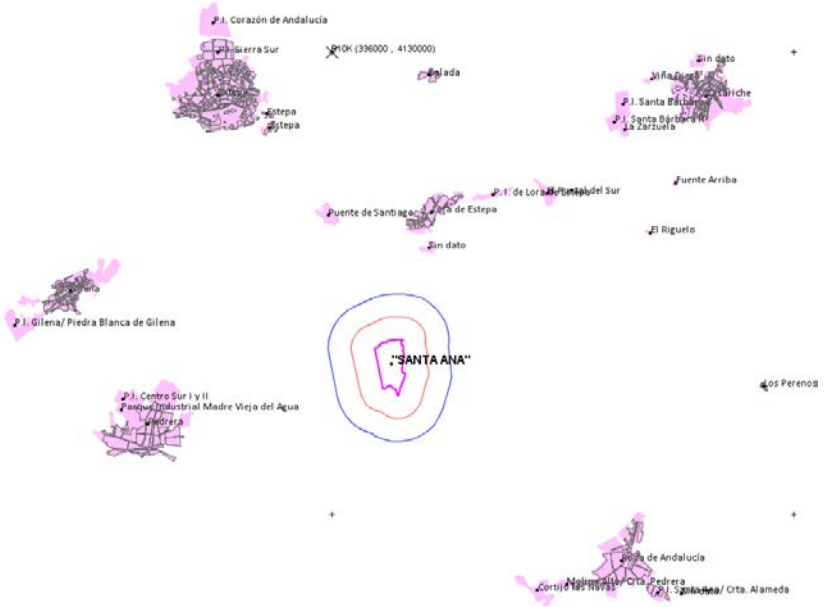


Figura 12.- Situación de la explotación con respecto a edificaciones rurales que pudieran verse afectadas por la misma.

Como se desprende de la anterior figura, la zona más cercanas son las siguientes:

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

- Lora de Estepa, a más de 2.800 metros del centro de la explotación.
- Puente de Santiago, a más de 3.200 metros del centro de la explotación.
- Pedrera, a más de 4.500 metros del centro de la explotación.
- Estepa, a más de 5.600 metros del centro de la explotación.
- La Roda de Andalucía, a más de 6.000 metros del centro de la explotación.
- Gilena, a más de 6.800 metros del centro de la explotación.

En la siguiente imagen se refleja su situación únicamente con respecto a edificaciones rurales, para facilitar la comprensión en algunas figuras se han eliminado los fondos y se ha han marcado con 4 puntos conocidos, o bien con un punto únicamente y una retícula 1k o 10k, dependiendo de la amplitud de la zona estudiada.

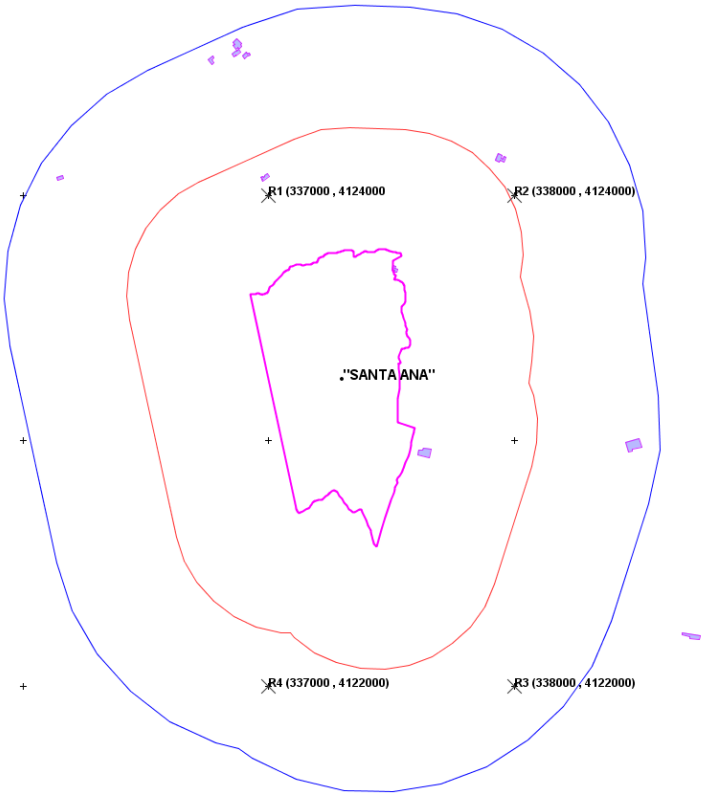


Figura 13.- Situación de la explotación con respecto a edificaciones rurales que pudieran verse afectadas por la misma.

1.1.3.- Situación Catastral.

La autorización de explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana” se encuentra dentro del Parcelario Catastral del Municipio de Estepa, concretamente en:

- Polígono 3.
- Parcela 69 completa y parcialmente la 68.

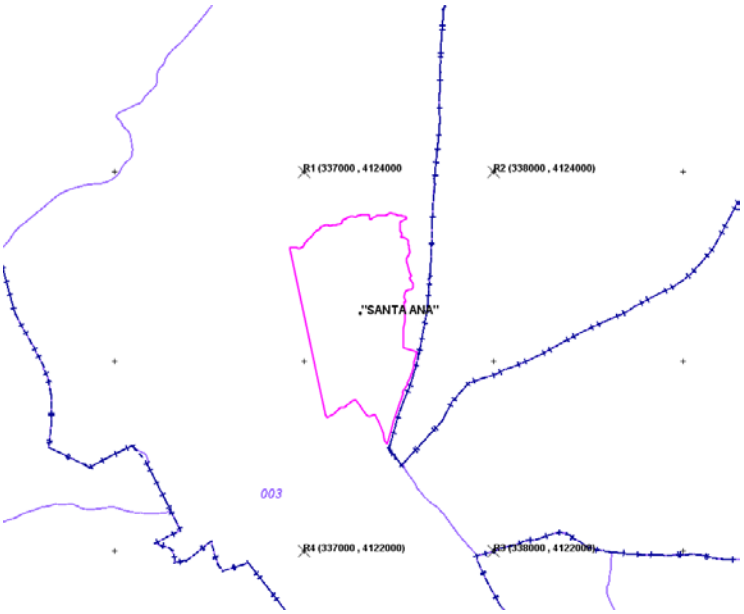


Figura 14.- Situación Poligonal Catastral de la explotación.

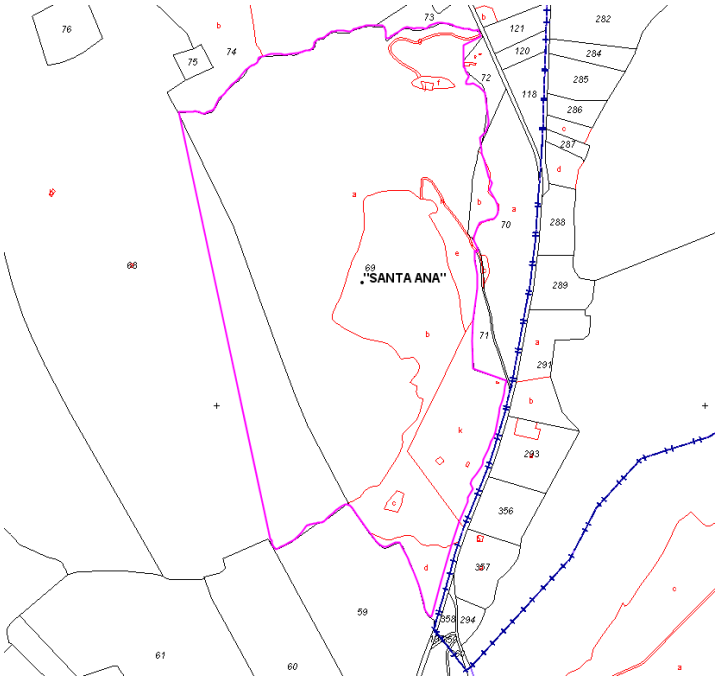


Figura 15.- Situación Parcelaria Catastral de la Explotación.

1.1.4.- Accesos.

El Acceso se realiza por la margen derecha de la SE 9212 "De Estepa a la A-8327 por El Portichuelo", carretera convencional de titularidad provincial, en su pk 5,000. Esto último se puede observar en la siguiente figura, cuadrícula 1k con a punto de referencia.

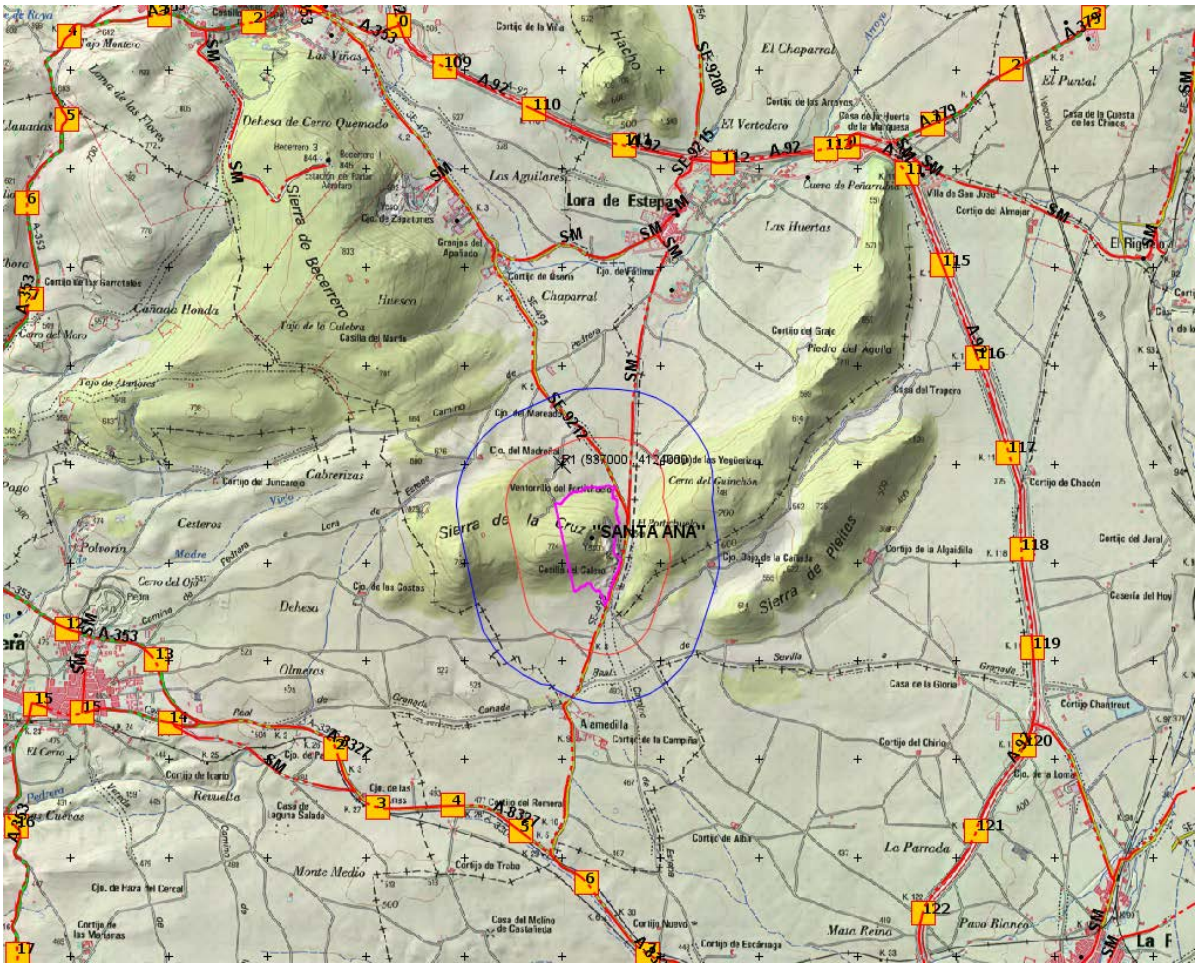


Figura 16.- Vista general de Carreteras circundantes a la zona de explotación.

1.1.5.- Perímetro de la explotación.

El perímetro de la explotación queda definido por la poligonal que se presente en la siguiente tabla:

Coordenadas del Perímetro de Explotación Huso 30 – European Datum 50		
Nº Punto	**UTM X**	**UTM Y**
1	**336.922,859**	**4.123.599,341**
2	**336.970,319**	**4.123.595,872**
3	**337.051,942**	**4.123.674,688**
4	**337.095,446**	**4.123.712,354**
5	**337.185,453**	**4.123.724,827**
6	**337.285,490**	**4.123.769,061**
7	**337.437,689**	**4.123.775,295**
8	**337.535,340**	**4.123.766,614**
9	**337.515,723**	**4.123.669,963**
10	**337.564,500**	**4.123.454,700**
11	**337.571,175**	**4.123.384,200**
12	**337.527,325**	**4.123.336,125**
13	**337.525,460**	**4.123.074,407**
14	**337.592,200**	**4.123.044,575**
15	**337.521,225**	**4.122.836,450**
16	**337.484,275**	**4.122.726,625**
17	**337.440,375**	**4.122.569,175**
18	**337.427,550**	**4.122.581,500**
19	**337.375,700**	**4.122.719,975**
20	**337.347,975**	**4.122.711,150**

21	337.270,245	4.122.796,879
22	337.148,836	4.122.719,822
23	337.122,451	4.122.705,843
24	337.102,893	4.122.763,562
25	337.027,375	4.123.114,141
26	337.005,369	4.123.216,299

Cuadro 2.- Coordenadas UTM (ED50-Huso 30) del perímetro de afección.

1.1.6.- Perímetros de afección mínima.

Se reitera lo expuesto en la Introducción de este Plan de Restauración, tomando como referencia el perímetro solicitado, se han establecido 2 perímetros de afección:

- Rojo: Hasta 500 metros.
- Azul: Hasta 1000 metros.

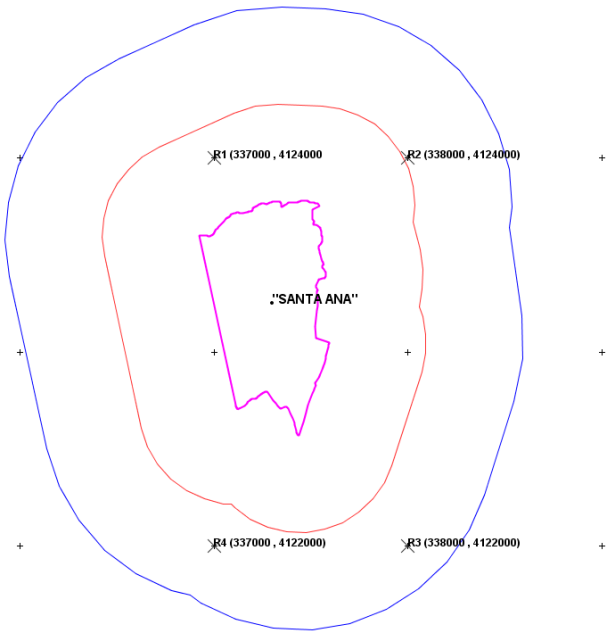


Figura 17.- Perímetros circundantes de afección a la explotación.

1.2.- Descripción del medio físico.

1.2.1.- Encuadre geológico: geología general y local.

1.2.1.1.- Geología general.

EDAD GEOLÓGICA

El término municipal de Estepa se encuentra en el extremo suroriental de la provincia de Sevilla, lindando con la provincia de Málaga y cercano a la de Córdoba.

Geológicamente pertenece a las Cordilleras Béticas, que representan el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas, y más concretamente a la Zona Subbética, formada por terrenos mesozoicos y terciarios no afectados por el metamorfismo, cuyos materiales se agrupan en dos conjuntos: uno llamado Subbético indiferenciado formado principalmente por grandes extensiones de Trías y afloramientos menos extensos de Cretácico inferior, superior y de Terciario; y un segundo grupo formado por el Subbético externo, representado por la unidad de la Sierra de Estepa, con conjuntos de margas calizas y margo-calizas pertenecientes al Cretácico-Terciario y calizas oolíticas pertenecientes al Jurásico. En menor medida afloran también materiales pertenecientes a la Zona Circumbética.

Sobre los materiales triásicos, cretácicos y terciarios del Subbético indiferenciado descansan localmente materiales de carácter postmanto. Se localizan así afloramientos del terciario de margas calcáreas y areniscas y calizas biodetríticas y depósitos continentales del Cuaternario formando llanuras aluviales y terrazas recientes constituidos fundamentalmente por arenas, margas y gravas de la erosión fluvial.

Este conjunto depositado durante el Secundario y parte del Terciario fue expulsado de su cuenca durante la orogenia alpina, sufriendo una fuerte tectónica caracterizado por la existencia de estructuras sinclinales y anticlinales fuertemente falladas y con cabalgamientos de unas series estratigráficas sobre otras.

LITOLOGÍA

Se diferencian los siguientes grupos litológicos:

1. Unidad Sierra de Estepa:

- Caliza oolítica del Jurásico medio.
- Margocalizas y margas grises del Cretácico Inferior.
- Margas y margocalizas blancas y rosadas, con sílex en algunos niveles, del Cretácico superior o Paleoceno.
- Margas, areniscas calcáreas calizas, caliza detríticas y calizas brechoides del Eoceno-Oligoceno.

2. Subbético indiferenciado.

- Arcillas, areniscas y margas con yesos del trías germano-andaluz.
- Calizas detríticas y organógenas con margas calcáreas blancas.

3. Formaciones Post-Orogénicas.

- Areniscas y calizas biodetríticas del Mioceno superior.

A continuación se desarrollan cada una de las unidades litológicas.

1. Unidad Sierra de Estepa

Esta Unidad se corresponde con la Sierra Becerrero, la cual rompe bruscamente la transición entre el Subbético y las campiñas alomadas. El rasgo más notable de su secuencia estratigráfica es el carácter calizo de todos los materiales jurásicos. Litológicamente se diferencian los siguientes grupos:

Caliza oolítica del Jurásico medio

Es el grupo de esta unidad con mayor representación en la Sierra Becerrero. Se trata de afloramientos de material calizo del Jurásico sobre dolomías de Lías inferior, con una potencia que varía de unos puntos a otros entre 400 y 700 metros, predominando en los primeros cien metros las calizas grises y blancas, generalmente, masivas, micríticas y oolíticas.

Margocalizas y margas grises del cretácico inferior

Situados al Oeste de los materiales calizos anteriormente mencionados, se localizan margocalizas y margas grises y margas arcillosas verdes y rojas, ocasionalmente con yesos. Estos materiales proceden del Cretácico inferior. La potencia total de este tramo se estima próximo a los 400 metro, predominando en la base los niveles margosos grises y margas de color grisáceo y ocasionalmente verdoso.

Margas y margocalizas blancas y rosadas, con sílex en algunos niveles del cretácico superior o Paleoceno.

Situado al Oeste del grupo anterior, se trata de un conjunto bastante homogéneo en el que se alternan margas, margocalizas y calizas margosas, frecuentemente tableadas, de color blanco, rosado o frecuentemente rojo, ocasionalmente con sílex. La potencia estimada para todo el tramo es de 250metros.

Margas, areniscas calcáreas calizas, calizas detríticas y calizas brechoides del Eoceno-Oligoceno.

Este grupo, situado al Oeste del grupo anterior, alterna en la base margas y calizas margosas pasando hacia arriba a predominar las calizas biodetríticas. La sucesión termina en este punto con niveles brechoides cuyos cantos, subangulosos a subredondeados, están constituidos predominantemente por calizas jurasicas. La potencia de esta secuencia se estima del orden del centenar de metros.

En general, los materiales calcáreos englobados en los cuatro grupos litológicos aquí definidos, constituyen por sus características hidrogeológicas, los mejores acuíferos potenciales de la zona.

Aunque presentan permeabilidad primaria baja, su permeabilidad secundaria por fisuración y por alteración es muy alta. El drenaje, dado su relieve, transcurre mayoritariamente por escorrentía superficial y también debida a la fisuración existente, por infiltración.

2. Subbético indiferenciado (Manto Antequera-Osuna):

Se engloba en esta unidad todos aquellos materiales de edades comprendidas entre el Trías y el Mioceno inferior, que no pueden ser atribuidas ni a la Subbético Medio, ni al Subbético externo de las zonas circundantes. Esta unidad se encuentra extensamente representada en esta área de estudio, con predominio de arcillas, areniscas y margas con yesos del Trías. Germano-andaluz. Está también ampliamente representados los de edades comprendidas entre el Albiense superior y el Mioceno inferior. De este modo encontramos dos grupos litológicos bien diferenciados:

- Arcillas, areniscas y margas con yesos del Trías germano-andaluz
- Este grupo, lo componen materiales Triásicos, compuestos por arcillas, areniscas y margas yesíferas, formando series carbonatadas de gran potencia. Estos materiales muestran una susceptibilidad a la erosión elevada, dado que este tipo de rocas blandas presentan índices de resistencia a la erosión muy bajas.

- Calizas detríticas y organógenas con margas calcáreas blancas.
- Los materiales englobados en estos dos grupos litológicos del Subbético indiferenciado constituyen por sus características hidrogeológicas una zona semipermeable de bajo potencial desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas subterráneas. Tienen una permeabilidad primaria de media a baja, que se ve disminuida por los abundantes procesos edáficos y la formación de costras calcáreas. El drenaje se da mayoritariamente por escorrentía superficial, siendo la infiltración baja dado su impermeabilidad.

3. Formaciones Post-Orogénicas:

En el sector de Estepa aflora un paquete esencialmente margoso, cuya potencia puede estimarse en aproximadamente 100metros. Predominan las margas y margas arcillosas grises, verdosas y amarillentas, compactas, de fractura concoide (disyunción más o menos esférica). Sobre el paquete margoso afloran, al Sur de Estepa, niveles de arenas y areniscas cuarzosas con un potencial del orden de 20 metros, aunque en otras zonas, en concreto al Sureste de Estepa, los horizontes detríticos que incluyen areniscas calcáreas muy compactas de 2-3 metros de potencia, parecen tener un carácter lenticular y estar incluidos en el paquete.

Los materiales aquí definidos son en general permeables por fisuración, por lo que no presentan problemas de drenaje; por ello, cabría esperar la presencia de aguas subterráneas ligada a fenómenos de tipo kárstico.

TECTÓNICA.

Estructura del Subbético Indiferenciado y de la Zona Circumbética.

La estructura de los materiales triásicos es extraordinariamente compleja y por tanto difícil de analizar.

Por el contrario, las estructuras sinformes en cuyo núcleo afloran los materiales del Cretácico superior y Terciario, presentan una mayor continuidad.

Aunque estos sinformes en detalle presentan una notable complejidad, son muy acusadas las diferencias con el estilo tectónico del sustrato triásico, como queda evidente en el trazado de los contactos correspondientes. Por otra parte, e incluso en un mismo afloramiento,

varía de unos puntos a otros la edad de los materiales en contacto con el Trías.

En cualquier caso, el principal problema lo constituye la interpretación del significado de la propia masa triásica y de sus relaciones con las unidades del Subbético Medio, e incluso con los materiales de diversas edades que soporta.

La zona investigada se sitúa de manera global dentro de las Cordilleras Béticas, representando éstas el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Tratándose junto con la parte Norte de la zona africana, de una región inestable afectada en parte del Mesozoico y durante gran parte del Terciario de fenómenos tectónicos mayores, y situada entre los grandes cratones europeo y africano.

Dentro de estas Cordilleras Béticas se distinguen tradicionalmente dos grandes zonas bien diferencias: las “Zonas Internas” y las “Zonas Externas”. La parte externa plegada y a veces con estructura de manto de corrimiento y una parte interna con deformaciones más profundas que afectan al zócalo y donde se aprecia metamorfismo. Se podría decir que las “Zonas Externas” se ubican en los bordes de los cratones (o placa europea y africana) y las “Zonas Internas” son comunes a ambos lados de Alborán, situándose en la zona de separación existen entre ambas placas o zonas cratogénicas.

Estas “Zonas Externas” muestran mayor representación en el área ibérica que las “Zonas Internas”, aflorando éstas últimas sobre todo en amplios sectores del área africana y europea. Las primeras se extienden sobre todo por el sur y el sureste peninsular, en una banda alargada, según la dirección OSO-ENE, con una anchura media comprendida entre 80 y 100 km.

Las “Zonas Internas” están representadas por: Zona Circumbética y Zona Bética, mientras que las “Zonas Externas” por: Prebético y Subbético.

El Circumbético rodea con mayor o menor extensión a la Zona Bética y se sitúa entre las partes Externas ibéricas y las partes Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir de Pliensbachiense. En su zona más profunda se depositaban radiolaritas, y a partir del Jurásico superior potentes formaciones turbidíticas que se fueron sucediendo hasta el Mioceno Inferior. El espacio ocupado por esta zona, probablemente, y a partir del Eoceno medio-superior, fue invadido

por la Zona Bética, que mediante fallas se desplazó desde regiones más orientales. Dentro de la Zona Circumbética podemos distinguir en tiendo en cuenta las características de sedimentación varios dominios:

- Complejo de Alta Cadena, representando al área cercana al Subbético interno.
- Complejo Axial, se situaría en la llanura submarina más profunda.
- Complejo Predorsaliano, situado en la parte más cercana a la "Zona Bética" y constituiría el talud de enlace con la llanura submarina del Complejo Axial.
- Complejo Dorsoliano, se ubicaría en zonas más orientales, sirviendo de enlace entre esta zona y la Zona Bética.

La Zona Bética, evolucionando en sectores más orientales, presenta gran cantidad de metamorfismo en la mayor parte de sus dominios, representados fundamentalmente por terrenos Paleozoicos y Triásicos. Se distinguen tres unidades muy conocidas: Complejo Maláguide, Complejo Alpujárride y Complejo NevadoFilábride.

El Prebético, es la zona más extensa y corresponde a la parte del margen continental adyacente al antiguo continente, donde los sedimentos son propios de medios marinos someros o costeros, con algunos episodios de tipo continental.

En Andalucía aflora en las Sierras de Cazorla y Segura y las zonas cercanas a Jaén.

El Subbético, situado al sur del anterior y más alejado del continente durante el depósito, presenta facies pelágicas más profundas a partir del Domeriense, con margas, calizas nodulosas, radiolaritas y hasta facies turbidíticas a partir del Jurásico Terminal. Igualmente en cierto sector vulcanismo submarino durante el Jurásico.

Teniendo en cuenta las características de la sedimentación se ha subdividido esta zona en tres dominios que de Norte a Sur son:

- Subbético externo, incluirá parte del talud que enlaza con el Prebético, un pequeño surco con depósitos turbidíticos y un umbral que separa este surco de la parte más profunda, el subbético medio.
- Subbético medio, caracterizado por facies profundas desde el Lías Superior, con abundancia de radiolaritas y con vulcanismo

submarino. Representa la parte más profunda de la zona Subbética.

- Subbético interno, se caracteriza por facies calcáreas durante todo el Jurásico y representa un umbral, posiblemente el límite meridional de la Zonas Externas.

Las “Zonas Externas” presentan la estructura de una cobertera plegada y desplaza hacia el NNO, en la que los límites de los dominios paleogeográficos suelen coincidir con los límites de los frentes de cabalgamiento. La estructura de cobertera se caracteriza por una estructura en escamas en la parte más próxima a la Meseta, mientras que en el resto de la Zona Prebética predominan los pliegues extensos y las estructuras de fractura. Una característica esencial de la Zona Subbética es la presencia de mantos de corrimiento, que cabalgan a los materiales de los dominios más septentrionales, en algunas ocasiones con desplazamientos importantes.

1.2.1.2.- Geología local. Localización geológica de la Sierra de Estepa (unidad de la Sierra de Becerrero donde queda enclavado el paraje Sierra de la Cruz).

Los materiales que afloran en la Sierra de Estepa se interpretan como el elemento más externo de la terminación occidental del Dominio Subbético Externo. La zona de estudio se encuentra dentro un extenso afloramiento calcáreo, denominado Sierra de Becerrero.

1.2.1.2.1.- Unidades Geológicas de Sierra de Becerrero.

TRIÁSICO

Esta unidad geológica no aflora en posición normal bajo los materiales jurásicos. Solamente se puede observar en pequeños afloramientos asociados discontinuidades como superficies de fracturas, como ocurre al Norte de Gilena en el barranco que separa las elevaciones de Acebuchosa y la Víbora, donde se observa la asociación de arcillas rojas, yesos y carniolas.

DOLOMÍAS

Forma la base del Jurásico de la unidad de Sierra del Becerrero. Su principal afloramiento se sitúa al norte del Cerro de la Higuera, con unos espesores aproximados de entre 50 y 80 m aprox. Se detectan en la base

(no en el muro) 10 m de dolomías brechoides a las que suceden 30 m de dolomías secundarias con alternancias de tonalidades blancas y grises, generalmente masivas y en ocasiones laminadas. Su datación es del Lías inferior basado en su posición en la secuencia y en la comparación con numerosas unidades subbéticas.

FORMACIÓN CAMARENA.

Sobre las dolomías aflora un tramo caliza cuya potencia varía entre 400 y 700 metros. El contacto corresponde al límite de una dolomitización secundaria por lo que es difuso y no coincide con la superficie de estratificación. Los afloramientos rocosos del macizo de Becerrero están formados, en su práctica totalidad (aprox. 23 km2), por materiales de esta formación.

En los primeros 100 metros de este tramo predominan los calizas grises y blancas, normalmente masivas, aunque en ocasiones se suceden alternancias en bancos de 10 – 30 cm, del tipo micríticas y oolíticas. A continuación los niveles oolíticos se hacen más escasos a la vez que se encuentran los primeros niveles de calizas blancas a gris claro con oncolitos (espesor aproximado de 270 m), con intercalaciones de calizas micríticas más oscuras, existen también paquetes de caliza blancas masivas (20-30 metros) a las que siguen calizas grises tableadas. El último tramo con un espesor aproximado de 200 m, está representado por calizas blancas con oolitos y oncolitos, estos últimos a veces de gran tamaño (hasta 2 cm), se observan sobre todo hacia el techo del tramo. Este paquete culmina con un nivel de escasa potencia de calizas micríticas rosadas y verdosas con algo de fauna del tipo de lamelibranquios y braquiópodos.

La datación de este estrato no está muy clara, por lo que se cree va desde el Lías inferior al Oxfordiense inferior.

FORMACIÓN AMNIÓTICO ROSSO SUPERIOR.

El espesor de este estrato no suele superar los 25 metros de potencia aunque comúnmente no aparecen en la misma vertical todos los términos, debido a la frecuente aparición de superficies de interrupción.

En una secuencia completa se observarían en la base unas calizas nodulosas de tonalidades verde rojizo a las que seguirían unas calizas nodulosas algo margosas y brechoides para terminar con un paquete de calizas nodulosos-brechoides rojas y amarillas con pocas intercalaciones margosas.

Es de resaltar que en algunos puntos, los niveles terminales de este tramos de calizas brechoides y “falsas brechas” descansan directamente sobre las calizas oolíticas mediante un “hard-ground” galuconítico. La superficie de contacto, irregular, parece responder entonces a un “Karst” probablemente submarino.

A este estrato le corresponde una datación que va desde el Oxfordiense medio al superior-Berriasiense.

CRETÁCICO DEL SECTOR MERIDIONAL.

El Cretácico se encuentra poco desarrollado en esta parte meridional. Al norte existe una potente serie de margas y margocalizas de carácter pelágico, mientras que al sur su desarrollo es más limitado. Esto puede confirmar que, durante el Cretácico inferior y parte del superior, la Sierra de Becerrero consistiría en un umbral pelágico, que hacia el norte pasaría a un surco, en el que se favorecía un mayor desarrollo de la sedimentación pelágica.

Conjunto inferior.

En el techo del Ammonítico Rosso Superior, en escasos afloramientos del sector meridional de la Sierra de Becerrero, se identifica una superficie irregular, atravesada por diques neptúnicos de edad post-neocomiense, e incluso Cretácico superior. En estos diques se han identificado niveles de micritas pelágicas, datadas junto con unas margas blancas que se superponen sobre la superficie de contacto, como Valaginiense-Cenomaniense. Sobre esta superficie de contacto, se observa también niveles de estromatolitos discontinuos, que se desarrollaron durante el Cenomaniense y posiblemente Turoniense. Estos depósitos se habrían desarrollado en una zona de umbral pelágico, durante el Cretácico inferior. El notable contraste en el desarrollo de la sedimentación cretácica al norte y al sur de la Sierra de Becerrero lo relaciona dicho autor con la existencia de una fractura activa durante el Cretácico inferior, en su borde septentrional. Esta fractura condicionó que el mencionado umbral pelágico continuara constituyendo una elevación en el área de la Sierra de Becerrero durante el Cretácico inferior y parte del superior.

Formación de Capas Rojas.

Esta formación descansa sobre el conjunto inferior del Cretácico, aunque, en parte se depositó directamente sobre la formación Amniótico Rosso superior. Está formada por margas y margocalizas de colores

rosados y salmón. También aflora al norte de Estepa, donde se estudió con mayor detalle.

CRETÁCICO DEL SECTOR SEPTENTRIONAL.

Formación Carretero.

Los afloramientos de esta formación delimitan un arco perimetral, al norte de la Sierra de Becerrero, con una anchura máxima de 3 km, al noreste de la localidad de Estepa, que se reduce progresivamente, hasta su práctica desaparición hacía el suroeste, junto a la población de Gilena.

Se compone de una alternancia rítmica de margas y margocalizas, de colores claros, con niveles de espesor medio de 15 a 25 cm. El espesor del conjunto, de difícil determinación por las condiciones de afloramiento y por la fuerte tectonización, se estima del orden de 400 m.

En la base de esta formación se intercalan lechos de 5 cm formados por arcillas de color rojo violáceo con yesos. Se pueden interpretar como derrames en el fondo marino en relación con fenómenos de diapirisimo. Son también observables grandes cantos redondeados de calizas oolíticas con corales de la formación Camarena y fenómenos de slumping en la parte de la serie. Se le atribuye una edad de valaginiense-Albiense superior.

Formación Capas rojas.

Las capas rojas descansan sobre la formación Carretero, aunque sus afloramientos se encuentran sobre todo en la mitad occidental de la estructura. Se trata de un conjunto de margocalizas y margas de color salmón, naranja y blanco.

En la base son frecuentes los niveles ricos en sílex. El espesor de los bancos está comprendido entre 5 y 60 cm, mientras que todo el conjunto presenta un espesor medio de 200 mm y una edad comprendida entre el Cenomaniense y Paleoceno.

MARGAS, ARENISCAS CALCÁREAS, CALIZAS, CALIZAS DETRÍTICAS Y CALIZAS BRECHOIDES. EOCENO-BURGIGALIENSE.

Según observaciones realizadas este tramo aparece al Norte y Noroeste de la Sierra de Estepa sobre los materiales del Cretácico superior-Paleoceno, aunque existen varios afloramientos en los que se superpone sobre diversos términos del Jurásico y del Cretácico.

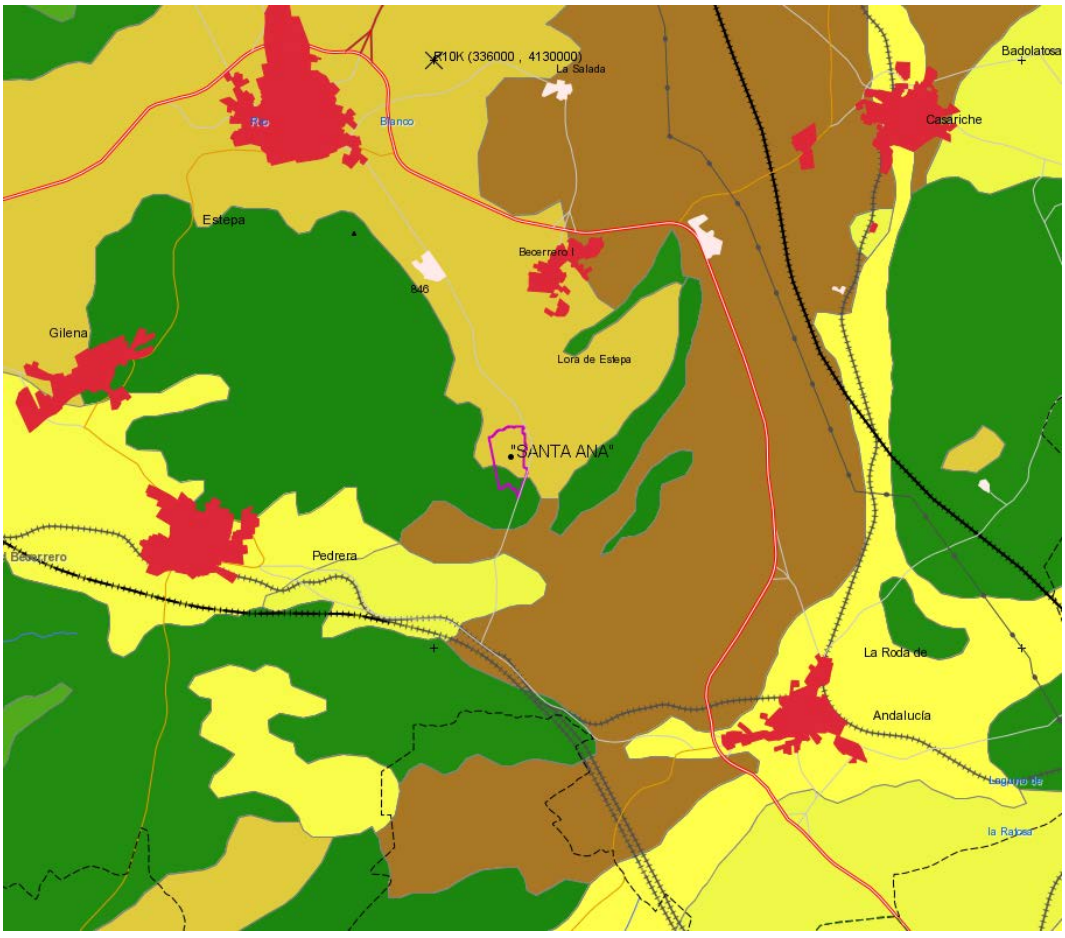
En uno de estos afloramientos, que indica el carácter transgresivo del conjunto, lo constituye el relieve del Castillo de Estepa, donde se identifica el Eoceno Inferior, medio y superior y el Oligoceno en una

secuencia en la que alternan en la base margas y calizas margosas para pasar hacia arriba a predominar las calizas biodetríticas.

El conjunto Oligoceno superior-Aquitaniense está formado por niveles de areniscas calcáreas y calizas detríticas intercalados en el seno de formaciones predominantemente margosas. La secuencia culmina con margas crema del Burdigaliense.

1.2.1.2.2.- Geología según Hoja Geológica.

En la siguiente imagen se muestra la Edad Geológica donde se enclava la explotación.



- Cretácico
- Jurásico.

Figura 18.- Edad Geológica, retícula 10k con punto de referencia. Montada sobre MVA (Edición 2.008) a Escala 1:400.000.

Su Unidad Estructural corresponde a la Subbética externa.

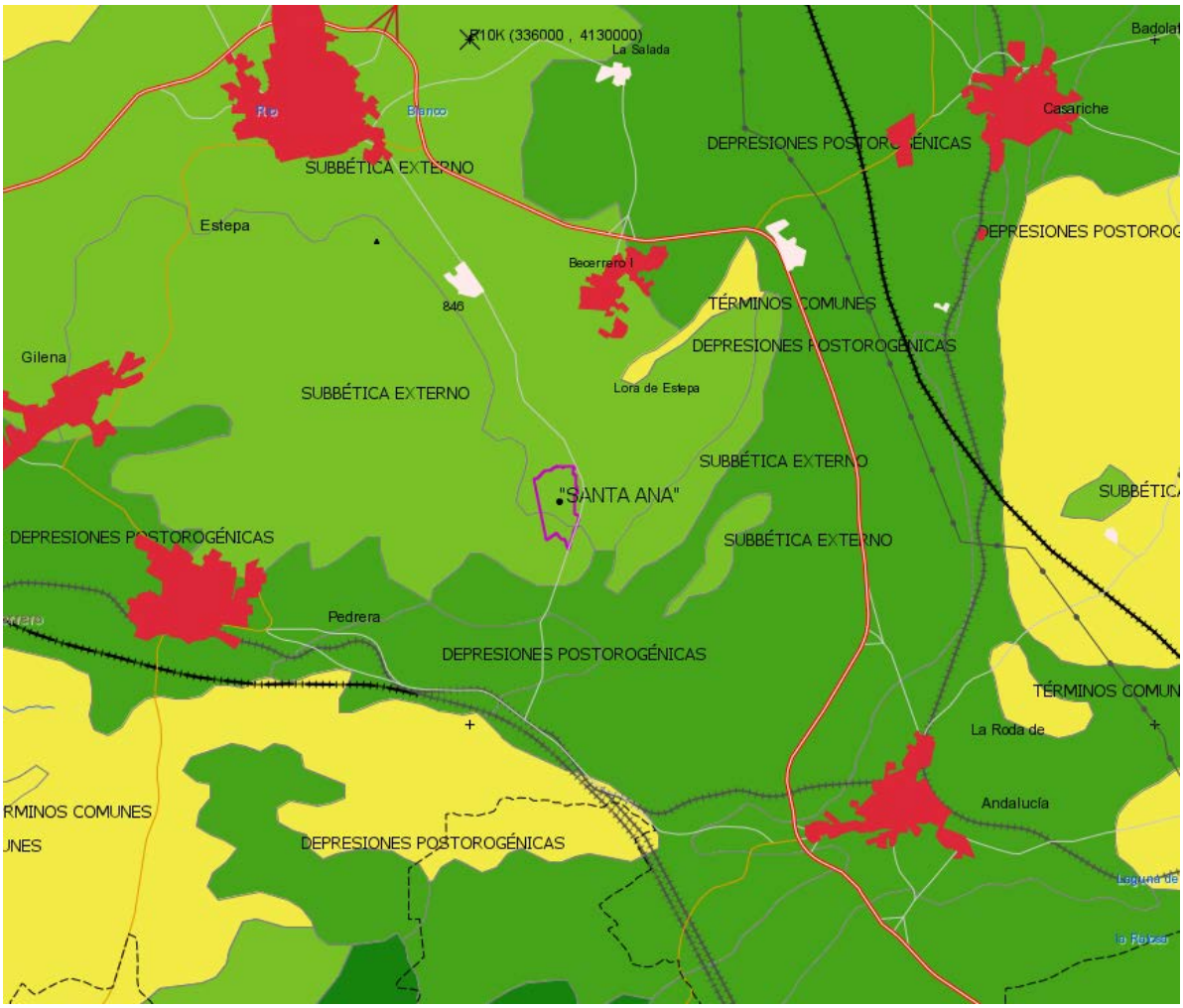
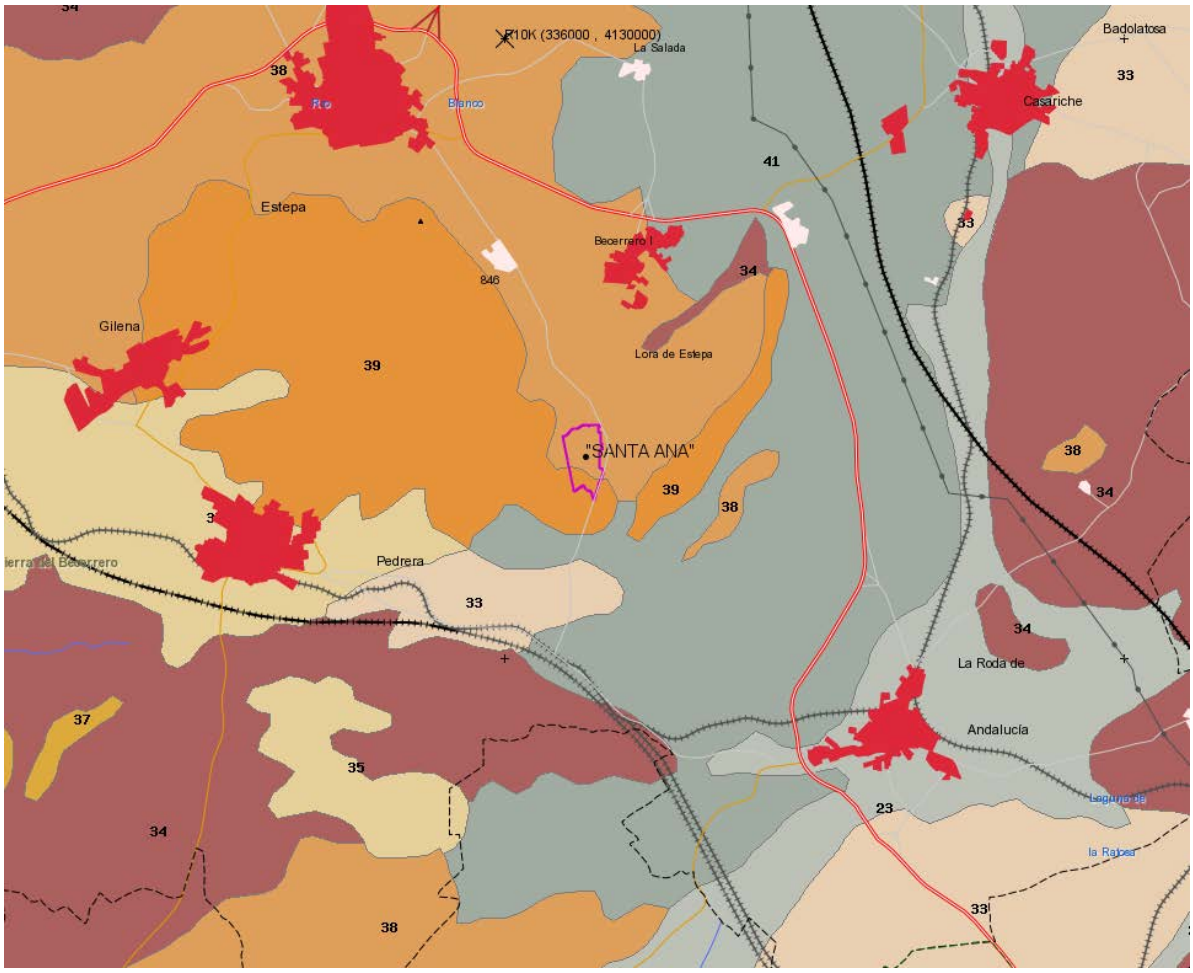


Figura 19.- Unidad estructural, retícula 10k con punto de referencia. Montada sobre MVA (Edición 2.008) a Escala 1:400.000.

Su Litología corresponde a Calizas y Dolomías.



- Unidad Litológica : Calizas y Dolomías.
- Unidad Litológica : Margas y calizas (localmente areniscas o rediolaritas o arcillas).

Figura 20.- Litología, retícula 10k con punto de referencia. Montada sobre MVA (Edición 2.008) a Escala 1:400.000.

Los terrenos de la Explotación se enclavan dentro de la Hoja Geológica MAGNA Nº1006 “Benamejí”.

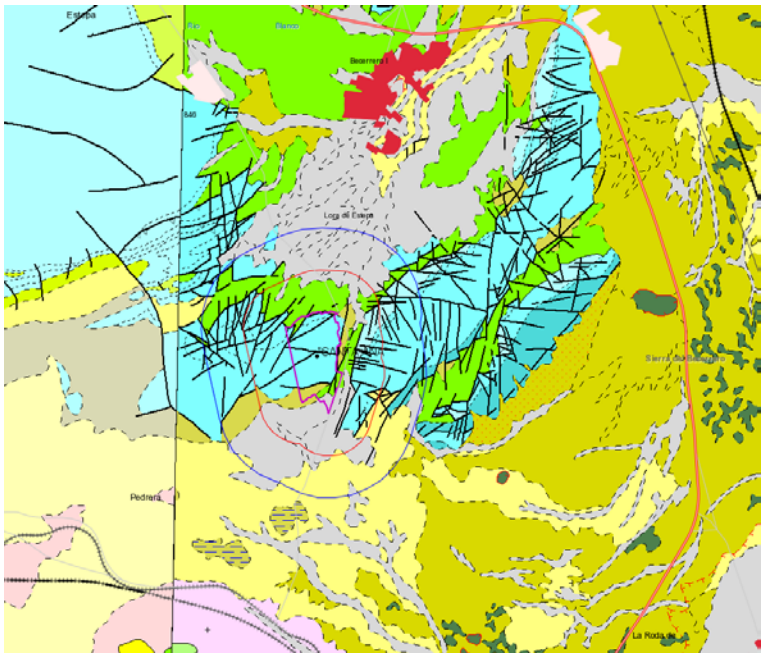


Figura 21.- Geología de la zona de explotación sobre datos digitales del Magna 50.000.

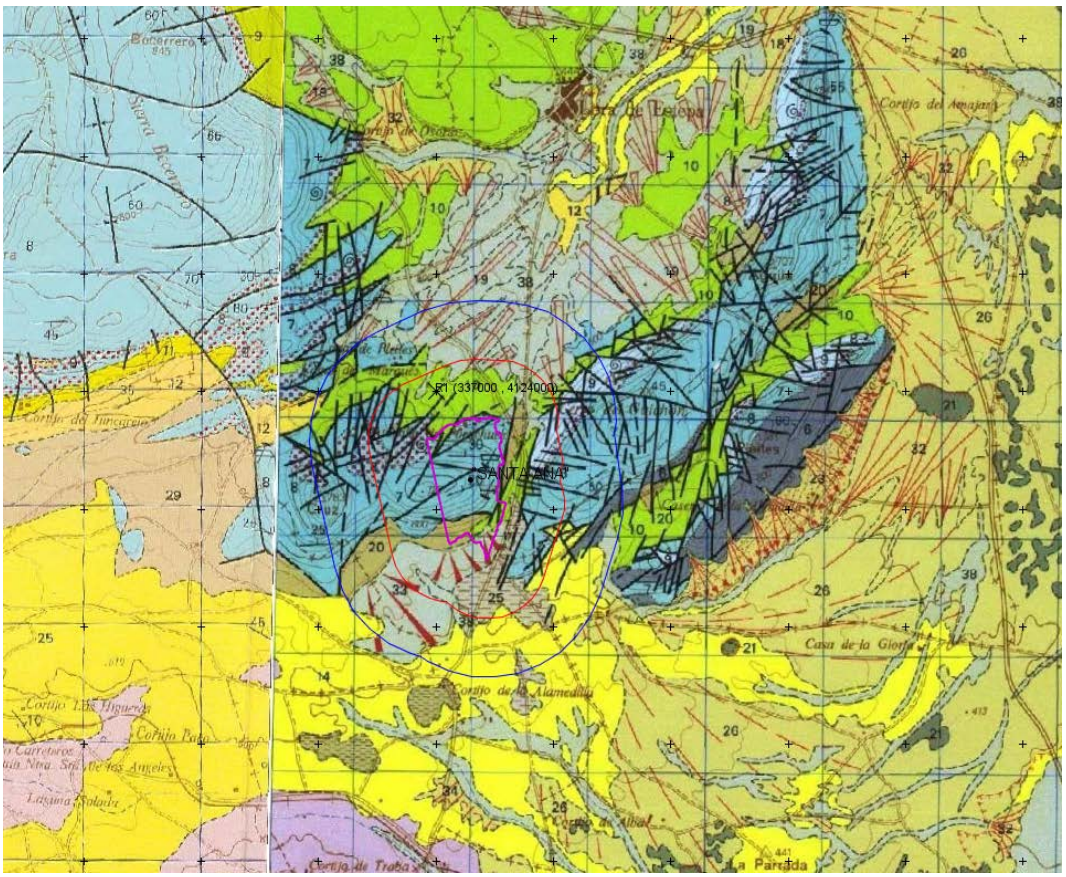


Figura 22.- Zona de la explotación sobre Hojas Geológicas 1.005 y 1.006 georreferenciadas. Retícula 1k con punto de referencia.

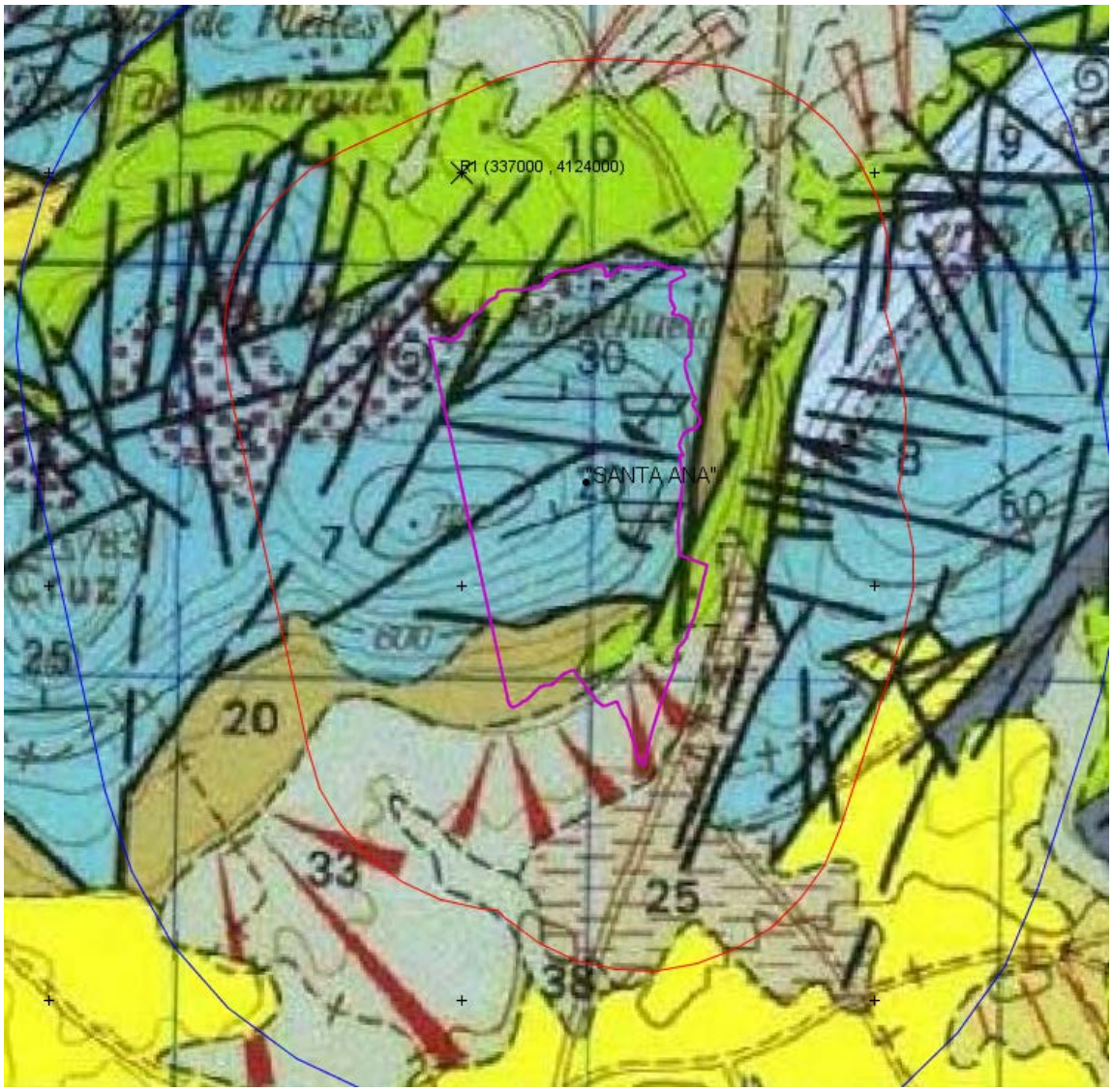


Figura 23.- Ampliación de la zona de la explotación sobre Hojas Geológicas 1.005 y 1.006 georreferenciadas

Retícula 1k con punto de referencia.

LEYENDA DE LA HOJA GEOLÓGICA

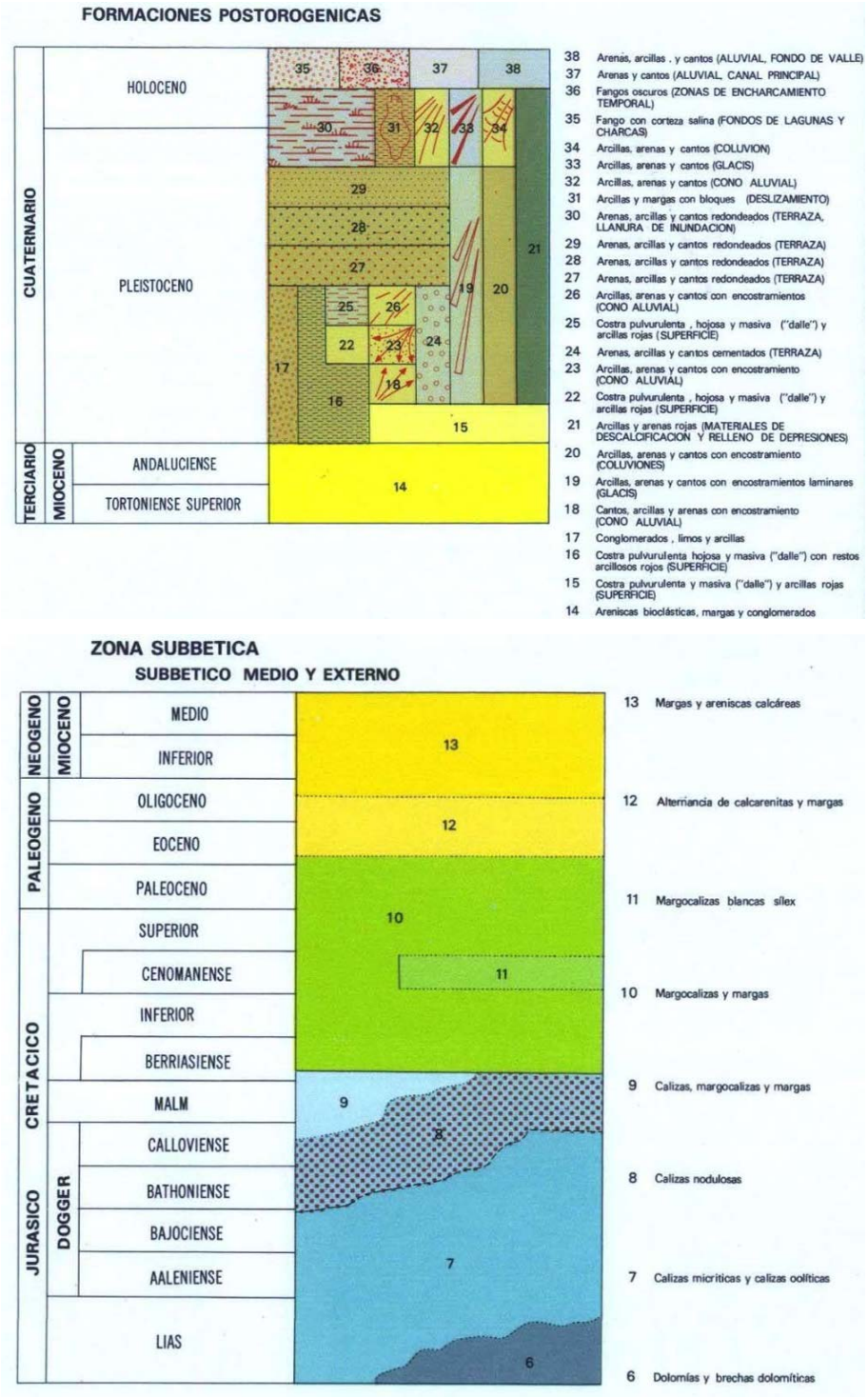


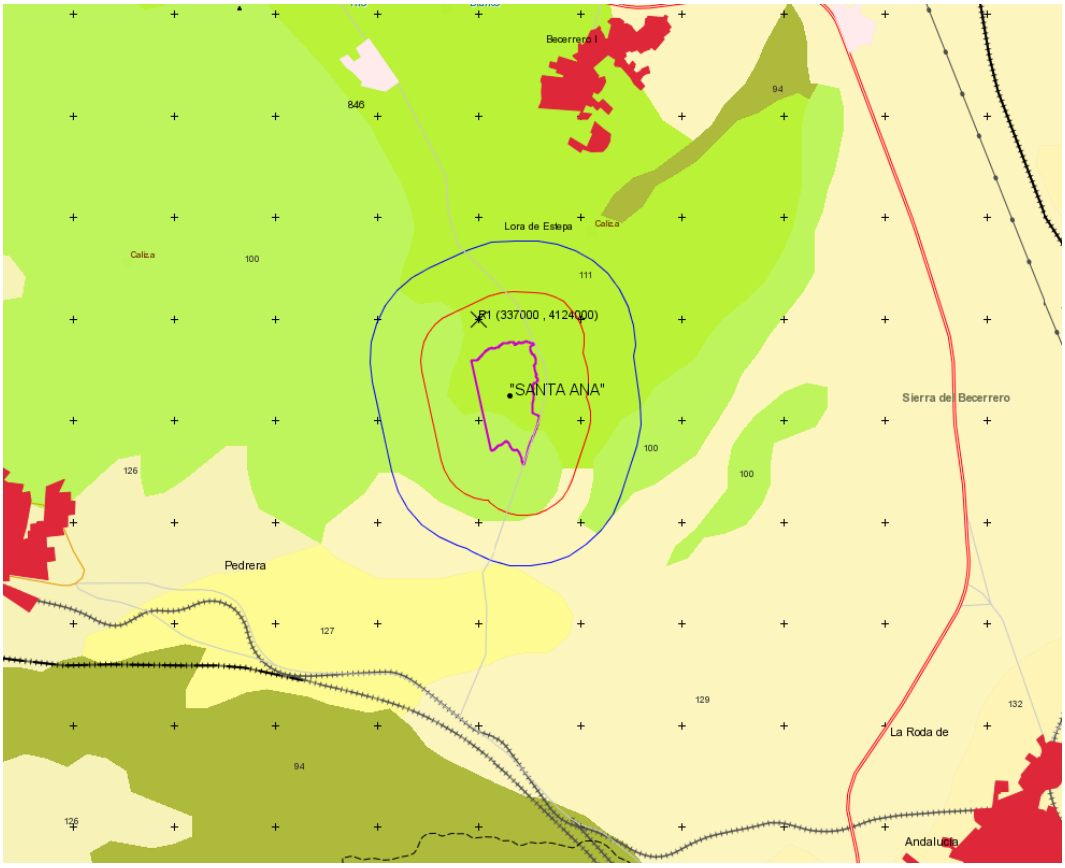
Figura 24.- Leyenda de la Hoja Geológica Nº1.006 “Benamejí”

Tal y como se desprende de la imagen anterior, prácticamente la totalidad de su superficie corresponde, como vimos anteriormente, al Jurásico, especialmente al superior “Caliza oolítica”.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras. Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

1.2.1.2.3.- Geológico de Andalucía.

Se presenta a continuación, para más información, la situación de la explotación con respecto al Mapa Geológico de Andalucía a Escala 1:200.000.



- 111
  - Zona: CORDILLERA BETICA - ZONAS EXTERNAS.
  - Unidad Geoestructural: SUBBETICA EXTERNO.
  - Edad Geológica: CRETACICO.
  - Litología: CALIZAS Y MARGAS.
- 100
  - Zona: CORDILLERA BETICA - ZONAS EXTERNAS.
  - Unidad Geoestructural: SUBBETICA EXTERNO.
  - Edad Geológica: JURASICO.
  - Litología: CALIZAS Y DOLOMIAS.

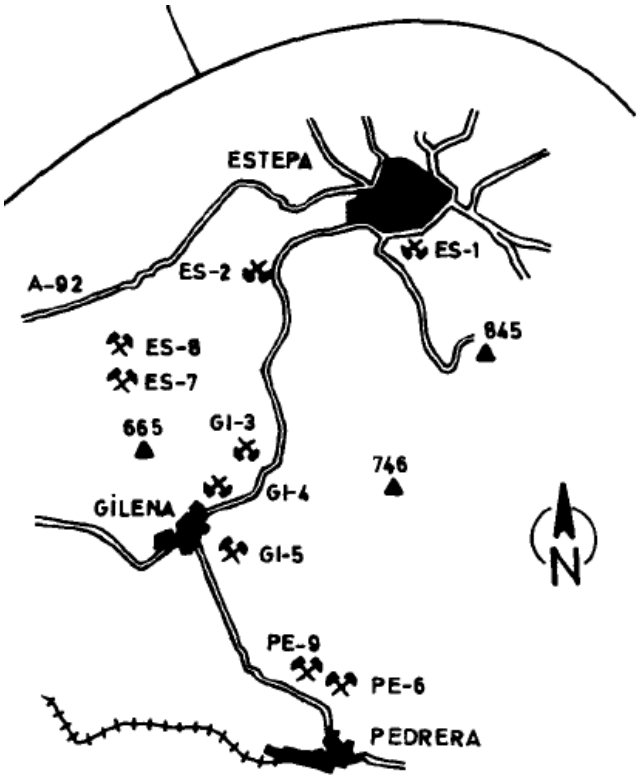
Figura 25.- Zona de la explotación sobre Hojas Geológicas Digital de Andalucía. Retícula 1k con punto de referencia.

1.2.1.3.- Petrología.

Se trata de calizas marinas de facies someras, homogéneas, de alta pureza, compactas, de escasa absorción de agua y resistencia mecánica media-alta. Las variedades oncomicroesparita de grano grueso y oncointraesparita son las más apropiadas para su uso en construcción, mientras que la utilización de las calizas biomicríticas o las calizas intraesparíticas puede llegar a ser prohibitiva.

Las calizas de Estepa han sido empleadas como material de construcción desde el siglo XVI hasta nuestros días, tanto para piedra estructural como para piedra ornamental. Este material se encuentra representado en numerosos edificios civiles y religiosos del Patrimonio Arquitectónico Andaluz, entre otros en las bóvedas de la Catedral de Cádiz y en el Ángel de la Victoria y remates de la Fachada Principal de la Universidad de Sevilla. En general las explotaciones de caliza en el área de Estepa constituyen la actividad industrial más importante de la zona, empleándose fundamentalmente para la producción de cal, cargas de pinturas, áridos, etc., si bien actualmente la producción anual dedicada a aplacados, sillares o elementos decorativos también es importante dentro del sector.

En este parte del proyecto se aborda el estudio de las características petrológicas y geoquímicas y de las propiedades petrofísicas más significativas de la caliza de Estepa con el fin de evaluar su calidad técnica como material de construcción. Los resultados servirán además como base para el diagnóstico del estado de alteración de edificios de interés histórico-artístico realizados con la caliza de Estepa y para prever la patología del material en edificios de nueva planta.



—Localización geográfica de las canteras de caliza estudiadas.

Figura 26.- Explotaciones base para definir la petrología.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y SITUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS CANTERAS

Las canteras, objeto de estudio, están situadas en los alrededores de los municipios de Estepa, Pedrera y Gilena de la provincia de Sevilla (fig. anterior). De las nueve canteras estudiadas, seis se encuentran actualmente en explotación y cuatro de éstas dedican su extracción a la producción de bloques ornamentales, susceptibles de ser usados en reposiciones o en estructuras de nueva planta. Las empresas realizan sus explotaciones a cielo abierto y en la mayoría de los casos se utilizan técnicas avanzadas de explotación.

Desde el punto de vista geológico, la sierra de Estepa, se engloba dentro del dominio Subbético externo y está formada por la Unidad de la Sierra de Estepa. Constituye un gran antiforme de dirección N-S, cuyo núcleo está formado por una potente serie (400-700m) de calizas micríticas, oncolíticas y oolíticas del Jurásico inferior y medio, sobre las que se dispone una delgada orla de materiales calizo-margosos del Jurásico superior (25 m), junto con un paquete más potente (650 m) de margas, margocalizas y calizas margosas con sílex del Cretácico inferior y superior.

MATERIALES Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

El muestreo se ha efectuado en las 9 canteras señaladas, seleccionando las distintas variedades de acuerdo con sus características macroscópicas. En total se han tomado 22 muestras cuya situación estratigráfica queda reflejada en el perfil de la figura siguiente:

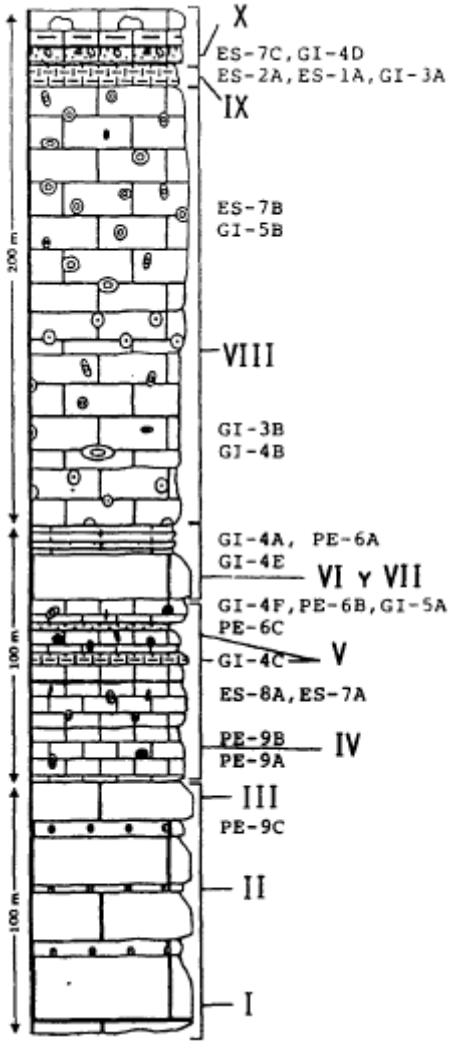


Figura 27.- Columna estratigráfica tipo de la Sierra de Becerrero.
Perfil litoestratigráfico parcial de la Sierra de Estepa y situación de las muestras en la serie. I: Calizas grises/blancas masivas. II: Calizas micríticas/oolíticas. III: Calizas grises/blancas masivas. IV: Calizas blancas/grises con oncolitos. V: Intercalaciones micríticas grises. VI: Calizas blancas masivas. VII: Calizas grises tableadas. VIII: Calizas oolíticas/oncolíticas de gran tamaño. IX: Calizas micríticas y oncolíticas finas. X: Calizas nodulosas, margosas y brechoides.

El color de la piedra es blanco en la mayoría de los casos, apareciendo algunas variedades con tonos rosados, amarillos o cremas, que también se han incluido en este trabajo aunque normalmente no se usen por su escasa aparición y en muchos casos difícil explotación. El tamaño de grano de estas calizas es muy variable, pudiéndose diferenciar desde variedades de grano muy fino, hasta otras con pisolitas que pueden

llegar a tener de 1 a 1,5 cm de diámetro y cuyo efecto estético incrementa la demanda como aplacados en construcción.

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA

Las calizas de Estepa, cuyo componente mayoritario es la calcita, constituyen un grupo de alta pureza con menos del 1% de Si02 y gran homogeneidad (ver tabla), no siendo significativas las diferencias a nivel de elementos minoritarios o trazas entre unas variedades y otras.

Muestra	Pérdida por calcinación	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	Fe_2O_2	P_2O_5	SO_3	TOTAL
ES-1A	43,68	0,72	55,22	0,05	0,15	0,13	<0,01	<0,01	0,04	0,35	100,37
ES-2A	43,58	0,80	54,65	<0,05	0,29	0,10	0,02	0,02	0,19	0,28	99,99
GI-3A	43,64	0,83	55,27	<0,05	0,12	0,07	<0,01	<0,01	0,04	0,25	100,30
GI-3B	43,78	0,30	55,34	<0,05	0,14	0,05	<0,01	<0,01	0,02	0,16	99,87
GI-4A	43,80	0,13	55,70	<0,05	0,20	0,09	<0,01	<0,01	0,01	0,27	100,28
GI-4B	43,80	<0,05	55,71	<0,05	0,16	0,09	<0,01	<0,01	0,03	0,22	100,14
GI-4C	43,82	0,22	55,53	<0,05	0,15	0,10	<0,01	<0,01	0,02	0,24	100,16
GI-4D	43,80	0,51	55,00	0,06	0,21	0,10	0,02	0,02	0,01	0,25	100,02
GI-4E	43,78	0,28	55,50	<0,05	0,21	0,07	<0,01	<0,01	0,01	0,24	100,17
GI-4F	43,85	0,13	55,65	<0,05	0,14	0,10	<0,01	<0,01	0,02	0,21	100,12
GI-5A	43,90	0,05	55,54	<0,05	0,19	0,13	<0,01	<0,01	0,01	0,23	100,13
GI-5B	43,88	0,19	55,34	<0,05	0,29	0,09	<0,01	<0,01	0,01	0,23	100,11
PE-6A	43,86	<0,05	55,48	<0,05	0,20	0,11	<0,01	<0,01	0,02	0,30	100,30
PE-6B	43,80	<0,05	55,62	<0,05	0,18	0,12	<0,01	<0,01	0,08	0,25	100,18
PE-6C	43,80	0,16	55,36	<0,05	0,16	0,10	<0,01	0,15	0,10	0,26	100,16
ES-7A	43,90	0,08	55,47	<0,05	0,17	0,08	<0,01	<0,01	0,01	0,29	100,09
ES-7B	43,88	<0,05	55,68	<0,05	0,19	0,09	<0,01	<0,01	0,01	0,30	100,28
ES-7C	43,90	0,20	55,35	<0,05	0,30	0,08	0,01	0,03	0,02	0,36	100,33
ES-8A	43,90	<0,05	55,56	<0,05	0,13	0,11	<0,01	0,02	0,03	0,35	100,22
PE-9A	43,90	<0,05	55,71	<0,05	0,20	0,11	<0,01	<0,01	0,03	0,20	100,28
PE-9B	43,88	<0,05	55,72	<0,05	0,17	0,10	<0,01	<0,01	0,05	0,24	100,27
PE-9C	43,86	<0,05	55,76	<0,05	0,24	0,08	<0,01	<0,01	0,02	0,29	100,38

Cuadro 3.- Analítica tipo de las calizas de Estepa.

Sin embargo, el estudio petrográfico permite diferenciar cinco grupos en función de la textura y microfauna presente:

- Calizas micríticas que a veces pueden ser biomicríticas o peletoidales.
- Calizas oncolíticas de grano fino (oncoides < 500 µm). En función de la naturaleza del cemento se subdividen en oncoesparitas y oncomicritas.
- Calizas oncolíticas de grano grueso (oncoides > 1-2 mm). Se clasifican según el cemento en oncoesparitas y oncomicroesparitas. También se diferencian las calizas oncoesparíticas con intraclastos cuando las rocas presentan elementos texturales (oncoides, granos agregados, cortoides, pisoides, etc.) muy heterométricos y de aspecto brechoide.
- Calizas ooesparíticas: constituidas básicamente por ooides simples y/o compuestos, homométricos y de pequeño tamaño (aprox. 750 µm).

- Calizas intraesparíticas, que presentan un marcado carácter detrítico con numerosos intraclastos de rocas calcáreas oncolíticas, oolíticas, micríticas y microesparíticas.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ESPACIOS VACÍOS Y COMPORTAMIENTO FRENTE AL AGUA.

En función del rango de variación de esta propiedad se pueden distinguir tres grupos (G-1, G-2 YG-3).

GRUPO G-1.

Representado por las muestras de muy baja porosidad (Porosidad Total, PT < 5 %), está formado por las calizas de grano muy fino y uniforme y por otras de tamaño de grano variable de fino-medio a fino-grueso muy bien compactadas. A este grupo pertenecen casi todas las variedades micríticas analizadas (micrita, biomicrita y pelmicrita) y las calizas oncolíticas e intraclásticas fuertemente cementadas por esparita. Estas muestras son además las que poseen una densidad aparente más elevada (2,63-2,73 g/cm^3).

GRUPO G-2.

Está constituido por las muestras que tienen valores de porosidad más altos (PT > 10 %) que corresponden a las rocas con mayor tamaño de grano variable de fino-medio a fino-grueso, peor cementadas y menos densas (2,39-2,53 g/cm^3). En esta agrupación se incluyen las calizas ooesparíticas y oncoesparíticas con cemento de diferente tamaño.

GRUPO G-3.

Las restantes muestras analizadas pertenecen a un grupo de porosidad intermedia, con valores superiores al 5 % e inferiores al 10 %. Con estos valores de porosidad total se agrupa un conjunto de litotipos de tamaño de grano muy variable; desde muy fino (pelmicrila) al muy fino-medio de las oncomicritas y oncoesparitas o al fino-grueso de las oncoesparitas con intraclastos. La densidad aparente oscila entre los valores 2,48 y 2.60 g/cm^3. Los valores de densidad real se encuentran comprendidos dentro de un corto rango de variación (2,66-2,86 g/cm^3) de acuerdo con la composición químico-mineralógica de las muestras.

Desde el punto de vista morfológico la porosidad más abundante es intercristalina, espacios vacíos que se localizan entre granos de cemento esparítico o micrítico. En un porcentaje importante de muestras se presenta también porosidad intraparticular a favor de bioclastos o por la pérdida de núcleos de oncolitos. Excepcionalmente se observan grandes

conductos y canales de tamaño milimétrico, es la porosidad debida a fracturas en su mayoría abiertas y parcialmente recristalizadas con cristales de calcita de diferente tamaño.

La fracturación es de tipo estilolítico, orientada y asociada a microfisuras cerradas en procesos de disolución y cristalización.

PROPIEDADES FÍSICAS

Los resultados de los ensayos físicos realizados califican las calizas de Estepa como materiales de resistencia media-alta de acuerdo con el esquema de clasificación propuesto por Zezza (1985). El comportamiento mecánico de las calizas estudiadas está en gran medida condicionado por la presencia de estructuras inorgánicas (estilolitos) y orgánicas (bioclastos), así como por la orientación preferencial de la fracturación. Los valores más homogéneos corresponden a las muestras de tamaño de grano fino y uniforme con menos contenido de bioclastos y carentes de estructuras orientadas. La presencia de bioclastos y estilolitos condicionan variaciones en el comportamiento mecánico para una misma muestra, siendo éste independiente de su compactación.

Las calizas oncolíticas de grano grueso, con mayor homogeneidad y carencia de estructuras inorgánicas y orgánicas, destacan como variedad más idónea para su utilización como piedra estructural y de labrado. El alto grado de empaquetamiento entre sus granos y una cementación copiosa y densa confieren a estos materiales una elevada cohesión intrínseca, propiedad idónea para sus usos en construcción.

CONCLUSIONES

Las muestras estudiadas presentan una composición química-mineralógica muy homogénea siendo el constituyente fundamental el carbonato cálcico en forma de calcita. Estos materiales calcáreos, que se clasifican litológicamente en cinco variedades petrográficas, poseen características texturales y estructurales que varían de unas muestras a otras dependiendo de la heterometría de los clastos, presencia de estructuras orgánicas (bioclastos) o de estructuras inorgánicas de presión-disolución (estilolitos), así como de las sucesivas generaciones de recristalización de cemento esparítico, que pueden coexistir incluso en una misma muestra y presentar tamaño de grano variable.

La porosidad y porometría de estas rocas se ha comprobado que está condicionada por las características petrográficas, así por ejemplo

las muestras constituidas por calcita microcristalina equigranular presentan poros muy uniformes y de pequeño radio.

Las propiedades físicas, y en concreto mecánicas, están claramente influenciadas por estas características texturales y estructurales que rigen el sistema porométrico en cada variedad. La alteración de las rocas es un proceso que se lleva a cabo en la interfase entre la superficie reactiva (sistema poroso y áreas cortadas y pulidas) de la misma y los agentes exógenos, entre los que destaca el agua en sus distintas fases: sólida, líquida o vapor y como transporte de contaminantes y sales (Valdeón y Esbert, 1985). Las muestras poco porosas G-1 (PT<5 %) tienen una capacidad de absorción de agua muy limitada (<2 %) Y además al estar fuertemente cementadas tienen una compacidad alta y un buen comportamiento mecánico derivado de la elevada tenacidad (índice de resistencia a la compresión uniaxial en torno a 959 Kg/cm^2). En estos materiales la capacidad de absorción de agua líquida estará fundamentalmente condicionada por la presencia de fracturas, mientras que la capacidad de absorción de agua en fase vapor será prácticamente nula de acuerdo con los valores de superficie específica (0,11-0,98 m^2/g) obtenidos mediante porosimetría de mercurio.

Por el contrario las muestras con clastos heterométricos cementados por esparita de diversa granulometría y frecuentes recristalizaciones diagenéticas o postdiagenéticas presentan una porosidad total más elevada (PT<lO %). Los contenidos de agua absorbidos por estas muestras en torno al 5 %, representan los contenidos de saturación más altos (S>85 %). Estas variedades, en comparación con las anteriores, son menos compactas y consiguientemente poseen valores de velocidad de transmisión de ultrasonidos inferiores a los obtenidos en las variedades micríticas y se pueden calificar de tenacidad media.

El grado de cohesión de los minerales que constituyen la roca determina la durabilidad y el tipo de formas de alteración. Este conocimiento en obras actuales de ingeniería y arquitectura permite la selección de litotipos en función de la posición a ocupar en la obra.

En conclusión, las calizas de la Sierra de Estepa son materiales homogéneos, compactos, de escasa absorción de agua, resistencia mecánica media-alta, y por consiguiente de gran calidad técnica, lo que aconseja su empleo como material de construcción.

Entre las distintas variedades reconocidas y de posible explotación, las calizas oncolíticas de grano grueso (oncomicroesparitas y oncointraesparitas) son las más aconsejables como materiales de construcción porque se trata de calizas de baja porosidad y un elevado grado de compactación que se refleja en valores medios-altos de resistencia a la carga puntual y a la compresión uniaxial, así como en la velocidad de propagación de ondas ultrasónicas. Otro factor importante es la baja absorción de agua, por lo que salvo en ambientes o climas muy adversos cabe esperar un bajo grado de deterioro.

1.2.2.- Hidrogeología.

1.2.2.1.- Hidrogeología general.

La explotación se enclava dentro de la Hoja Hidrogeológica 82 "Morón de la Frontera", tal y como se puede ver en la siguiente figura.

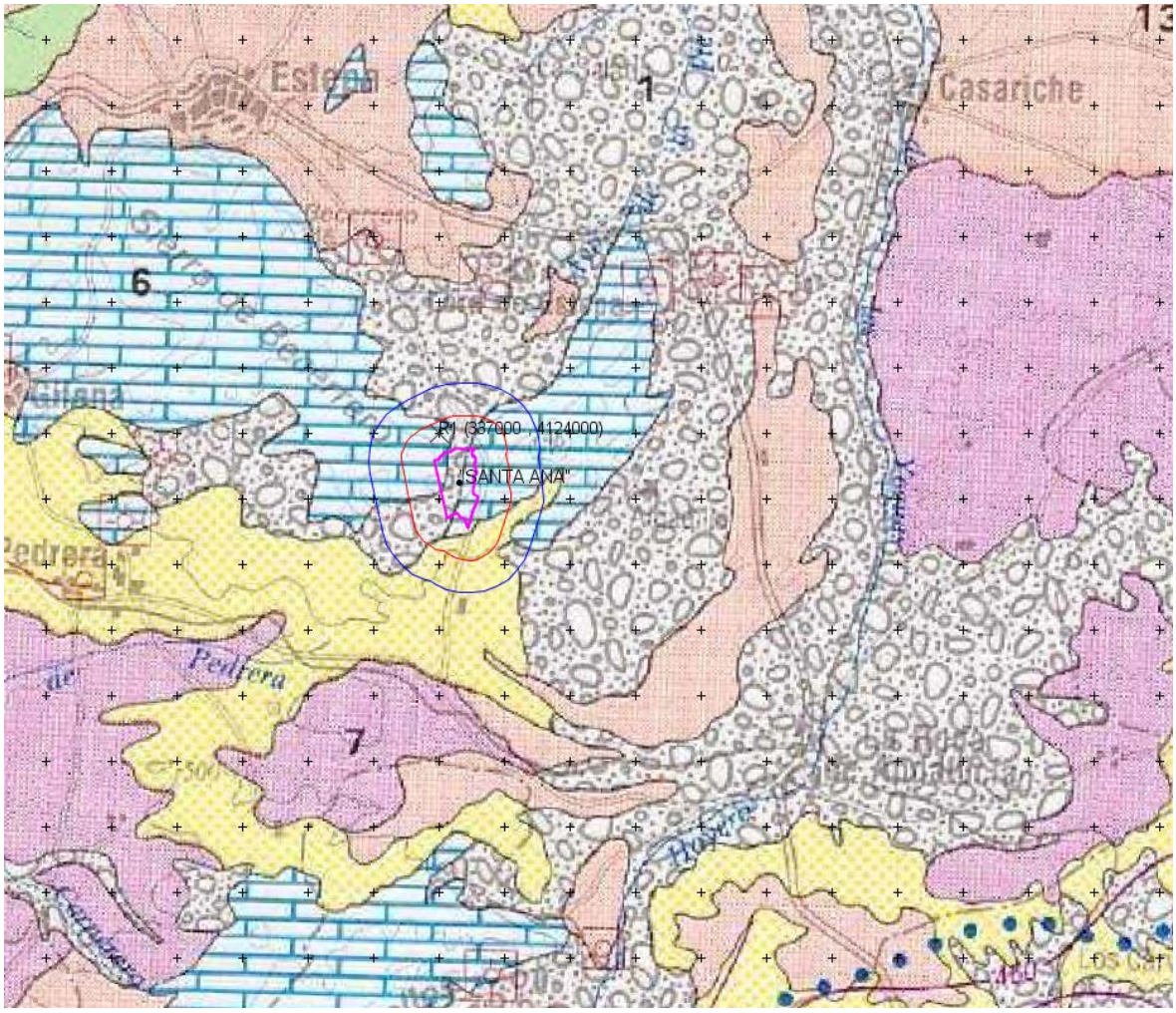


Figura 28.- Situación de la explotación en la Hoja Hidrogeológica Nº82 (Retícula 1k)

Los materiales donde se sitúa la explotación son del tipo 1 y 6, cuya descripción se presenta a continuación, extraída de la leyenda litológica de la Hoja Hidrogeológica donde se enclava la explotación.

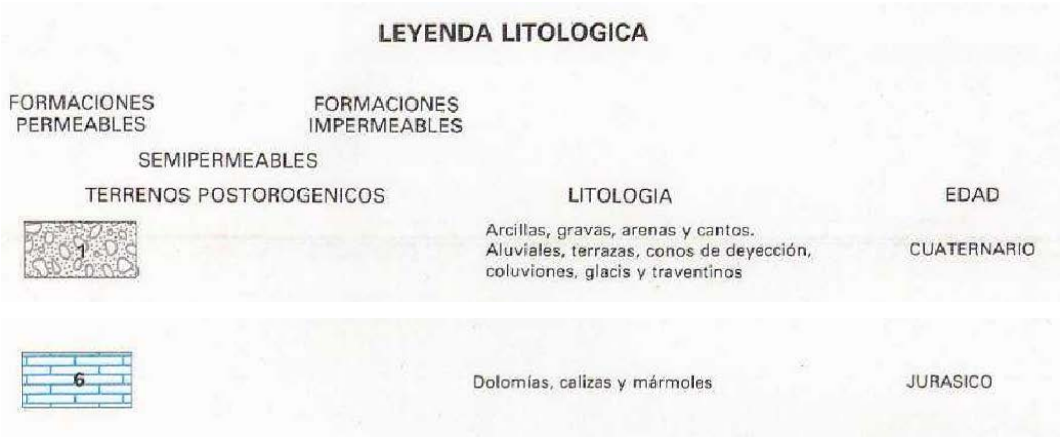


Figura 29.- Leyenda de la Hoja Hidrogeológica Nº82 “Morón de la Frontera”.

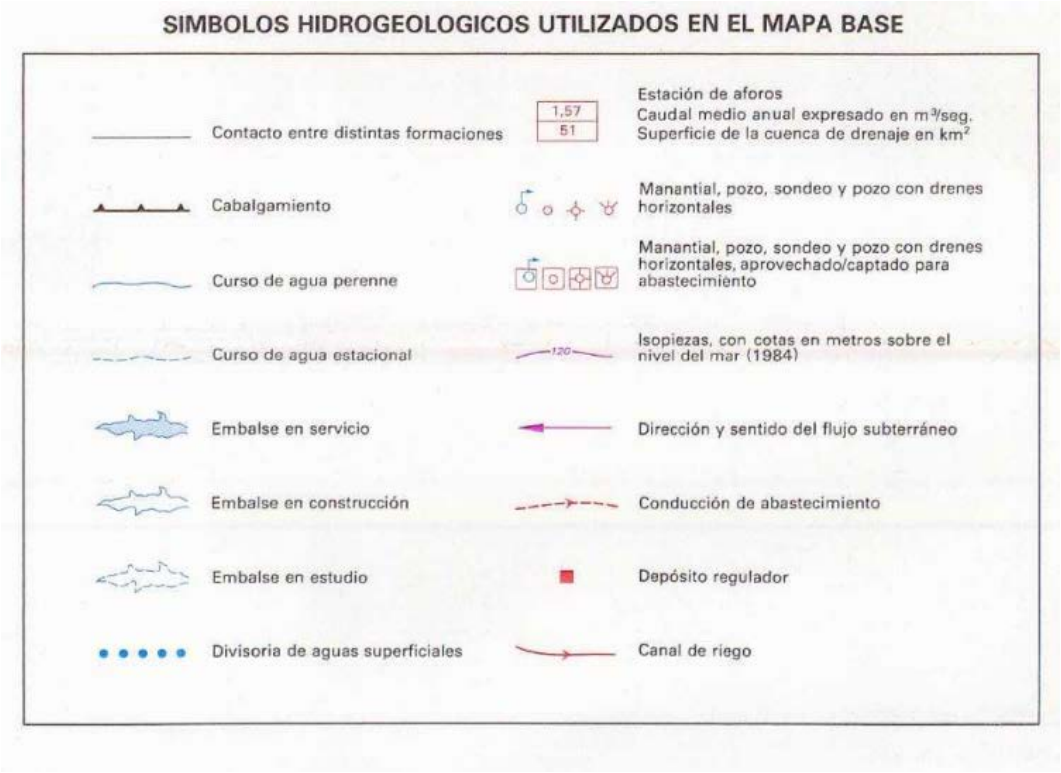


Figura 30.- Simbología de la Hoja Hidrogeológica Nº82 “Morón de la Frontera”.

El término municipal de Estepa, se encuadra dentro de la Unidad Hidrogeológica denominada Sierra y Mioceno de Estepa (05.43). Los límites de esta unidad están enmarcados por:

- Río Genil, al norte.
- Río yeguas, al este y sureste.
- Arcillas abigarradas del triásico, al sur.
- Niveles margosos, al oeste, definidos por una línea S-N que va de Estepa a Herrera y al rio Genil.

El acuífero superior, da carácter libre, tiene limitados claramente todos sus límites salvo el sur. La potencia del acuífero varía entre 10 y 40 metros y está condicionada al paleorrelieve del sustrato subbético.

Todo el conjunto se encuadra en el dominio subbético de las Zonas Externas de la Cordillera Bética, integradas por formaciones alóctonas cuyas edades van del Triásico al Miocena superior.

De forma esquemática, la serie estratigráfica viene definida por:

- Margas arcillas abigarradas con yesos y niveles de calizas y areniscas, del Trías.
- Dolomías, calizas y brechas dolomíticas, del Jurásico.
- Margas y margo-calizas finamente estratificadas, del Cretácico-Paleógeno.
- Conglomerados, arenas areniscas y margas arenosas, del Paleógeno al Mioceno medio.
- Margas grises y blancas del Mioceno.
- Areniscas, arenas, calizas y margas del Mioceno superior.
- Sedimentos detríticos correspondientes a abanicos aluviales, derrubios de laderas y depósitos fluviales, del Cuaternario.

En la Sierra y Mioceno de Estepa, los materiales que presentan mayor interés hidrogeológico corresponden a la serie calcáreo-dolomítica del Jurásico (Sierra de Estepa) y a los materiales detríticocarbonatados del Mioceno del noreste de Estepa.

- **Sierra de Estepa**: se extiende sobre una superficie de unos 100 km2. El acuífero está constituido por calizas y dolomías jurasicas. Sus límites hidrogeológicos lo conforman las margas del Cretácico, situadas al techo y las margas y arcillas del Trías que conforman el sustrato impermeable.
- **Mioceno de Estepa**: Esta subunidad engloba dos acuíferos superpuestos, de edad Mioceno, constituidos por areniscas, arenas, calizas y margas. Están independizados entre sí por un paquete de margas azules del Andaluciense, de unos 40m de potencia.

El acuífero detrítico-carbonatado inferior es multicapa, con una potencia detectada variable entre 8 y 13m. Su extensión lateral no está claramente definida y la base impermeable está formada por margas y arcillas del Tríásico.

1.2.2.2.- Hidrogeología local.

1.2.2.2.1.- Características hidrogeológicas de los materiales de la Sierra de Becerrero.

El comportamiento de los materiales triásicos de esta sierra en conjunto se comportan tanto como acuicludo (formación geológica que contiene mucha aguas y no permite que circule a través de ella) como acuitardo (formación geológica que contienen mucha agua y la deja circular con dificultad), debido sobre todo a la abundancia de materiales arcillosos y margosos. Mediante los estudios realizados en la zona se ha descubierto la existencia de formaciones acuíferas intercaladas entre las arcillas, como son calizas, dolomías, areniscas, yesos y carniolas, que provocan pequeños caudales de aguas.

Sobre los materiales arcillosos y margosos (materiales impermeables) se superponen los materiales permeables de la formación Camarena (dolomías y calizas) y de la formación Amniótico Rosso Superior (calizas nodulosas). Estos materiales suelen presentar una elevada fracturación, favoreciendo así el movimiento de corrientes de aguas subterráneas. El Jurásico al completo de la unidad geológica de Becerrero, está incluido en un solo conjunto acuífero, mientras que el conjunto Cretácico-Paleógeno presenta un comportamiento acuitardo, debido a la presencia de materiales arcillosos y margosos. Se detectan entre las margas unos pequeños niveles acuíferos, formados principalmente por materiales detríticos y carbonáticos, pero de escasa importancia.

En la siguiente figura se presenta el enclavamiento de la zona de explotación dentro de las Unidades Hidrogeológicas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, así como en las Masas de Agua Subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA

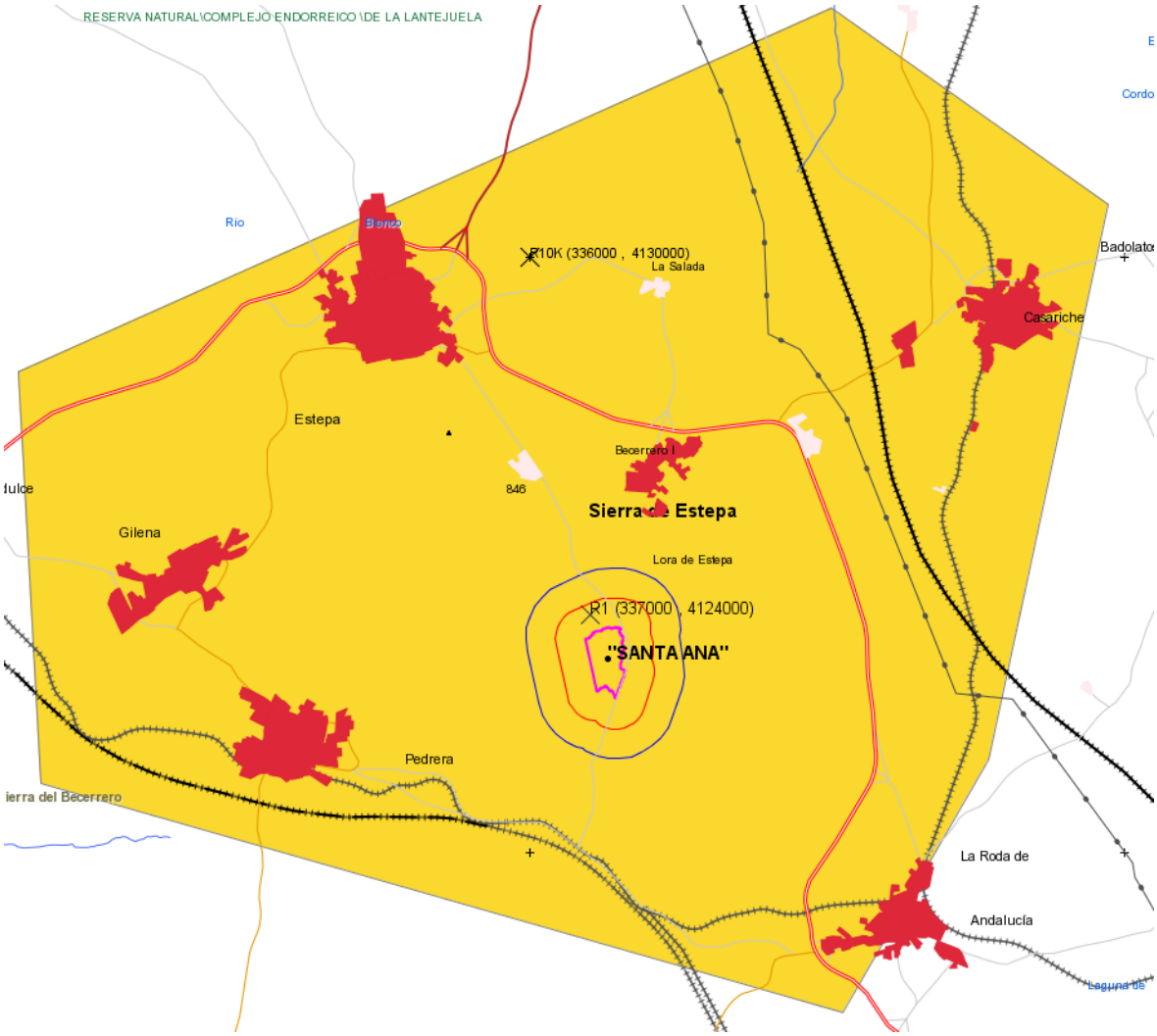


Figura 31.- Unidad Hidrogeológica, sobre MVE 1:400.000 (Edición 2.008). Retícula 10k con punto de referencia.

Como se desprende de la anterior imagen la explotación se ubica en la Unidad “5.43 Sierra de Estepa”, tal como ya se ha expuesto anteriormente:

- Tendencia: En el acuífero Sierra de Estepa, los niveles son muy sensibles a la pluviometría, con tiempos cortos de respuesta y variaciones estacionales de 10 m.

MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS.

Figura 32.- Masas de Aguas Subterráneas, sobre MVA 1:400.000 (Edición 2.008). Retícula 10k con punto de referencia.

Como se puede ver en la figura anterior, la explotación su ubica íntegramente en la siguiente Masa de Agua Subterránea:

- 05.43 Sierra y Mioceno de Estepa, cuyas características principales son las que siguen:
  - Tipo de funcionamiento: Libre.
  - Textura: Cárstica y detrítica.
  - Litología: Calizas y dolomías, y areniscas, arenas, calizas y margas.
  - Edad Geológica: Lías-Mioceno.

Los materiales del subsuelo – calizas, areniscas, calcáreas y margocalizas– determinan la presencia de importantes acuíferos subterráneos, que actúan como depósitos naturales, embalsando agua desde al otoño a la primavera, permitiendo la surgencia en diversas fuentes naturales, así como la extracción mediante pozos.

Uno de los pozos más importantes de los de la zona es el de Pedrera, que viene abasteciendo a la población desde tiempo inmemorial (y probablemente le dio origen) es el pozo municipal de Pedrera, en el que tuvo origen una red de acequias que permitieron la existencia de fuentes en las proximidades de la población.

Esta agua, sometida a un proceso natural de filtración, goza de una calidad aceptable, con la salvedad, derivada de la misma causa, de un elevado contenido de sales calcáreas.

Un acuífero es simultáneamente almacén de agua y vehículo de transporte de la misma en la forma de flujo subterráneo hacia un río o punto de drenaje natural. Las reservas del acuífero están constituidas por el volumen de agua que almacena y son función de los límites del acuífero, de su porosidad y de la posición del nivel piezométrico.

En las inmediaciones tiene lugar el sistema Acuífero de la Sierra y Mioceno de Estepa, constituido por areniscas, arenas, calizas, todos del terciario. La alimentación de estos acuíferos se produce por infiltraciones directas de agua de lluvia y en menor medida por retorno de los excedentes de riego.

Su descarga tiene lugar por pequeños manantiales situados en sus bordes, por drenaje difuso a ríos y arroyos y en parte por bombeo en pozos y sondeos.

SIERRA DE ESTEPA: ACUÍFERO DE ELEVADA PERMEABILIDAD POR FRACTURACIÓN Y KARSTIFICACIÓN, DE MÁS DE 150 METROS DE POTENCIA.

Su recarga se realiza por infiltración del agua de lluvia. La circulación del agua condicionada por las direcciones de drenaje originadas por la karstificación, se dirige preferentemente hacia la vertiente meridional.

Los valores de los parámetros hidráulicos presentan una gran dispersión de unos puntos a otros, debido a las características al sistema kárstico, tal como se puede ver en la siguiente tabla.

Transmisividad	10^{-2} y 10^{-4} $m^2 \cdot S^{-1}$
Permeabilidad	10^{-4} $m^2 \cdot S^{-1} < p < 10^{-6}$ $m^2 \cdot S^{-1}$
Coeficiente almacenamiento medio	$3x10^{-2}$ en los primeros 50m.

Cuadro 4.- Parámetros Hidráulicos

MIOCENO DE ESTEPA.

La recarga de los acuíferos se produce por infiltración del agua de lluvia y en menor cuantía por retorno de los riegos. Las salidas tienen lugar por extracciones mediante bombeos y en el nivel superior, por drenajes en forma de manantiales hacia los ríos Genil y Yeguas.

Acuífero Inferior:

Caudal	0,1 l/s/m
Transmisividad	7^{-3} $m^2 \cdot S^{-1}$
Coeficiente almacenamiento medio	$5x10^{-2}$

Cuadro 5.- Parámetros Hidráulicos del Acuífero inferior.

Acuífero Superior:

Caudal	0,2-0,4 l/s/m
Transmisividad	10^{-3} $m^2 \cdot S^{-1}$
Permeabilidad	$3x10^{-3}$ y $4x10^{-5}$

Cuadro 6.- Parámetros Hidráulicos del Acuífero Superior.

1.2.2.3.- Protección aguas subterráneas.

1.2.2.3.1.- Calidad, Vulnerabilidad y Contaminación.

CALIDAD Y VULNERABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

El agua subterránea suele ser dura, con residuo seco inferior a 0,5g/l y tolerables para el consumo humano. No obstante, cuando en su circulación entra en contacto con depósitos triásicos, se incrementan las concentraciones de minerales y residuo seco, pasando en algunos casos a ser calificada como no potable.

Las aguas subterráneas captadas en la Sierra y Mioceno de Estepa presentan facies bicarbonatadas cálcicas y baja mineralización, con conductividad eléctrica en torno a los 500ıS/cm, mientras que las captaciones relacionadas con materiales miocenos dan lugar a aguas duras de facies mixtas bicarbonatadas-cloruradas o cloruradas-bicarbonatadas cálcico-sódicas o sódico-cálcicas. Se produce un progresivo aumento de mineralización a lo largo del recorrido del agua por el acuífero, llegando a ser muy elevada en las zonas de descarga.

La calidad para el abastecimiento urbano es muy variable: buena en las aguas provenientes de los materiales calizos.

Los problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua subterránea se perciben con notable retraso respecto del momento en que se inician, como consecuencia de la lenta dinámica de las aguas que circulan por el subsuelo. Las excesivas extracciones en relación con la recarga del acuífero tienen como consecuencia el descenso de la piezometría y, por tanto, un descenso en los niveles de los pozos. El efecto puede confundirse con las oscilaciones estacionales debido a las variaciones en la pluviometría y, por ende, en la recarga anual. Sólo el descenso progresivo de niveles a lo largo de unos años, función de la capacidad y reservas del acuífero, permitirá diagnosticar el problema con mayor precisión.

Para estos pequeños acuíferos, muy ligados a los tradicionales manantiales de abastecimiento público, el principal problema que se plantea es el de su vulnerabilidad, tanto ante el riesgo de sobreexplotación, que puede representar cualquier nueva obra de captación, como por el vertido incontrolado de sustancias contaminantes.

La contaminación del acuífero está, asimismo, condicionada por las especiales características del flujo subterráneo.

La capacidad de la zona no saturada para filtrar, retener y depurar los agentes contaminantes determina un cierto grado de protección frente a la contaminación externa, tanto natural como artificial.

A ello se añade la, en general, baja velocidad de propagación de las aguas en el acuífero que hace que el avance del frente contaminante sea lento. Naturalmente, ello depende de la permeabilidad o transmisividad del acuífero. La mayor o menor facilidad con que un acuífero puede ser contaminado determina su grado de vulnerabilidad que depende del tipo de contaminantes, así como de los factores intrínsecos de las zonas saturada y no saturada.

Cuanto más desarrollado esté el suelo, más fina sea la textura granular del subsuelo y más profunda se encuentre la zona de saturación, menos vulnerable resultará el acuífero a la contaminación por elementos absorbibles o no degradables.

Sin embargo en plazos más o menos largos, muchos de estos elementos, entre los que cabe destacar los metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes que se encuentran en algunos pesticidas, alcanzan finalmente la zona saturada e inician el proceso de contaminación del acuífero. Los acuíferos carbonatados son, en este

sentido, los más vulnerables, ya que presentan una alta permeabilidad, generalmente por fisuración y carstificación, por lo que el acceso del contaminante a la zona saturada es relativamente fácil y rápida.

Esta lentitud en los procesos de transmisión y percepción de los problemas de contaminación en los acuíferos hace que sean lentos los efectos de las medidas que pueda adoptarse en su resolución.

Por tal motivo, la gestión de los recursos subterráneos debe basarse, fundamentalmente, en políticas de prevención, actuando más sobre las causas que sobre los efectos.

La vulnerabilidad o susceptibilidad de un acuífero a la contaminación indica el riesgo previsible a la alteración de la calidad natural del agua subterránea debido a substancias y agentes contaminantes.

En general, los factores que controlan la contaminación potencial de las aguas subterráneas son:

- Cantidad de vertidos.
- Características de los contaminantes.
- Características físicas del medio receptor.

Durante el transporte, las sustancias contaminantes pueden sufrir procesos de atenuación, que reducen tanto la velocidad de movimiento como su poder contaminante, en función de:

- Tiempo de contacto del contaminante con los materiales que atraviesa, tamaño del grano y características físico-químicas de los materiales atravesados.
- Distancia recorrida de los contaminantes.
- Condiciones hidrogeológicas del área.

CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS POR NITRATOS.

Para el caso concreto del acuífero de la Sierra de Estepa, existen síntomas de deterioro por exceso de compuestos nitrogenados que, aunque no superan los límites de potabilidad, según normativa vigente, presentan cierta tendencia al aumento.

El origen de los focos de contaminación es urbano y ganadero, sin descartarse una contaminación orgánica de origen natural.

En el Mioceno se observa un elevado contenido en NO3- procedente de las actividades agropecuarias.

Ello unido a la alta mineralización del agua en las zonas de descarga, es causa para que esta agua no sea aconsejable para el consumo humano.

Hay que destacar la sobreexplotación que se está produciendo sobre el acuífero inferior.

1.2.2.3.2.- Zonas sobreexplotadas.

No se encuentra en zona sobreexplotada declarada por el Dominio Público Hidráulico en la provincia de Sevilla.

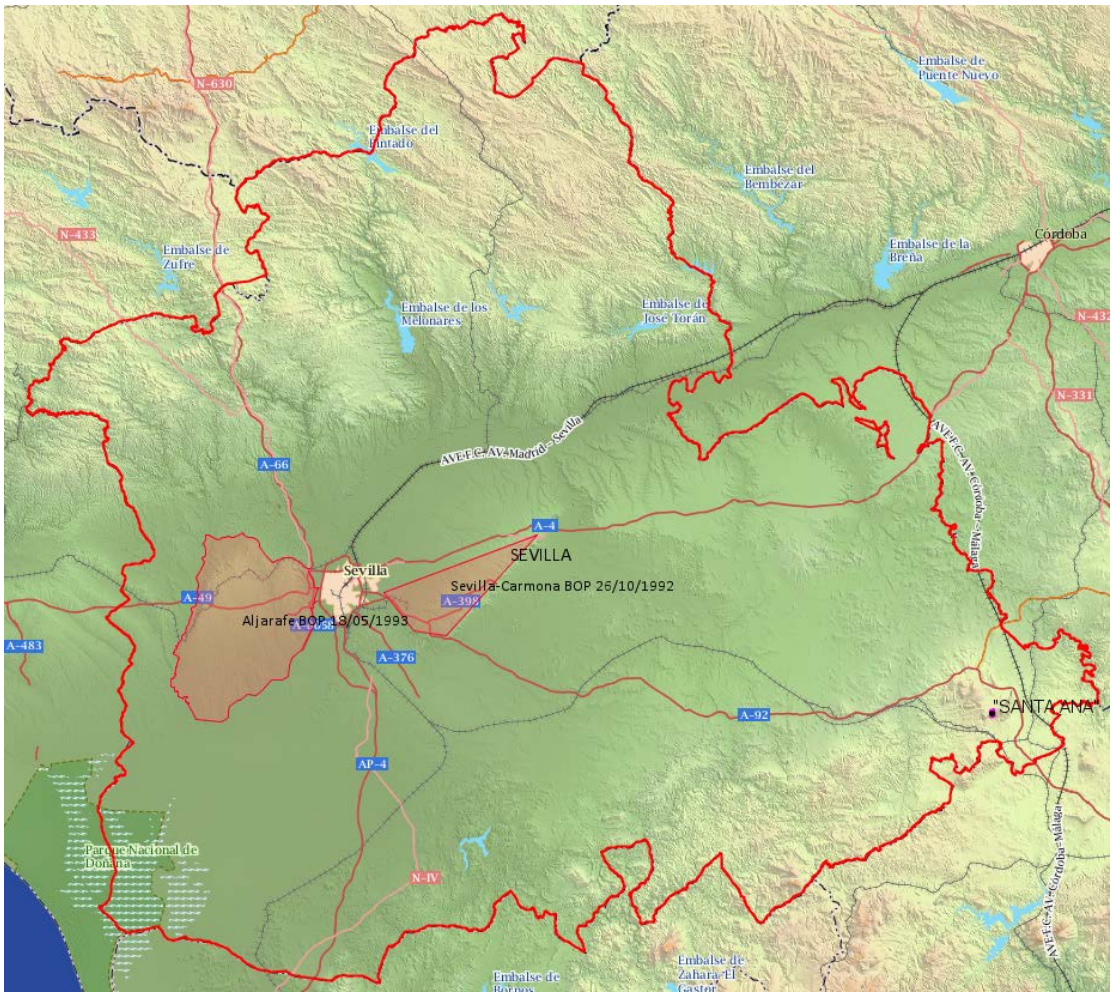


Figura 33.- Zonas declaradas sobreexplotadas en la provincia de Sevilla.

1.2.2.3.3.- Zonas vulnerables a la contaminación de los acuíferos subterráneos

Examinado el Inventario de Zonas Vulnerables a la Contaminación de Acuíferos Subterráneos, se constata lo que se puede observar en la siguiente figura.

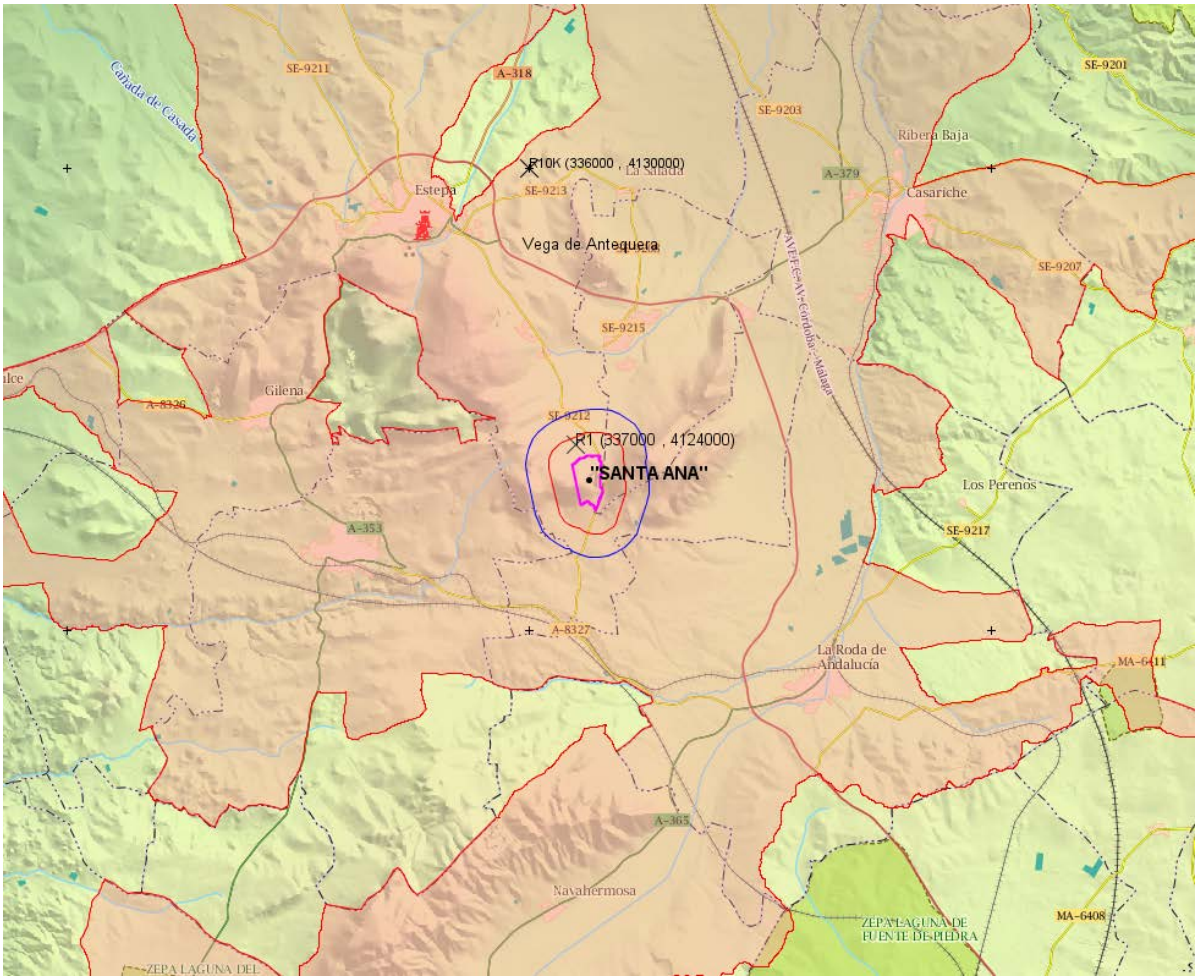


Figura 34.- Situación de la explotación frente a Zonas vulnerables, montada sobre MTN. Retícula 10k.

La explotación se enclava dentro de la zona vulnerable “Vega de Antequera”, por lo que no se permiten nuevas captaciones de agua en dicha zona.

1.2.2.3.4.- Protección de captaciones subterráneas para abastecimiento humano.

En la siguiente figura se plasman las captaciones subterráneas para abastecimiento de población humana.

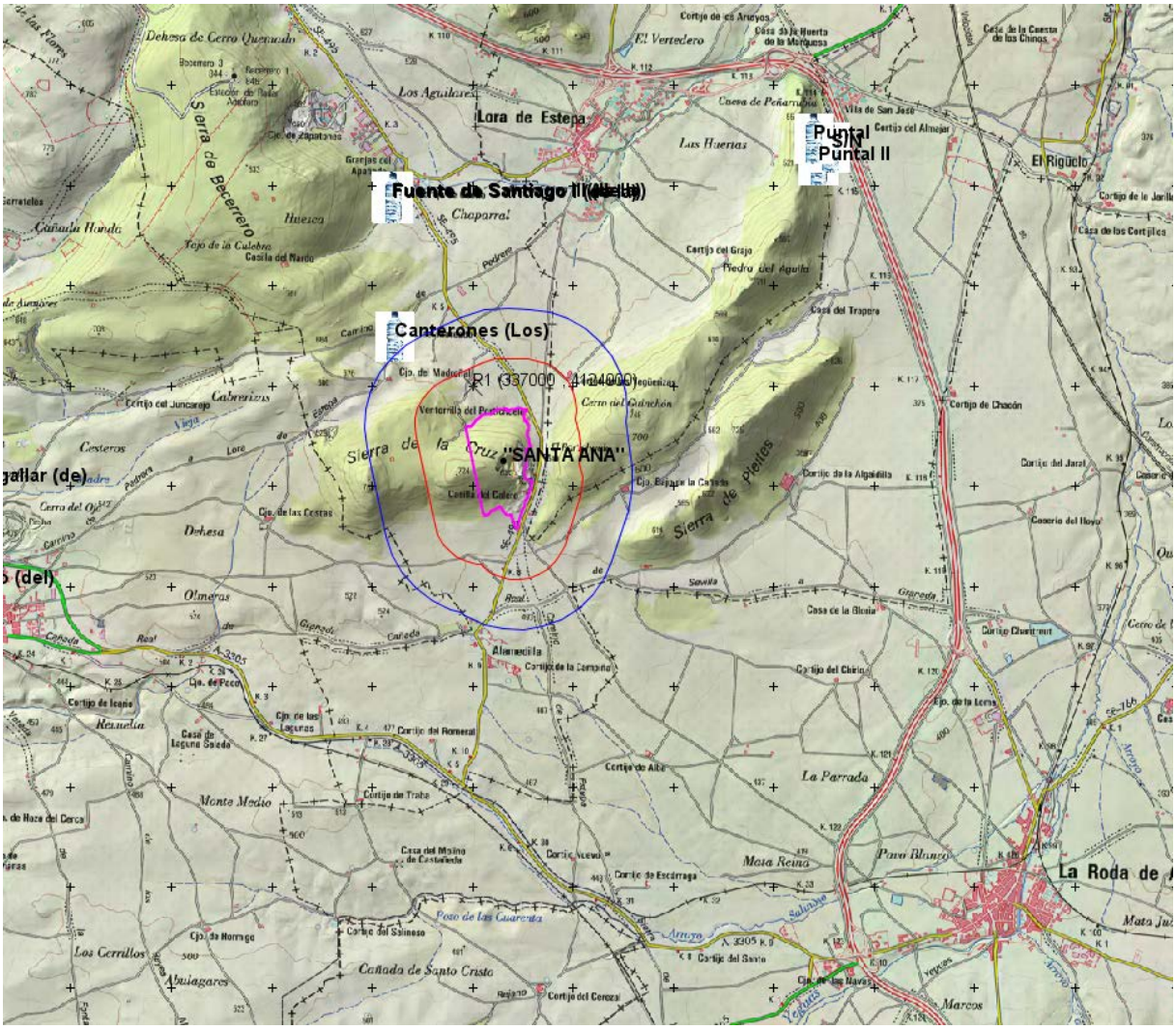


Figura 35.- Situación de la explotación respecto de captaciones subterráneas para abastecimiento humano (Sobre MTN, retícula 1k).

Como se desprende de la anterior figura, dentro de su perímetro de explotación no afecta a captación alguna para abastecimiento de población. Sin embargo muy próximo a su perímetro de afección de 1.000 metros, hacia el Sudoeste, se encuentra la captación “Los Canterones”, exactamente a 1.131 metros – 319,62ºSW.

Expuesto lo anterior a continuación se muestran los perímetros de protección de captaciones subterráneas para abastecimiento que se encuentran cercanos a la explotación.

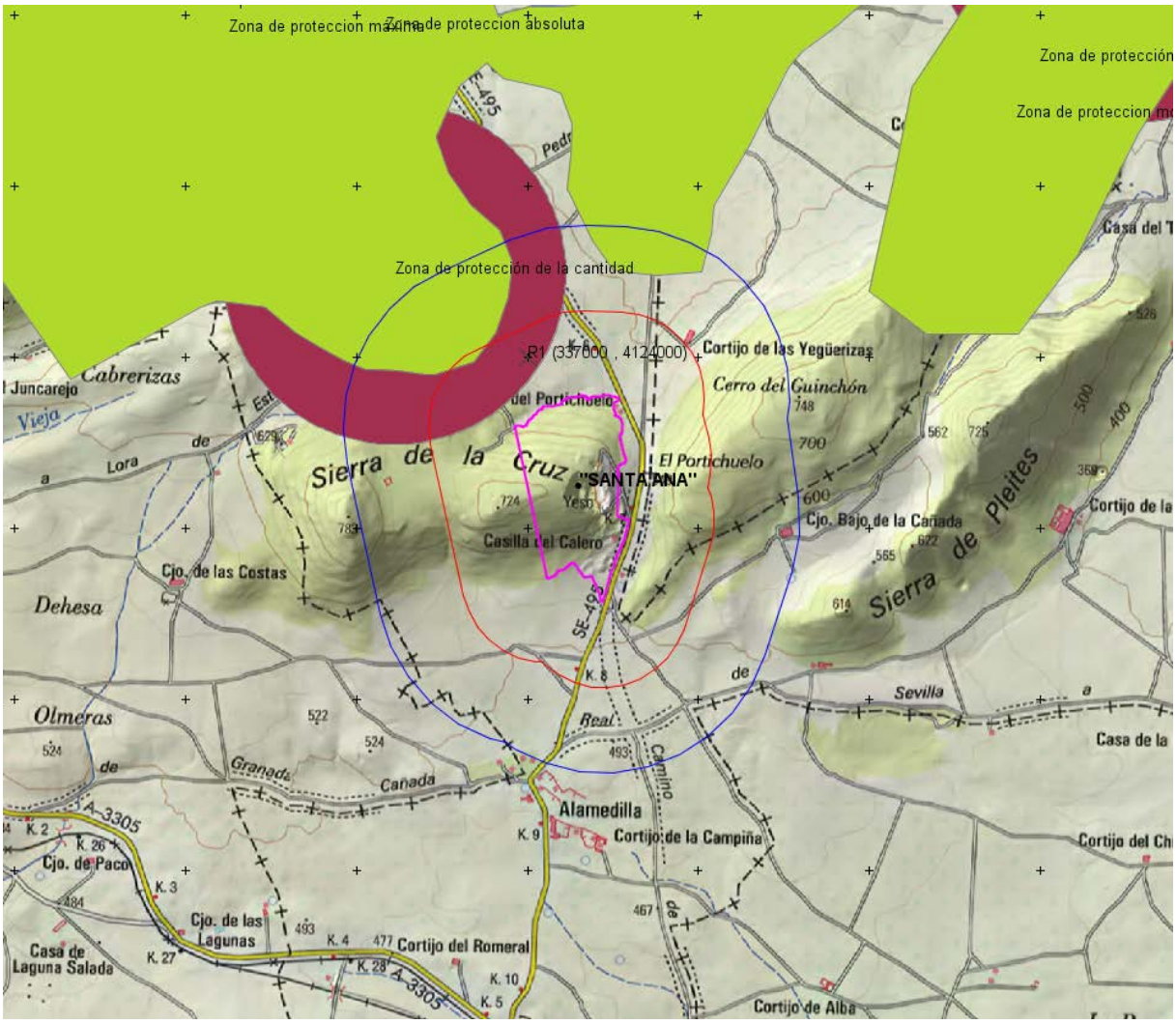


Figura 36.- Situación de la explotación respecto de perímetros de protección de captaciones para abastecimiento (Retícula 1k).

Como vemos en la anterior figura, dentro del perímetro de 500 metros, debido a la proximidad de la captación “Los Canterones”, nos encontramos con una zona de protección de la cantidad, que no de la calidad de las aguas, por lo que la actividad no inferirá en la composición de dichas aguas.

1.2.2.4.- Piezometría.

1.2.2.4.1.- Piezometría General.

Para definir la de manera general la piezometría de la zona se van a utilizar los datos proporcionados por la Red de Calidad de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y los sondeos declarados de cuyo vaso se tiene conocimiento regular.

RED CALIDAD CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR.

Figura 37.- Red de Calidad de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, sobre MTN. Retícula 1k.

SONDEOS DECLARADOS.

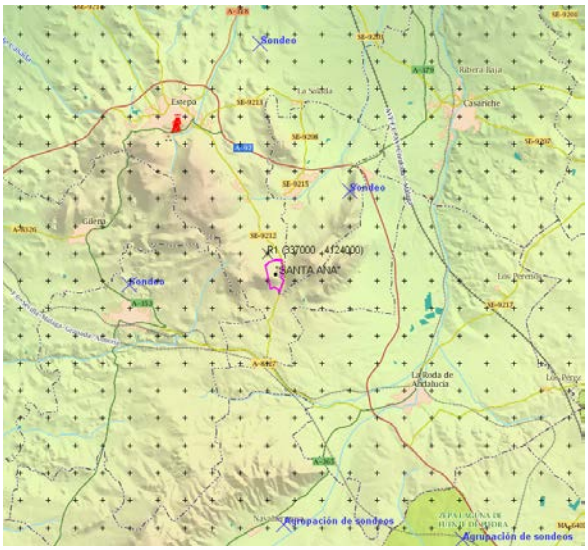


Figura 38.- Sondeos declarados de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, sobre MTN. Retícula 1k.

De los datos anteriores y los de las memorias de la Administración Hidráulica se obtienen las isopiezas de la profundidad de los acuíferos subterráneos de la zona de explotación.

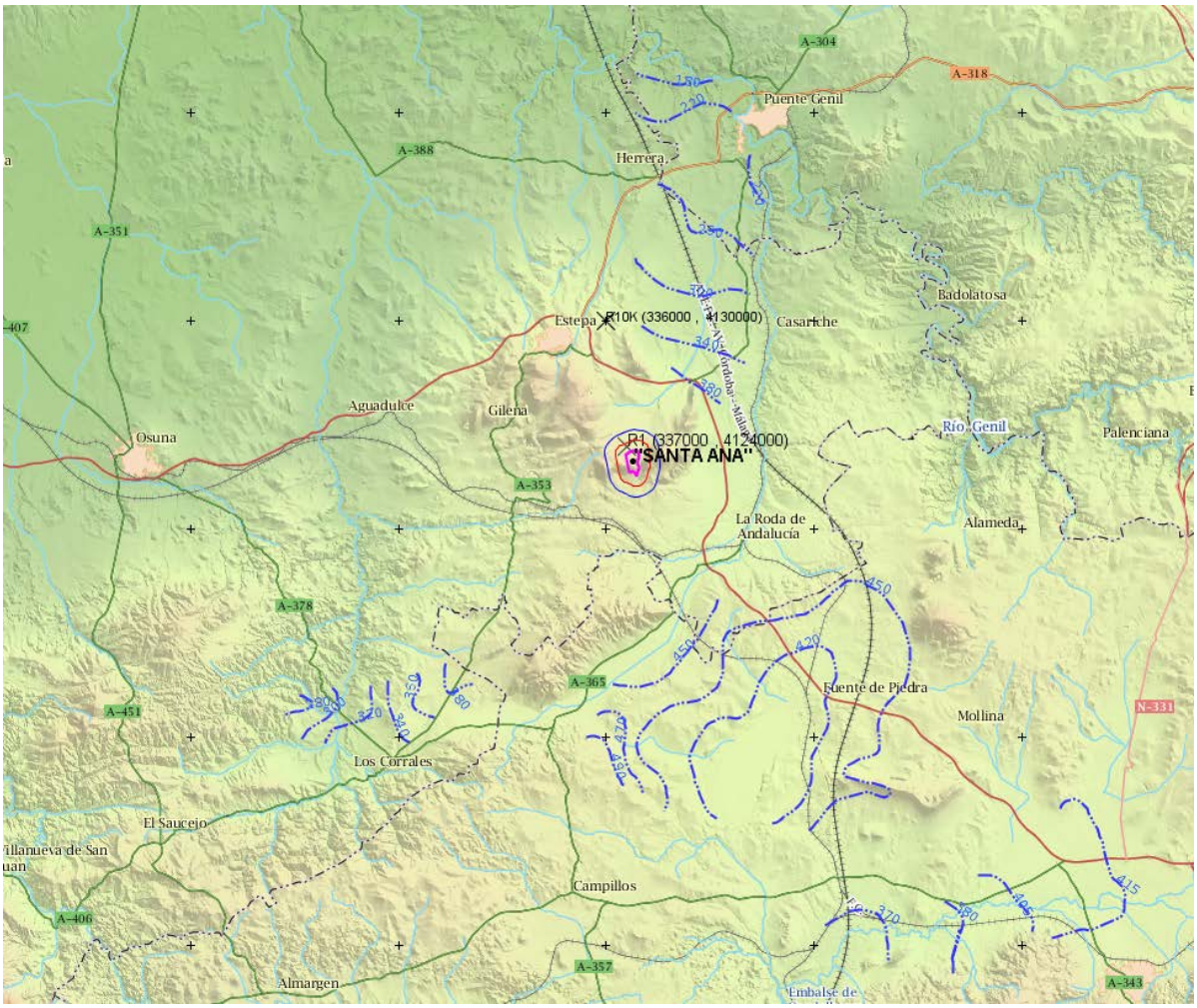


Figura 39.- Isopiezas, sobre MTN. Retícula 10k.

Teniendo que en cuenta que la explotación se encuentra en el borde Sur de la Cuenca del Guadalquivir, muy próxima a la Cuenca del Sur, y debido a la elevación de los terrenos donde se ubica “Santa Ana”, se observa que conforme nos alejamos tanto hacia el norte como hacia el sur, el nivel de agua subterránea sube, por lo tanto podemos decir que su aporte de agua está dividido recibiendo agua residual de ambas cuencas.

1.2.2.4.2.- Acuífero de la unidad geológica de Sierra de Becerrero.

Según diferentes estudios realizados en la zona, los niveles piezométricos, de los materiales jurásicos de la unidad geológica de Becerrero están sobre los 478 metros sobre el nivel del mar. La evolución temporal de estos acuíferos suele ser muy homogénea, indicando una buena conexión hidráulica en la práctica totalidad de la unidad geológica.

El acuífero de la Sierra de Becerrero lo forma un domo anticlinal compuesto por 26,2 km^2 de afloramientos jurásicos permeables, con una

potencia aproximada de 400 metros. El sustrato impermeable está constituido por materiales del Trías en facies germano-andaluza y en algunas zonas por materiales del Cretácico inferior. Se suponen todos los bordes cerrados.

Las surgencias más importantes están situadas en los bordes de los relieves de la sierra, concretamente en los márgenes sur y sudeste, a cotas comprendidas entre 466 y 467 metros. Estos manantiales son el Ojo de Gilena (ref. 1541/4/0021), Ojo de Pedrera (ref. 1541/8/0004) y Fuente Santiago (ref. 1641/1/0001).

Las distintas lecturas piezométricas indican que la cota del nivel piezométrico oscila entre los 10 y 12 metros por encima de la cota de drenaje de los materiales, siempre refiriéndonos a periodos de lluvia. Debido a la intensa explotación de las aguas subterráneas realizadas en esta zona junto a los amplios periodos de sequías existentes, ocasionan grandes descensos del nivel piezométrico (30 metros aproximadamente), por lo que producen el agotamiento de los manantiales de la zona.

La alimentación de toda esta unidad hidrogeológica se realiza exclusivamente por la infiltración del agua procedente de la lluvia, no superando las fluctuaciones del nivel piezométrico los 10 metros (con precipitaciones superiores a la media). Lo que realmente influye en las variaciones de la superficie piezométrica son los bombeos realizados, para el abastecimiento humano.

Como se ha comentado anteriormente el domo que forma el acuífero de la Sierra de Becerrero está constituido por materiales carbonáticos (calizas y dolomías), que afloran en una superficie de 26,2 km^2. Se encuentra limitado por materiales del Trías en facies germano-andaluza y en algunas zonas por materiales del Cretácico inferior. Este domo anticlinal tiene vergencia hacia el norte, con buzamientos suaves al sur y más pronunciados al norte. Esta estructura se ve afectada por pliegues, que dan lugar a una estructura comentada en apartados anteriores, denominada estructura de “capa de huevos”.

Para conocer la disposición de las materiales de la Sierra de Becerrero en profundidad, se ha utilizado la columna estratigráfica realizada por Cruz-Sanjulián (1974) representada en la Figura que se acompaña a continuación, donde además se expone información sobre el comportamiento hidrogeológico de los materiales. En ella se puede ver la posición de la formación Camarena, constituida por calizas oolíticas y

dolomías (muy permeables) con un espesor aproximado de 350 metros, limitada por materiales impermeables. A muro se puede observar la existencia de arcillas, yesos y areniscas (Trías), mientras que a techo aparecen unas calizas nodulosas de unos 50 m de espesor y justo encima unas margas y margocalizas grises (Cretácico inferior), con un espesor aproximado de 700 m y donde quedan incluidas la formación carretero, las “capas rojas” y los materiales del Eoceno al Burdigaliense.

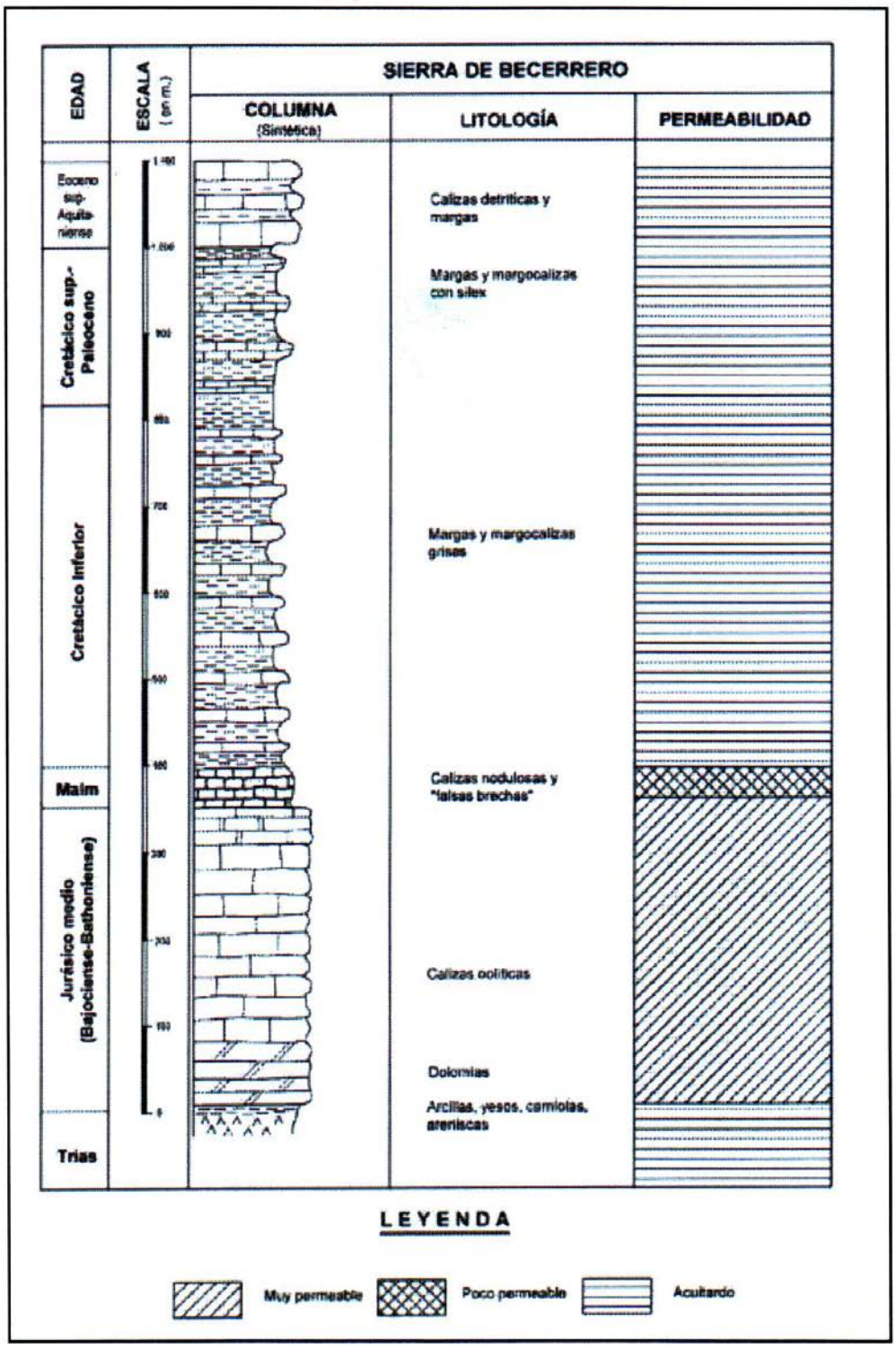


Figura 40.- Columna estratigráfica de la Sierra de Becerrero (Cruz-Sanjulián, 1.974)

La morfología de la zona corresponde a una serie de antiformes y sinclinales, lo que implicando estructuras de esfuerzos que provocan acortamientos y alargamientos de los materiales, con sus correspondientes fracturas (fallas inversas y normales), lo cual representa estructuras complejas.

1.2.2.4.2.1.- Niveles piezométricos de la Sierra de Becerrero.

Cabe desatar según los estudios realizados en la zona con sus concernientes medidas de los niveles piezométricos, correspondientes a la Sierra de Estepa, los importantes periodos de tiempo en los que estos niveles en los acuíferos están por debajo de la cota de surgencia de los manantiales. El funcionamiento de este acuífero está claramente influenciado por las extracciones que se producen en la zona.

Las principales zonas de bombeo se encuentran en las cercanías de los manantiales que drenaban aguas subterráneas de este acuífero en condiciones de régimen no influenciado. Perforaciones de la zona:

- **Manantial del Ojo de pedrera**; con las numeraciones 1541/8/0004, 1541/8/0044 y el sondeo de Matagallar (1541/8/0040), que abastecen a Pedrera y Aguadulce.
- **El manantial de la Fuente de Santiago**; regulado por los sondeos de abastecimiento de Estepa (1541/1/0001 y 1641/1/0036).
- **Manantial del Ojo de Gilena**; regulado por el sondeo de abastecimiento de Gilena (1541/4/0024).

Actualmente las cotas más bajas de los niveles piezométricos del acuífero de Becerrero, se encuentran en estos tres sectores.

La recarga fundamental que recibe este acuífero de la Sierra de Becerrero se produce la infiltración del agua de lluvia, por lo que parece factible pensar que tanto en los periodos de lluvias como en las épocas de sequía, se producirán grandes oscilaciones en los niveles piezométricos. Dado que la zona suele padecer largos periodos secos, que suelen ser seguidos por periodos menores de lluvia más o menos intensas, estas variaciones se acentúan aún más. Según estudios realizados, cuando la lluvia caída en meses consecutivos son inferiores a la media, los niveles piezométricos descienden, mientras que si estos periodos son mayores a la media, los niveles ascienden.

Por otro lado y como se ha comentado anteriormente, debido al aumento de las explotaciones de la zona, se produce un agravamiento de los descensos en los periodos de sequía y las recuperaciones producidas en las épocas de lluvia. Durante los periodos de sequía, la explotación, se alimenta de las reservas del acuífero, produciendo el descenso de los

niveles piezométricos. En los periodos húmedos estos niveles piezométricos se recuperan con más o menos cierta facilidad.

La historia de la sobreexplotación de este acuífero de la Sierra de Becerrero, comienza a ser palpable al principio de los años setenta. Del pozo existente en el Ojo de Pedrera (1541/4/0004) se abastecían las poblaciones de Osuna, Aguadulce y Pedrera. En el año 1976, se incrementan las extracciones en la Fuente de Santiago, por la ejecución de un sondeo al lado del pozo que regulaba el manantial. En 1980, el sondeo de Matagallar (1541/8/0040), se añadía al caudal extraído del pozo del Ojo de Pedrera. Por estas acciones se produjo una respuesta del acuífero, en forma de bajada de la superficie piezométrica y por consiguiente la reducción de los caudales de los principales manantiales (Ojo de Gilena, Ojo de Pedrera y Fuente de Santiago), agotándose poco tiempo después. Con el tiempo se consiguió un "equilibrio hidrodinámico" del acuífero, hasta que en la primera mitad de los años noventa se produjo una época de sequía, unido a la explotación, produjo una caída de los niveles entre 15 y 25 m.

Entre 1996 y 1997, se produjo una recuperación notable de los niveles piezométricos que produjo de nuevo la surgencia de los principales manantiales.

Esto se produjo sobre todo a la parición e un periodo de lluvias y dejar de suministrarse aguas a la población de Osuna (en 1996).

A partir de la segunda mitad de los años noventa, volvió a aumentar la explotación del acuífero de Becerrero, sobre todo los sondeos de Pedrera, Aguadulce y Estepa.

En el año 2006, el ritmo de extracción se acercó mucho a la realizada en la primera mitad de los años noventa. Actualmente el ritmo de explotación sigue, provocando descensos en el nivel que se acumulan en los periodos de sequía.

1.2.2.4.3.- Niveles piezométricos en la zona de estudio.

Para observar la evolución de los niveles piezométricos en la zona que comprende este estudio se van a tener en cuenta fundamentalmente los registros obtenidos en cuatro puntos localizados en la Sierra de Becerrero a la altura de Pedrera y Estepa:

- **Punto 1541/8/0044 (sondeo)**; situado a una cota de 470,84 m s.n.m., con una profundidad de 175 metros, su uso casi exclusivo es para el abastecimiento del núcleo urbano. Las coordenadas UTM son 332.156 y 4.122.235. Registros desde el año 1990.
- **Punto 1541/8/0004 "Ojo de Pedrera" (sondeo)**; situado a una cota de 465,00 m s.n.m., con una profundidad de 80 metros, sin uso actualmente. Las coordenadas UTM son 332.242 y 4.122.246. Registros desde el año 1970.
- **Punto 1541/8/0046 (piezómetro)**; situado a una cota de 501,23 m s.n.m., con una profundidad de 300 metros, sin uso actualmente. Las coordenadas UTM son 332.435 y 4.122.943. Registros desde el año 2.000.
- **Punto 1541/8/0012 (sondeo)**; situado a una cota de 479,16 m s.n.m., con una profundidad de 101 metros, de uso desconocido. Las coordenadas UTM son 331.847 y 4.122.734. Registros desde el año 1970.

En los registros se observa una evolución de los niveles piezométricos muy parecidos en los dos puntos de mayor antigüedad (004 y 012), con una oscilación de dichos niveles en mayor o menor medida hasta llegar a la primera mitad de los años noventa, donde se produce una bajada pronunciada de los mismos (entre 20 y 25 m), debido en primer lugar a un periodo largo de sequía y segundo lugar a una importante explotación del acuífero. A partir del año 1996, se produce una recuperación de los niveles hasta llegar a las cotas anteriores, produciendo incluso que volvieran a surgir los principales manantiales. Esta subida se debió sobre todo, a la notable disminución de las extracciones (dejó de suministrarse agua a la población de Osuna) y un periodo de lluvias.

En el transcurso de este inicio de siglo, la evolución de las superficies piezométricas en estos cuatro puntos ha sido también muy parecida, existiendo pequeñas oscilaciones en los primeros años hasta alcanzar el año 2006, donde se produjo un incremento de la explotación y como consecuencia un descenso brusco de los niveles, hasta alcanzar las cotas actuales (entre los 440 y 445 m s.n.m.).

Listado de la red de control 01-10-07 a 30-09-08 Hoja 1

Unidad hidrogeológica: 05.43 (Sierra de Estepa)

PUNTO: 154180044 S. Acuífero: EA- Prov., Muni.: 41, 72
Naturaleza: Sondeo Prof.: 175.00 m Uso agua: Ab.nú.urb.
Coordenadas UTM: 332156 : 4122235 : 30S Cota: 470.84

NIVELES PIEZOMETRICOS

	Oct-07	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08
Dia		06	18	30	28	28
Nivel/Caud.		24.42	25.36	25.65	26.80	28.30
Cota Nivel		446.42	445.48	445.19	444.04	442.54
N/Q Surg.		N Q	N Q	N Q	N Q	N Q
Du.B. T.D.B		- -	- -	- -	- -	- -
Nivel infe.						
Cota infer.						

	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08
Dia	22	26				
Nivel/Caud.	25.70	25.20				
Cota Nivel	445.14	445.64				
N/Q Surg.	N Q	N Q				
Du.B. T.D.B	- -	- -				
Nivel infe.						
Cota infer.						

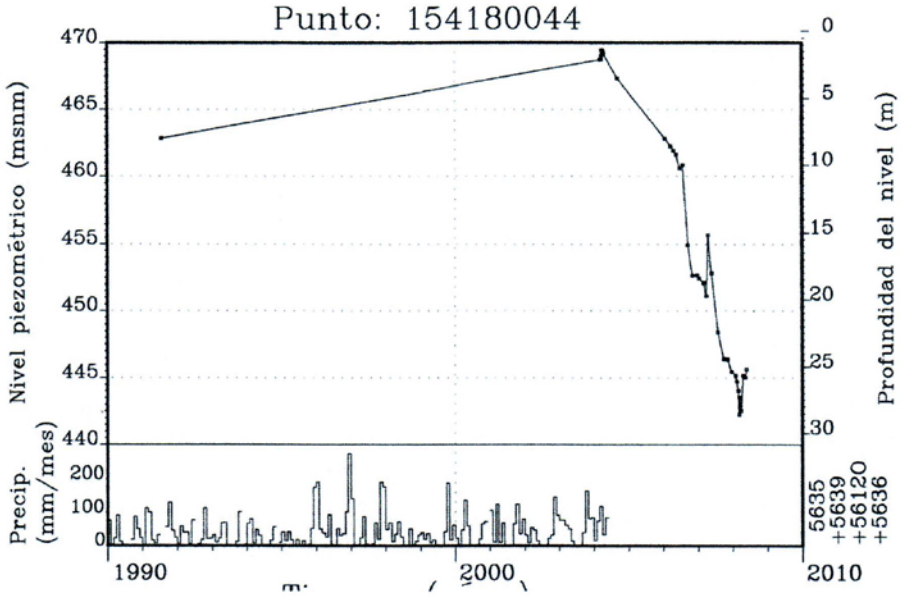


Figura 41.- Piezometría del punto **1541/8/0044.**

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras. Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

Listado de la red de control 01-10-07 a 30-09-08 Hoja 1

Unidad hidrogeológica: 05.43 (Sierra de Estepa)

PUNTO: 154180004 S. Acuífero: EA- Prov., Muni.: 41, 72
Naturaleza: Sondeo Prof.: 80.00 m Uso agua: No se usa
Coordenadas UTM: 332242 : 4122246 : 30S Cota: 465.00

NIVELES PIEZOMETRICOS

	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07
Dia	01	01	01	01	01	01
Nivel/Caud.	19.22	18.80	19.64	19.60	18.00	18.25
Cota Nivel	445.78	446.20	445.36	445.40	447.00	446.75
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Nivel infe.						
Cota infer.						

	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07
Dia	01	01	01	01	01	01
Nivel/Caud.	21.02	23.30	24.40	23.80	23.98	24.01
Cota Nivel	443.98	441.70	440.60	441.20	441.02	440.99
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Nivel infe.						
Cota infer.						

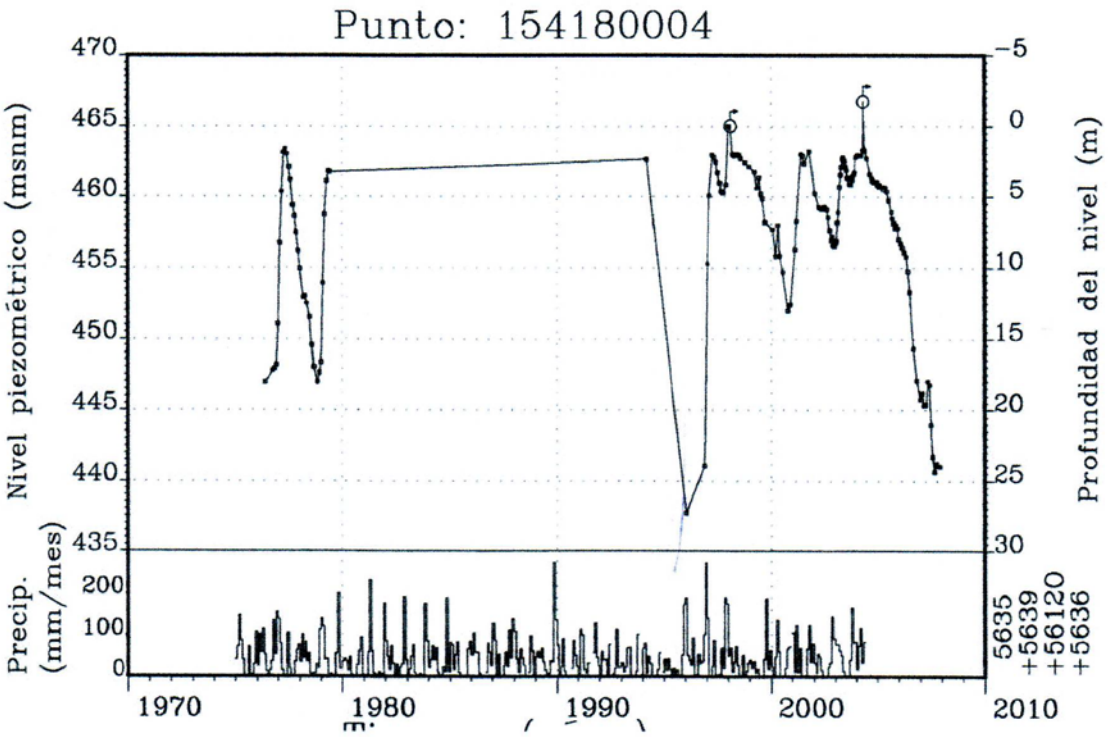


Figura 42.- Piezometría del punto 1541/8/0004.

Listado de la red de control 01-10-07 a 30-09-08 Hoja 1

Unidad hidrogeológica: 05.43 (Sierra de Estepa)

PUNTO: 154180046 S. Acuífero: EA- Prov., Muni.: 41, 72
Naturaleza: Piezómet. Prof.: 300.00 m Uso agua: No se usa
Coordenadas UTM: 332435 : 4122943 : 30S Cota: 501.23

NIVELES PIEZOMETRICOS

	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jul-07	Sep-07
Dia	26	27	19	23	27	26
Nivel/Caud.	48.71	49.64	49.88	47.84	51.70	54.33
Cota Nivel	452.52	451.59	451.35	453.39	449.53	446.90
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Nivel infe.						
Cota infer.						

	Nov-07	Dic-07	Dic-07	Ene-08	Abr-08	May-08
Dia	06	18	21	30	18	26
Nivel/Caud.	54.36	116.30	55.24	55.51	55.87	55.54
Cota Nivel	446.87	384.93	445.99	445.72	445.36	445.69
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	- -	- A	- -	- -	- -	- -
Nivel infe.						
Cota infer.						

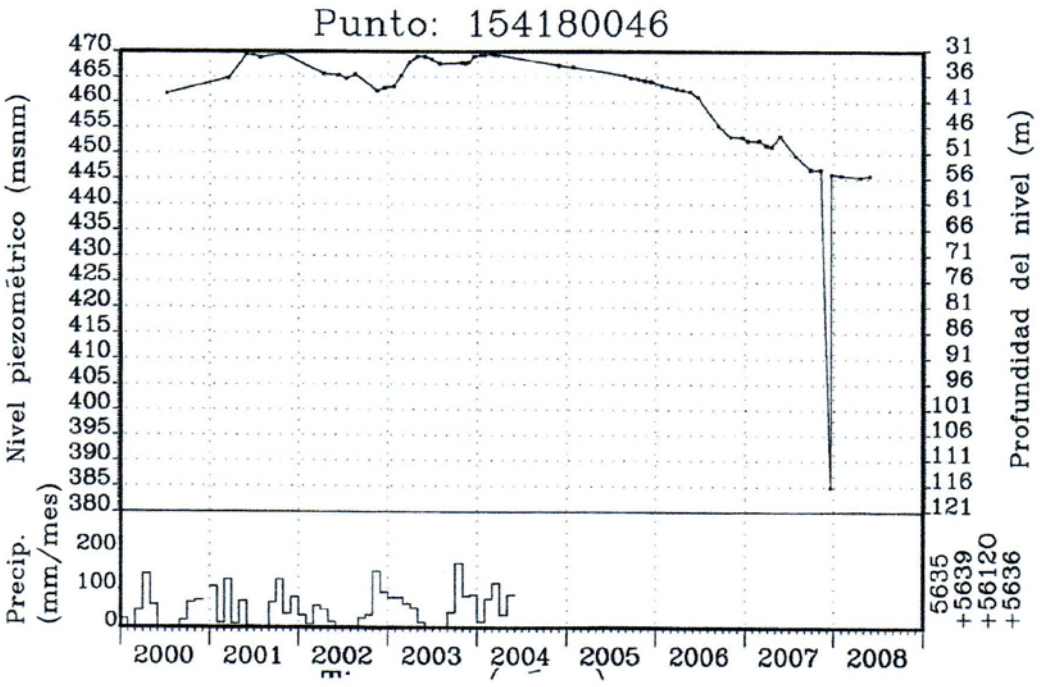


Figura 43.- Piezometría del punto 1541/8/0046.

Listado de la red de control 01-10-07 a 30-09-08 Hoja 1

Unidad hidrogeológica: 05.43 (Sierra de Estepa)

PUNTO: 154180012 S. Acuífero: EA- Prov., Muni.: 41, 72
Naturaleza: Sondeo Prof.: 101.00 m Uso agua: Desconoci.
Coordenadas UTM: 331847 : 4122734 : 30S Cota: 479.16

NIVELES PIEZOMETRICOS

	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jul-07
Dia	12	26	27	19	22	27
Nivel/Caud.	27.42	27.28	28.20	28.50	26.98	30.49
Cota Nivel	451.74	451.88	450.96	450.66	452.18	448.67
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	– –	– –	– –	– –	– –	– –
Nivel infe.						
Cota infer.						

	Sep-07	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Abr-08	May-08
Dia	26	06	18	30	18	26
Nivel/Caud.	34.06	33.78	34.76	35.47	35.95	35.28
Cota Nivel	445.10	445.38	444.40	443.69	443.21	443.88
N/Q Surg.	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0
Du.B. T.D.B	– –	– –	– –	– –	– –	– –
Nivel infe.						
Cota infer.						

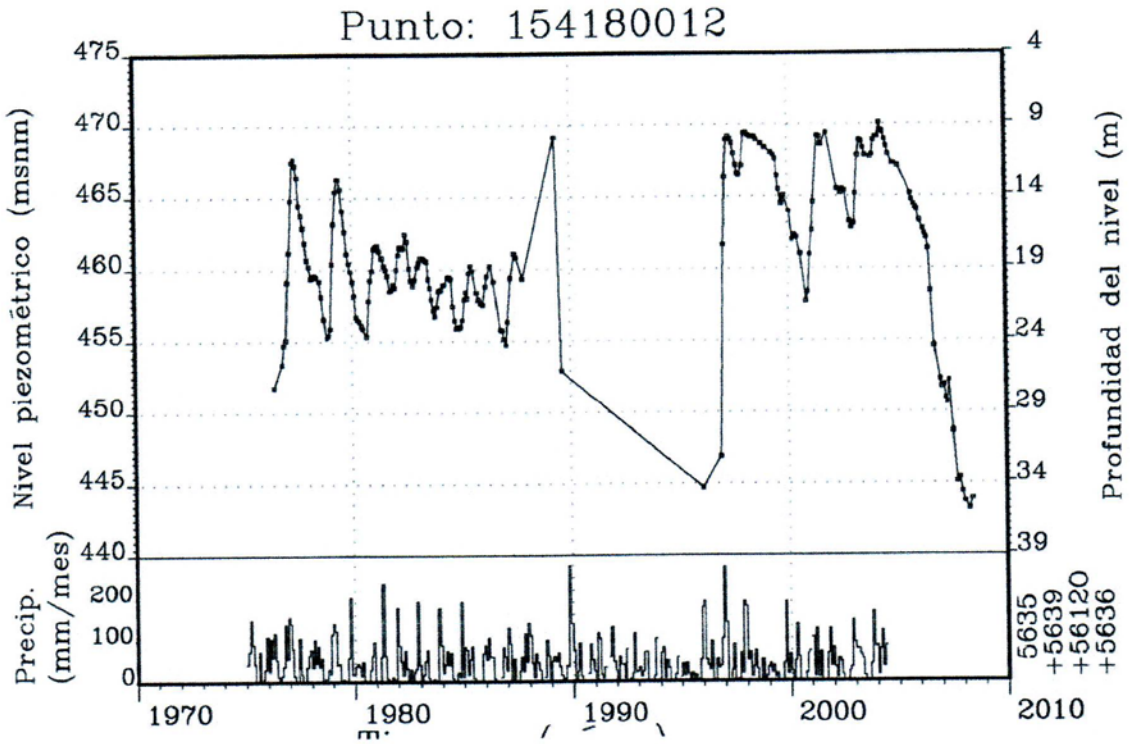


Figura 44.- Piezometría del punto 1541/8/0012.

1.2.2.5.- Cuadro de afecciones a las aguas subterráneas.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

CUADRO DE AFECCIONES DE LA EXPLOTACIÓN A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

AGUA SUBTERRÁNEA	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Zonas sobreexplotadas	NO	>80.000
Zonas vulnerables a la contaminación de los acuíferos subterráneos	SI	0
Captaciones subterráneas para abastecimiento humano	NO	>1.131
Perímetros de captaciones para abastecimiento humano	NO	>200
Piezometría	NO	>100 (z)

Cuadro 7.- Resumen de afecciones a las aguas subterráneas.

No obstante se encuentra en una zona vulnerable a la contaminación de acuíferos subterráneos, hay que recordar que como se deduce de la piezometría la cota de explotación está más de 100 metros por encima del nivel freático por lo que es imposible su contaminación.

Como vemos también se sitúa cerca de una zona de perímetro de captación para abastecimiento humano, pero no de su calidad sino de su cantidad.

1.2.3.- Hidrología.

El predominio de materiales permeables determina la ausencia de lagunas y zonas endorreicas.

Las aguas de escorrentía discurren superficialmente drenándoles dos pequeñas cuencas correspondientes a los arroyos de Pedrera y de Carnero con nacimiento el primero en la Sierra de Becerrero y el segundo en la de los Caballos; ambos arroyos son tributarios del río Blanco al que desembocan ya en el término de Osuna y que a su vez, vierte al Genil, después de discurrir por las campiñas.

La dirección general del relieve es este-Oeste, siendo ésta la de las aguas por escorrentía, buscando el curso fluvial de las subcuenca del río Blanco, que constituye la línea más deprimida del terreno.

El arroyo de Pedrera nace en la Sierra Becerrero, discurre dirección Este –Oeste hasta desembocar en el Río Blanco. Presenta más de 10 km de longitud y un cauce que se seca en periodo estival. Su ribera se encuentra muy deteriorada, con escasa vegetación (ausencia de vegetación arbórea).

Localizado al sur, se encuentra el arroyo Carnerero, que desemboca ya en el término de Osuna en el rio Blanco.

En segundo orden encontramos el arroyo Madre Vieja, que solo pasa por un sector del término municipal de Estepa.

La característica común a estos arroyos es el marcado índice de estacionalidad, con un acentuado estiaje en verano, y los altos niveles de salinización de sus aguas, debido principalmente a la presencia de materiales yesíferos en el sustrato por el que discurren. Lo reducido de la cuenca de estos arroyos y su carácter meramente estacional imposibilitan el uso de sus aguas, tanto para el consumo humano como para el riego.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

Los procesos de degradación de las cuencas de los cauces, se refleja en procesos como el lento pero progresivo deterioro de la calidad de sus aguas, con niveles cada vez más altos de salinización, así como un apreciable deterioro ecológico de sus márgenes.

Con respecto a la contaminación debida a las actividades económicas, la agricultura es la actividad económica principal de la zona, estando la industria en una situación emergente. En la actividad industrial cabe destacar la explotación de canteras calizas.

Los Xerorents y Xerorrendsinas se entremezclan con tierras negras y suelos rojos, ocupando los terrenos de mayor elevación, en general en pendientes. Sometidos a cultivo desde la antigüedad, el horizonte humus no existe o está muy mezclado con los horizontes inferiores a causa de las labores.

Los diversos suelos identificables se han agrupado en unidades edáficas, reuniendo cada una de ellas una asociación típica y reconocible, que responde a uno o varios factores condicionantes, generalmente alguna característica del sustrato litológico. Dentro de la misma unidad o asociación, los suelos se suceden según se presenten otros factores como pendiente y erosión.

De este modo, las asociaciones presentes en el área de estudio son, como veremos en el epígrafe dedicado a la edafología:

- Regosoles Calcáreos, Cambisoles Cálcicos con inclusiones de Litosoles, Fluvisoles Calcáreos y Rendsinas: Esta asociación se encuentra presente al Sur de Estepa, constituyen las típicas “Albarizas” de los extensos olivares.

- Son de reacción alcalina, por el alto contenido en carbonato cálcico (30-70%) con valores asimismo elevados en caliza activa y bajos en nitrógeno y materia orgánica (alrededor del 2%), aunque este es el valor de equilibrio en terrenos calcáreos de cultivo de Andalucía.
- Consecuencia de su naturaleza calcárea y de las condiciones climáticas, es la rapidez con la que se alcanza el equilibrio de mineralización del complejo humus-arcilla, que se traduce en una importante economía de suministro en abonos orgánicos.
- Muestran textura arcillosa o arcillo-limosa capacidad de cambio relativamente alta en casi todos los horizontes. Sus arcillas son de tipo esmecítico, illítico y caolinítico en menor proporción.
- Se presentan en un intervalo de altitud de 50-900m. en relieves acolinados sobre margas y margocalizas terciarias. El suelo dominante de esta asociación es el Regosol Calcáreo.
- Las principales limitaciones de esta asociación son las veces excesivas calizas activas y el peligro de erosión en cerros de acusada pendiente.

- Vertisoles Pélicos, Vertisoles Crómicos: sólo se encuentra pequeñas muestras en Pedrera.
  - Los Vertisoles son los suelos oscuros y pardo-oscuros (perfil AC o ABC), con arcilla expandible. Son bien conocidos por sus favorables condiciones agrícolas con el nombre de “Tierras Negras Andaluzas” o “bujeos”.
  - Representan los suelos con mayor valor agrológico. Presentan escasa-nula vegetación natural por el laboreo intensivo secular. Favorables para la agricultura mecanizada, con cultivos de cereales, tanto en régimen de secano como de regadío.
  - El relieve acolinado induce con facilidad la erosión hídrica en surcos si se deforesta y laborea en exceso; por otro lado, la naturaleza del material originario favorece también la erosión de los suelos de cumbres y laderas (Regosoles Calcáreos, Cambisoles Cálcicos y Vérticos), coluvios cuya

acumulación en áreas bajas llanas originan Vertisoles, que a veces presentan moderadas características salinas, por lenta disolución de los materiales yesíferos que acompañan.

- El proceso más activo de estos suelos es la movilización de carbonatos, responsable de la presencia de nódulos y otras formaciones calcáreas microcristalinas.
- Son suelos de neta reacción alcalina, texturas finas, contenido en materia orgánica generalmente bajo y alta saturación en bases en el complejo de cambio con predominio de iones Ca++ y Mg++.

Esta asociación se encuentra en un intervalo de latitud de 50 a 300 metros, en relieve acolinado y plano. En estos suelos se localizan pequeños enclaves de vegetación natural con matorral de garriga, acebuches y encinas, así como olivares y cereales en secano.

Las principales limitaciones de estas asociaciones de suelos son el riesgo a la erosión, con fuerte impacto de sequía estival y la existencia de áreas con ligera salinidad.

Las afecciones se refieren a la siguiente legislación Sectorial en materia de Aguas, que establecen que tanto las aguas superficiales como subterráneas son de dominio público:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- 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 19/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Ley 9/2010 de 30 de julio de Aguas de Andalucía.

Las principales afecciones se concretan en que todos los cauces, en su extensión longitudinal, están sujetos a:

- A una zona de servidumbre de 5 metros de anchura de uso público.
- A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

Según esta legislación los cauces naturales son de dominio público, aunque también los hay de propiedad privada, aquellos por los que

ocasionalmente, de forma no permanente, discurren aguas de lluvia, siempre que desde su origen atraviesen sólo fincas privadas (Art. 5). En los epígrafes que continúan vamos a situar la explotación respecto a cauces de aguas continentales.

1.2.3.1.- Régimen hídrico.

El régimen hídrico del municipio es el propio de la región mediterránea de montaña en la que se localizan, marcado por fuertes oscilaciones de caudal interanuales, debido a la irregularidad de las precipitaciones y a un régimen anual con un mínimo estival muy acentuado y un máximo invernal.

La rigurosidad de los estiajes hace que los balances hídricos naturales presenten graves déficit y que los coeficientes de escorrentía se sitúen por debajo de la media peninsular por lo que las aportaciones de los distintos cauces son escasas y se producen bajo un marcado régimen de torrencialidad. El déficit hídrico alcanza seis meses o más, con el problema añadido de la discreta capacidad de retención de los suelos.

ÁMBITO DE CUENCA.

La Autorización de Explotación “Santa Ana” se sitúa al Sur de, aproximadamente, la parte central de la Cuenca del Guadalquivir.

Figura 45.- Demarcación de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir. Situación de la Explotación.

Se enclava dentro de una zona que la Administración Hidráulica califica como de Regulación General.

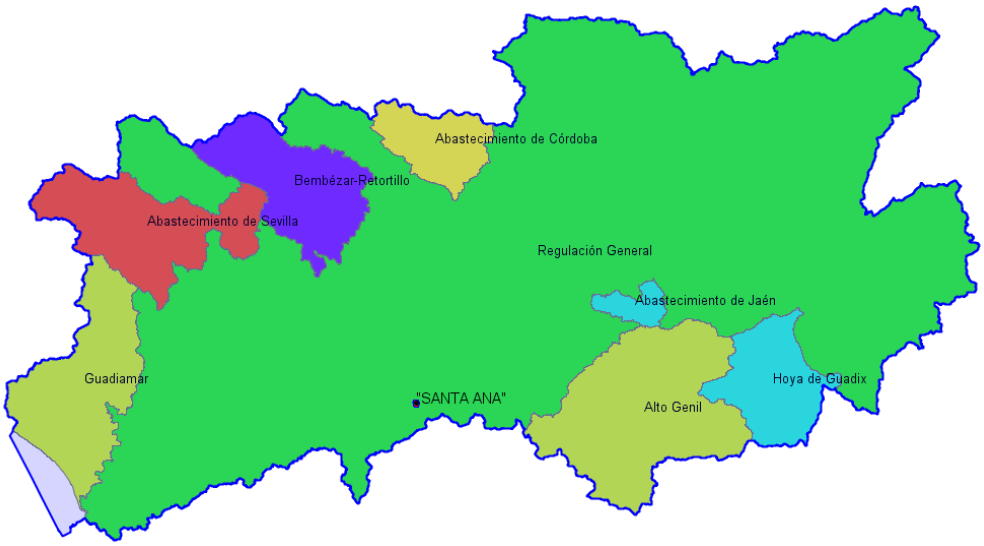


Figura 46.- Tipos de Regulación de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir.

Regulación general: Este Sistema, específico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, está constituido por un conjunto de embalses situados, en su mayor parte, en cabecera cuyos recursos se gestionan de forma global para atender las necesidades de varios sistemas de riego.

Subcuenca Bajo Genil.

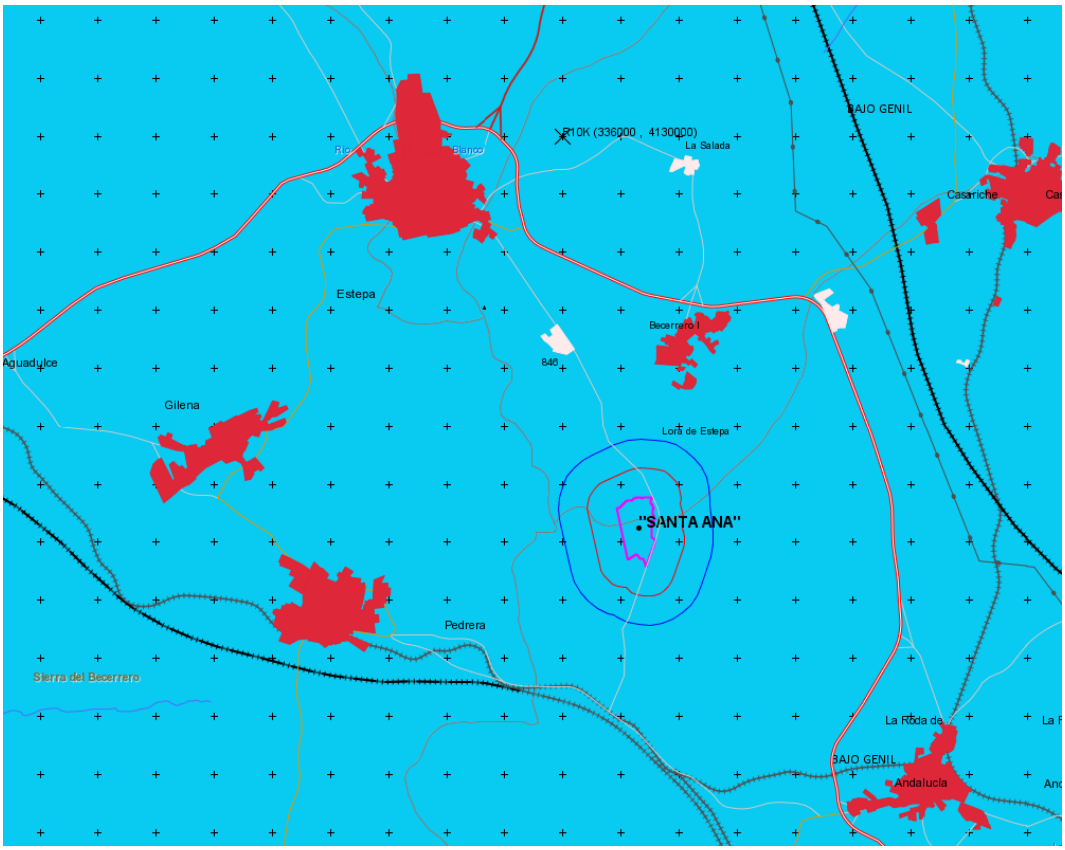


Figura 47.- Subcuenca, sobre MVE 1:400.000 (Edición 2.008). Retícula 10k con punto de referencia.

MASAS DE AGUA.

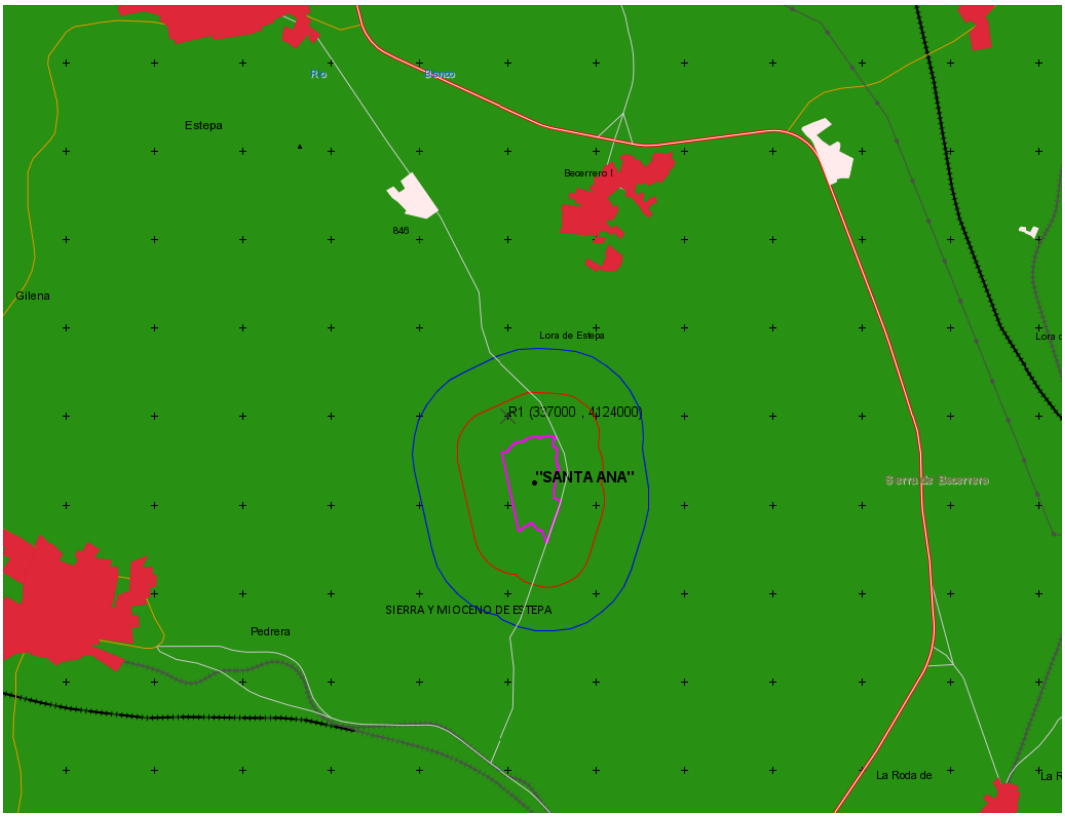


Figura 48.- Masa de Agua, sobre MVE 1:400.000 (Edición 2.008). Retícula 1k con punto de referencia.

Se enclava dentro de la Masa de Agua 05.43: SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA, cuyas características principales son:

- Edad Geológica: Lías-Mioceno.
- Funcionamiento: Libre.
- Textura: Cárstica y Detrítica.
- Litología: Calizas y dolomías, y areniscas, arenas, calizas y margas.

1.2.3.2.- Recursos hídricos superficiales locales.

La explotación se enclava dentro de la Masa de Agua Superficial: Río de las Yeguas.

El Río de las Yeguas nace en la provincia de Ciudad Real para constituirse, posteriormente, en el límite provincial de Jaén y Córdoba. En su cauce está implantado el embalse del Yeguas, destinado a los riegos de la Vega del Guadalquivir.

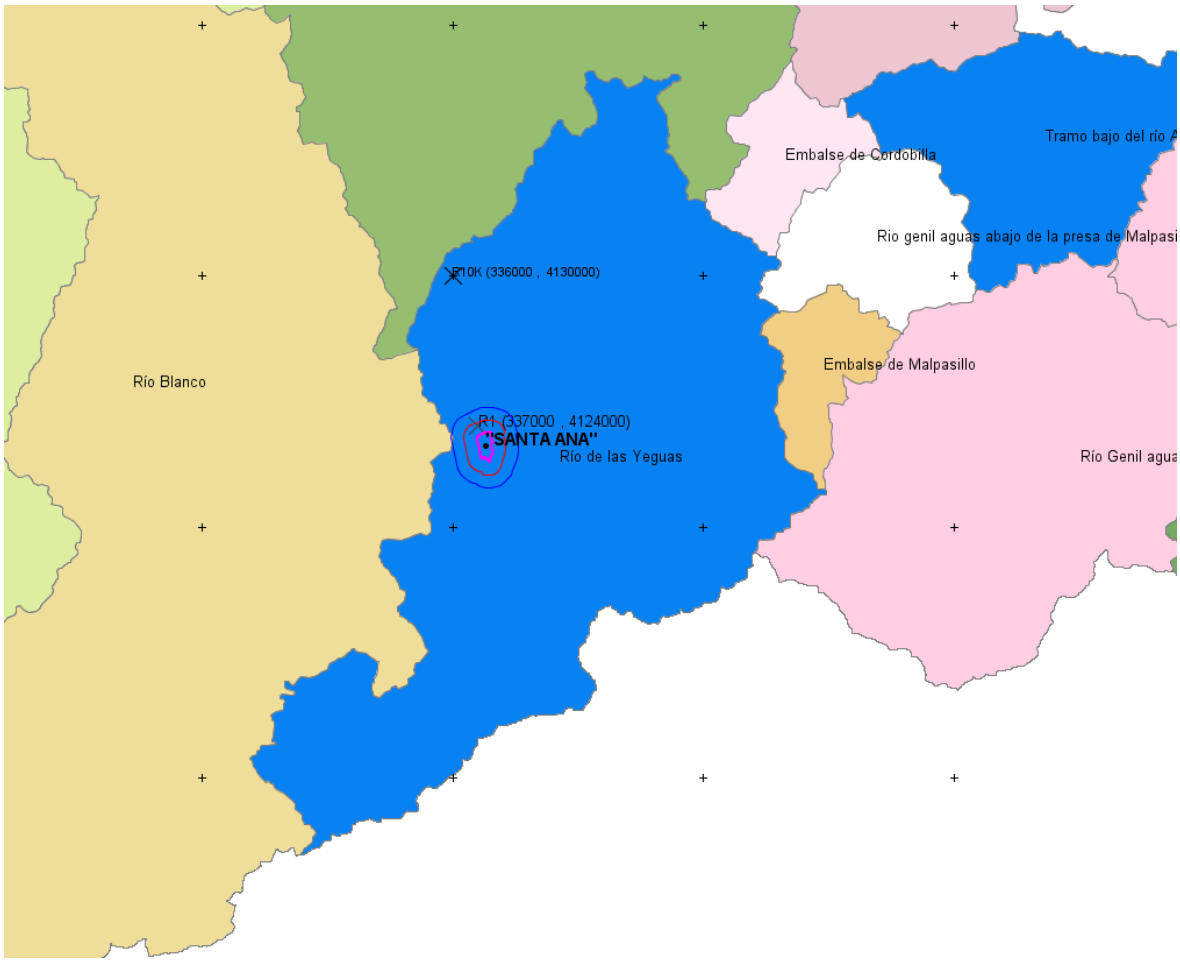


Figura 49.- Distribución de las Masas de Aguas Superficiales (Retícula 10k).

1.2.3.2.1.- Ríos.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a cursos de agua, ríos, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a cursos de agua, ríos, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

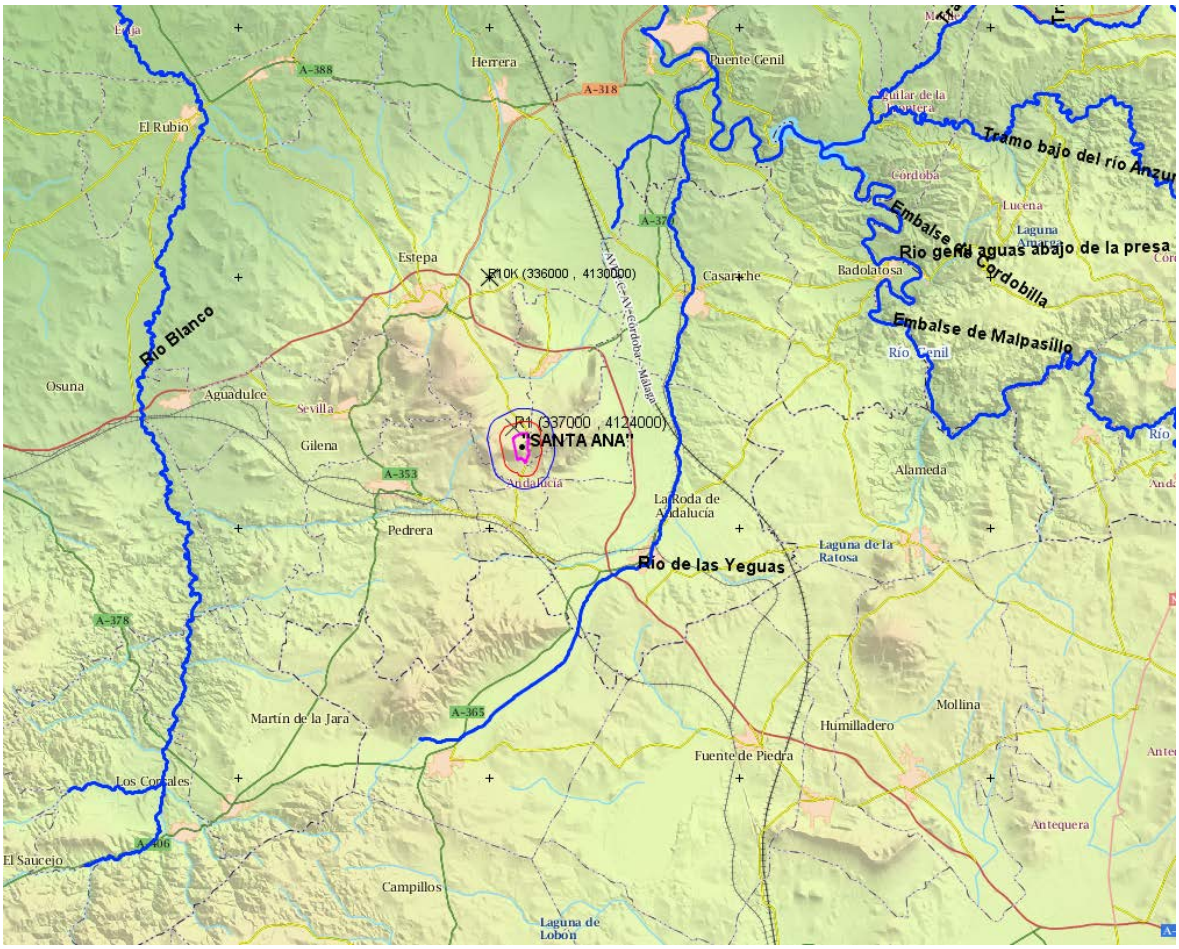


Figura 50.- Situación de la explotación frente a cursos de ríos cercanos (Sobre MTN, retícula 10k)

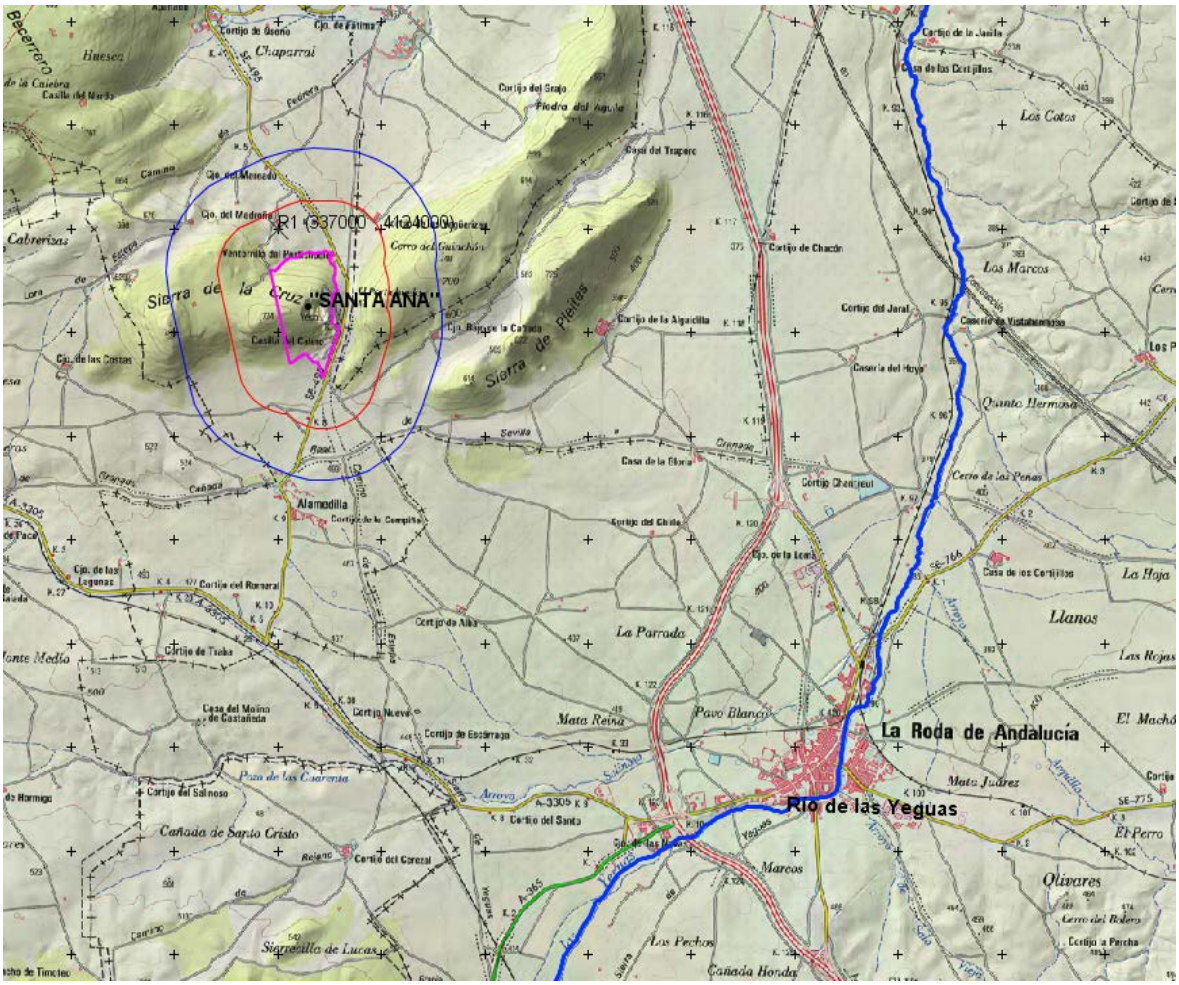


Figura 51.- Ampliación de la situación de la explotación frente a cursos de ríos cercanos (Sobre MTN, retícula 1k)

El río más cercano, aproximadamente a 6 kilómetros al Este, es el Río de las Yeguas.

1.2.3.2.2.- Arroyos.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a cursos de agua, arroyos, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

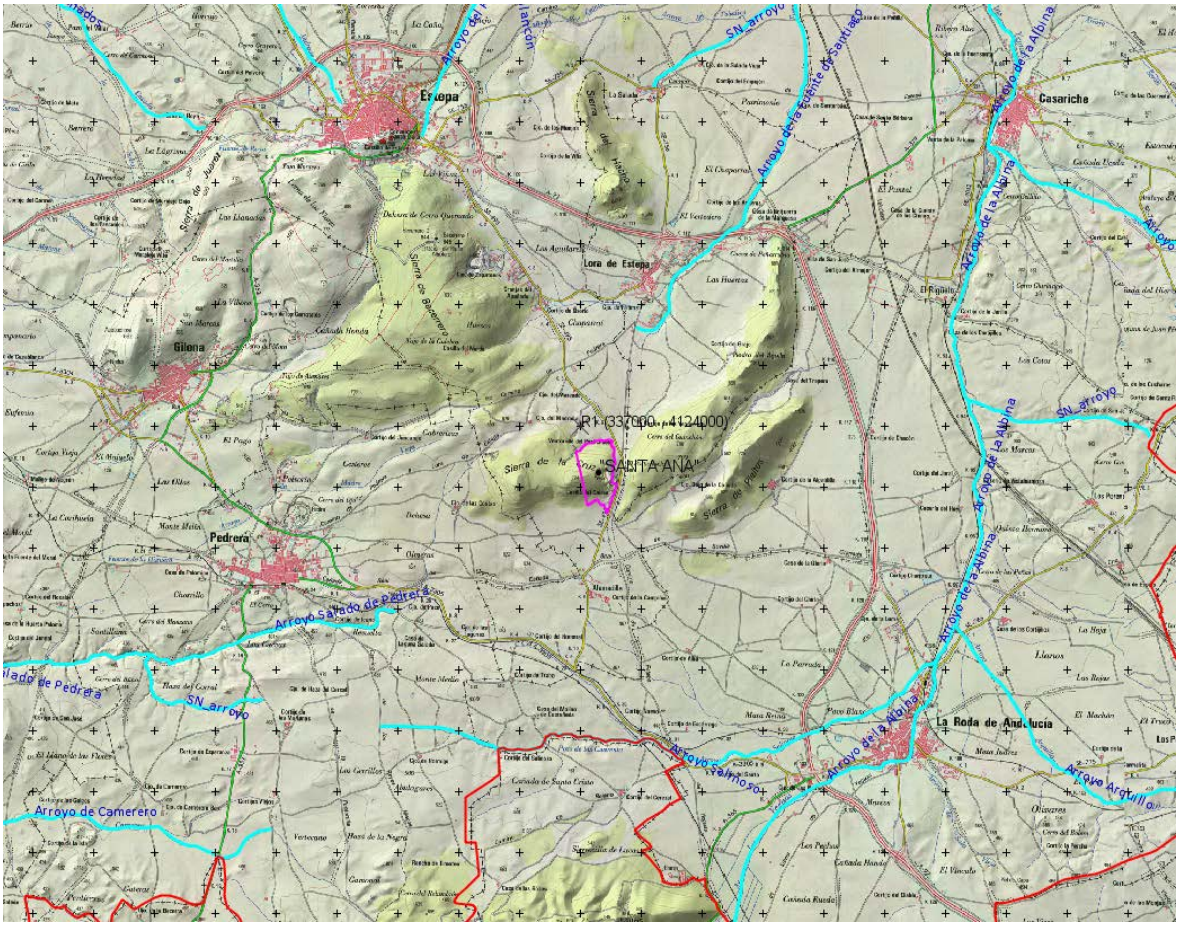


Figura 52.- Situación de la explotación frente a cursos de arroyos cercanos (Sobre MTN, retícula 1k)

La explotación no afecta a arroyo alguno, los más cercanos y fuera de su área de influencia son los siguientes:

- Arroyo Salado de Pedrera, a más de 3.600 metros, hacia el SW.
- Arroyo Salinoso, a más de 3.800 metros, hacia el Sur.
- Arroyo de la Fuente de Santiago, a 2.000 metros, hacia el Norte.

1.2.3.2.3.- Embalses.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a recursos hídricos superficiales para abastecimiento, embalses, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

No afecta a ninguno, tal y como se desprende de la visualización de la siguiente imagen, encontrándose el más cercano, Malpasillo-Jauja, a 13.956,83 metros – 72,13ºNE.

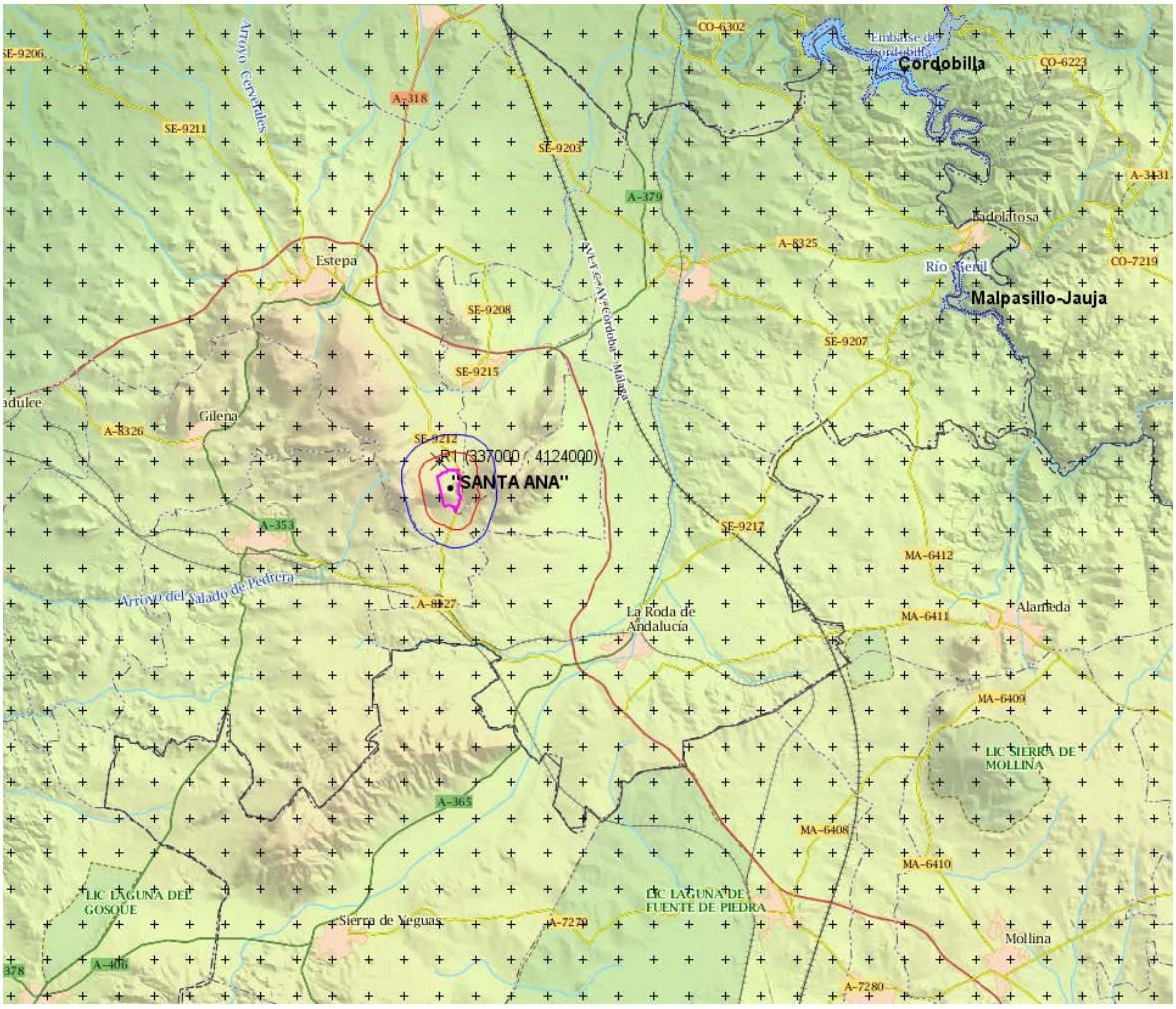


Figura 53.- Situación de la explotación frente a embalses cercanos (Sobre MTN, retícula 1k)

Figura 54.- Ampliación de la situación de la explotación frente a embalses cercanos (Sobre MTN, retícula 1k)

1.2.3.2.4.- Lagos y Lagunas.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a lagos y lagunas que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

No afecta a ninguna, tal y como se desprende de la visualización de la siguiente imagen, encontrándose la más cercana, Laguna del Gosque, a 15.061,03 metros – 220,22º SW.

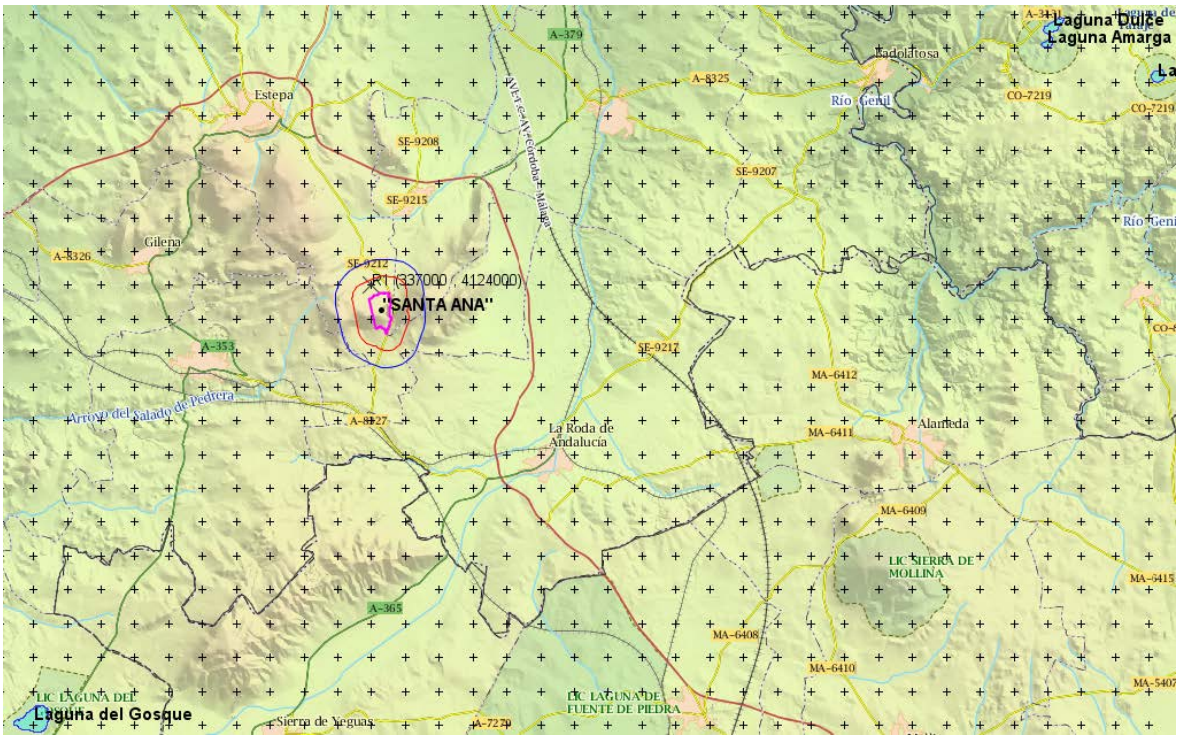


Figura 55.- Situación de la explotación frente lagos o lagunas cercanos (Sobre MTN, retícula 1k)

1.2.3.2.5.- Zonas de baño público.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a aguas superficiales, declaradas de uso público para disfrute del baño, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

Como se desprende de la siguiente figura, la explotación no afecta a zona de recreo alguna destinada al baño, encontrándose el más cercano, Embalse Bermejales Arenas del Rey, a 88.182,93 metros – 108,70º SE, ya en la provincia de Granada.

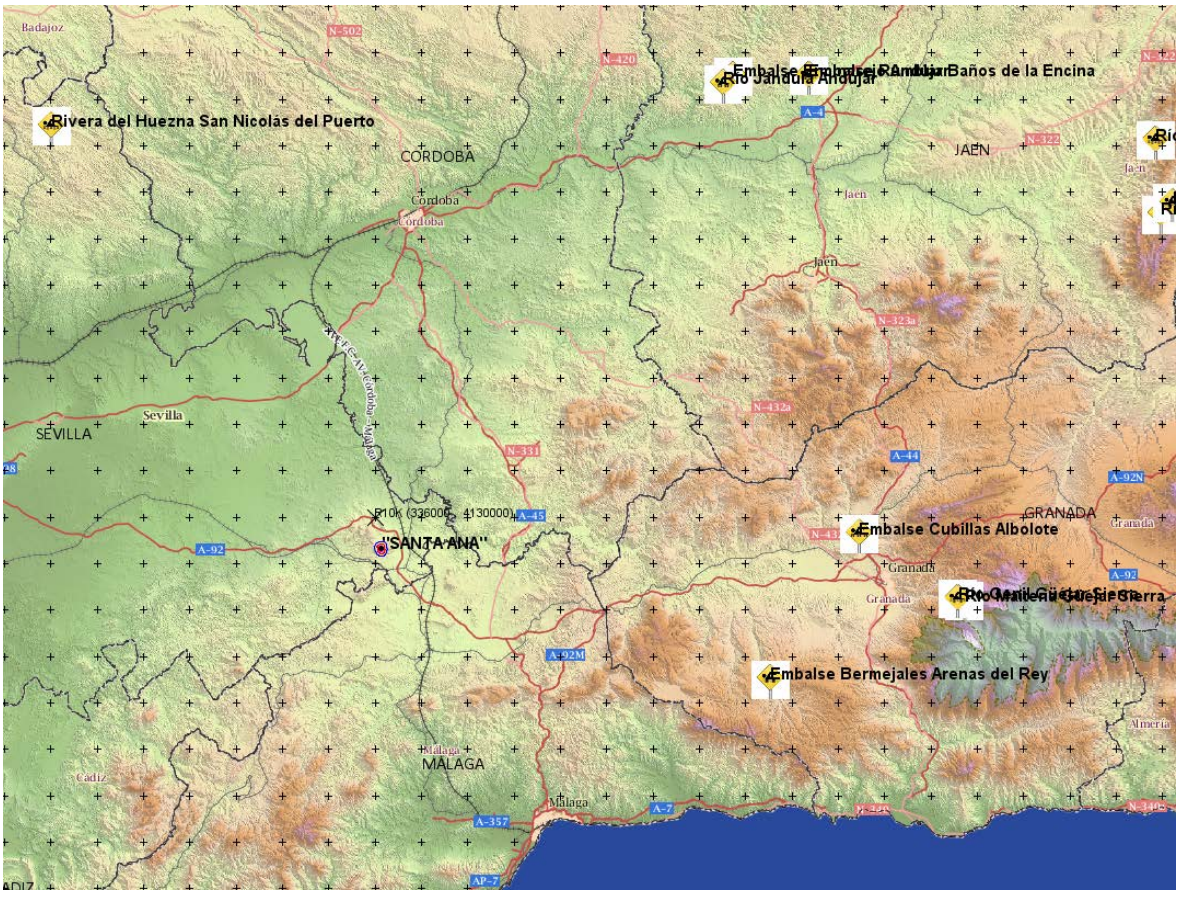


Figura 56.- Situación de la explotación frente zonas de baños (Sobre MTN, retícula 10k)

1.2.3.2.6.- Fuentes declaradas.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a fuentes declaradas, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

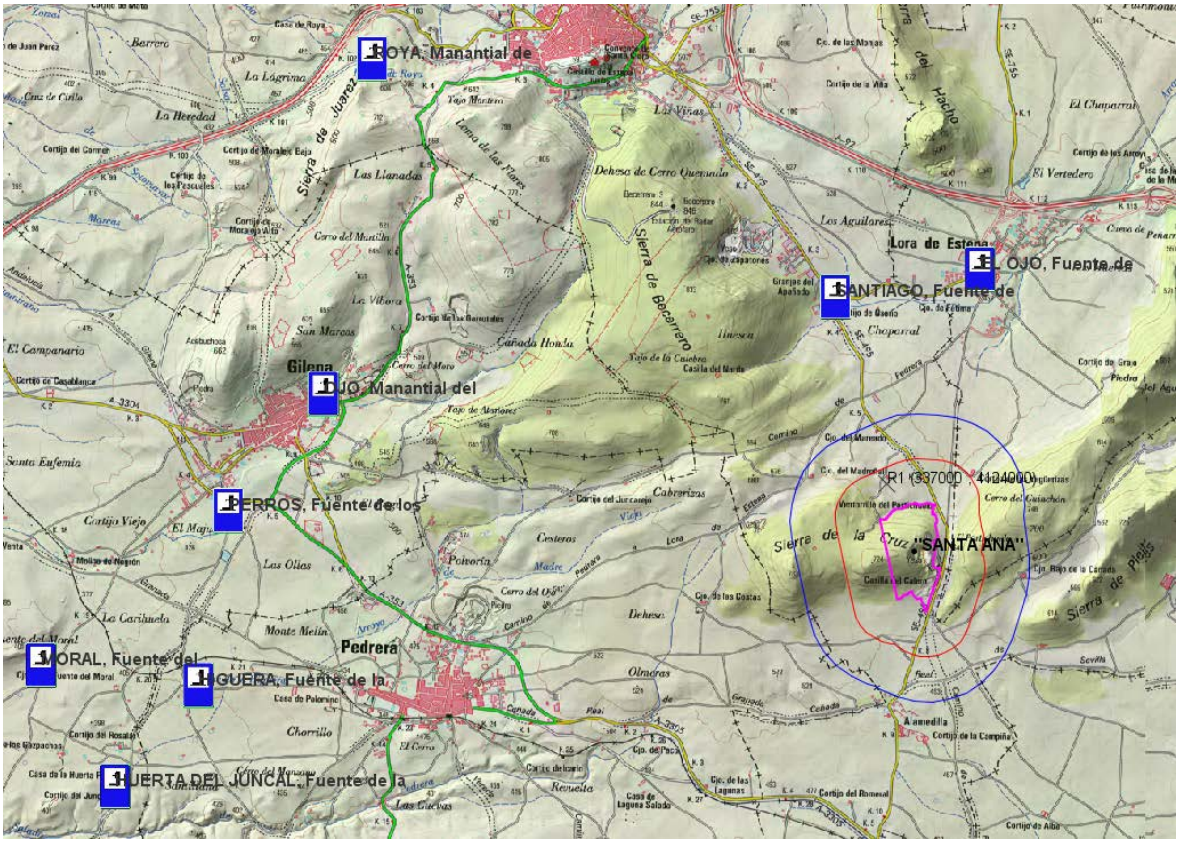


Figura 57.- Situación de la explotación frente a fuentes cercanas (Sobre MTN).

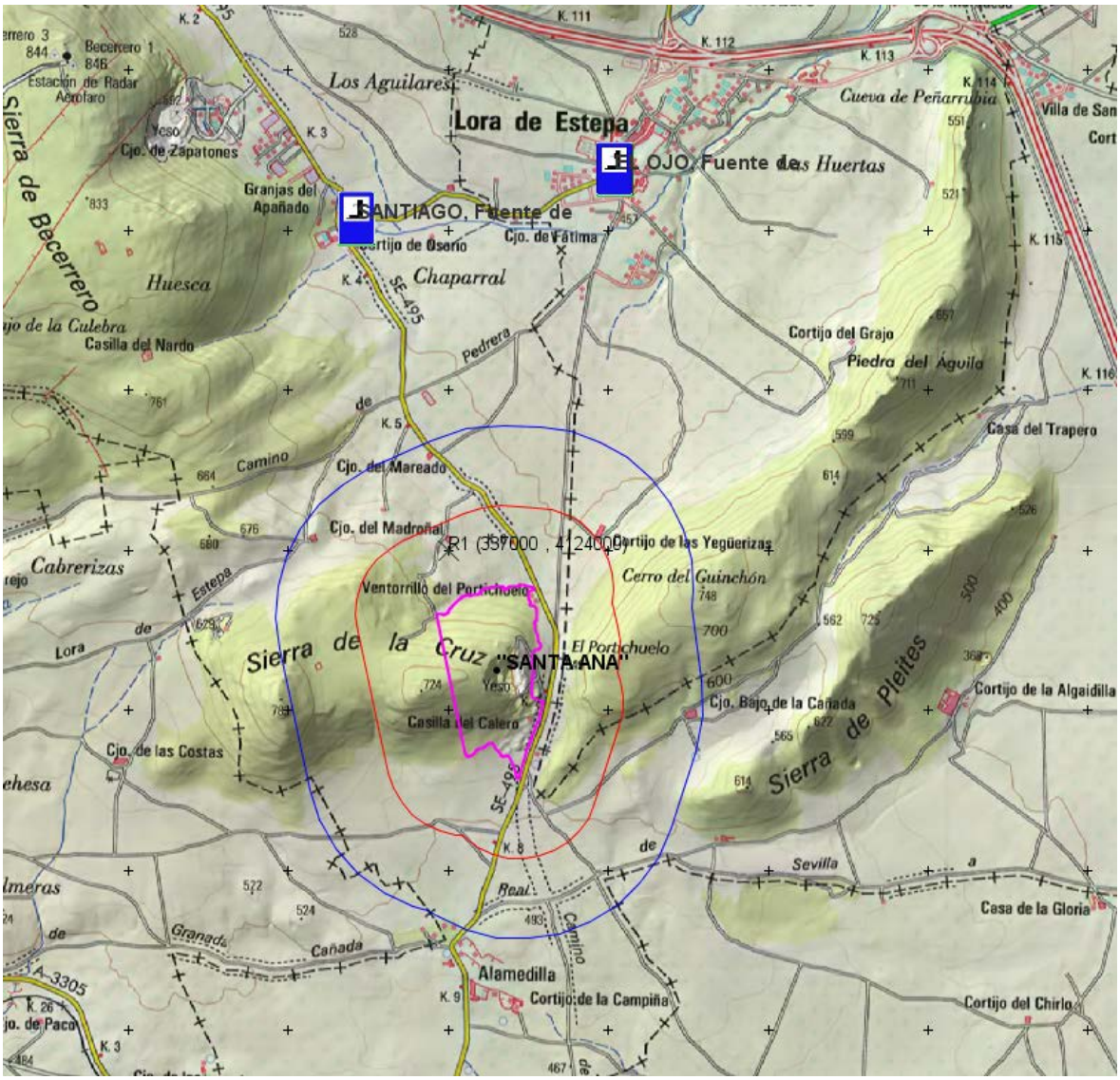


Figura 58.- Situación de la explotación frente a fuentes cercanas (Sobre MTN, retícula 1k).

No afecta a ninguna fuente declarada dentro de su área de explotación e influencia. Las más cercanas son:

- Fuente de Santiago, a una distancia de 2.447,07 metros – 343,05º NW.
- Fuente del Ojo, a una distancia de 2.662,01 metros – 13,33ºN.

1.2.3.2.7.- Manantiales declarados.

En las siguientes figuras se presenta la situación de la explotación frente a manantiales declarados, que pudieren verse afectados por la explotación objeto del presente documento técnico.

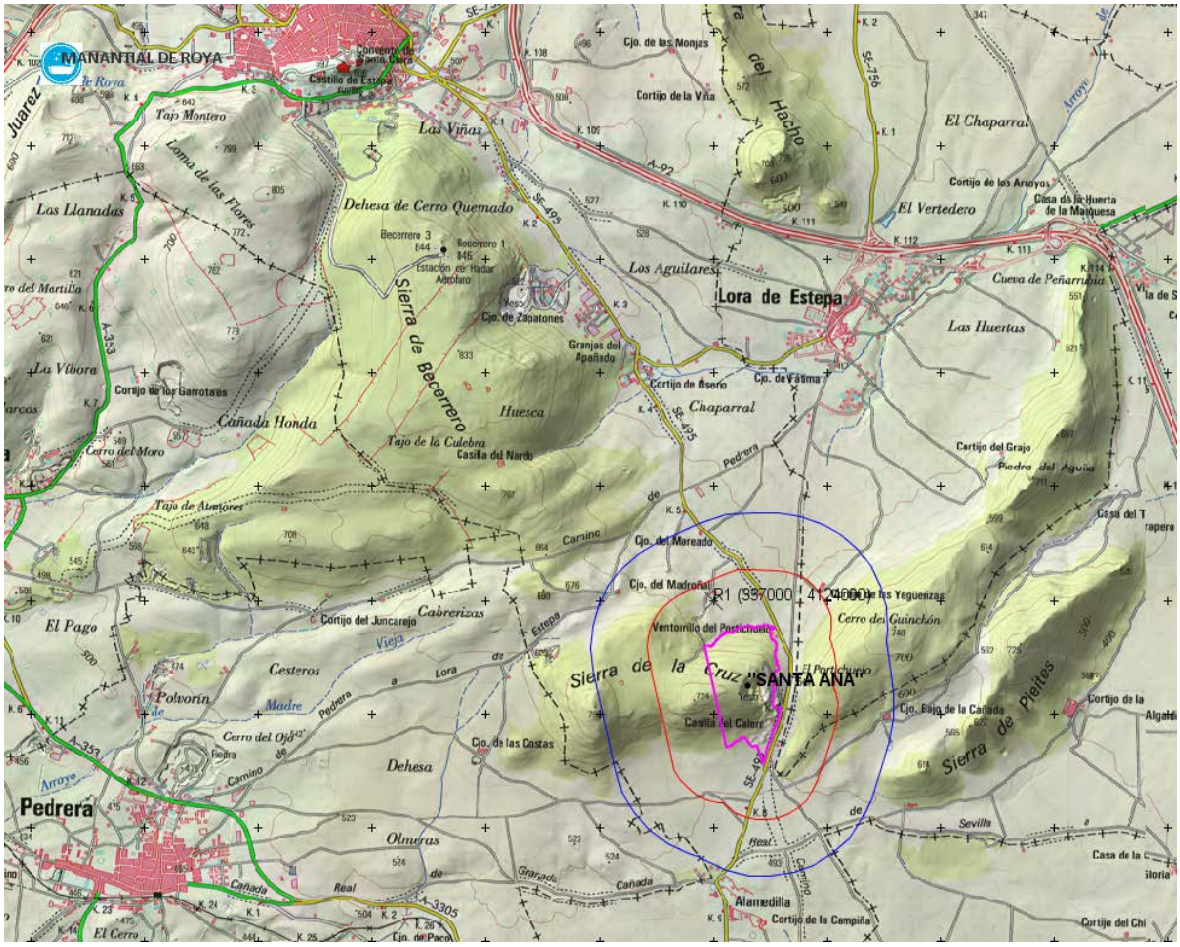


Figura 59.- Situación de la explotación frente a manantiales cercanos (Sobre MTN, retícula 1k).

No afecta a ningún manantial declarado dentro de su área de explotación e influencia. El más cercano, hacia el Noroeste, a 7.632,29 metros – 312,32º, es:

- Manantial de Roya.

1.2.3.2.8.- Cuadro de afecciones hidrológicas.

CUADRO DE AFECCIONES DE LA EXPLOTACIÓN A LAS AGUAS SUPERFICIALES.

AGUA SUPERFICIAL	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Ríos	**NO**	**>6.000**
Ríos Captaciones Abastecimiento	**NO**	**-**
Ríos Zonas Sensibles	**NO**	**-**
Arroyos	**NO**	**>2.000**
Embalses	**NO**	**12.824**
Embalses Captaciones Abastecimiento	**NO**	**-**
Lagos	**NO**	**13.956,83**
Lagos Zonas Sensibles	**NO**	**-**
Zonas de baño	**NO**	**88.182,93**
Fuentes	**NO**	**2.447,07**
Manantiales	**NO**	**7.632,29**

Cuadro 8.- Resumen de afecciones a las aguas superficiales.

Para las posibles afecciones se actuará según indica el siguiente epígrafe.

1.2.3.2.9.- Protección de las Aguas.

Son de aplicación:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- 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, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio

Los márgenes de los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a:

- Una zona de servidumbre de cinco metros para uso público.
- Una zona de policía de cien metros en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que se desarrollan. En la zona de policía de cien metros, quedan sometidas a lo dispuesto en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, las siguientes actividades y usos del suelo.

- Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- Las extracciones de áridos.
- Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.
- Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que puedan ser causa de degradación o deterioro del dominio público hidráulico.

1.2.4.- Edafología.

1.2.4.1.- Formación e identificación de los tipos de suelo de la zona de explotación.

Para comprender el origen de los suelos de Estepa, es importante conocer las unidades morfológicas y geológicas que constituyen la extensa Región de Andalucía. Se pueden diferenciar tres grandes unidades morfológicas. La más Septentrional es Sierra Morena, que se encuentra localizada al norte del Valle del Guadalquivir, con una altitud media de 600 m. La segunda unidad está definida por la Depresión Bética o Depresión del Guadalquivir, que corresponde a la gran llanura que rodea al valle del río Guadalquivir, se ensancha ampliamente hacia el oeste (Marismas) y se estrecha hacia el este hasta terminar en las lomas de Úbeda en las faldas de la Sierra de Cazorla, su altitud oscila entre los 200 m. en su parte occidental, y 400 m. en el extremo oriental. La tercera unidad morfológica está representada por las Cordilleras Béticas, éstas constituyen un relieve montañoso accidentado en el que se elevan las cotas mayores de la Península Ibérica con numerosas sierras localizadas en las provincias más orientales de la Región.

En el territorio de Andalucía se pueden diferenciar tres unidades geológicas que en gran medida coinciden con las unidades morfológicas antes citadas.

Coincidiendo con la unidad morfológica de Sierra Morena, al norte del valle del Guadalquivir, aflora el macizo Hercínico de la meseta o macizo Hespérico, siendo la zona más meridional del macizo la que aflora en Andalucía, constituida en gran parte por materiales Precámbricos y del Paleozoico inferior.

El macizo Paleozoico ocupa la parte occidental de la Península Ibérica, con una orientación NO a SE que deriva del plegamiento Hercínico ocurrido durante el Paleozoico (Carbonífero medio), hace unos 300 millones de años, quedando emergidos desde entonces y sometidos a erosión.

Posee un relieve relativamente desgastado debido a los materiales que lo constituyen que son, fundamentalmente, rocas graníticas y volcánicas antiguas, también rocas afectadas por procesos metamórficos, sobre todo pizarras y en menor medida calizas. Se trata de materiales muy pobres y de gran impermeabilidad, poco aptos para la formación de suelos, lo que hace de esta unidad el principal colector de aguas superficiales de la región, pese a no alcanzarse grandes alturas medias ni las mayores precipitaciones.

La segunda gran unidad geológica está constituida por las Cordilleras Béticas, representan el extremo más occidental del conjunto de las cadenas alpinas europeas y ocupan más de la mitad de la superficie de Andalucía, se extienden desde el golfo de Cádiz hasta las costas meridionales de la Comunidad Valenciana y Baleares.

La cordillera Bética, junto con la Cordillera del Rif del norte de África, forman el segmento más occidental del orógeno inicial alpino ocurrido durante la Era Terciaria, entre el Eoceno y el Oligoceno. Este plegamiento alpino comprime los sedimentos del fondo del geosinclinal del Tetis, entre las moles resistentes del Continente de Gowdwana, al Sur, y el cratón euroasiático al Norte que recibe el formidable empuje orogénico. De esta forma, se levantan las cordilleras circunmediterráneas. Estas dos cordilleras se encuentran actualmente separadas por la cuenca neógena de Alborán.

El relieve de esta unidad montañosa es más abrupto y accidentado que el de Sierra Morena, alcanzando mayores altitudes medias, ya que los procesos erosivos aún no han podido suavizar las formas. Sin embargo, en el sector norte (Béticas externas) la menor intensidad con que le afectó el plegamiento alpino y la mayor plasticidad y erosionabilidad de los materiales (calizas, margas y arcillas) dan como resultado un relieve más suave y fragmentado. Por el contrario, las sierras del sector sur (Béticas internas) actúan como una auténtica muralla que aísla la franja litoral mediterránea del resto de la región.

Las fuertes pendientes del relieve hacen muy difícil la formación de suelos profundos, y en oposición a Sierra Morena, las Sierras Béticas están compuestas predominantemente de materiales permeables que facilitan la filtración en profundidad de las aguas y convierten a esta unidad en el principal almacén de aguas subterráneas de la región.

Los suelos que se van a estudiar están integrados en la segunda unidad que compone la estructura geológica de Andalucía, es decir, las Cordilleras Béticas, concretamente al subbético y penibético.

Los suelos de la provincia de Sevilla, a la vista de los factores formadores expuestos anteriormente presentan una gran variabilidad en el ámbito de taxas inferiores. Cinco son los órdenes de suelos según la Soil Taxonomy (Criterio Nacional adoptado) que tienen representación en la provincia**:**

- Entisoles.
- Inceptisoles.
- Vertisoles.
- Alfisoles.
- Aridisoles.

A continuación procedemos a clasificar exactamente los tipos de suelos que ocupa la explotación.

1.2.4.2.- Clasificación de los suelos.

1.2.4.2.1.- Clasificación Nacional.

Los suelos de la zona de Sierra de la Cruz y Sierra Becerreros, lugar donde se ubica la explotación, según el sistema de la Soil Taxonomy (Sistema Utilizado para clasificar los Suelos, desarrollada y coordinada internacionalmente por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos), se incluyen de manera general dentro del orden de los Entisoles, tal como se puede apreciar en la figura según el Mapa Nacional de Suelos 1:1.000.000.

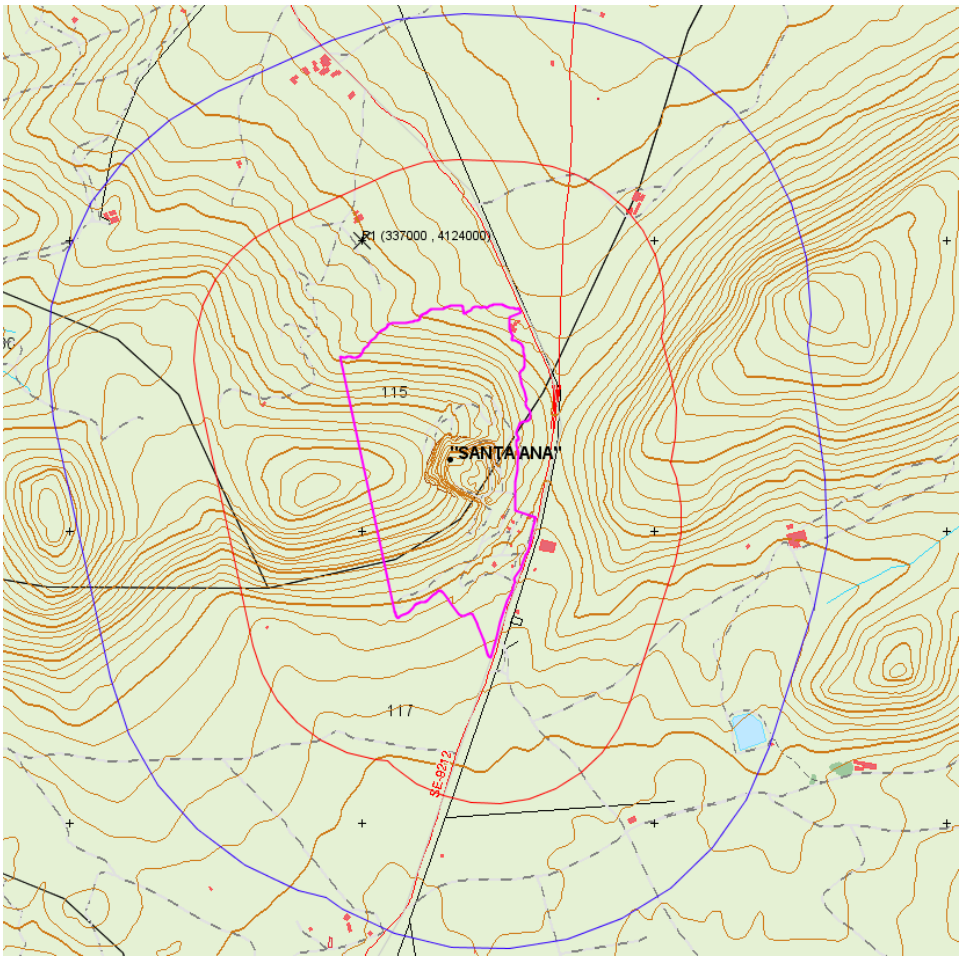


Figura 60.- Clasificación de Suelos Nacional. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

De la figura anterior se deduce que las clases de suelos son las siguientes:

- Tipo 115
  - Orden: Entisol.
  - Suborden: Orthent.
  - Grupo: Xerorthent.
  - Inclusión: Haploxerept.
- Tipo 117
  - Orden: Entisol.
  - Suborden: Orthent.
  - Grupo: Xerorthent.
  - Inclusión: Haploxerept.
  - Inclusión: Rhodoxeralf.

1.2.4.2.2.- Clasificación Autonómica.

Examinada la clasificación de Suelos de Andalucía, se ubica la explotación sobre ellos en la siguiente figura.

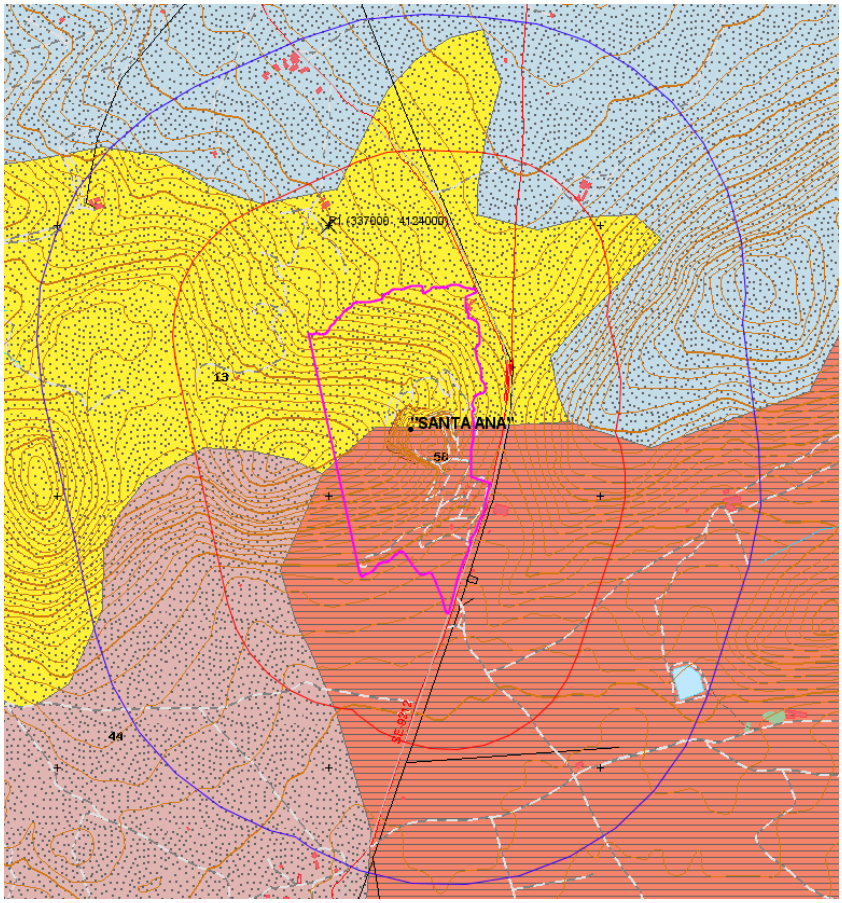


Figura 61.- Clasificación de Suelos de Andalucía. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

De la figura anterior se deduce que las clases de suelos son las siguientes:

- Regosoles calcáreos; cambisoles cálcicos con inclusiones de litosoles.
- Luvisoles cálcicos; cambisoles cálcicos; luvisoles crómicos; regosoles calcareos.

1.2.4.3.- Descripción de los tipos de suelos.

1.2.4.3.1.- Luvisoles Cálcicos, Cambisoles Cálcicos y Luvisoles Crómicos con Regosoles Calcáreos.

Estos suelos van a ser descritos en los siguientes apartados ya que engloban trazas de todos y cada uno de ellos.

1.2.4.3.2.- Litosoles, Luvisoles crómicos y rendsinas con Cambisoles cálcicos.

Los Litosoles se presentan sobre calizas, dolomías y rocas metamórficas de las sierras más accidentadas de Andalucía (Sierra Morena y Sierras Subbéticas), en formaciones superficiales que no han sufrido ningún proceso edáfico y que por los procesos de erosión a los que están sometidos por la topografía están en permanente renovación.

Se presentan principalmente asociados con luvisoles crómicos y rendsinas, en las Serranías de la Penibética por encima de los 2.000 m y con pendientes de más del 30%. El grupo de los litosoles alcanza algo más del 11% del territorio andaluz (977.634 Hectáreas).

En los terrenos forestales este dominio de la asociación de litosoles con luvisoles crómicos y rendsinas se mantiene para dar soporte casi exclusivamente a matorrales mediterráneos, matorral mediterráneo noble y de alta montaña como el de las Sierras de Castril-La Sagra en las provincias de Jaén y Granada y, en menor medida, a los pinares de Pinus halepensis, Pinus sylvestris o Pinus nigra de Sierra Mágina y Sierra de Cazorla y Segura en Jaén.

Los Luvisoles representan aproximadamente el 13,01% del territorio andaluz (1.138.074 Hectáreas). Se extienden tanto en las cotas bajas (menos de 20 m) de algunas zonas en las provincias de Málaga, Granada y Sevilla, como en alturas moderadas (de 100 a 200 m) de la depresión del Guadalquivir y en áreas elevadas (más de 1.000 m) de algunas sierras de las provincias de Málaga, Granada, Almería y Sevilla.

Los tipos de luvisoles presentes, por relevancia, son los luvisoles cálcicos, los crómicos y en menor medida los luvisoles órticos y los gleicos. Los más representativos son los luvisoles cálcicos asociados con cambisoles cálcicos y con luvisoles crómicos sobre materiales calizos más o menos consolidados, constituidos principalmente por calizas, dolomías, calcarenitas y conglomerados localizados en la cuenca del Guadalquivir. En Sierra Morena, sobre rocas metamórficas, en zonas de relieve montañoso con fuertes pendientes y abundante pedregosidad se encuentran luvisoles crómicos asociados con litosoles, regosoles eútricos y litosoles dístricos.

Si se atiende a la representatividad y distribución de este tipo de suelos en terrenos forestales, la presencia de luvisoles es relativamente

escasa por lo que su mayor proporción se da en las áreas no forestales de la región. No obstante, en aquellas áreas marcadas por lo forestal, se observa que no son los luvisoles cálcicos sino los luvisoles crómicos asociados a regosoles eútricos y litosoles la asociación dominante dentro de este tipo suelo. Un claro ejemplo se encuentra en Sierra Bermeja, en Málaga, donde la presencia de matorrales mediterráneos y de pinares de Pinus pinaster hallan su soporte edáfico en la asociación de luvisoles crómicos anteriormente mencionada. Se dan también asociaciones de este suelo con litosoles en los Pedroches y Peñarroya (en la provincia de Córdoba) y en Sierra Morena Oriental (Jaén), se encuentran sobre estos la denominada mezcla de Quercus y otras frondosas.

1.2.4.3.3.- Cambisoles Cálcicos, Regosoles Calcáreos y Litosoles con Rendsinas.

Los Cambisoles son los suelos más frecuentes de Andalucía debido a la climatología de la región y al tipo de rocas existentes. Los cambisoles, como suelos dominantes, ocupan algo más del 33% del territorio (2.903.515 Hectáreas). Dentro del conjunto de cambisoles destacan por su extensión los eútricos, un 19% del territorio. Los cambisoles cálcicos, los vérticos y los dístricos representan un 11, un 3 y un 0,5% del territorio respectivamente.

Los cambisoles eútricos se extienden por zonas de topografía accidentada estando sometidos a intensos fenómenos de erosión desde la zona sur de Sierra Nevada hasta el Mediterráneo.

Son también abundantes en la sierra de Filabres y en amplias zonas de Sierra Morena en las provincias de Huelva, Córdoba y Jaén donde las pendientes son pequeñas y la erosión escasa.

En la orla de relieve montañoso del sur de las provincias de Málaga, Granada y Almería también están presentes.

Los cambisoles cálcicos, asociados con regosoles calcáreos y litosoles son los más representativos de entre los cambisoles cálcicos, se extiende por una gran parte de las Penibéticas.

Los cambisoles vérticos, aparecen asociados a vertisoles crómicos y cambisoles cálcicos en zonas bajas de las Subbéticas.

Los cambisoles dístricos se encuentran en una toposecuencia de suelos de Sierra Nevada entre los 2.000 y los 2.650 m, sobre derrubios

glaciares, son suelos muy pedregosos de una gran rocosidad sobre un relieve de fuertes pendientes.

Los cambisoles son también la gran unidad de suelos del ámbito forestal, su distribución se localiza prácticamente por todo el espacio forestal de la región. De entre las asociaciones de cambisoles más representativas se pueden destacar, los cambisoles eútricos con luvisoles crómicos y luvisoles órticos de los Pedroches, en Córdoba, con una vegetación de mezcla de Quercus y otras frondosas, atendiendo a las unidades del Plan Forestal, o el alcornocal en Cádiz. Los matorrales mediterráneos de las Sierras de Baza y Filabres, en Almería, se desarrollan sobre cambisoles eútricos asociados a regosoles eútricos y luvisoles crómicos, al igual que ocurre en Sierra Bermeja y en la Sierra de la Contraviesa en las provincias de Málaga y Granada, respectivamente. En las Sierras de Cazorla y Segura, en Jaén, se encuentran sobre cambisoles cálcicos asociados a regosoles calcáreos y litosoles, pinares de Pinus sylvestris o Pinus nigra.

Menos representativos que los tipos de suelos anteriores, los cambisoles dístricos, asociados a phaeozems háplicos, rankers y cambisoles húmicos también son soporte de matorrales mediterráneos en Sierra Nevada y en las Alpujarras granadinas. En la Subbética sevillana, cambisoles vérticos, asociados a vertisoles crómicos y cambisoles cálcicos, encuentran su mayor representación dentro del ámbito forestal.

Los Regosoles presentan una gran diversidad de materiales no consolidados (margas, calizas margosas, margas con yeso, conglomerados y rocas en general poco cementadas) sobre los que se han formado estos suelos determina su variedad, distinguiéndose en Andalucía los regosoles calcáreos, los regosoles eútricos y los regosoles dístricos. Los regosoles representan el segundo grupo de suelos en importancia del territorio, aproximadamente un 20% (1.749.757 Hectáreas).

Los regosoles calcáreos se encuentran asociados principalmente con cambisoles cálcicos. Los regosoles eútricos, asociados con litosoles y cambisoles eútricos, son el segundo grupo de regosoles más extendido.

En el ámbito forestal este predominio se invierte en favor de los regosoles eútricos. Es en la provincia de Huelva donde destacan dando soporte principalmente a los eucaliptos y matorrales mediterráneos del Andévalo y Sierra Morena. En Despeñaperros (Jaén), los regosoles eútricos sustentan los pinares de Pinus pinaster y de Pinus pinea. En

Córdoba y Sevilla, se extienden bajo los matorrales mediterráneos y el encinar de la Sierra Morena Occidental. Los regosoles calcáreos asociados con cambisoles cálcicos, con menor presencia que los eútricos, están presentes principalmente, dentro de la provincia de Granada, en la Hoya de Baza, en la Sierra de Arana y en la Vega de Granada.

1.2.4.3.4.- Regosoles Calcáreos y Cambisoles cálcicos con Litosoles, Fluvisoles Calcáreos y rendsinas.

Los Regosoles y Cambisoles han quedado descritos en los puntos precedentes.

Los Fluvisoles son suelos profundos de depósitos aluviales recientes. Se forman en planicies de inundación y sobre depósitos aluviales, se sitúan en terrenos inmediatos a los cursos fluviales, (son los denominados suelos de vega). Se distribuyen en todas las zonas de inundación de las cuencas de los ríos andaluces. Dentro de esta unidad de suelo se diferencian los fluvisoles eútricos asociados con cambisoles eútricos y los fluvisoles calcáreos, estos últimos son, dentro de los fluvisoles, los de mayor representación en el conjunto de la región. El conjunto de unidades con fluvisoles como suelos dominantes ocupan más de un 5% del territorio (480.077 Hectáreas).

Desde una perspectiva más forestal, los más representativos son los fluvisoles calcáreos asociados a fluvisoles eútricos. Sobre estos tipos de suelos se encuentran principalmente las unidades de vegetación denominadas en el Plan Forestal otros matorrales mediterráneos.

Estas formaciones, sobre fluvisoles calcáreos, están presentes en la depresión de Guadix y en la Hoya de Baza, dentro de la provincia de Granada y en la provincia de Almería asociadas al río Almanzora.

1.2.4.4.- Perfil del horizonte del suelo.

Se llama horizonte, a un nivel en el perfil edáfico, más o menos paralelo a la superficie, con unas características edáficas (propiedades físicas, químicas y composición), que le hacen diferente a los niveles adyacentes. En general la diferenciación de horizontes se hace más patente a medida que se progresa en la evolución del suelo. Los horizontes se clasifican según sus propiedades cualitativas y

cuantitativas. Cuando consideramos sobre todo las propiedades cualitativas, hablamos de horizontes genéticos.

Los Tipos de horizontes genéticos son los siguientes:

- **Horizonte H**, está formado por acumulación "in situ" de material orgánico depositado en la superficie, que está saturado de agua durante periodos prolongados y que contiene 100% o más, de materia orgánica.
- **Horizonte O**, está formado por acumulaciones de material orgánico depositados sobre la superficie, que sólo está saturado de agua unos pocos días al año y que contiene 35%, o más de materia orgánica. La materia orgánica se encuentra poco o nada transformada, siendo claramente visible la organización biológica de los restos. Es un horizonte típico de los suelos del bosque.
- **Horizonte A**, es un horizonte de mineral oscurecido, formado por la incorporación de materia orgánica bien descompuesta y distribuida como partículas finas, constituyendo lo que se llama humus. Su contenido en materia orgánica es menor que el que se encuentra en los dos horizontes anteriores. Se halla en la parte superior del suelo o por debajo del horizonte O.
- **Horizontes E**, son horizontes eluviales que, generalmente están debajo de un horizonte A, del que normalmente se diferencian por un contenido más bajo en materia orgánica y un color más claro. Son horizontes minerales empobrecidos por estar sometidos a la eluviación máxima, están enriquecidos relativamente en limos y en arenas y son pobres en materia orgánica, hierro, aluminio o arcillas.
- **Horizonte B**, horizonte iluvial o de acumulación, es un horizonte mineral en el cuál la estructura de la roca está destruida o sólo queda débilmente manifiesta. Está formado por el aporte de materiales desde los horizontes A o C, o alteración del material "in situ". Puede incluir costras minerales calcáreas, férricas o de otra composición. Es el que presenta características más diversas.
- **Horizonte C**, es un horizonte mineral de roca no consolidada, poco afectada por los cambios edafogénicos, excepto por la meteorización y el hidromorfismo y que comparte alguna de sus propiedades con las de horizontes superiores. El horizonte C

también es llamado material parental y se extiende en profundidad hasta la roca consolidada, la cual es denominada horizonte R.

- **Horizonte R** está compuesto por la roca madre, es lo suficientemente coherente para no poder romperse con la mano y no se deshace con el agua.
- **Horizonte D** es el llamado material parietal o roca madre fresca.
- Se han establecido diversas clasificaciones del suelo; así, una forma de designar un suelo consiste en mencionar los horizontes que presenta, por ejemplo: Suelo ABC, suelo AC, etc.

Se han establecido diversas clasificaciones del suelo; así, una forma de designar un suelo consiste en mencionar los horizontes que presenta, por ejemplo: Suelo ABC, suelo AC, etc.

En el caso que nos ocupa deberíamos catalogarlo predominantemente como un suelo intrazonal renziforme/pardo calizo AC, aun cuando pueden aparecer otros tipos como se expone a continuación.

Sobre la roca caliza, que es la roca dominante en esta área climática encontramos suelos rojos, con fertilidad alta para los cultivos, y terra rosa con fertilidad mediana para cultivos arbóreos y dehesas. En este suelo el horizonte arcilloso reposa directamente sobre la roca madre, por lo cual se producen frecuentes afloramientos rocosos.

En las zonas montañosas ya se ha dicho que los suelos son poco evolucionados, es decir, pobres, porque las pendientes provocan fuerte erosión.

Sobre las montañas calizas aparecen rendsinas y suelos pardos calizos que son suelos de tipo intrazonal (aquellos que están relacionados estrechamente con la roca madre), bien definidos, con peculiaridades específicas dentro de la homogeneidad de una zona, debidas a factores locales ajenos al clima.

La Rendzina se forma sobre calizas. Su horizonte A es negruzco o, en algunos casos, rojizo; y carece de horizonte B. Es el suelo que se encuentra en muchos montañas calizas de la Península.

Su aprovechamiento va a ser forestal, Prepirineo y Sistema Ibérico o la Cordillera Bética en sus zonas de ladera.

Los suelos intrazonales no dependen de factores climáticos.

Los Renziformes son suelos muy jóvenes, con muy escaso humus y una fuerte dependencia de la roca madre, que tan sólo sufre procesos de

meteorización física (no química). La erosión constante impide su evolución. La lixiviación es escasa.

Su perfil presenta un horizonte A1 pobre en humus y uno A2 constituido por la roca madre meteorizada. Por debajo tenemos el horizonte C.

Los Pardo-calizos están más evolucionados que el anterior. La meteorización química se produce, pero no se completa. Evolucionados sobre una roca madre caliza, se produce el fenómeno de la descarbonatación, pero no se completa: se libera el hierro (carbonato ferroso), pero éste, lixiviado al horizonte B, se fija con la arcilla, dando lugar a los tonos pardos. Su perfil, pues, presenta un horizonte A1 con una cantidad de humus que está en función de las precipitaciones. Un horizonte A2 con eluviación de arcillas y hierro hacia el horizonte B, y la roca madre [C] caliza.

Los factores que más influyen en la formación de estos suelos son: el material de partida, que les imprime un carácter muy particular (especialmente en las primeras etapas de su evolución) y la topografía, que condiciona su grado de desarrollo, convirtiéndose en el principal factor diferenciador.

En general, los suelos estepeños formados sobre calizas están escasamente desarrollados, como consecuencia, sobre todo del modelado característico de estas calizas duras y cristalinas que, muy frecuentemente, configuran laderas complejas. En estas situaciones los fenómenos de dinámica lateral son muy importantes y los procesos morfogenéticos de erosión y coluvionamiento se contraponen a los procesos edáficos propiamente dichos y por tanto a la evolución de los suelos. Únicamente alcanzan un buen desarrollo cuando las pendientes están suavizadas y los fenómenos de arrastre lateral pierden importancia o bien en las fisuras de las rocas, en las que se produce una retención de los productos originados en la alteración. En estos casos se forman suelos profundos pero de escasa extensión, que contrastan con el escaso o nulo desarrollo de los de zonas adyacentes.

La posición topográfica es el principal condicionante del desarrollo de los perfiles y por consiguiente el factor diferenciador de los tipos de suelos.

Las principales propiedades químicas: pH, saturación del complejo de cambio, carácter calcáreo y también la textura o más concretamente las discontinuidades.

En la siguiente figura se muestra un esquema de los perfiles en relación con la posición topográfica. De modo general se distinguen:

- Suelos poco desarrollados de perfil AR, localizados en posiciones erosivas (cimas o laderas de fuerte pendiente).
- Suelos de tipo AC, formados sobre materiales calizos no consolidados, que se sitúan en posiciones de piedemonte o en pequeñas zonas de acumulación de la ladera.
- En posiciones topográficas de ladera con una cierta estabilidad, como son pequeños rellanos y cobijaduras de las rocas o en zonas más o menos llanas, se forman suelos con horizontes B (perfil ABR). Dentro de estos se distinguen dos tipos:
- los de desarrollo moderado, con un perfil ABwR.
- los más evolucionados y profundos, con una secuencia de horizontes ABtBwR ó ABtR.

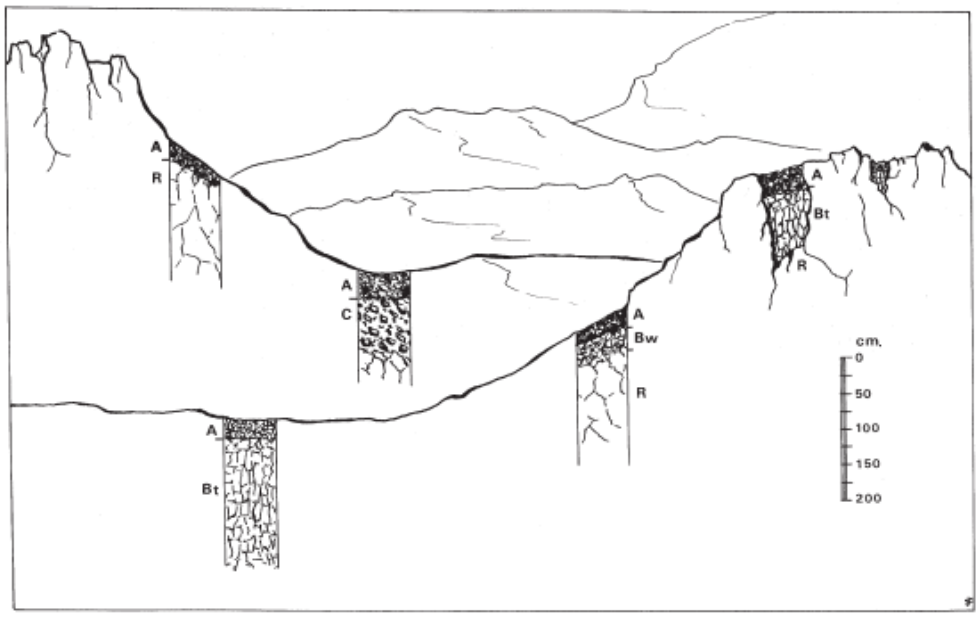


Figura 62.- Modelo tipo de Perfil de Horizonte del Suelo en Sierras Calizas.

Como se ha dicho con anterioridad el Perfil correspondiente a la explotación es el AC, aunque habida cuenta que se encuentra en una masa calcárea elevada es factible que en las cotas superiores de la explotación aparezca el perfil AR. Se desarrollan a continuación las características principales de los dos perfiles.

PERFIL AR

Poseen un aspecto muy similar, con un único horizonte A poco profundo, en general menor de 25 cm, formado sobre la caliza. Su estructura es migajosa y la textura más común franco-limosa. A pesar de la naturaleza carbonatada del material original los suelos están descarbonatados ($CaCO_3$ < 1%). La solubilización y eliminación de los carbonatos del perfil se debe a las precipitaciones que se registran en las zonas de ubicación de los mismos. Al lavado del bicarbonato cálcico contribuirán la posición topográfica, la textura gruesa y el escaso espesor de los suelos.

Los valores de pH en agua son ligeramente superiores a la neutralidad (7,1-7,6). El complejo de cambio, permanece prácticamente saturado, siendo el Ca el catión principal. Este hecho se atribuye a la proximidad de la caliza subyacente, que contribuye a la reposición de los iones Ca que son eliminados por lavado. La CIC es bastante alta (20-30 cmol+ kg-1) en consonancia con el alto contenido en componentes orgánicos, que le proporcionan coloraciones oscuras.

Al estudiar la génesis de estos suelos consideran que son dos los procesos edafogenéticos que han actuado en su formación:

- El de humificación, ligado a la abundancia de calcio proceden te de la roca subyacente y de las gravas de caliza que hay en el perfil, que intervendrá en la evolución y estabilización de los compuestos húmicos
- El de descarbonatación relacionado sobre todo con el clima húmedo, textura relativamente gruesa y topografía acusada.

PERFIL AC

Este tipo de suelos, que tienen un marcado carácter coluvial derivado de su situación topográfica en posiciones receptivas, son también suelos poco desarrollados, pero a diferencia de los AR, mantienen una cantidad importante de $CaCO_3$, tanto equivalente como activo.

El perfil se caracteriza por presentar un horizonte A de espesor considerable, aproximadamente 50 cm, rico en materia orgánica (7,5%) y un horizonte AC constituido fundamentalmente por fragmentos gruesos de caliza de origen coluvial, que son el verdadero material de partida del suelo. Las coloraciones son claras en todo su espesor, particularmente en seco, debido al elevado contenido en carbonatos, que enmascaran el color oscuro que podría aportar la materia orgánica. La estructura es migajosa y

la tierra fina no descarbonatada tiene textura franco limosa en el horizonte A y franca en el AC.

La presencia de cantidades considerables de carbonatos en estos suelos AC (a diferencia de los AR) se justifica tanto por su situación en áreas receptivas, en las que el aporte de caliza en elementos de diversos tamaños, se opone a la descarbonatación, como por la cercanía del material de partida que supone una reserva de carbonatos mucho más accesible que una roca coherente.

Las propiedades de estos suelos son similares a las de los AR y las diferencias derivan precisamente de su mayor contenido en carbonatos. Se trata de suelos de pH alcalino, con el complejo de cambio saturado, principalmente por Ca, y una CIC relativamente baja.

Los minerales de la arcilla son fundamentalmente heredados de la roca subyacente y/o de los materiales metamórficos adyacentes. En la arena abundan los carbonatos.

1.2.5.- Clima.

1.2.5.1.- Clima general de Andalucía.

Las características climáticas de Andalucía se derivan en primer lugar y básicamente de su posición en el planeta. Andalucía se sitúa a una latitud comprendida entre 36º N en su punto más meridional y 38º44’ N en el más septentrional, lo que la sitúa bajo el dominio de los climas subtropicales, una franja de transición entre los climas de las latitudes medias y los climas tropicales. Esta transición entre dominios se traduce, por un lado, en un comportamiento peculiar por lo que respecta al balance de radiación (más de 3.000 horas de sol al año) y, por otro lado, en una actuación también precisa sobre su territorio de la circulación atmosférica general.

Si bien a escala mundial o incluso a escala del continente europeo toda Andalucía podría englobarse dentro de un mismo tipo climático: **el mediterráneo**, una mirada de detalle en su interior permite establecer algunas distinciones entre unos ámbitos y otros, lo que conduciría a una cierta forma de regionalización climática.

Esta regionalización partiría de una triple distinción entre climas costeros, climas de interior y climas de montaña. A su vez la

fragmentación de cada uno de estos tipos nos ha llevado a establecer un total de seis tipos climáticos para la comunidad andaluza.

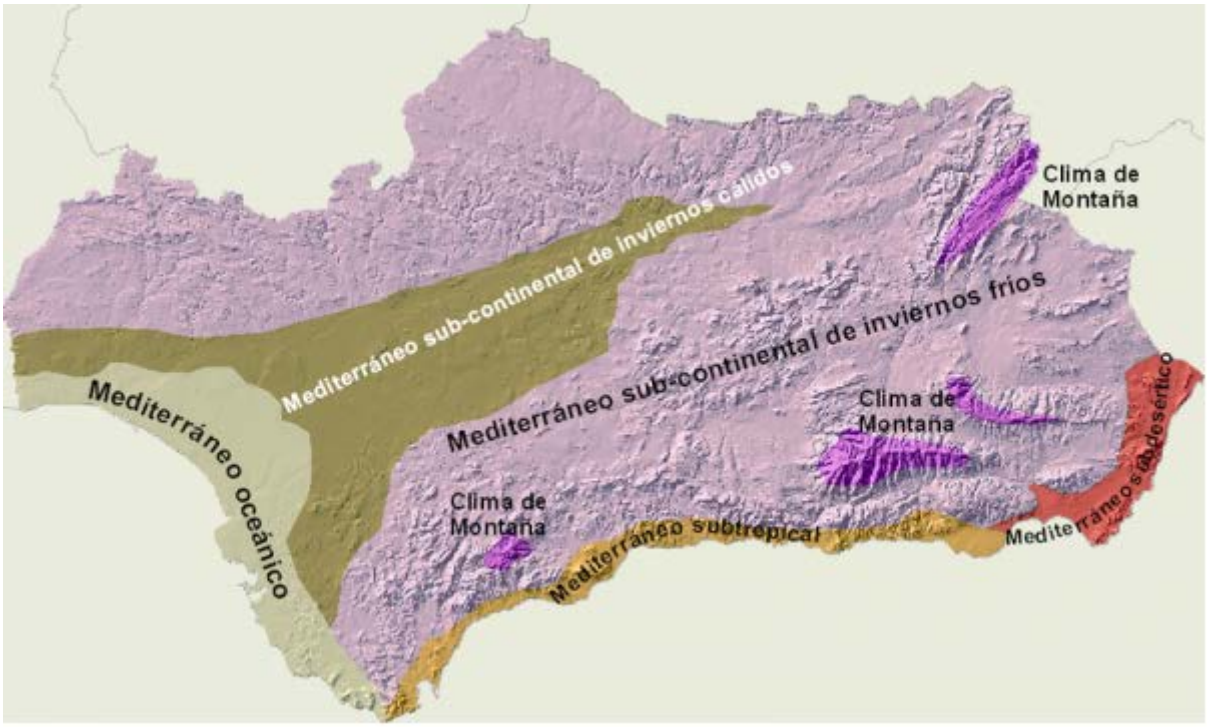


Figura 63.- Tipos climáticos de Andalucía.

Como se puede desprender de la imagen anterior, el clima que ocupa la zona de la explotación sería el Mediterráneo sub-continental de inviernos fríos.

El clima de Andalucía, al igual que el de España, queda incluido en el clima mediterráneo, en la zona templada de la Tierra, aunque más cerca del trópico que del círculo Polar.

Si Andalucía no tuviera las complejidades morfológicas que tiene, y no estuviera bañada por dos mares, su clima mediterráneo podríamos decir que sería típico y que se extendería con pequeñas modificaciones en toda Andalucía. Pero estos factores, generan una gran complejidad climática en Andalucía. Las montañas suponen una variación altimétrica, barreras frente a vientos, cambios de orientación respecto a tipos de tiempo y masas de aire, etc.

Esto hace que en Andalucía nos encontremos con gran diversidad de climas: clima mediterráneo de tipo subtropical, de tundra, de clara influencia oceánica, climas influenciados por el mar Mediterráneo, etc.

Cada tipo de clima en Andalucía tiene efectos distintos de unas partes a otras de la región. Andalucía presenta rasgos climáticos peculiares que se derivan de la intervención en ella de factores

específicos y propios. Entre tales factores merecen destacarse, por un lado, los ligados al modo de actuación de la circulación atmosférica en el ámbito concreto de la región y, por otro lado, los factores de orden geográfico, entre los cuales el relieve juega el papel primordial, aunque tampoco es desdeñable la acción de la naturaleza de la superficie, en la cual la alternancia de mares y continentes y el propio contraste térmico entre el Atlántico y el Mediterráneo constituyen las piezas clave.

FACTOR RELIEVE

La complejidad morfológica genera grandes diferencias de altura, desde los 0 hasta los 3.500 msnm, por lo que sea un factor importante de diversificación climática. El relieve influye desde 4 puntos de vista:

- Altitud: Grandes diferencias altitudinales. Las temperaturas disminuyen con la altura. Así, aparecen desde climas subtropicales a climas de tundra. La altitud influye sobre las precipitaciones. Se incrementan las precipitaciones en las zonas montañosas, generando islotes más o menos amplios de precipitaciones. La altitud genera cambios en el tipo de precipitación. La nieve es un elemento climático importante. Así por ejemplo, un factor a tener en cuenta es la permanencia de la nieve en el suelo. La nieve como favorecedora de ciertas actividades y como limitadora de otras.
- Disposición del relieve: Las grandes cadenas montañosas andaluzas presentan una disposición favorable climáticamente. Los conjuntos montañosos de Andalucía se abren hacia el Oeste por donde penetran masas húmedas y el frente polar, favoreciendo la penetración de vientos húmedos.
- Papel de barrera: La oposición barlovento-sotavento produce contrastes en las vertientes montañosas según miren a vientos predominantes o les den la espalda.
- Contraste entre solana/umbría: En la vertiente norte los días son más cortos y los rayos solares inciden más inclinados. En la vertiente sur, existen más horas de sol, se corrige la inclinación de los rayos solares generando temperaturas más altas.

Todo este tipo de factores se unen dando lugar a mayor variedad de contrastes. Así tenemos, por ejemplo, la unión de solana y sotavento en las costas de Almería.

EXISTENCIA DE DOS MARES DISTINTOS

El océano Atlántico y el mar Mediterráneo se ponen en comunicación en el extremo más meridional de Andalucía. Pero la comunicación es lo suficientemente pequeña como para que ambas masas de aire mantengan su independencia.

1.2.5.2.- Tipo climático de la zona de explotación.

Los dos epígrafes que siguen bien podrían ubicarse en la parte destinada a la Flora pues están directamente imbricadas con ella, no obstante hemos decidido ubicarlos aquí por su relación directa con el clima de la zona.

1.2.5.2.1.- Unidad biogeográfica.

La biogeografía es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos sobre la Tierra, la cual es el resultado de la evolución biológica y de la dispersión de las estirpes, de la evolución climática global y regional, y de la evolución de la distribución de tierras y mares, debida sobre todo a la orogénesis y el desplazamiento continental.

Se procede a continuación a ubicar la explotación desde el punto de vista biogeográfico.

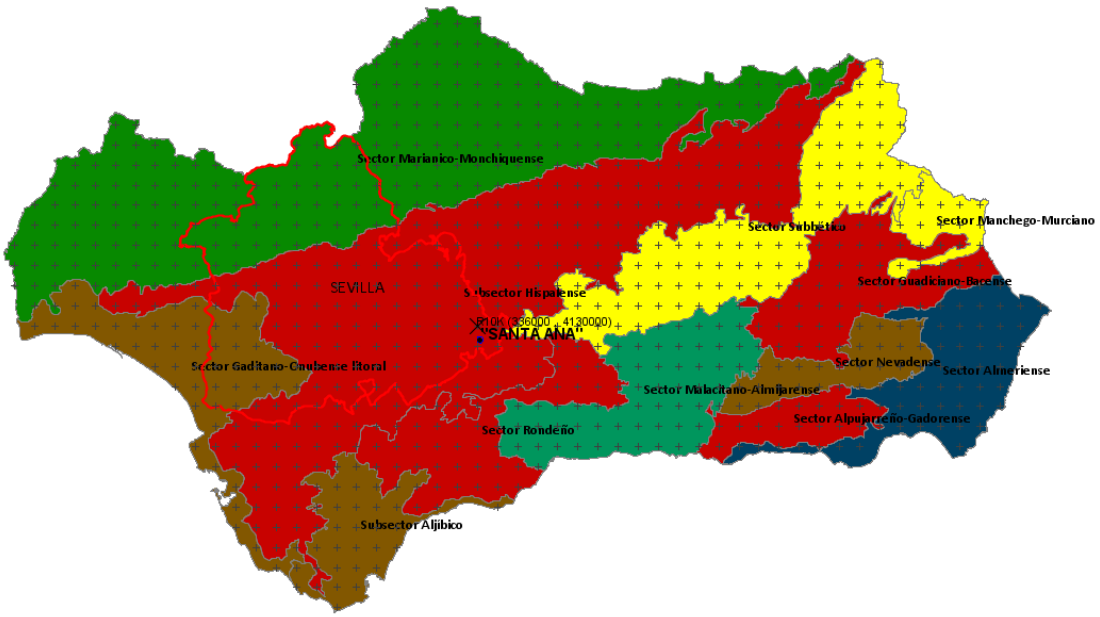


Figura 64.- Unidades Biogeográficas de Andalucía. Retícula 10k.

Tal como se desprende de la imagen anterior, la explotación se enclava en la Unidad Biogeográfica siguiente:

- Subsector Hispalense.

1.2.5.2.2.- Subregión fitoclimática.

Estas subregiones resultan de la caracterización de subtipos de vida vegetal asociados a unas características climáticas concretas.

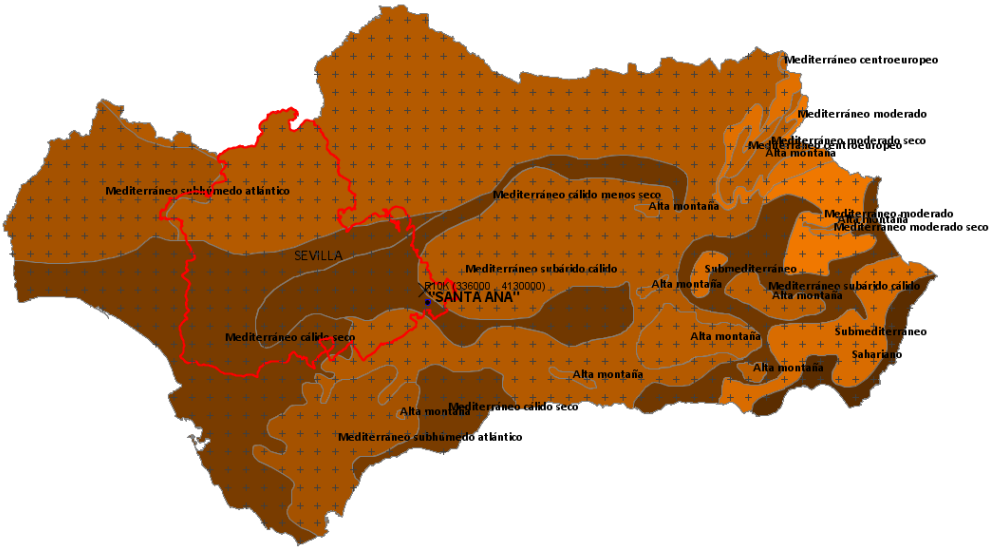


Figura 65.- Subregiones fitoclimáticas de Andalucía. Retícula 10k.

Figura 66.- Subregiones fitoclimáticas de Andalucía. Zona ampliada de la explotación. Retícula 10k sobre MVA Escala 1:400.000 (Edición 2.008).

La explotación se encuentra en la siguiente subregión fitoclimática:

- Mediterráneo subárido cálido.

1.2.5.3.- Estudio climático.

1.2.5.3.1.- Caracterización climatológica.

Para la elaboración del estudio climatológico se ha tomado como base los datos que arroja las Estaciones Meteorológicas que se encuentran en un radio de 20 kilómetros, todas ellas pertenecientes al Subsistema CLIMA de la Junta de Andalucía y al Instituto Nacional de Meteorología.

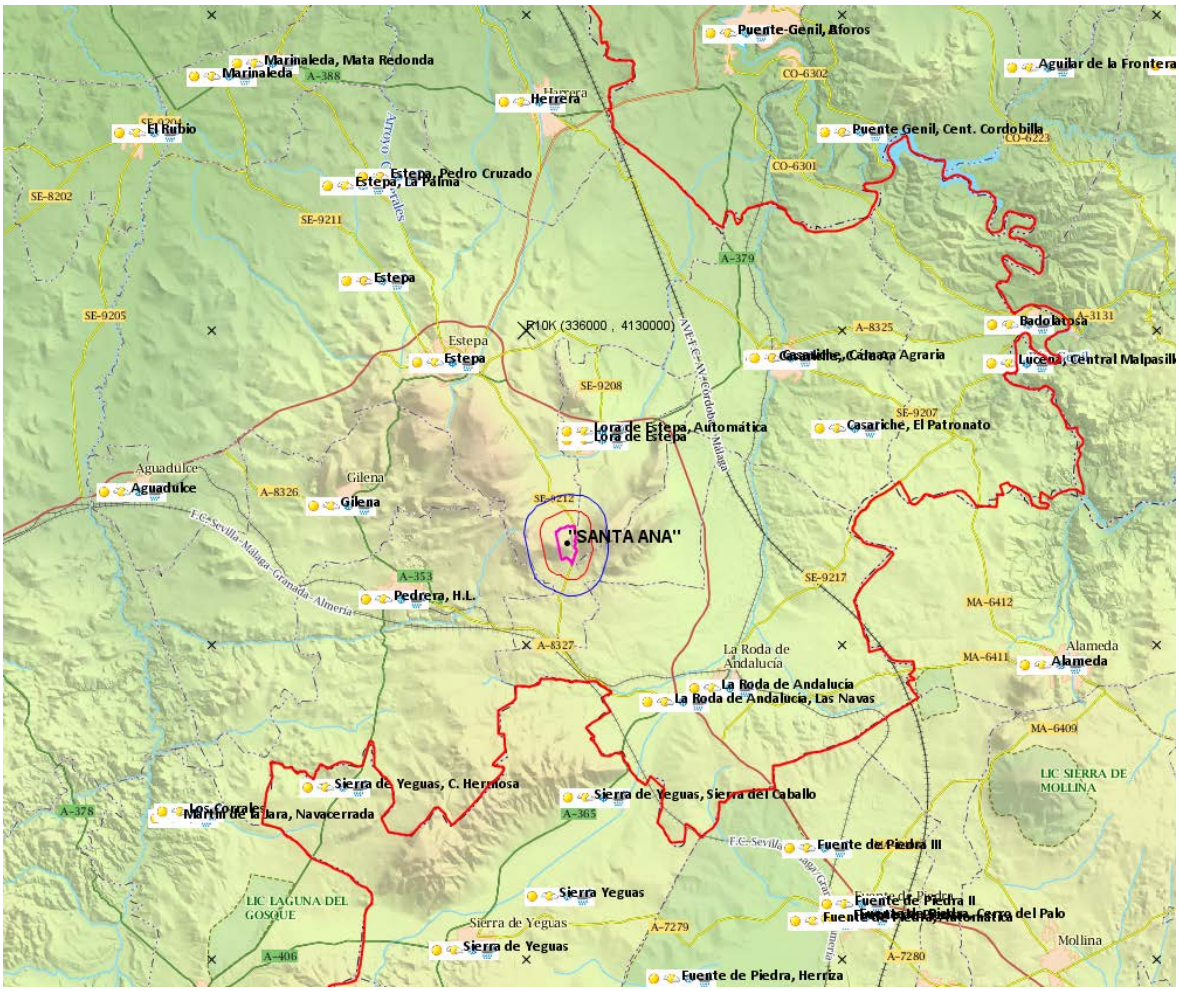
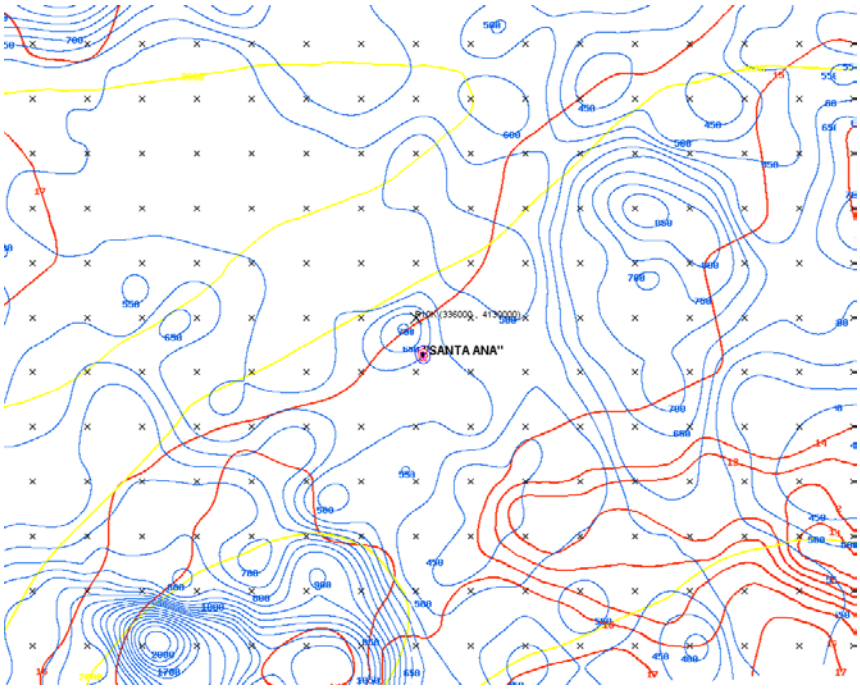


Figura 67.- Estaciones climatológicas en el entorno de la explotación. Retícula 10k sobre MTN.

Examinados los datos extraídos del subsistema CLIMA, se presentan a continuación los valores de precipitación, insolación y temperaturas medias de la zona.



- Insolación media (h/año).
- Precipitación media (mm/año).
- Temperatura media (ºC)

Figura 68.- Mapa de valores medios climáticos del entorno de la explotación. Retícula 10k.

Figura 69.- Mapa de valores medios climáticos del entorno de la explotación. Retícula 10k sobre MTN.

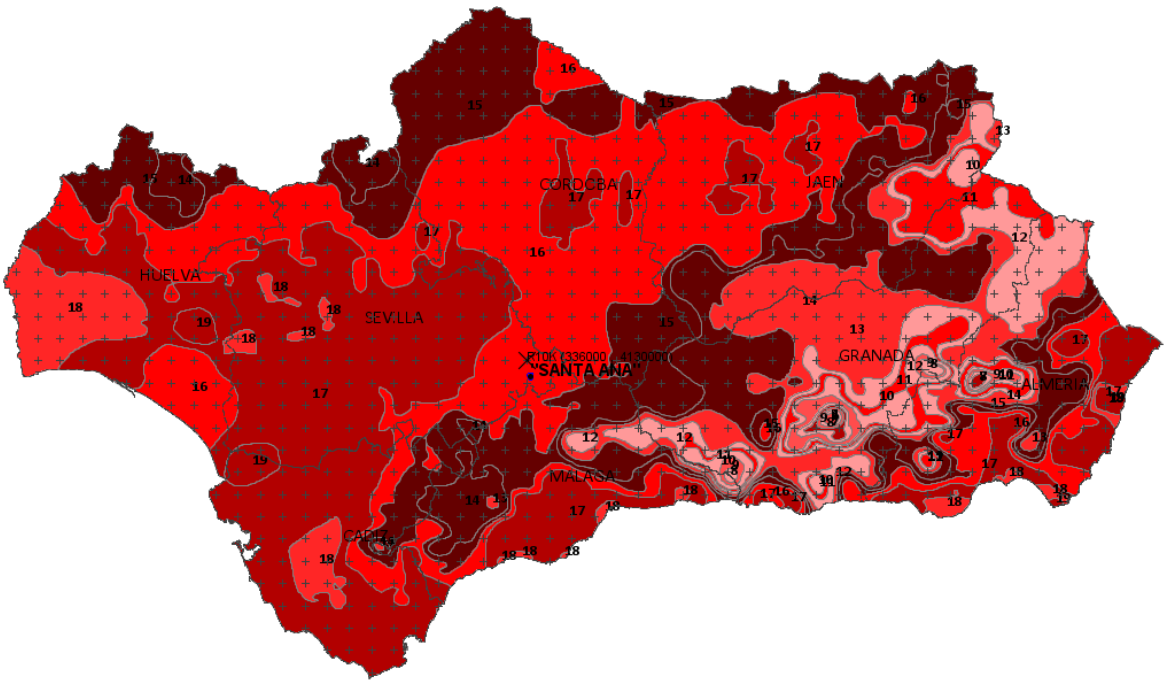


Figura 70.- Mapa de temperaturas medias de Andalucía. Retícula 10k.

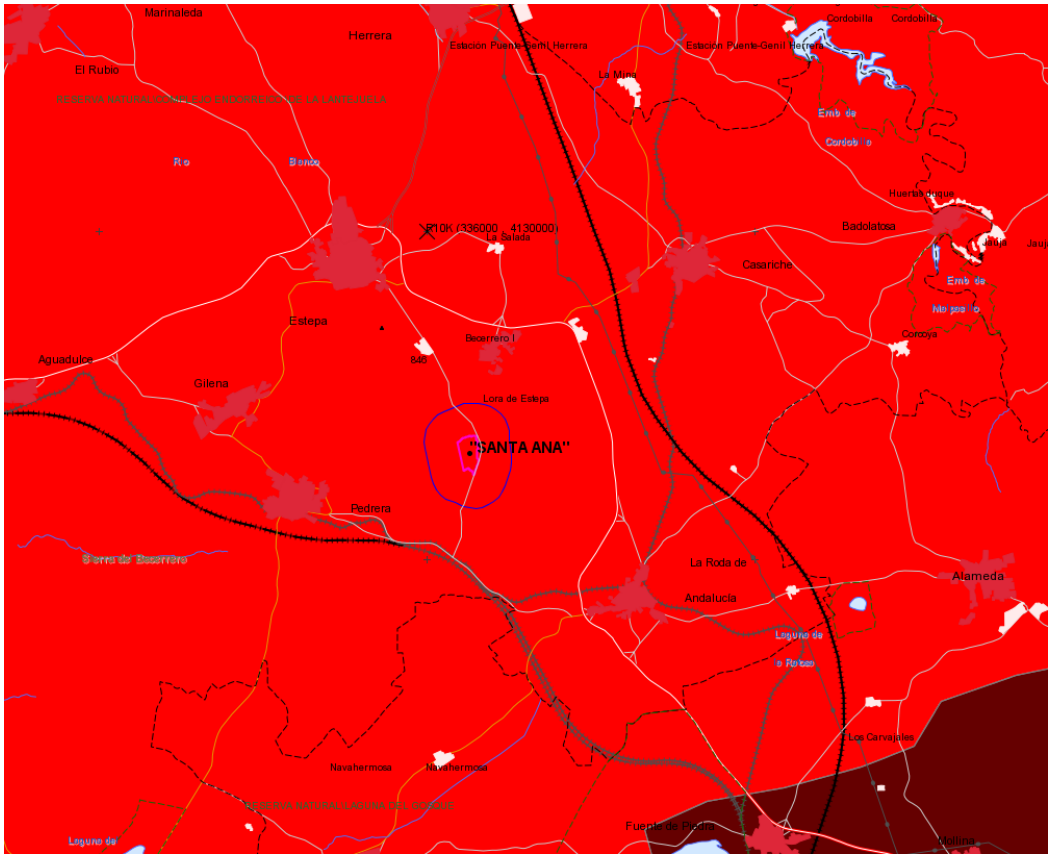


Figura 71.- Temperatura media de la zona de explotación. Retícula 10k sobre MVA a Escala 1:400.000 (Edición 2.008).

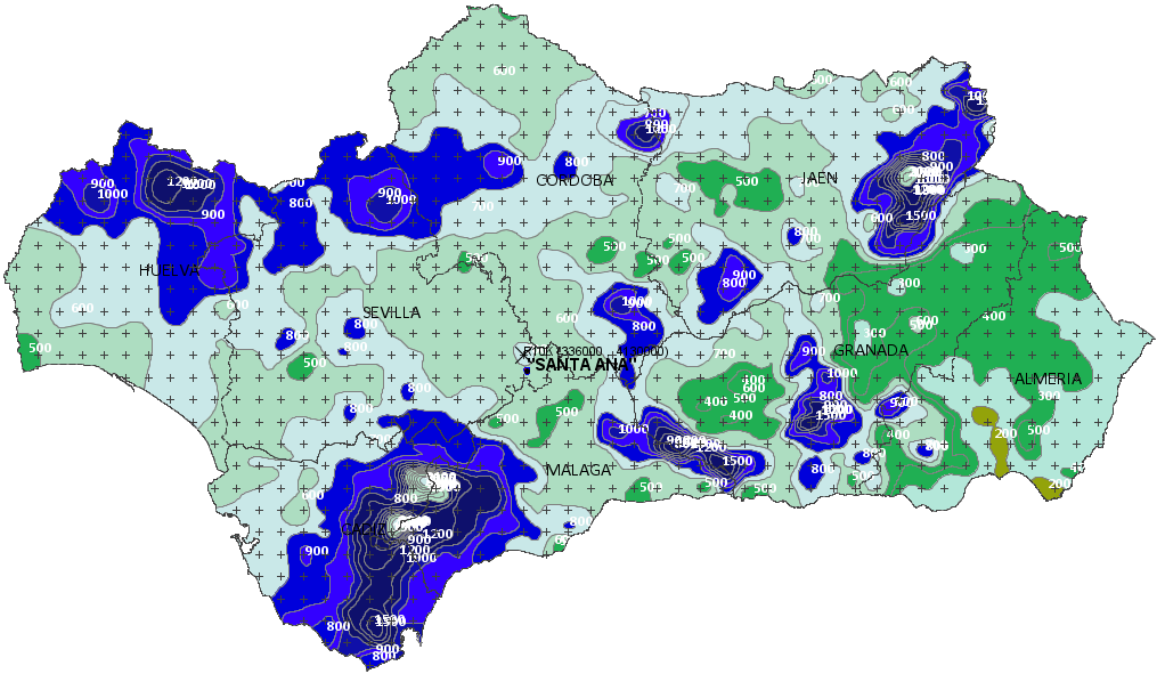


Figura 72.- Mapa de precipitaciones medias de Andalucía. Retícula 10k.

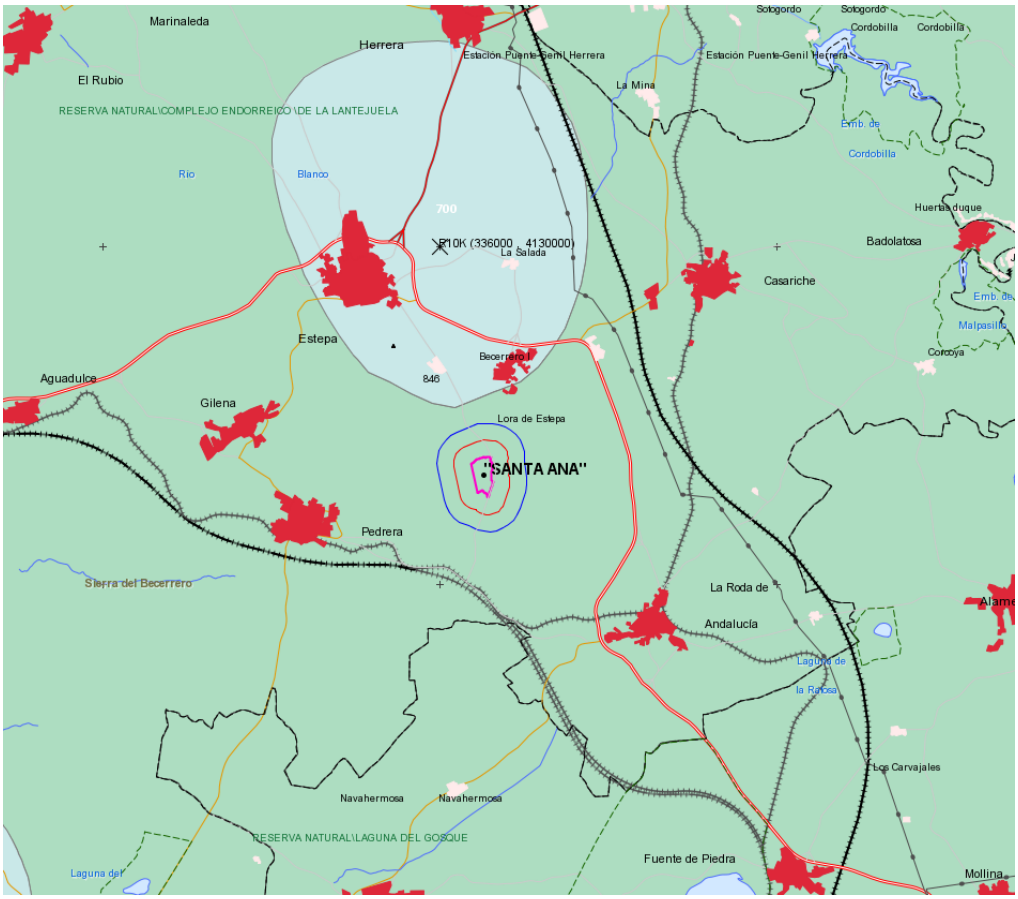


Figura 73.- Precipitación media de la zona de explotación. Retícula 10k sobre MVA a Escala 1:400.000 (Edición 2.008).

De las figuras de las 4 páginas precedentes se deducen que los valores medios climáticos son los siguientes:

- Insolación Media: 2900 horas/año.
- Precipitación media: 600 mm/año.
- Temperatura media: 16ºC.

1.2.5.4.- Protección forestal e incendios.

Se tiene en cuenta lo dispuesto en la Ley 43/2.003, de 21 de noviembre de Montes, así como lo establecido en la Ley 2/1.992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía y Decreto 208/1.997, de 9 de septiembre, por la que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.

Según el Art. 2.b del Decreto 208/1.997, de 9 de septiembre, Reglamento Forestal de Andalucía, la parcela no se considera monte o terreno forestal.

A Nivel Autonómico es de aplicación:

- Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales, cuyo objeto lo constituye la defensa de los montes o terrenos forestales frente a los incendios y la protección de las personas y los bienes por ellos afectados.
- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.
- Decreto 371/2010, de 14 de septiembre, por el que se aprueba el Plan de Emergencia por Incendios Forestales de Andalucía y se modifica el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales aprobado por el Decreto 247/2001, de 13 de noviembre.

1.2.5.4.1.- Análisis del riesgo.

Del conocimiento de la información territorial, así como del resto de factores que influyen en el inicio y propagación de los incendios forestales se determinará una metodología que permitirá conocer cuál es el riesgo de que se produzca un incendio en una zona, su posible evolución y la afectación a bienes naturales o no.

El riesgo de incendios dependerá de aquellos factores que nos determinan el comportamiento del fuego como pueden ser:

- Las características de la vegetación y las condiciones de los modelos de combustibles presentes.
- Las características orográficas.
- El clima y las condiciones meteorológicas.

De la misma manera, inciden en el riesgo de incendios forestales las actividades humanas así como otros factores capaces de desencadenar los incendios, por tanto ha de tenerse en cuenta los factores de causalidad de los distintos incendios acaecidos en el territorio y su recurrencia.

El conocimiento del riesgo de incendios previsto para las diferentes comarcas de una región contribuye a llevar a cabo una adecuada política de prevención y a una optimización en la asignación de los medios de vigilancia y extinción.

Además, permite informar y alertar a los ciudadanos para que extremen las precauciones en sus actividades en el medio rural, así como tomar medidas excepcionales para la prevención de incendios (cierre temporal de caminos, prohibición del uso del fuego en labores agrarias, forestales o de recreo).

1.2.5.4.2.- Análisis del riesgo local.

El riesgo local de incendios de una zona se obtiene a partir de dos factores, el Índice de Peligrosidad, determinado por las características estructurales del lugar y las condiciones meteorológicas, y el índice de Riesgo Histórico, que tiene en cuenta la frecuencia de los incendios así como sus causas.

Los factores básicos considerados han sido los siguientes:

- Pendiente del terreno.
- Tipo de combustible forestal.
- Intensidad de vientos.
- Déficit hídrico de la vegetación.
- Recurrencia de incendios.

Para cada uno de dichos factores se calcula un índice de riesgo básico, con una graduación en cinco niveles: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto. El índice de riesgo local se calcula por agregación sucesiva de dichos índices de riesgo básicos calculados a partir de la información básica.

El esquema general seguido para el cálculo del índice de riesgo local será el siguiente:

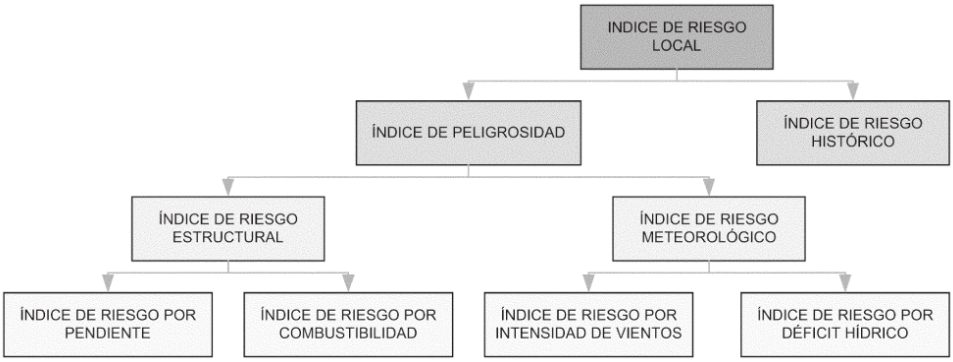


Figura 74.- Esquema general para cálculo del índice de riesgo.

1.2.5.4.3.- Vulnerabilidad.

Según la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales de 2 de abril de 1993, las consecuencias de los incendios serán objeto de un análisis cuantitativo en función de los elementos vulnerables expuestos al fenómeno de los incendios forestales: personas, bienes y medio ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior, los valores genéricos a proteger podríamos englobarlos en la protección de la vida, la seguridad de las personas, las infraestructuras, instalaciones, viviendas, patrimonio histórico, espacios naturales singulares, etc.

La vulnerabilidad hace referencia al riesgo de pérdida o afectación de diversos elementos, tanto humanos como naturales o patrimoniales por causa de su exposición a un incendio forestal. Se evaluará por tanto, la posibilidad de que un elemento concreto sea alcanzado por el frente de llama de un incendio. Los elementos a evaluar serán los siguientes:

- Núcleos de población.
- Áreas recreativas.
- Elementos del patrimonio histórico.
- Vías de comunicación, tanto carreteras como ferrocarriles.
- Líneas eléctricas.
- Conducciones de combustible.
- Vegetación natural.
- Otras infraestructuras.

1.2.5.4.4.- Zonificación del territorio.

En función de los índices de riesgo y de los valores a proteger, se detallan las Zonas de Peligro. Extraída la clasificación realizada por la Consejería de la Presidencia se puede observar que no aparece la zona de la explotación (BOJA 192 de 30 de Septiembre de 2.010).

El Real de la Jara	Término municipal completo
El Ronquillo	Término municipal completo
El Saucejo	Término municipal completo
Estepa	Zona del término municipal situada al Sur y Oeste de la autovía A-92
Gerena	Zona del término municipal situada al Norte de la carretera A-477
Gilena	Zona del término municipal situada al Norte del Cordel de Fuentes y este de la Cañada Real de Écija a Ronda
Guadalcanal	Término municipal completo
Guillena	Zona del término municipal situada al Norte de la Cañada Real Córdoba-Huelva

Figura 75.- Imagen del BOJA 192, de 30/09/2010.

No obstante lo anterior, a continuación procedemos a confirmar gráficamente que la explotación no se encuentra en Zona de Peligro e Incendios de la provincia de Sevilla, declarada por la Consejería competente en materia de Medio Ambiente.

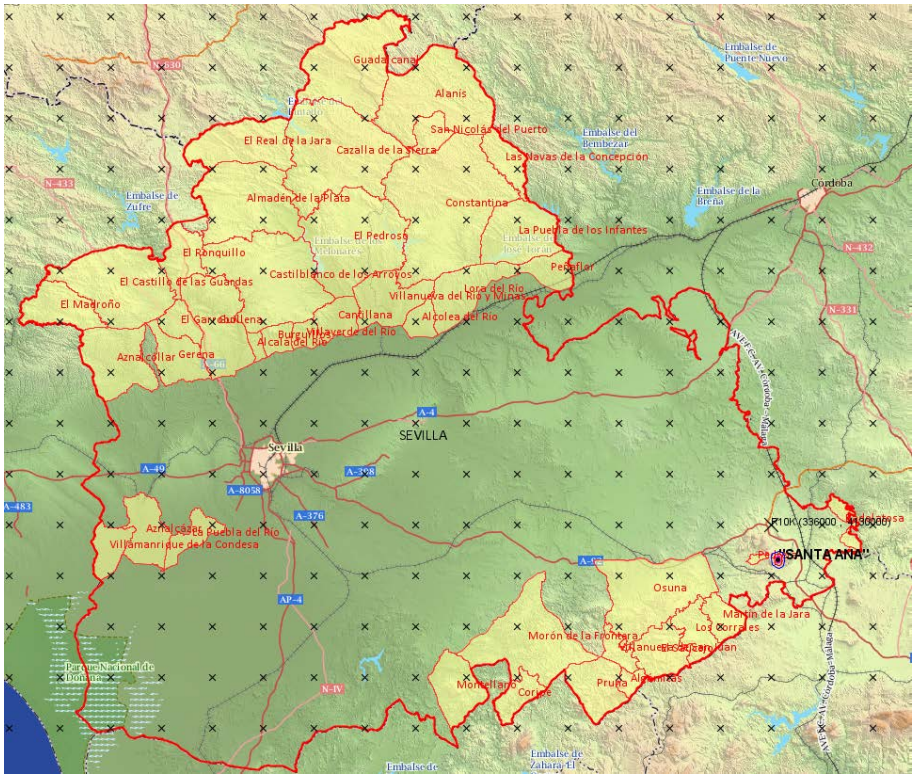


Figura 76.- Zonas de Peligro de Incendios de la Provincia de Sevilla. Retícula 10k sobre MTN.

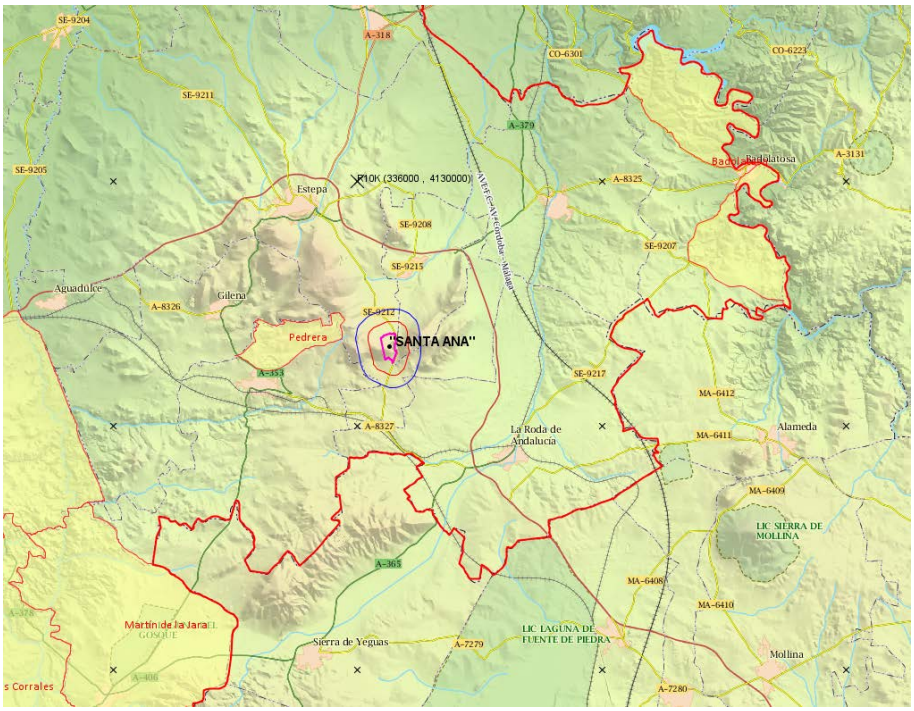


Figura 77.- Zonas de Peligro de Incendios del entorno de la Explotación. Retícula 10k sobre MTN.

No se encuentra en ninguna zona catalogada, la zona más próxima es el área “Pedrera”, a 2.000 metros al Oeste de la explotación, tal y como se puede ver a continuación.

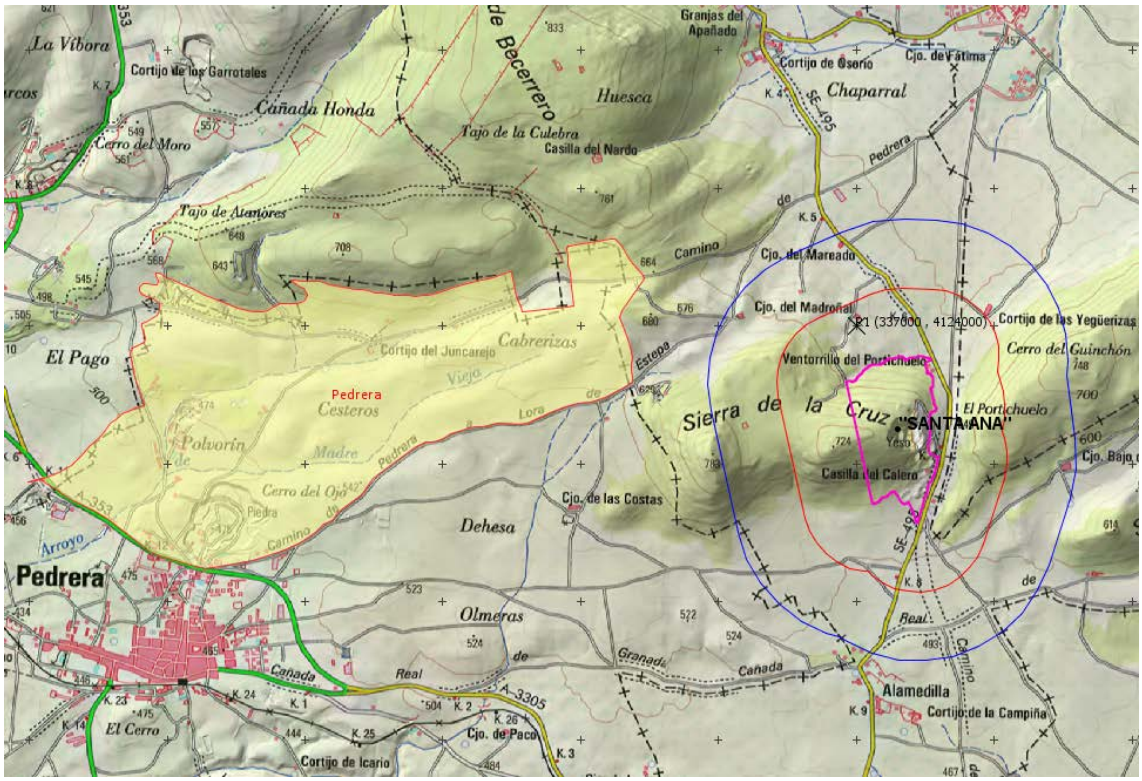


Figura 78.- Zona de Peligro de Incendios “Pedrera”, situada al Oeste de la Explotación. Retícula 10k sobre MTN.

1.2.5.4.5.- Épocas de peligro.

En la Comunidad Autónoma Andaluza se establecen para todo el año, las siguientes Épocas de Peligro:

- Época de Peligro alto: de 1 de junio a 15 de octubre.
- Época de Peligro medio: de 1 de mayo a 31 de mayo y de 16 de octubre a 31 de octubre.
- Época de Peligro bajo: de 1 de enero a 30 de abril y de 1 de noviembre a 31 de diciembre.

En base a la normativa en aplicación, se acatará lo establecido sobre:

- Defensa contra incendios forestales.
- Prevención de los incendios forestales.
- Obligación de aviso.
- Organización de la extinción de los incendios forestales.
- Trabajos de extinción.
- Zonas de alto riesgo de incendio.
- Cobertura de daños.
- Restauración de los terrenos forestales incendiados.

1.2.6.- Calidad del medio ambiente atmosférico.

Será de aplicación de manera genérica la siguiente Legislación:

- Ley 38/1.972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y Real Decreto 833/1.975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley.
- Orden de 18 de Octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera.
- Decreto 74/1.996, de 20 de febrero, de Calidad del Aire, que desarrolla el Capítulo I del Título III de la Ley 7/1.994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Orden de 23 de febrero de 1.996, sobre calidad del aire en materia de Medición, Evaluación y Valoración de Ruidos y Vibraciones, que desarrolla el Decreto 74/1.996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire.

- Orden de 3 de septiembre de 1.998 por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección de medio ambiente contra ruidos y vibraciones.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica.
- Ley 16/2.002, de 1 de julio, de Prevención y Control integrados de la contaminación.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de Diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de Noviembre, del Ruido.
- Orden de 26 de Julio de 2005 que aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica.
- Decreto 151/2006, de 25 de julio, por el que se establecen los valores límite y la metodología a aplicar en el control de las emisiones no canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de Noviembre, del Ruido, en lo referente a la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 26/2007, de 23 de Octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de Octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la AAU, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

La explotación quedará enclavada en la Categoría de Actuación "1.1- Industria extractiva", según el Anexo I de la Ley Autonómica 7/2007:

- *«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...»*

Por lo expuesto el Instrumento de prevención y control ambiental aplicable será la **Autorización Ambiental Unificada**, en aplicación de la Ley Autonómica 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y el Decreto 357/2010 que la modifica y desarrolla, por el que se regula la AAU, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

En Aplicación de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, la actividad se clasifica en el Anexo IV como "actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera", concretamente con las siguientes referencias dentro del Grupo A:

- *"3.2. Minería*

  3.2.1. Instalaciones de tratamiento de piedras, guijarros y otros productos minerales (machaqueo, desmenuzado, triturado, pulverizado, molienda, tamizado, cribado, mezclado, limpiado, ensacado) cuando la capacidad es superior a 200.000 Tm/a...."

Por todo lo expuesto y en aplicación de la Legislación Vigente que regula la Calidad del Medio Ambiente Atmosférico pasamos a desarrollar en los puntos A, B y C la aplicación de los Preceptos en los siguientes campos de actuación:

- **Contaminación atmosférica**: La presencia en el aire ambiente de cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por la actividad humana que puede tener efectos nocivos sobre la salud de las personas o el medio ambiente en su conjunto.
- **Contaminación lumínica**: La emisión de flujo luminoso por fuentes artificiales de luz constituyentes del alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.
- **Contaminación acústica**: La presencia en el aire ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

1.2.6.1.- Contaminación atmosférica.

Es de aplicación a la Explotación al emitir CO_2 la combustión de la maquinaria pesada.

En aplicación de la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, se enclava dentro de las denominadas *"Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera"*.

En cumplimiento del Art. 18 de la citada Ley se deberá proceder a la inscripción en el Registro de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, adscrito a la Consejería competente en materia de medio ambiente.

No obstante, aunque figura dentro del Grupo A del Anexo IV de la Ley Estatal 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera, **no se somete a autorización de emisiones a la atmósfera en aplicación del Art. 56** de la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental; debido a que la actividad está sometida a autorización ambiental integrada o a autorización ambiental unificada.

En el momento que la actividad se encuentre en funcionamiento es preceptiva la presentación ante el organismo competente de un informe de muestreo de sus focos de contaminación, realizado por entidad colaboradora con la Consejería de Medio ambiente en materia de protección ambiental.

En aplicación del Decreto 151/2006, de 25 de Julio por el que se establecen los valores límites y la metodología a aplicar en el control de las emisiones no canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, los Valores limite a aplicar en el control de las emisiones por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera son:

- Partículas totales en suspensión (valor medio de 24 horas): 150: g/m^3.
- Partículas sedimentables (valor medio del período de muestreo): 300 mg/m^2.
- Las mediciones de inmisión de partículas en suspensión y partículas sedimentables se realizarán cada 3 años:
- Mediciones de partículas en suspensión con tres captadores de Alto Volumen (CAV), durante 24 horas, tres días consecutivos.
- Mediciones de partículas sedimentables con tres estaciones de muestreo durante una semana consecutiva.

1.2.6.2.- Contaminación lumínica.

No se debería catalogar como "Áreas oscuras" (*E1: Zonas en espacios naturales con especies vegetales y animales especialmente sensibles a la modificación de ciclos vitales y comportamientos como consecuencia de un exceso de luz artificial*) debido principalmente a que existen más explotaciones mineras y establecimientos de beneficio preexistentes en las proximidades:

- Edificaciones Industriales.
- SE-9212 Estepa-Pedrera.

Es por lo que teorizamos que en aplicación del Art. 63 de la Ley Autonómica 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, la zona de explotación se podría clasificar en:

***E3**. "Áreas que admiten flujo luminoso medio. Comprende las siguientes zonas:*

- Zonas residenciales en el interior del casco urbano y en la periferia, con densidad de edificación media-baja.
- Zonas industriales.
- Zonas dotacionales con utilización en horario nocturno.
- Sistema general de espacios libres.”

En la siguiente figura se aprecia que la zonificación lumínica de la zona de extracción no se encuentra catalogada como E1:

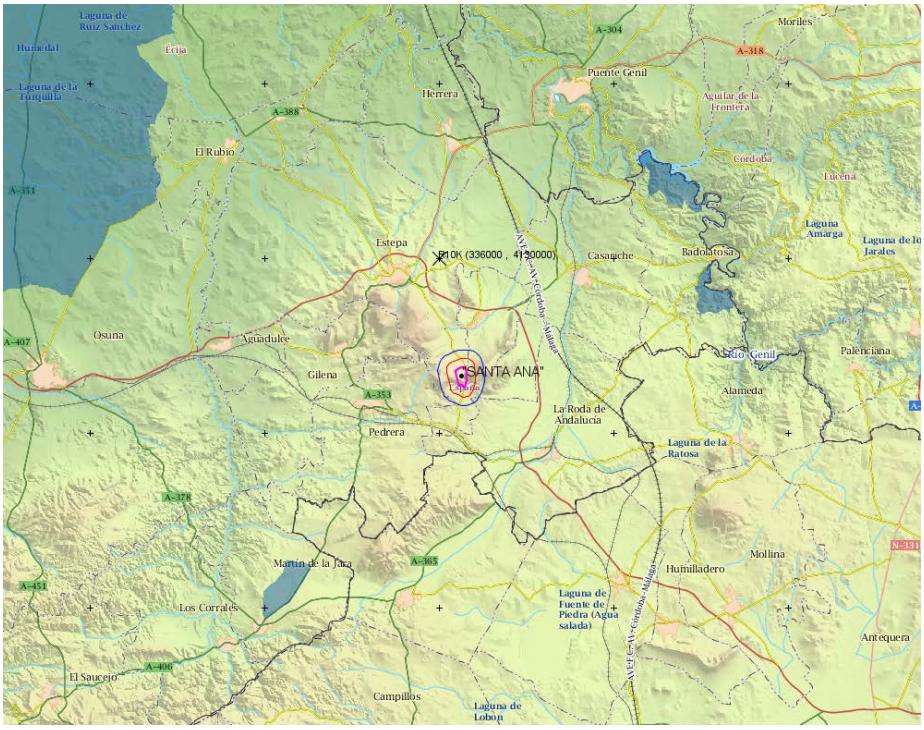


Figura 79.- Situación Zonas E1 respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 10k.

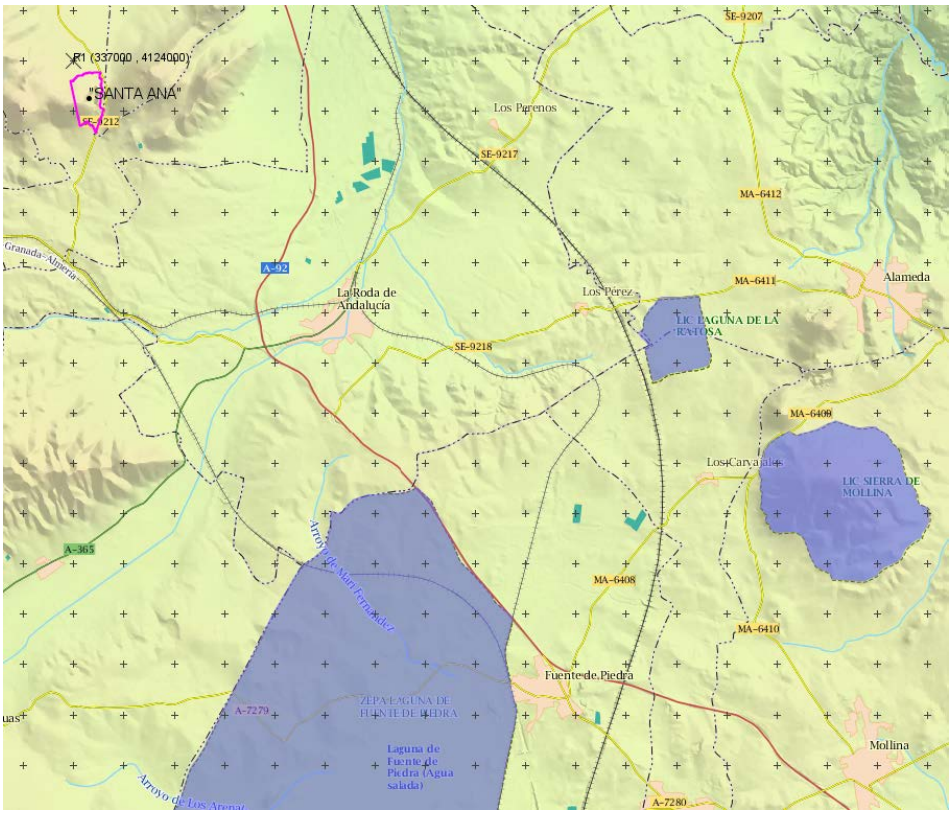


Figura 80.- Situación Zonas E1 respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

No afecta a ninguna zona calificada como E1 por la Consejería de Medio Ambiente, estando la más cercana “Laguna de Fuente Piedra” a más de 9.500 metros

1.2.6.3.- Contaminación acústica.

En aplicación del Art. 34 del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica **el estudio acústico se incorporará al estudio de impacto ambiental** y/o a la documentación de identificación de la actividad exigida para tramitar los procedimientos ambientales, éste determinará las condiciones específicas y medidas correctoras que deberán observarse en cada caso en materia de ruidos y vibraciones, en orden a la ejecución del proyecto y ejercicio de la actividad de extracción de arcillas.

En aplicación del Art. 35 del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica se procederá al análisis de los niveles sonoros:

- En estado preoperacional, mediante la elaboración de programas de medida «in situ» en periodos de más de 24 horas en continuo,

en los puntos necesarios que permitan identificar con claridad la situación acústica medioambiental en la zona de posible afección de la actividad extractiva.

- En estado postoperacional mediante la aplicación de modelos de simulación considerando los efectos indirectos asociados a la actividad extractiva, tales como tráfico inducido, operaciones de carga y descarga, instalaciones auxiliares, etc.
- Evaluación del impacto acústico previsible de la nueva actividad, mediante la comparación de los niveles acústicos preoperacionales y postoperacionales, así como con los niveles sonoros límites de fondo establecidos para las áreas de sensibilidad acústica donde puedan encuadrarse las actividades extractivas de la explotación.
- Definición de las medidas correctoras cuando los niveles acústicos en estado postoperacional superen los valores límite establecidos.
- Programación de medidas «in situ» que permitan comprobar, una vez concluido el proyecto, que las medidas adoptadas han sido las correctas y no se superan los valores límite establecidos.

En aplicación de la ORDEN de 26 de julio de 2005, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica así como del Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, la zona se podría enclavar en la siguiente:

- Tipo IV: Área ruidosa. Zona de baja sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:
- a) Uso industrial: Como es el caso de la presente explotación.
- b) Zona portuaria: No procede.
- c) Servicios públicos, no comprendidos en los tipos anteriores.

Dichas Normas establecen los límites máximos permitidos en lo referente a zonas, edificios y vehículos:

TABLA Nº 2. NIVELES LÍMITE DE EMISIÓN DE RUIDO EN EL EXTERIOR DE LAS EDIFICACIONES.
NIVEL DE EMISIÓN EXTERIOR.
NEE

	NIVELES LIMITES (dBA)	
SITUACIÓN ACTIVIDAD	**Día (7-23)**	**Noche (23-7)**
Zona de equipamiento sanitario.	60	50
Zona con residencia, servicios terciarios, no comerciales o equipamientos no sanitarios.	65	55
Zona con actividades comerciales.	70	60
Zona con actividad industrial o servicio urbano excepto servicios de administración.	75	70

Cuadro 9.- Niveles límite de emisión de ruido en el exterior de edificaciones.

TABLA NÚM. 3
NIVELES LÍMITE DE RUIDO AMBIENTAL EN FACHADAS DE EDIFICACIONES

	Niveles Límite (dBA)	
Área de Sensibilidad Acústica	Día (7-23) L_Aeq_d	Noche (23-7) L_Aeq_n
Tipo I (Área de Silencio)	55	40
Tipo II (Área Levemente Ruidosa)	55	45
Tipo III (Área Toleradamente Ruidosa)	65	55
Tipo IV (Área Ruidosa)	70	60
Tipo V (Área Especialmente Ruidosa)	75	65

Cuadro 10.- Niveles límite de ruido ambiental en fachadas de edificaciones.

- Vehículos destinados al transporte de mercancías que tengan un peso máximo que exceda de 3.5 Tm, pero no exceda de 12 toneladas: 86 dB.
- Vehículos destinados al transporte de mercancías que tengan un peso máximo que exceda de 12 Tm: 86 dB.
- Vehículos destinados al transporte de mercancías que tengan un peso máximo que exceda de 12 toneladas y cuyo motor tenga una potencia igual o superior a 147 Kw: 88 dB.

Durante la vigilancia y realización de los informes preceptivos se extremarán las precauciones y en caso de superar los límites legales se tomarán inmediatamente las acciones necesarias programadas en el

preceptivo estudio acústico anexo al Estudio de Impacto Ambiental de la explotación, para restablecerlos dentro de lo permitido.

Por todo lo expuesto en la explotación “SANTA ANA” se trabajará exclusivamente de 07-23 horas.

En la elaboración de estudios y ensayos acústicos se utilizarán para la medida de ruidos sonómetros o analizadores clase 1 que cumplan los requisitos establecidos por las normas UNE-EN-60651: 1996 y UNE-EN-60651A1: 1997 para sonómetros convencionales, las UNE-EN-60804: 1996 y UNEEN-60804 A2: 1997 para sonómetros integradores-promediadores, y la UNE-20942: 1994 para calibradores sonoros acústicos, en los demás casos se podrán utilizar sonómetros o analizadores de clase 2. Como regla general se utilizarán:

- Sonómetros integradores-promediadores, con análisis estadísticos y detector de impulso, para medidas de limitaciones de emisión (NEE) e inmisión (NAE).
- Sonómetros con análisis espectral para medidas en bandas de tercios de octava, para medición de aislamientos acústicos, vibraciones, NAE y tonos puros.

1.2.7.- Paisaje.

1.2.7.1.- Unidades de paisaje Autonómicos.

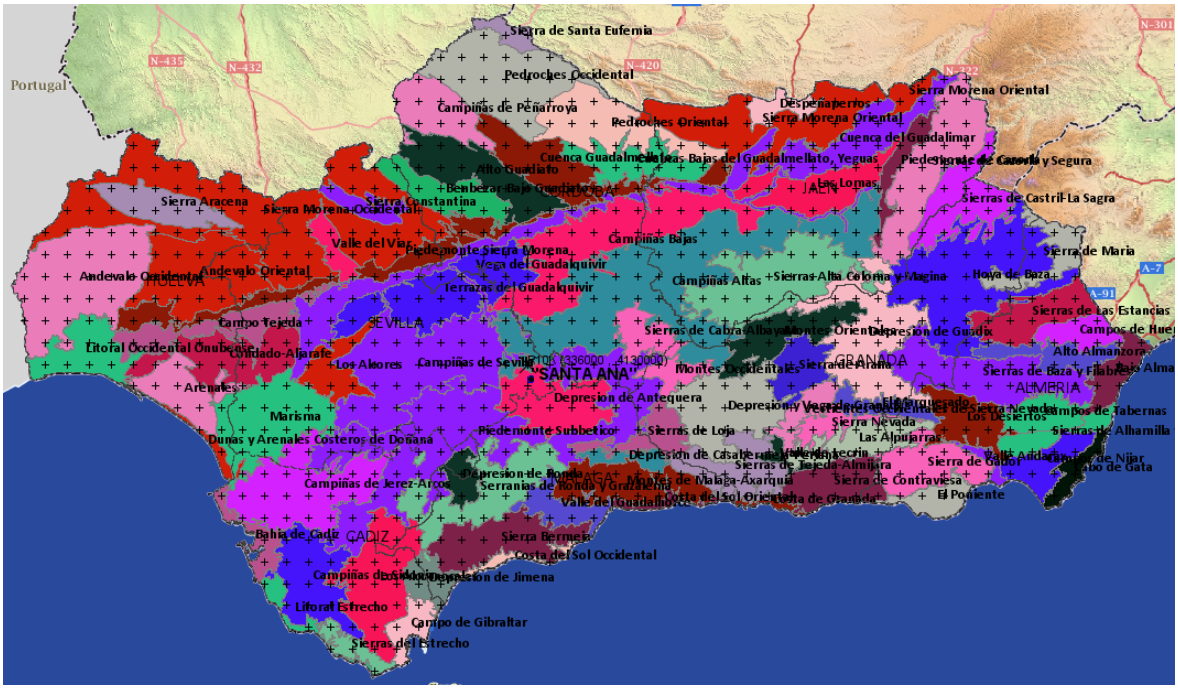


Figura 81.- Unidades de Paisaje de Andalucía. Retícula 10k.

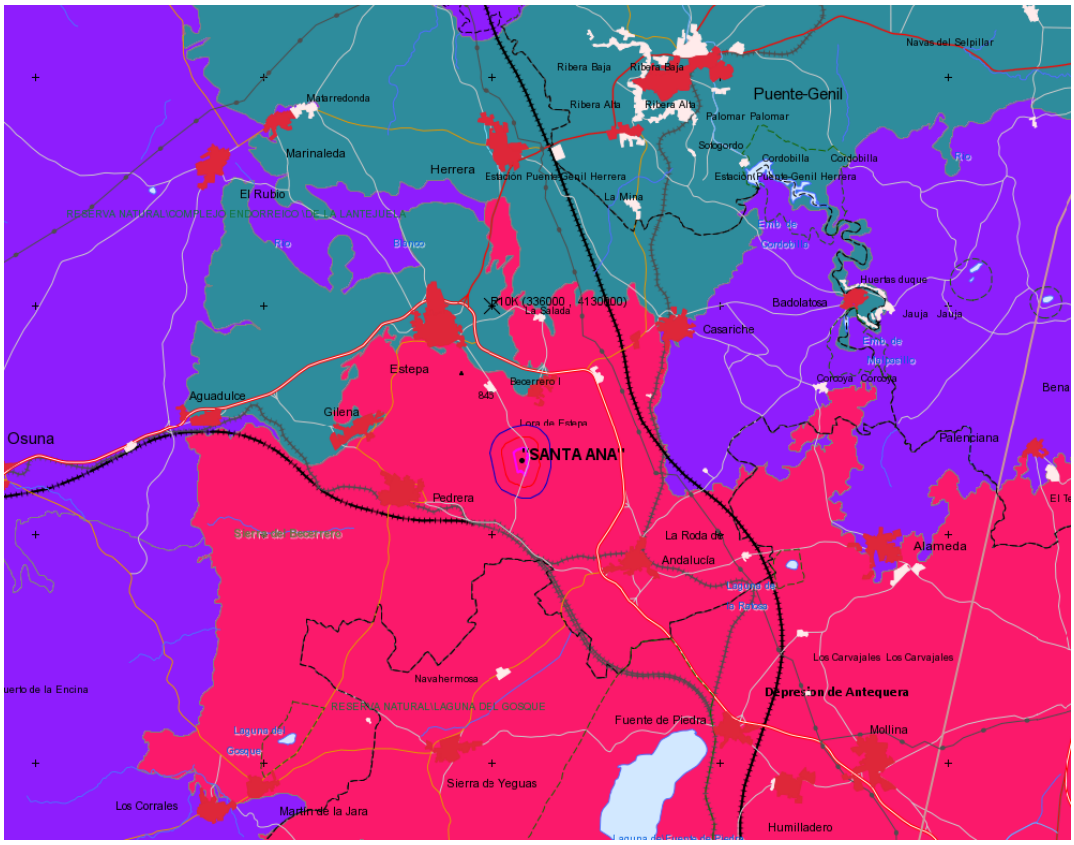


Figura 82.- Unidades de Paisaje de la zona de explotación. Retícula 10k sobre MVA a Escala 1:400.000 (Edición 2.008).

Se encuentra dentro de la Unidad Paisajística:

- Depresión de Antequera, correspondiente a áreas de "Valles, vegas y marismas interiores".

1.2.7.2.- Unidades de paisaje Locales.

Las 3 unidades que nos encontramos en el enclave del Municipio de Estepa son las siguientes:

UNIDAD: SIERRA BECERRERO.

- Esta unidad, situada al Sur del municipio, es la de mayor valor paisajístico.
- Se caracteriza por presentar como materiales geológicos calizas oolíticas del jurásico. Esta unidad se encuentra englobada en su totalidad en la unidad geomorfológica de Sierra definida en el apartado relativo a la Geomorfología. Topográficamente aparece como una elevación brusca con pendientes que oscilan entre20 – 50%. El carácter antrópico de la zona es bajo, siendo el uso principal el forestal. En esta unidad la complejidad cromática así como la textura es alta

UNIDAD: ALREDEDORES DE LA SIERRA DE ESTEPA.

- Corresponde a la casi totalidad del término municipal.
- El sustrato geológico presente es principalmente a base de areniscas y calizas biodetríticas pertenecientes al mioceno superior. La pendiente en general es baja.
- Esta unidad presenta gran diversificación escénica, debido a los elementos determinantes de esta unidad, que son el olivar y los cultivos herbáceos.
- Las parcelaciones agrícolas son las que organizan visualmente el paisaje junto a los trazos que definen caminos y carreteras.
- Las parcelaciones agrícolas, al igual que en la unidad anterior, son las que organizan visualmente el paisaje junto a los trazados más o menos rectilíneos de las carreteras y caminos, configurando áreas de gran extensión y uniformidad, cuyas características son su repetitividad, gran legibilidad y ordenación.

UNIDAD: CANTERAS

- Es la unidad más transformada y con mayor impacto ambiental o paisajístico.
- Con total carencia de vegetación asociada, esta unidad está instalada al Sur del núcleo urbano, en la ladera del Becerrero.
- Su visibilidad es alta, siendo perceptible desde los diversos accesos al núcleo urbano, así como desde diversos puntos del término municipal al estar localizado en una ladera.

Es claro y evidente que la explotación, aun cuando se situaría claramente en la Unidad “Canteras”, posee características de las otras dos unidades de paisaje del Municipio.

1.2.7.3.- Incidencia visual de la explotación.

La explotación resulta visible en el conjunto de su cuenca visual, además de por su posición elevada sobre el territorio que abarca, por la coloración blanco brillante del frente que contrasta sobre el matorral que cubre la Sierra de la Cruz.

Aunque a este respecto hay que señalar, que si bien la explotación resulta visible, la extracción de caliza es una actividad muy tradicional en la zona, ya que existen bastantes explotaciones activas en la zona.

Las vías de comunicación constituyen las zonas de máxima accesibilidad visual. Las zonas más críticas son las carreteras locales SE-497, entre los PK 28,5 y 31, y SE-495 en parte de su trayecto, así como la autovía A-92, desde la que también se obtiene una vista de la cantera a lo largo de 11,6 Km de su trazado, pero como analizaremos a continuación de los 11,6 Km de longitud para cualquier persona que circule por este tramo sólo la localizaría durante un tramo de 6,3 Km.

Tramos desde los cuales es visible la cantera por la Autovía A-92, en sentido Málaga-Sevilla:

- entre los PK 137,2 y 134.
- entre los PK 132 y 131 (poco impacto, solo parte superior).
- entre los PK 127,90 y 121,60 (desde el PK 125 al 121,6 es la zona de mayor impacto visual).
- entre los PK 121 y 120 (tramo de reducido impacto visual).
- A la altura de Lora de Estepa, en el PK 113 solo es visible una pequeña parte de la cantera en un pequeño tramo de 100 m.

La suma de la longitud de todos los tramos de la A-92 desde la cual es visible la cantera es de 11,6 Km. A continuación se presentan fotografías de cada uno de los tramos desde donde se visualiza, desde la Autovía A-92, la explotación

Figura 85.- Visualización de la explotación entre los PK 137,2 y 134.

En este tramo de 3,2 Km la cantera es prácticamente inapreciable debido a la distancia, impacto visual: muy reducido, prácticamente inexistente

Figura 86.- Visualización de la explotación entre los PK 132 y 131.

En este tramo de 1 Km de longitud la cantera es prácticamente inapreciable, solo se divisa la parte superior, para cualquier persona que circule por este tramo la cantera pasa desapercibida. Impacto visual: muy reducido, prácticamente inexistente

Figura 87.- Visualización de la explotación entre los PK 127,90 y 121,60.

Figura 88.- Visualización de la explotación entre el PK 125 al 121,6.

En este tramo de 6,3 Km de longitud es donde existe mayor impacto visual, sin embargo, como se puede observar en las fotografías adjuntas, es debido a que se visualiza de frente, pero ni si quiera se aprecia la totalidad de la cantera. Impacto visual: moderado entre los PK 121 y 120 (tramo de reducido impacto visual).

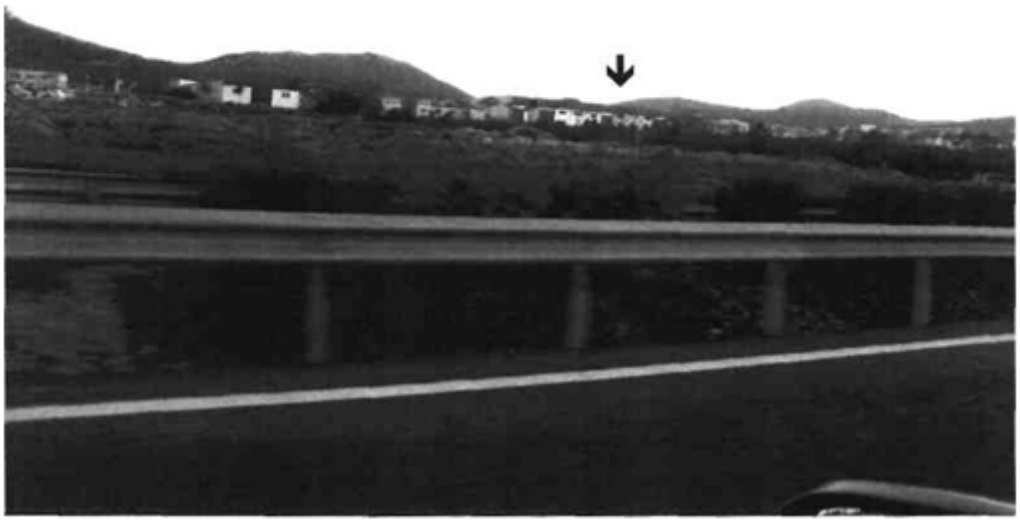


Figura 89.- Visualización de la explotación a la altura de Lora de Estepa, en el PK 113

Es visible en un pequeño tramo de 100 metros, prácticamente inapreciable para cualquier persona que circule por la zona. Impacto visual: inexistente

Como efecto positivo hay que señalar que la explotación no se observa desde las poblaciones más cercanas. El cerramiento norte oculta las vistas desde Estepa, y Pedrera, al oeste. Desde Lora de Estepa únicamente se pueden apreciar los bancos más altos.

La posición de La Roda de Andalucía situada al este, en la terraza baja del río de las Yeguas, también limita el espacio visto hacia la cantera, haciendo que únicamente se observen los bancos superiores del frente.

1.2.8.- Espacios Naturales de la zona de influencia de la explotación.

Se presenta en los epígrafes siguientes de este punto la localización de espacios singulares en cuanto a su localización ambiental. Se presenta en primer lugar una imagen general a gran escala y posteriormente se acota a las zonas más cercanas, si así lo estuvieran, a la explotación.

1.2.8.1.- Espacios Naturales Protegidos

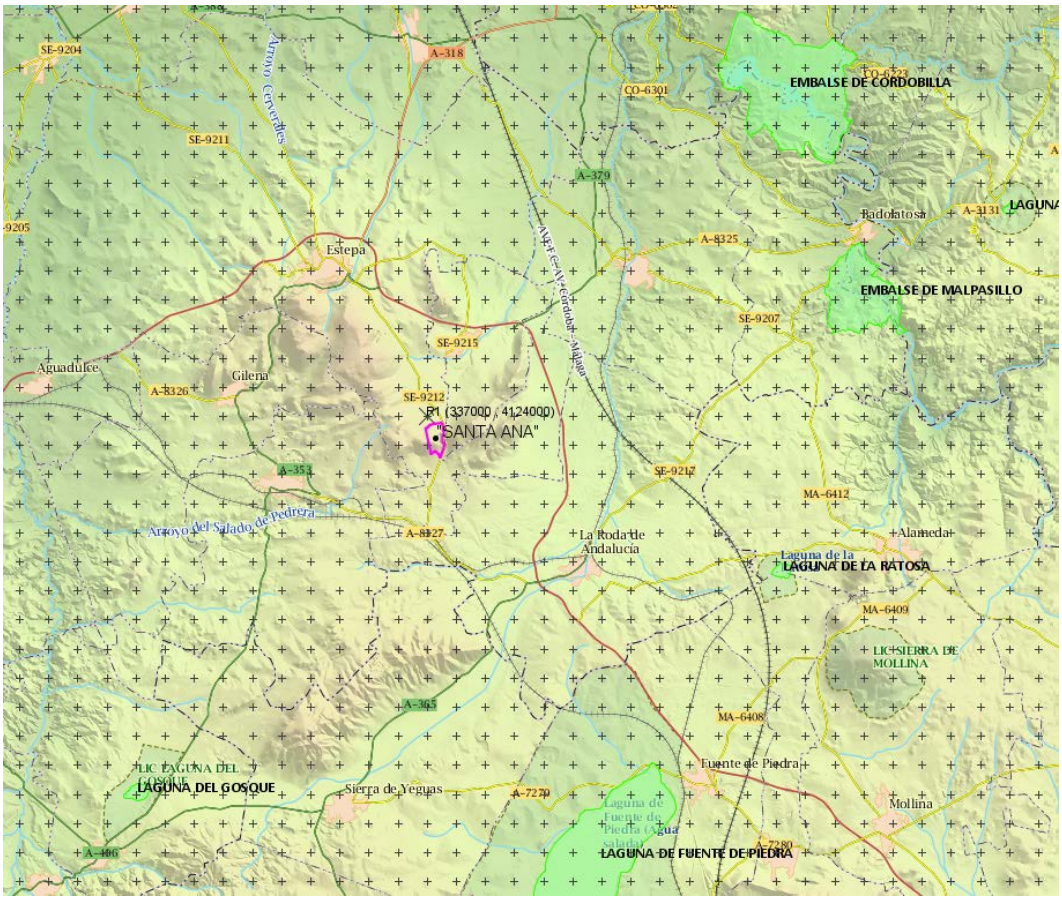


Figura 90.- Situación de EENNPP respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

No afecta a ninguno, siendo el más cercano la Reserva Natural “Laguna de la Ratosa”, Reserva Natural declarada el 28 de julio de 1.989, a 12.052,84 metros – 110,92º, por lo que es evidente que su afección es inexistente.

1.2.8.2.- Montes Públicos de Andalucía.

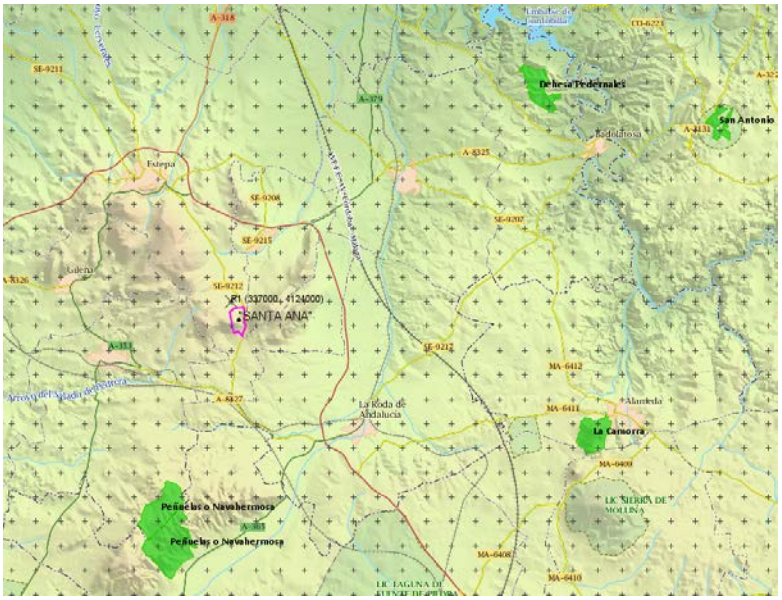


Figura 91.- Situación de Montes Públicos respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

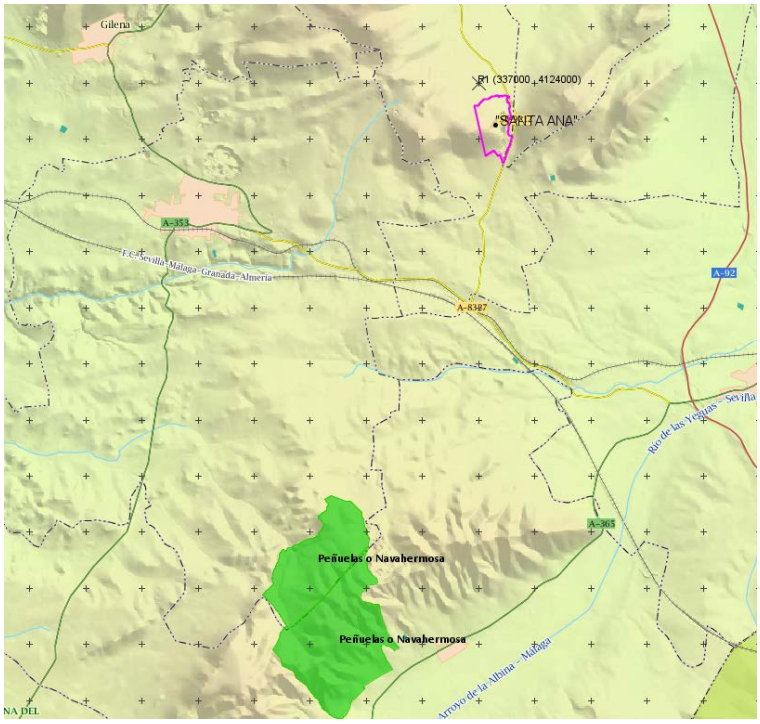


Figura 92.- Ampliación de la situación de Montes Públicos respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

No afecta a ninguno, siendo el más cercano "Peñuelas o Navahermosa", a 6.604,65 metros – 202,45º, por lo que es evidente que su afección es inexistente.

1.2.8.3.- Lugar de Interés Cultural.

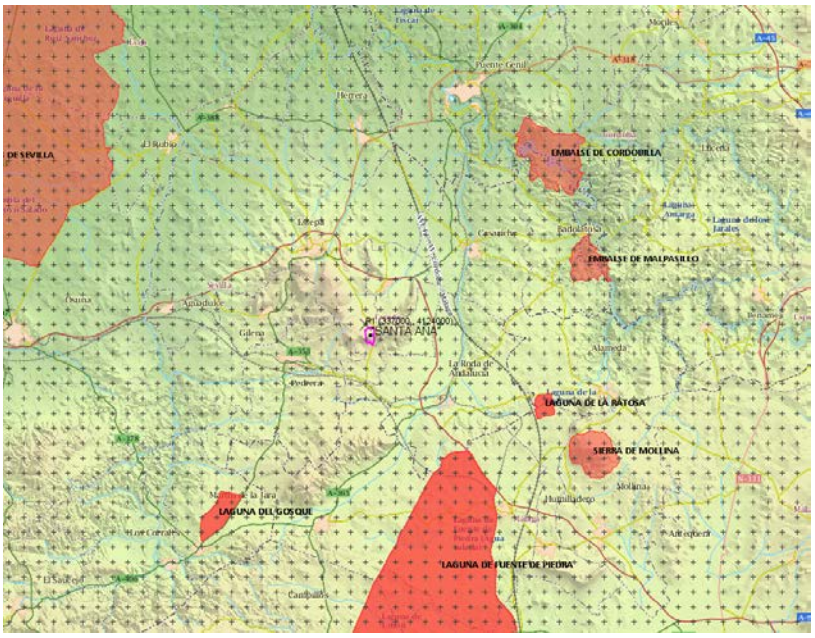


Figura 93.- Situación de LIC,s respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

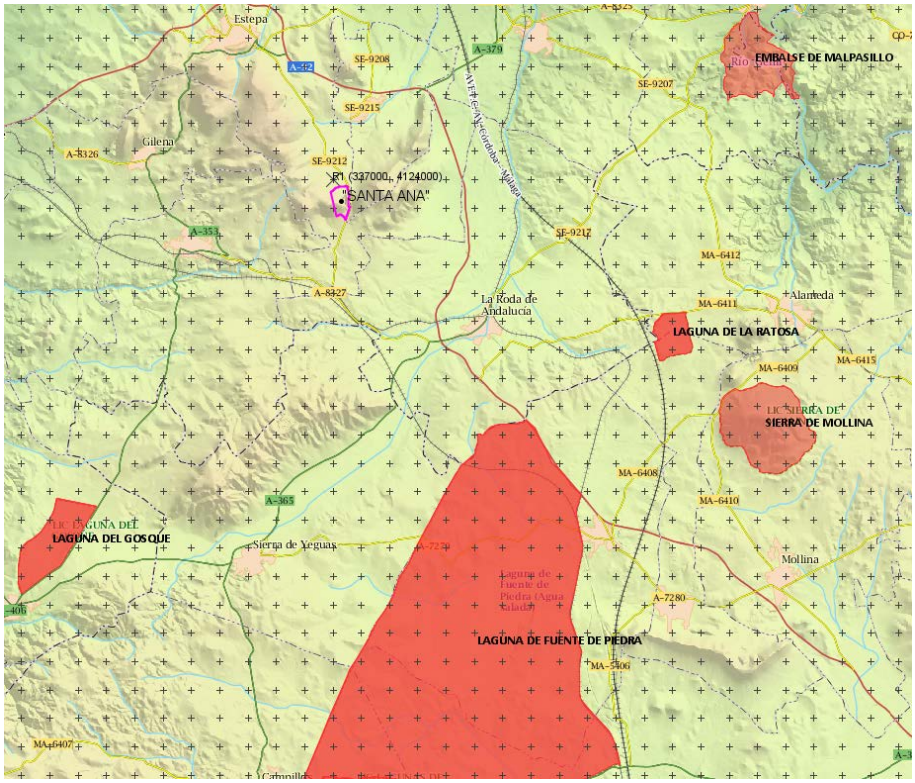


Figura 94.- Ampliación de Situación de LIC,s respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

No afecta a ninguno, siendo el más cercano el LIC “Laguna de Fuente de Piedra”, a 8.868,33 metros – 162,59º, por lo que es evidente que su afección es inexistente.

1.2.8.4.- Zonas de reserva de la Biosfera.

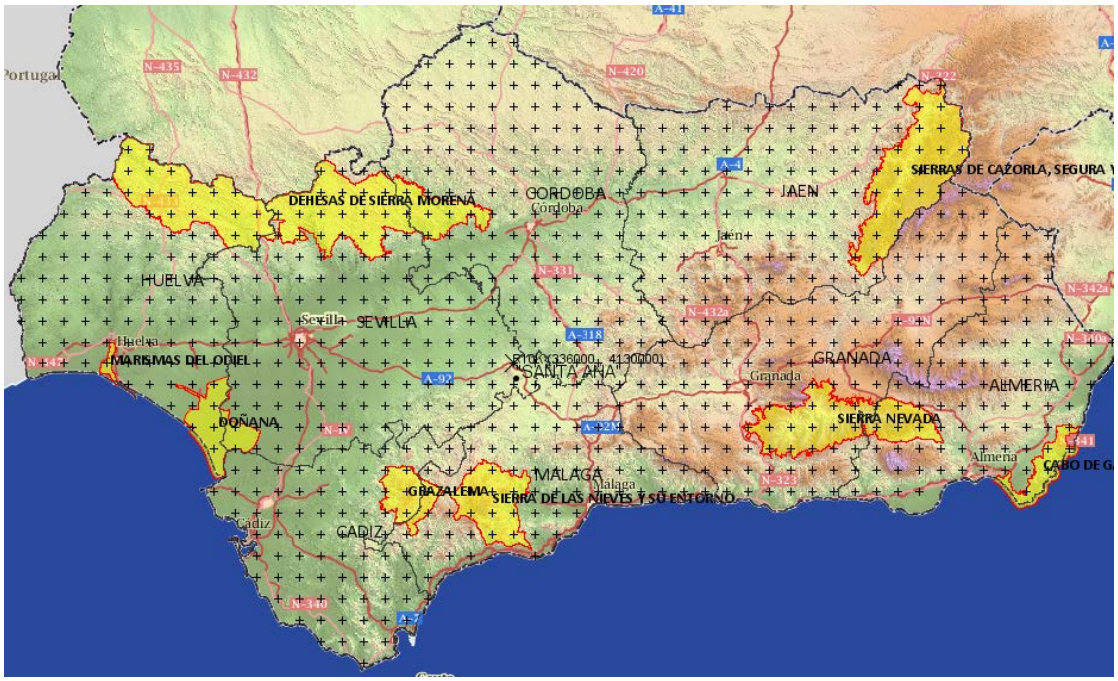


Figura 95.- Distribución de las Reservas de la Biosfera de Andalucía, sobre MTN. Retícula 10k.

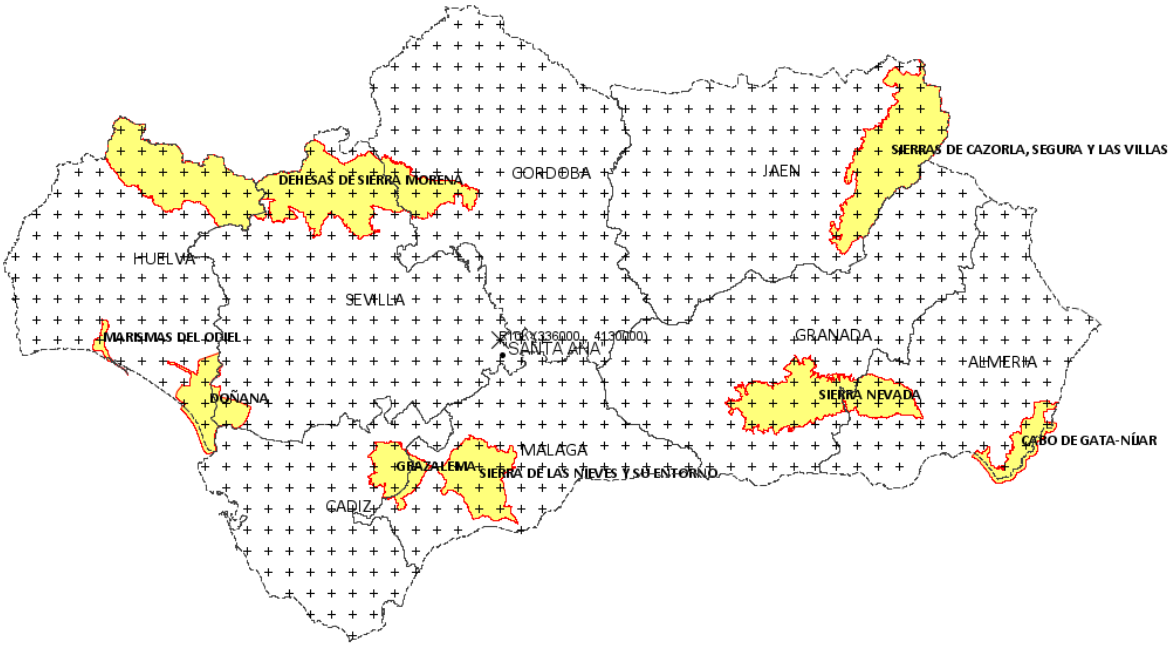


Figura 96.- Distribución de las Reservas de la Biosfera de Andalucía, sin capas. Retícula 10k.

Las Reservas declaradas de la biosfera se encuentran a mucha distancia de la Autorización de Explotación “Santa Ana”, siendo la más cercana la denominada “Sierra de las Nieves y su Entorno” a 39.854,69 metros – 189,23º.

1.2.8.5.- Equipamientos Uso Público.

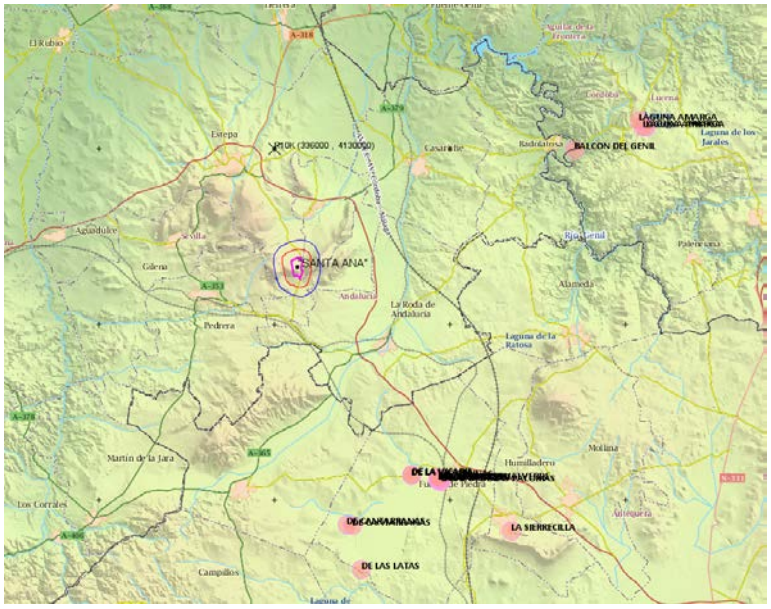


Figura 97.- Situación Equipamientos de Uso Público Andalucía respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 10k.

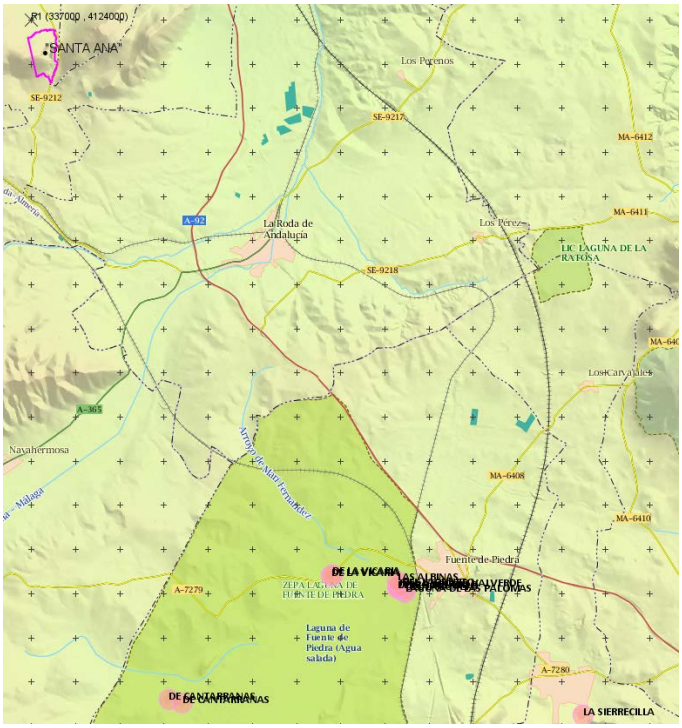


Figura 98.- Situación Equipamientos de Uso Público Andalucía respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

El más cercano es el Mirador de la Vicaria, a 12.839,88 metros – 151,24º de la zona de la explotación.

1.2.8.6.- Zonas PORN (Plan Ordenación de Recursos Naturales).

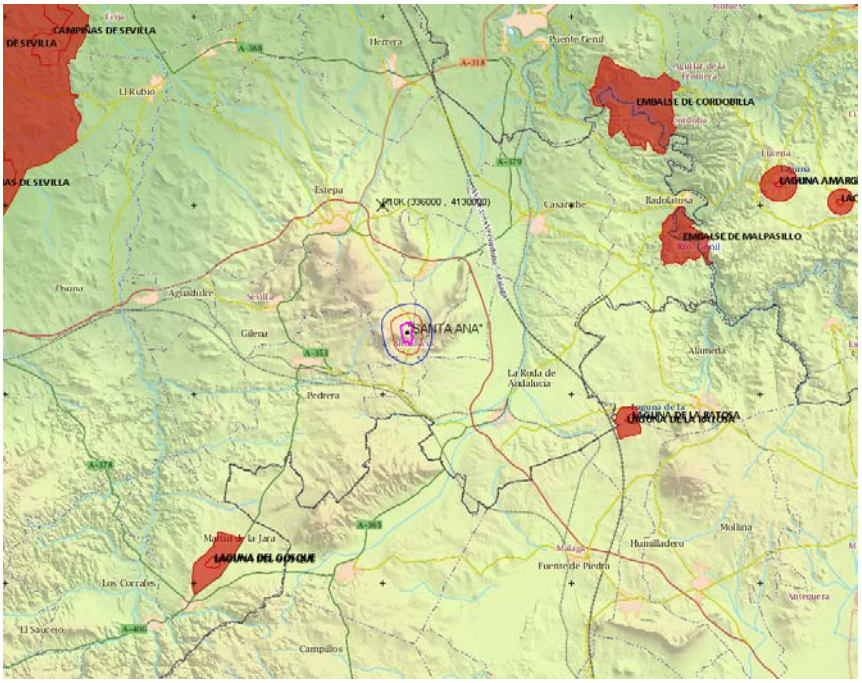


Figura 99.- Situación Zonas PORN respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 10k.

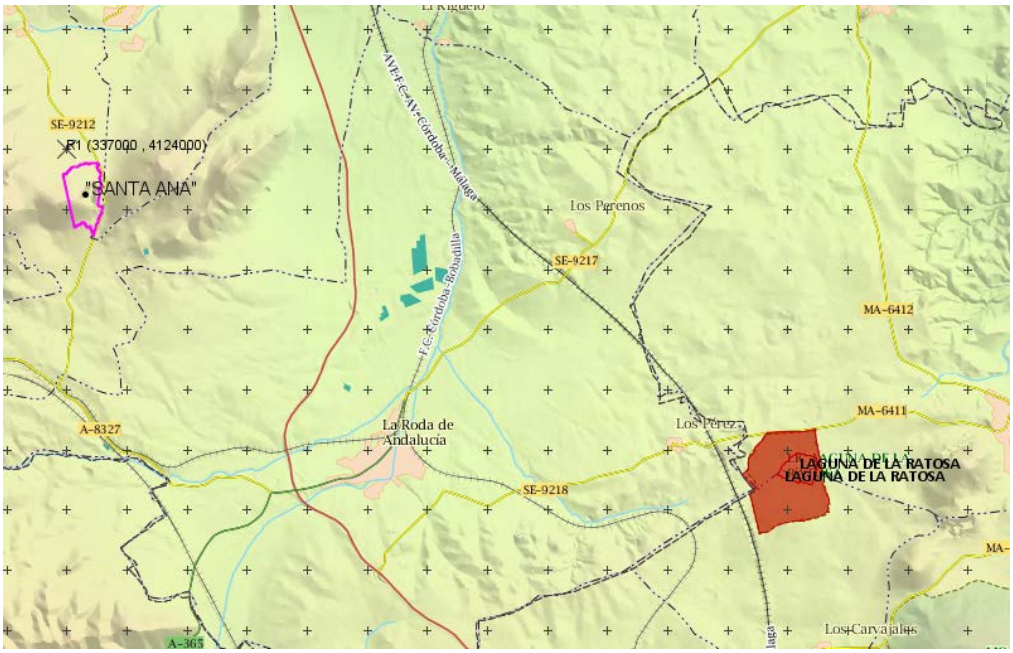


Figura 100.- Situación Equipamientos de Uso Público Andalucía respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

No afecta a ninguno, siendo el más cercano la Reserva Natural "Laguna de la Ratosa", Reserva Natural declarada el 28 de julio de 1.989, a 12.052,84 metros – 110,92º, por lo que es evidente que su afección es inexistente.

1.2.8.7.- Zonas pertenecientes al PEPMF (Plan Especial de Protección del Medio Físico).

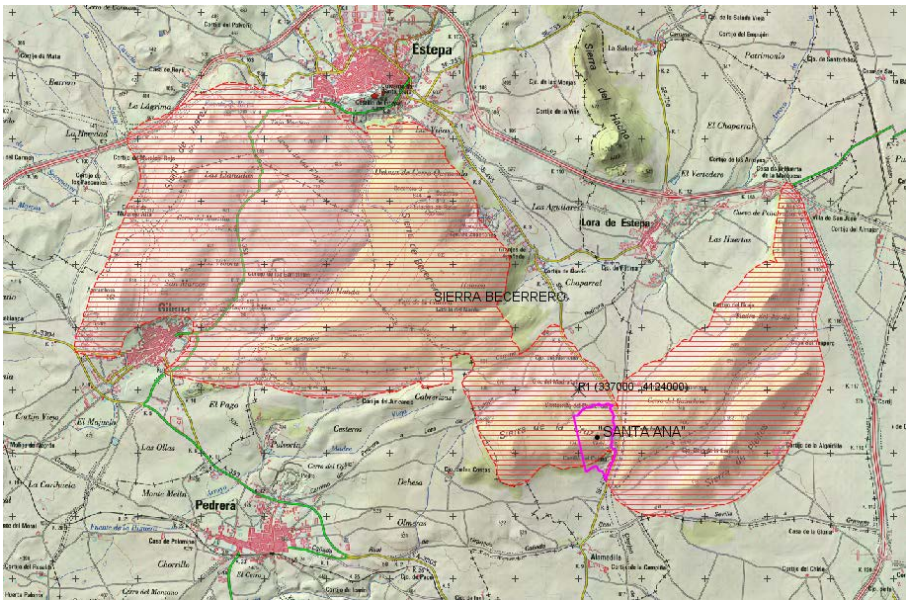


Figura 101.- Situación Zonas PEPMF respecto de la explotación, sobre MTN. Retícula 1k.

La explotación se encuentra dentro de la zona denominada “Sierra Becerreros”.

1.2.8.8.- Cuadro de afección a lugares ambientales catalogados.

CUADRO DE AFECCIONES AMBIENTALES DE LA EXPLOTACIÓN

CONCEPTO	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Zonificación Lumínica E1	**NO**	**> 9.500**
Espacios Naturales Protegidos	**NO**	**> 12.052**
Montes Públicos	**NO**	**> 6.604**
LIC	**NO**	**> 8.868**
Reservas de la Biosfera	**NO**	**> 39.854**
Equipamiento Uso Público	**NO**	**> 12.839**
Zonas PORN	**NO**	**> 12.839**
Plan Especial Protección Medio Físico	**SI**	**0**

Cuadro 11.- Resumen afecciones a lugares ambientales.

De lo que se deduce que la explotación de los recursos de la Sección A) “Santa Ana”, únicamente afecta a la zona de “Sierra de Becerreros”, contemplada en el Plan Especial de Protección del Medio Físico, el cual fue aprobado con posterioridad a la Autorización de Explotación.

1.3.- Estudio del medio biótico.

1.3.1.- Flora.

Las series de vegetación en Andalucía se dividen en dos grandes grupos, las Series Climatófilas, que son aquellas cuya dinámica está regida por los fenómenos hídricos propios del macroclima y que se asientan sobre suelos normales, y las series edafófilas que dependen de características edáficas y microclimáticas concretas. Estas últimas se dividen a su vez en edafoxerófilas, que son aquellas en las que la ausencia de suelo es el responsable directo de la xericidad, y edafohigrófilas, que son las que se desarrollan sobre suelos con un aporte hídrico adicional.

De acuerdo con Rivas Martínez (1987) se consideran pisos bioclimáticos "cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. En la práctica, tales unidades bioclimáticas se conciben y delimitan en función de aquellas fitocenosis que presentan evidentes correlaciones con determinados intervalos o censuras termoclimáticas". Dentro de tales pisos es posible diferenciar horizontes que suelen poner de manifiesto cambios en la distribución de series de vegetación, faciaciones o comunidades.

La vegetación potencial en todo el término municipal se corresponde con la Región mediterránea y con el Piso Mesomediterráneo. Serie Mesomediterránea Bética, marianense y araceno-pacense basófila de Quercus rotundifolia o encina (Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae sigmetum), concretamente en su Faciación termófila bética con Pistacia lentiscus. Además podemos encontrar la Geomegaserie riparia mediterránea, coincidiendo con el cauce del río Genil.

1.3.1.1.- Series de Vegetación potencial.

Se entiende como vegetación potencial la comunidad vegetal que existiría en un territorio determinado como consecuencia de la sucesión y evolución progresiva de sus comunidades vegetales si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales. Esta comunidad sería la máxima complejidad estructural, y estaría en equilibrio estable con el medio (sustrato, condiciones climáticas, etc.).

Examinada la Red de Información Ambiental de Andalucía la zona de explotación se cataloga como PcQr.t, tal y como se ven en la siguiente imagen.

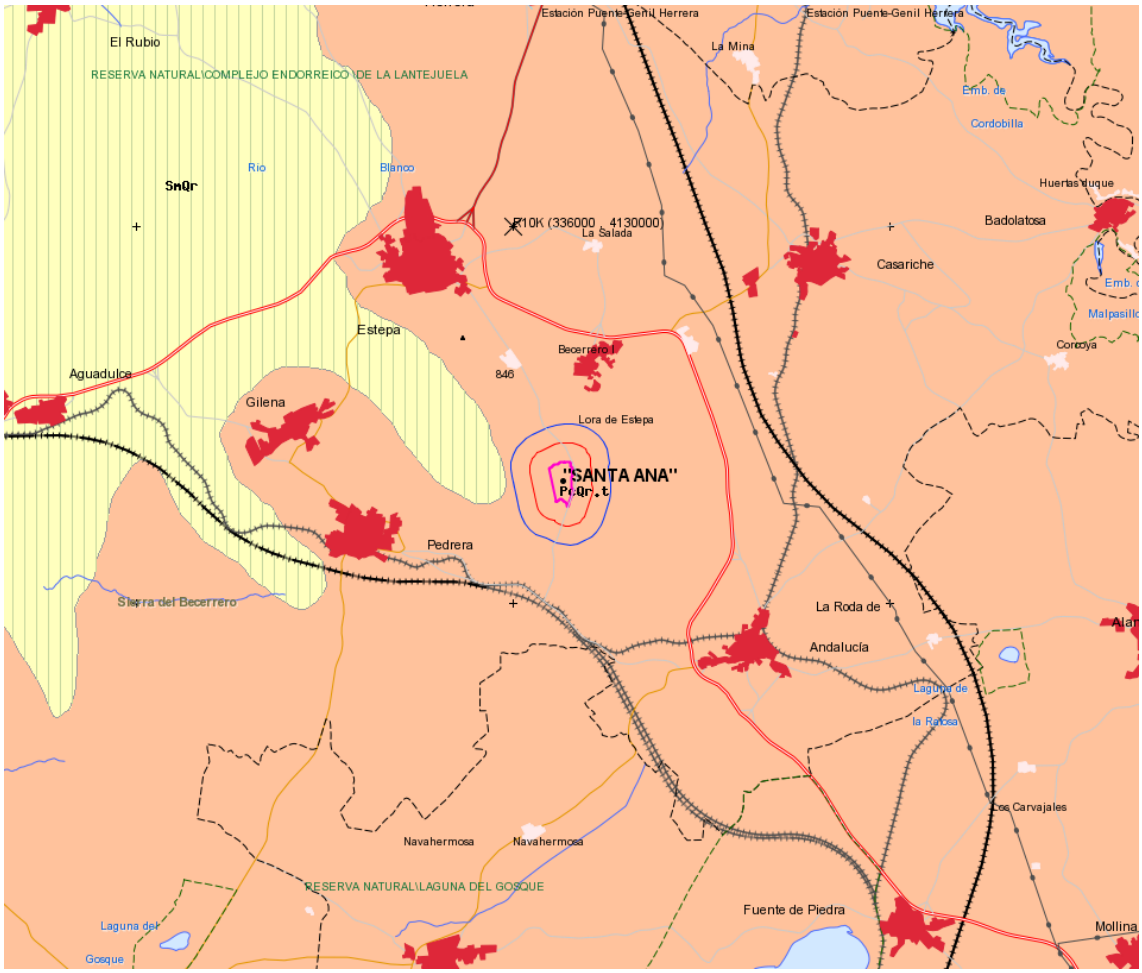


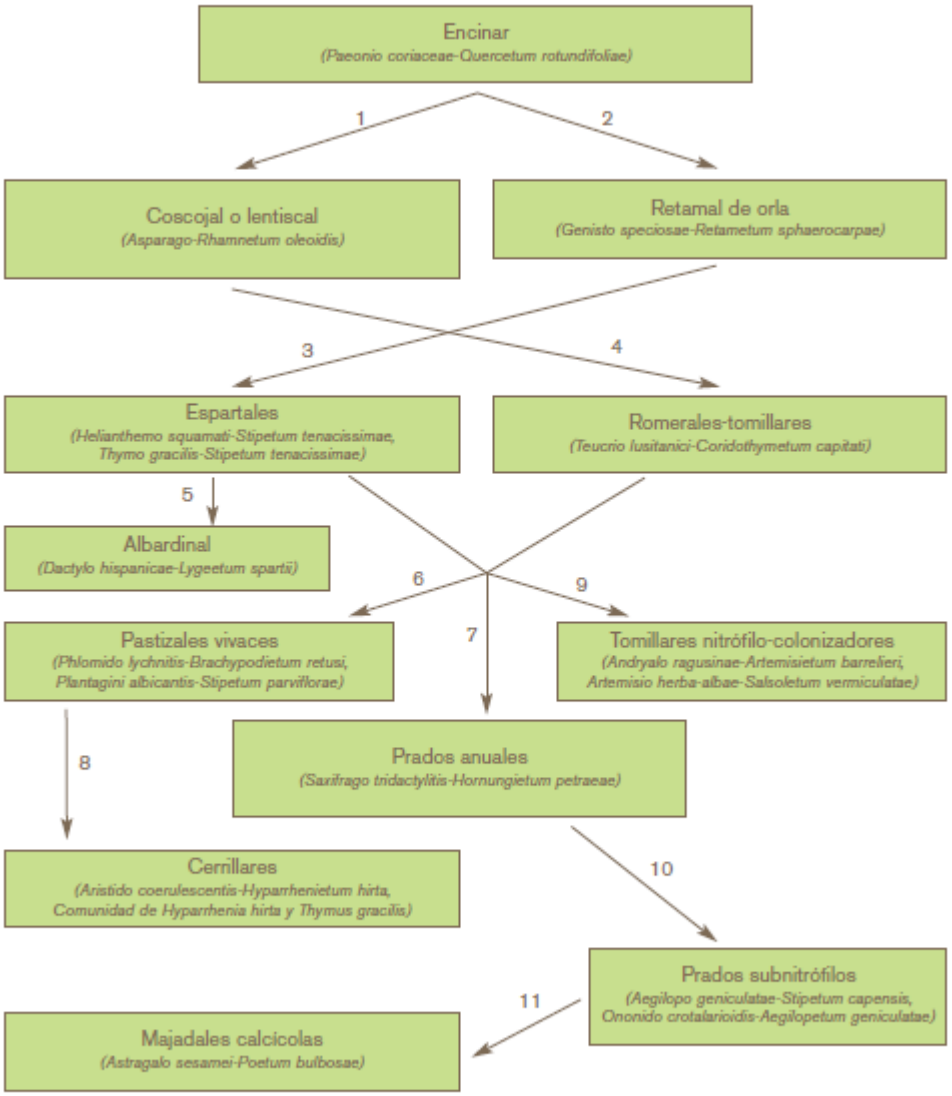
Figura 102.- Series de Vegetación.

Se encuentra completamente incardinada dentro de la serie PcQr.t:

- S. Faciación termófila con Pistacia lentiscus"
- PcQr.t. Serie mesomediterránea bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (Quercus rotundifolia): Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S. Faciación termófila bética con Pistacia lentiscus

Por lo tanto es una zona de Series Climatófilas, cuyas comunidades son las que se presentan en la siguiente figura.

Pc-Qr.t Serie mesomediterránea bética, seca-subhúmeda basófila de la encina *(Quercus rotundifolia)*: *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S.* Faciación termófila bética con *Pistacia lentiscus*



1.- Tala de encinas. 2.- Destrucción del bosque. 3.- Suelos margosos. 4.- Suelos pedregosos. 5.- Acúmulo de sales, cierta hidromorfía. 6.- Suelos muy degradados. 7.- En claros del matorral. 8.- Lugares muy áridos. 9.- Roturación del matorral. 10.- Ligera nitrificación. 11.- Buena gestión ganadera.

Figura 103.- Comunidades de la serie climatófila PcQr.t

La vegetación potencial es un bosque de encinas rico en arbustos y lianas. Entre las especies que forman parte del sotobosque hay que destacar: Olea europea var. Sylvestris, chamaerops humilis, Pistacea lentiscus, Smilax Aspera, Asparragus albus, Rhamnus oleoides, Quercus coccifera, Clematis cirrosa y Aristoochia baetica.

En la faciación típica en el área de estudio, las comunidades más extendidas son los lentiscares (Bupleuro- Pistacietum lentisci) y los tomillares (Odontito-Thymetum baetici).

Al desarrollarse por lo general, sobre suelos con una potencialidad acusada, estos encinares termófilos has desaparecido casi en su totalidad, quedando en la actualidad tan solo unas manchas forestales en las zonas más escarpadas, detectándose formaciones de matorral mediterráneo limitadas a los espacios serranos de la Sierra Becerrero.

1.3.1.2.- Árboles singulares de Andalucía.

La situación respecto a árboles catalogados se desarrolla a continuación.

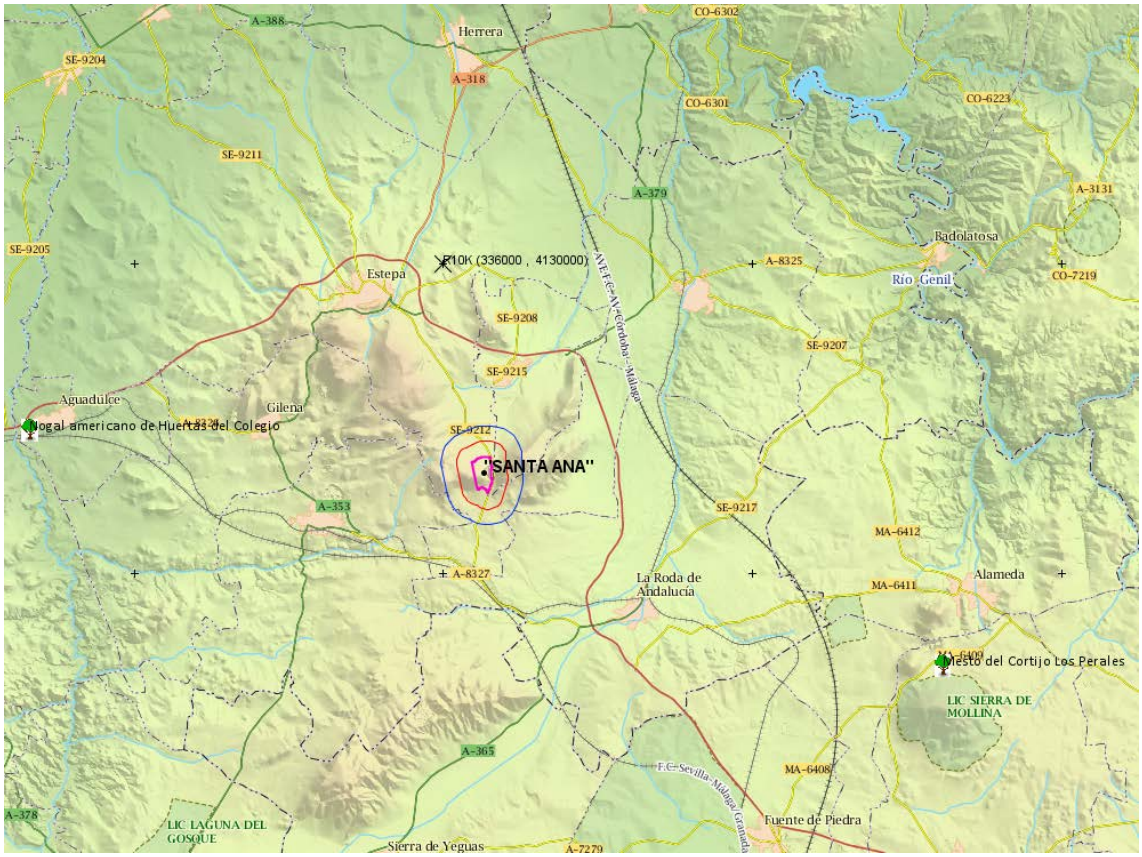


Figura 104.- Árboles singulares de Andalucía en relación con la explotación (Sobre MTN, retícula de 10k)

No afecta a ninguno, encontrándose el más próximo “Nogal americano de Huertas del Colegio”, a más 14.362,78 metros – 275,43º, en el término municipal de Aguadulce.

1.3.1.3.- Arboleda singular de Andalucía.

La situación respecto a arboleda catalogada se desarrolla a continuación.

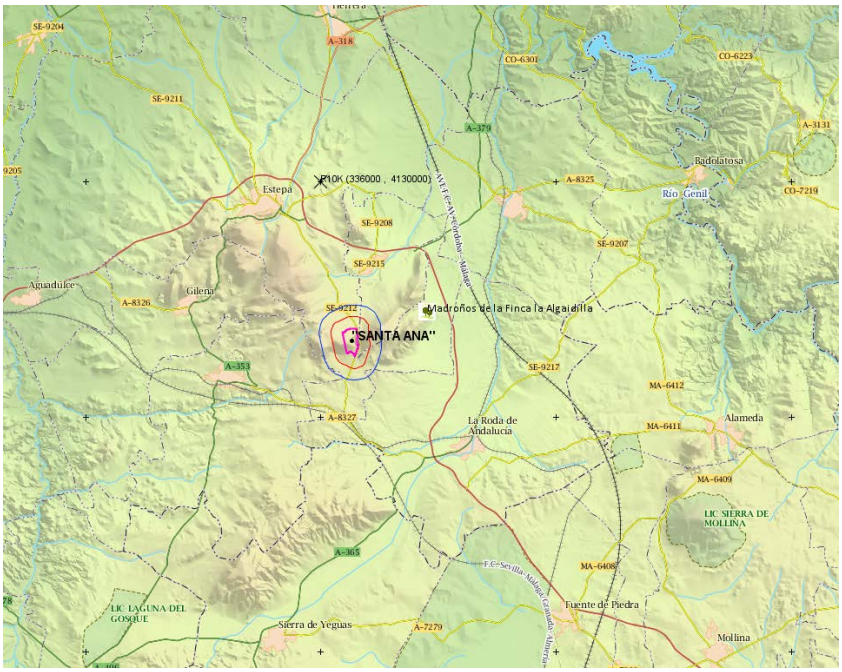


Figura 105.- Árboles singulares de Andalucía en relación con la explotación (Sobre MTN, retícula de 10k)

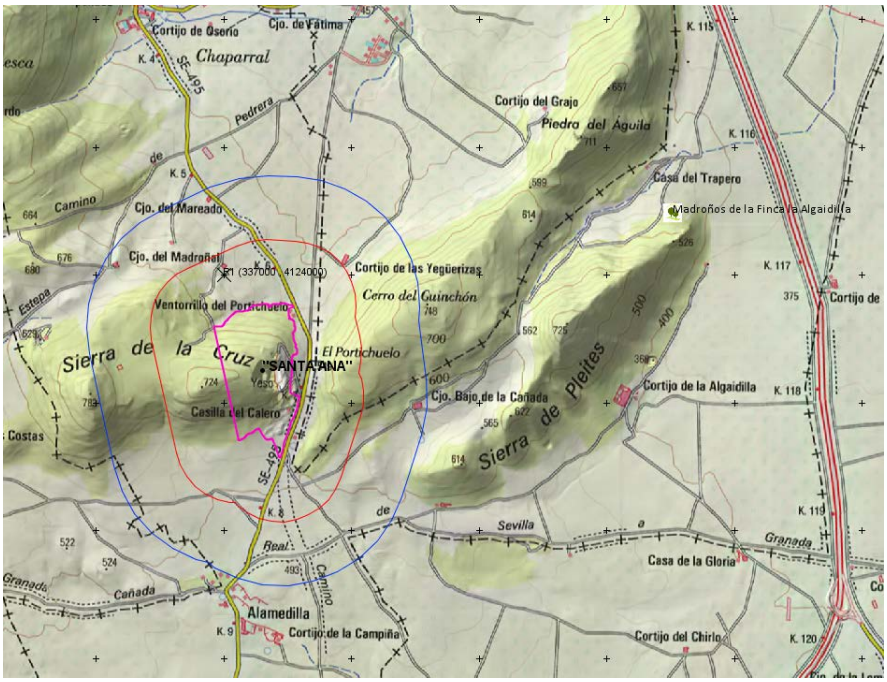
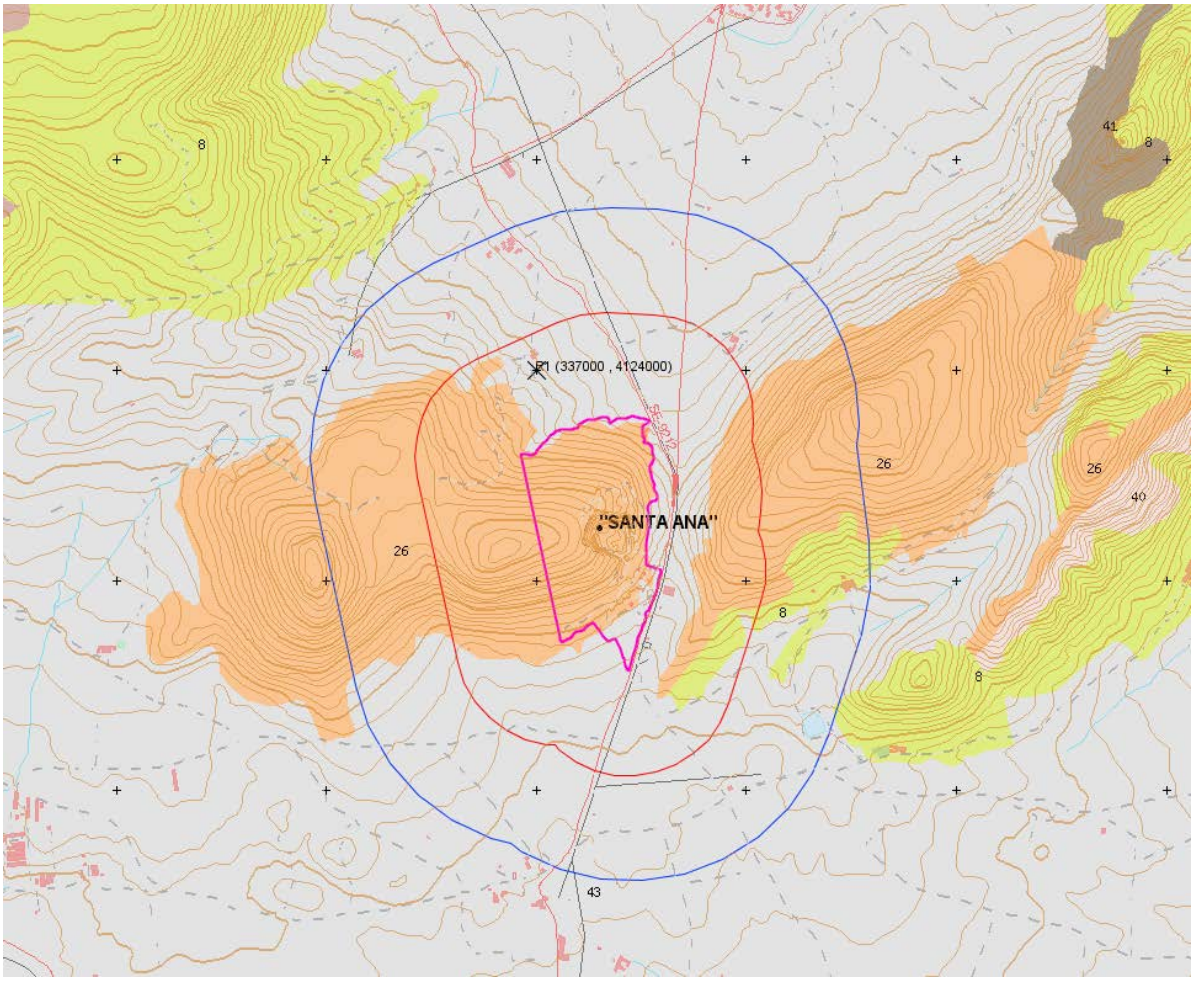


Figura 106.- Ampliación de la Zona de Árboles singulares de Andalucía en relación con la explotación (Sobre MTN, retícula de 1k).

Como se desprende de las anteriores figuras, la más próxima es “Madroños de la Finca Algaidilla”, a 3..065,35 metros – 68,70º de la explotación.

1.3.1.4.- Vegetación actual.

A continuación se presenta las Series de Vegetación Natural de Andalucía existentes en la explotación y sus inmediatos alrededores.



- 26.- Garriga degradada.
- 43.- Cultivos agrícolas.
- 8.- Acebuchar, encinar y alcornocal con acebuches.

Figura 107.- Vegetación natural existente en el entorno de la Explotación, sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2007). Retícula 1k.

Como se puede ver en la anterior figura, dentro del perímetro autorizado de la Explotación nos encontramos el ítem 26 y 43, en el radio de afección perimetral de +500 metros, aparece el 8.

Descendiendo en detalle y partiendo de lo expuesto en la figura anterior, podemos afirmar que la vegetación existente en la zona es la que se muestra gráficamente a continuación.

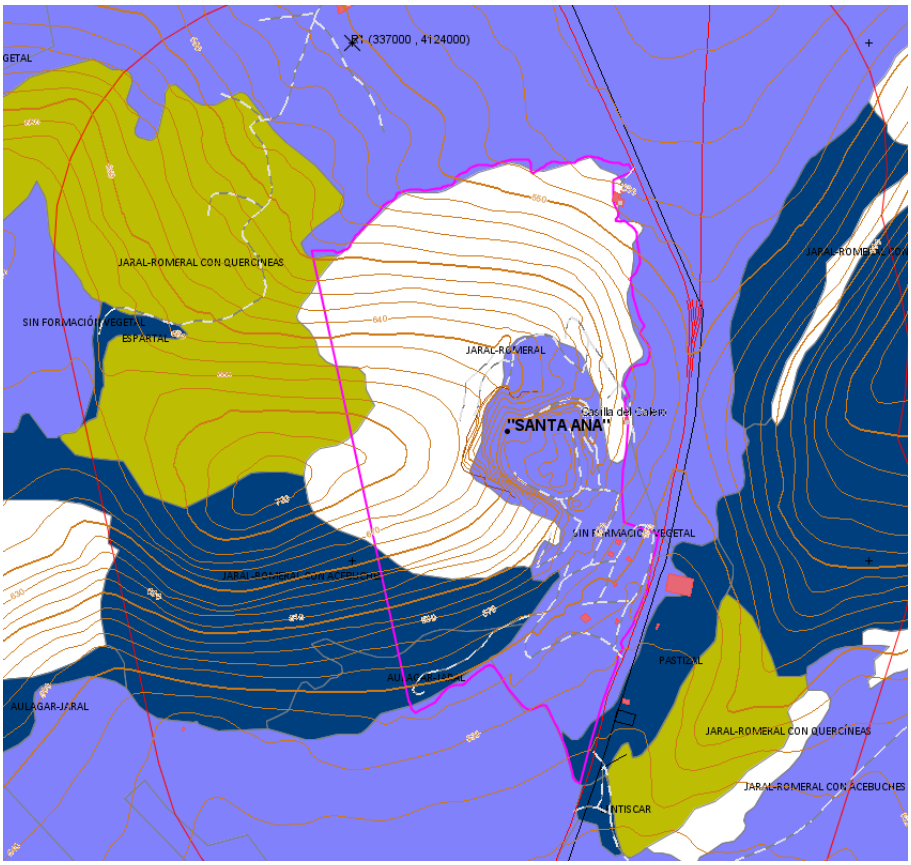


Figura 108.- Mapa Vegetación existente en los suelos de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

La vegetación existente en los suelos de la Explotación se enclava dentro del tipo:

- Sin formación vegetal.
- Jaral-romeral.
- Jaral-romeral con acebuches.
- Jaral-romeral con quercíneas.

Por lo expuesto se puede afirmar que la explotación no afectará a vegetación natural alguna, ya que se sitúa en una zona destinada a cultivos agrícolas y a actividades mineras, no obstante se extremarán las precauciones para no dañar las galerías arbóreas y arbustivas cercanas a la actividad.

1.3.1.5.- Series de vegetación, sectores biogeográficos, pisos bioclimáticos y ombroclimas de la masa forestal de Andalucía.

En este apartado se pretende demostrar que la explotación no afecta a masa forestal alguna, para ello se presentará en sendas figuras cada uno de los títulos del presente epígrafe.

SERIES DE VEGETACIÓN DE LA MASA FORESTAL DE ANDALUCÍA.

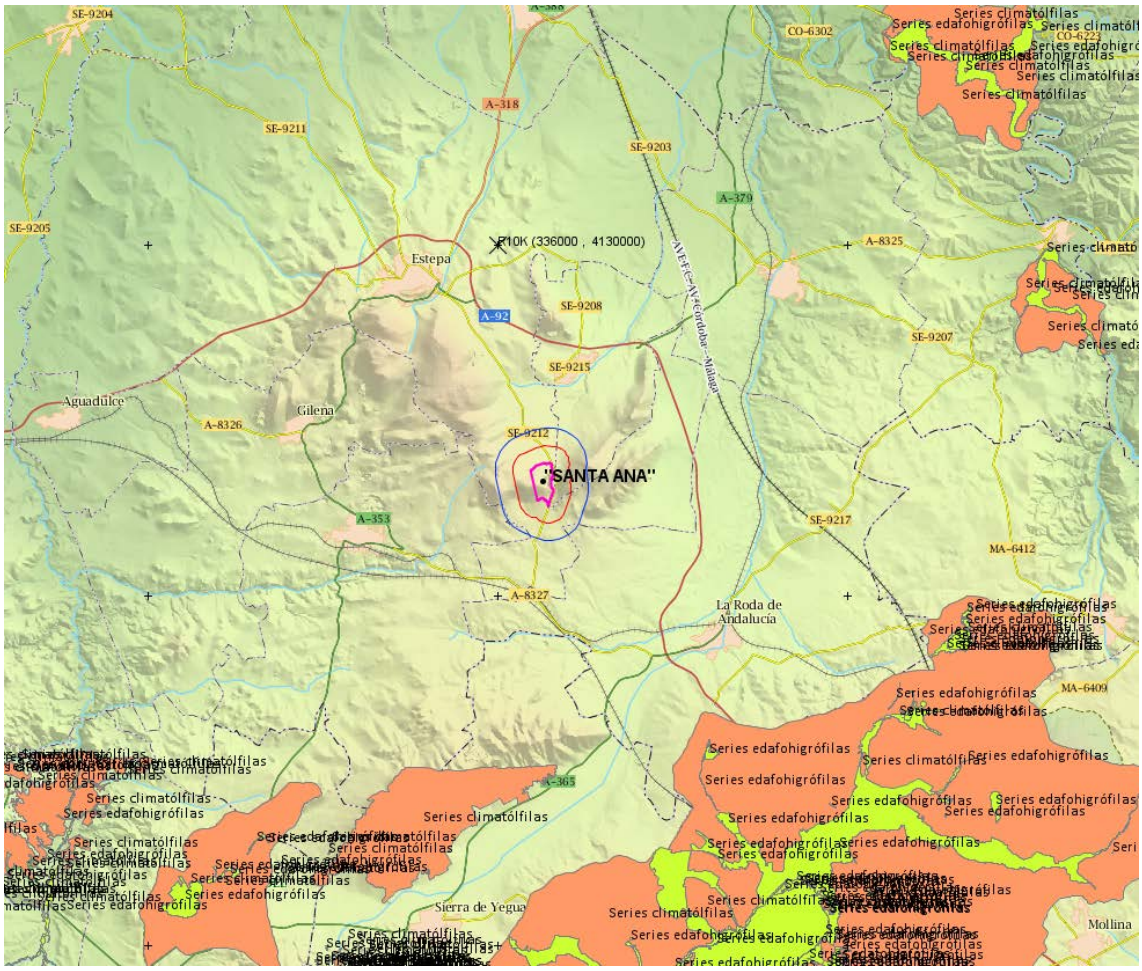


Figura 109.- Series de Vegetación de la Masa Forestal de Andalucía en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

No afecta a ninguna Masa Forestal de Andalucía.

SECTORES BIOGEOGRÁFICOS DE LA MASA FORESTAL DE ANDALUCÍA

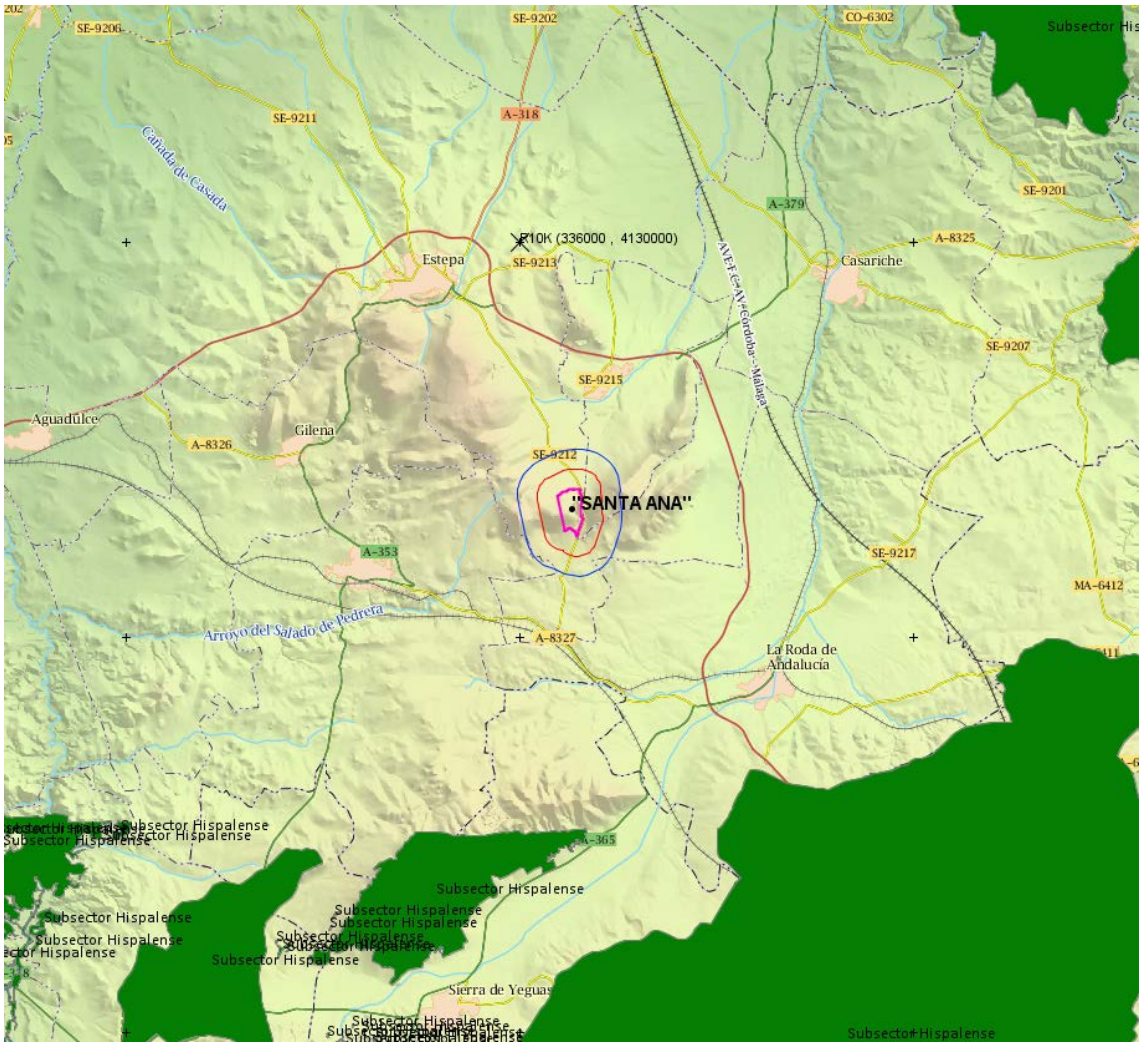


Figura 110.- Sectores Biogeográficos de la Masa Forestal de Andalucía en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

Al no encontrarse dentro de la Masa Forestal de Andalucía no afecta a ninguno.

OMBROCLIMAS DE LA MASA FORESTAL DE ANDALUCÍA

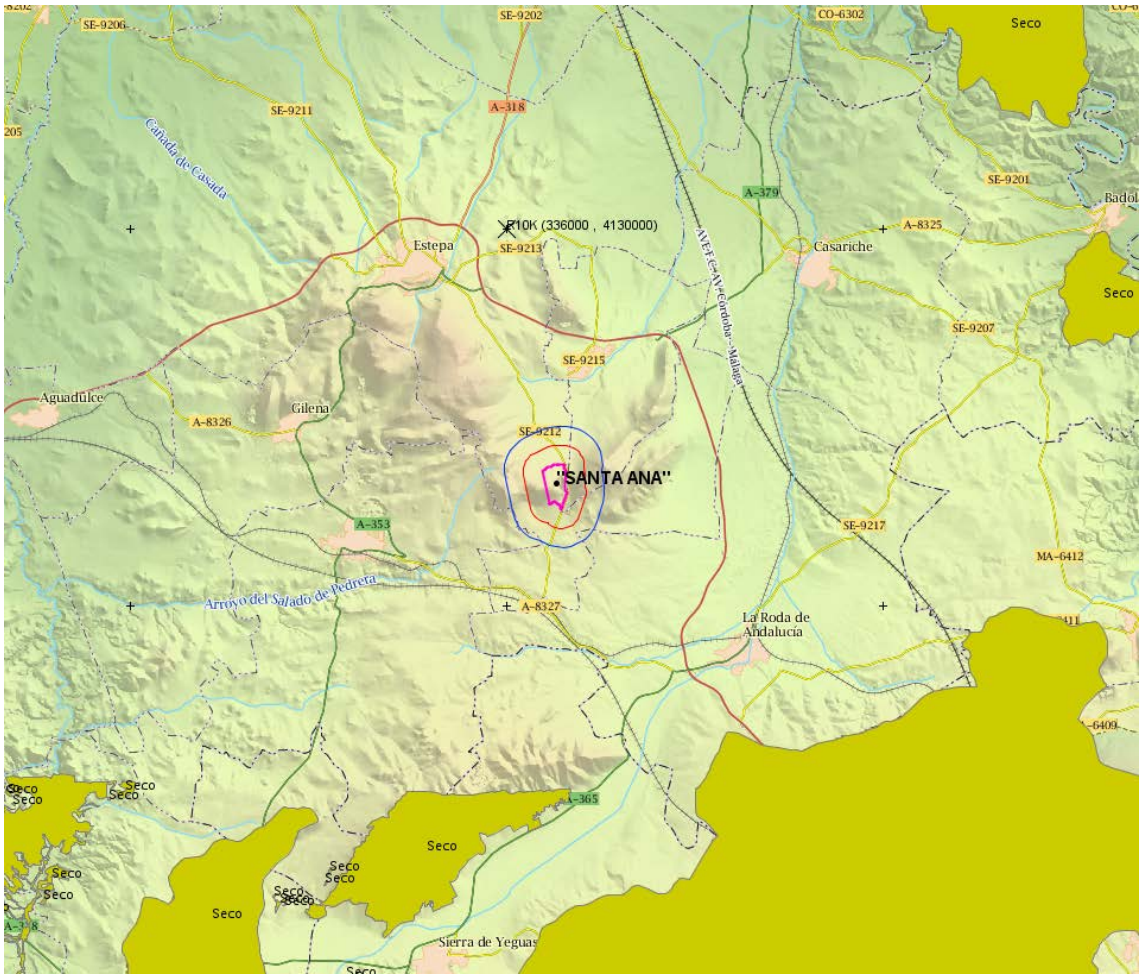


Figura 111.- Ombroclimas de la Masa Forestal de Andalucía en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

Al no encontrarse dentro de la Masa Forestal de Andalucía no afecta a ninguno.

PISOS BIOCLIMÁTICOS DE ANDALUCÍA

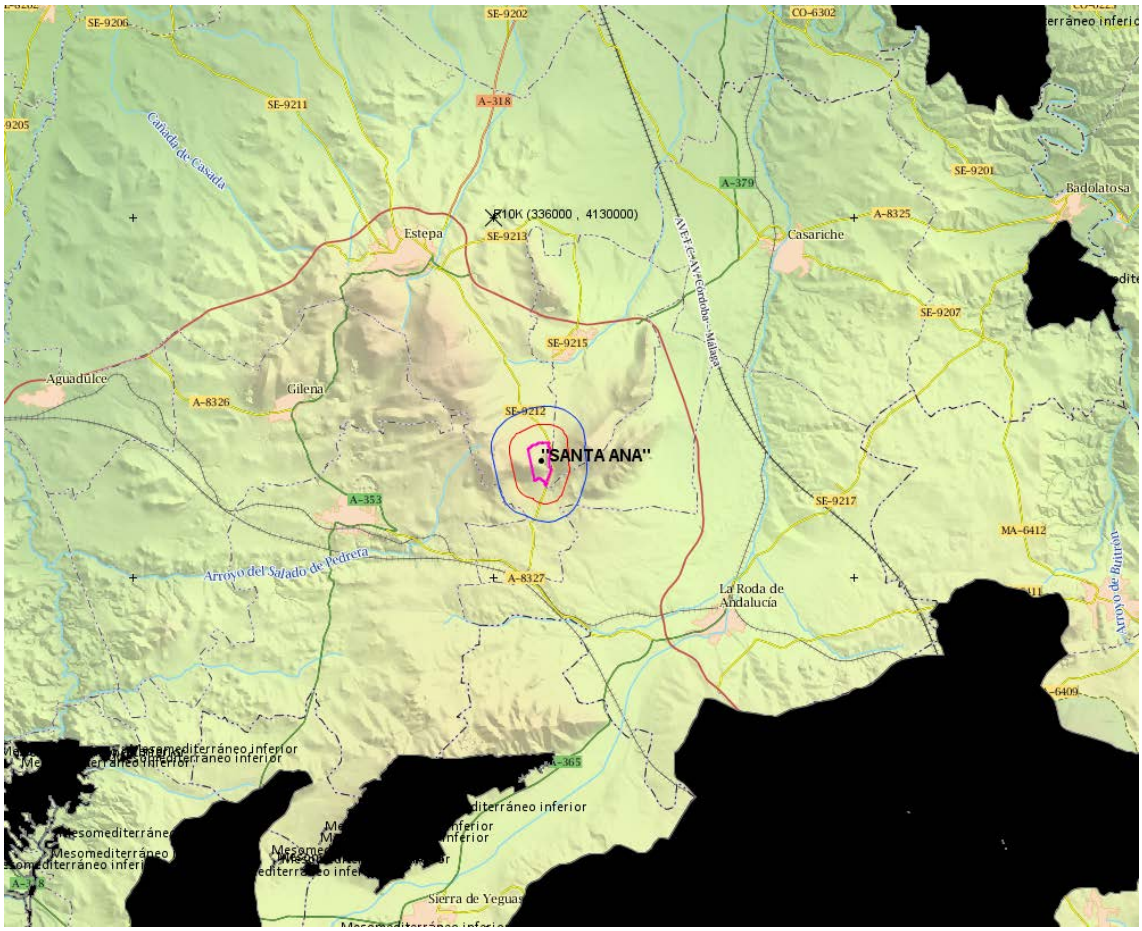


Figura 112.- Pisos Bioclimáticos de Andalucía en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

Al no encontrarse dentro de la Masa Forestal de Andalucía no afecta a ninguno.

1.3.1.6.- Hábitats de Interés Prioritario.

A continuación se presenta el estado de la explotación frente a HIC catalogados.

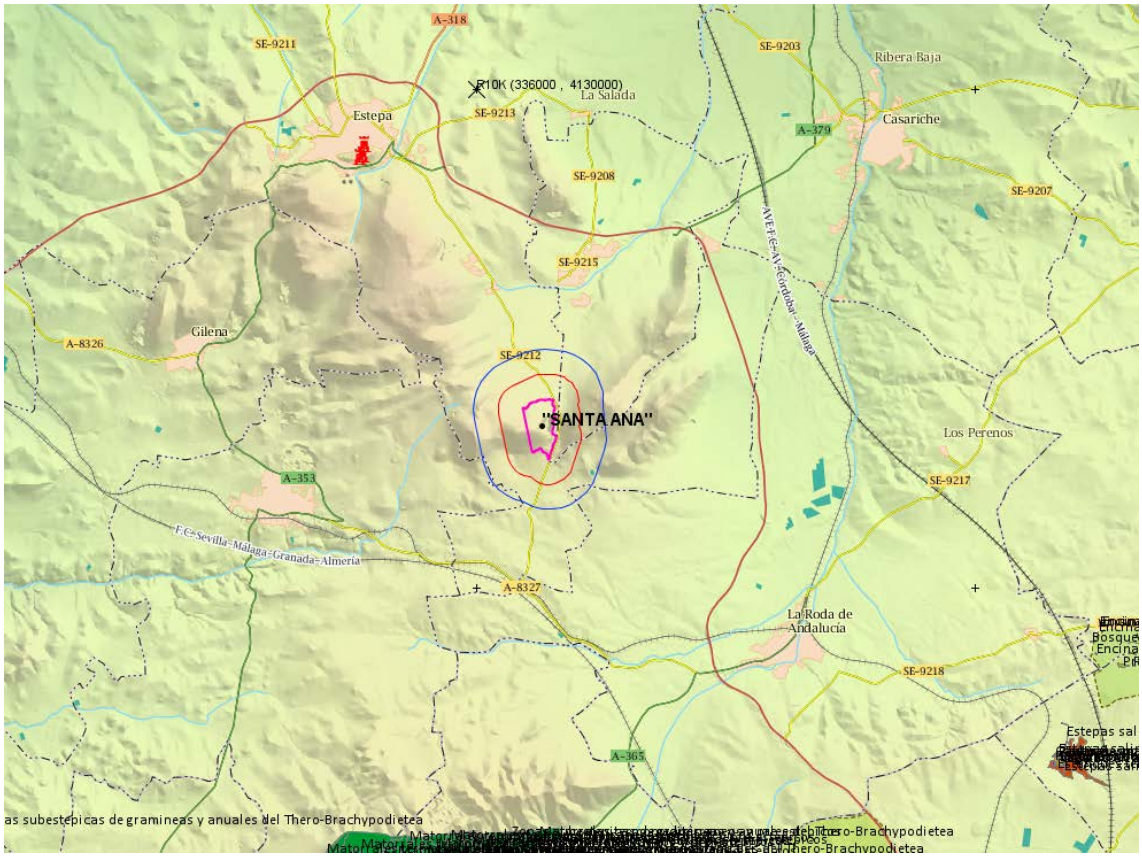


Figura 113.- HIC,s prioritarios en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

Como se puede apreciar en la imagen, hacia el Sur, hay zonas prioritarias las cuales se encuentran a más de 8.000 metros de la Explotación.

1.3.1.7.- Propuesta de Hábitats de Interés Comunitario de la Unión Europea (HIC).

Se muestra gráficamente a continuación la propuesta de Hábitats de Interés Comunitario de la Unión Europea, extraídos a partir de la cartografía de vegetación a escala 1:10.000 de Andalucía.

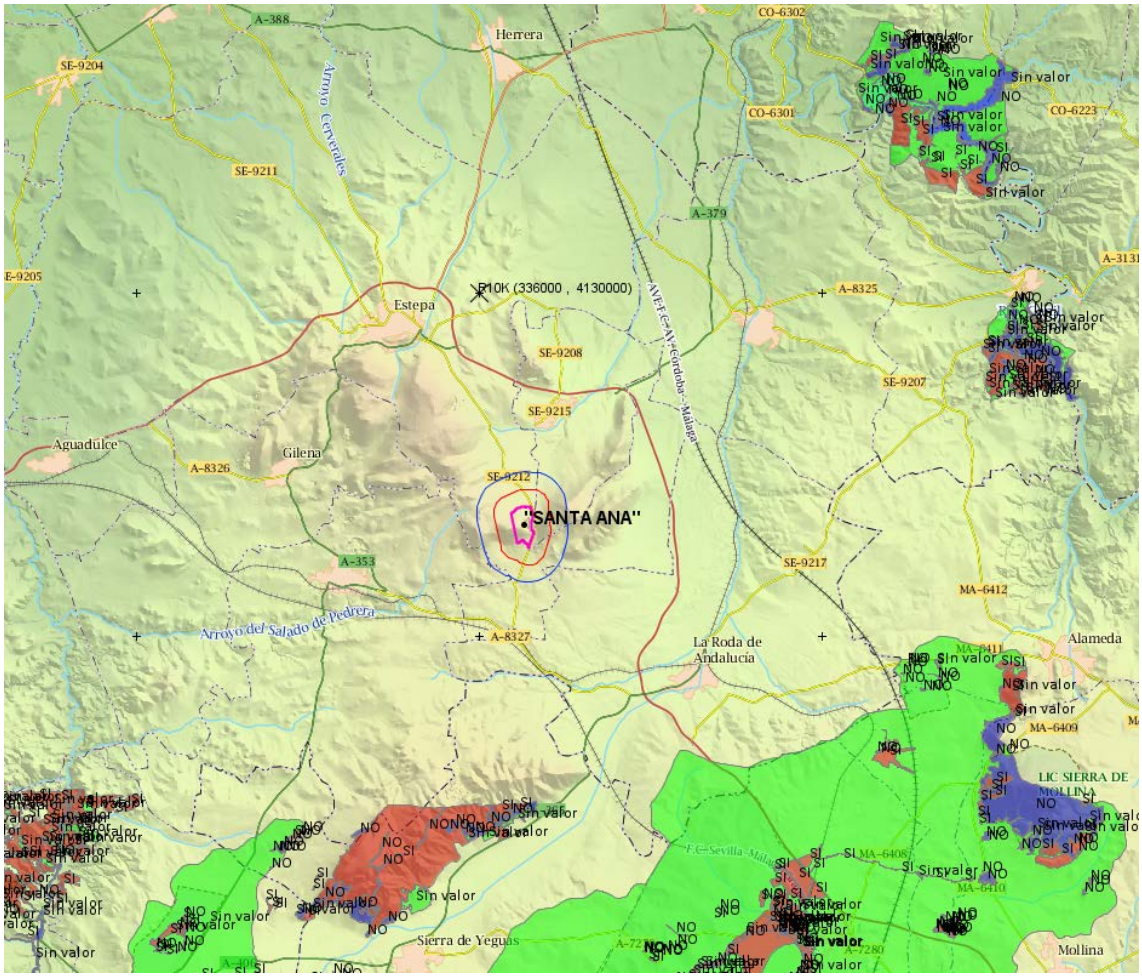


Figura 114.- HIC,s propuestos por la UE en el entorno de la Explotación (Sobre MTN, retícula 10k).

Como se puede apreciar no afecta a ningún HIC propuesto por la UE, estando el más cercano hacia el Sudeste a más de 7.550 metros.

1.3.1.8.- Cuadro de afecciones a la Flora.

CUADRO DE AFECCIONES A LA FLORA.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Árboles singulares de Andalucía	**NO**	**>14.362**
Arboleda singular de Andalucía	**NO**	**>3065**
Series de vegetación, sectores biogeográficos, pisos bioclimáticos y ombroclimas de la masa forestal de Andalucía	**NO**	**-**
Hábitats de Interés Prioritario.	**NO**	**>8.000**
Propuesta de Hábitats de Interés Comunitario de la Unión Europea (HIC)	**NO**	**>7.550**

Cuadro 12.- Resumen afecciones a la Flora.

1.3.2.- Fauna.

1.3.2.1.- Fauna Singular.

A continuación se presenta el área de influencia de faunas singulares de Andalucía en relación con la explotación.

1.3.2.1.1.- Zona Especial de Protección de las Aves.

Se muestra a continuación las zonas ZEPA (Red Natura 2.000) que pudieran verse afectadas por la actividad extractiva de la explotación.

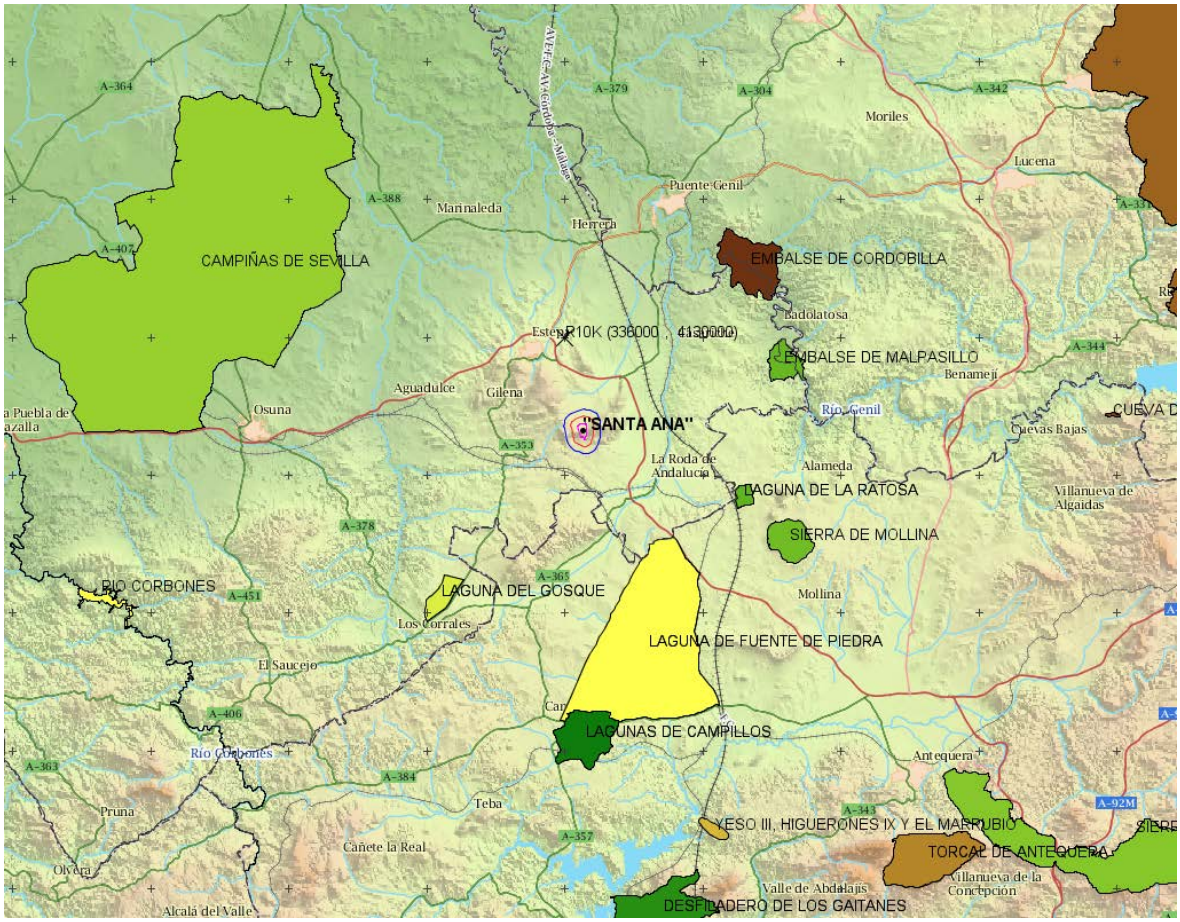


Figura 115.- Zonas ZEPA pertenecientes a la Red Natura 2.000.

Las Zonas ZEPA más cercanas a la explotación es la “Laguna de Fuente Piedra”, a 8.868,33 metros – 162,59º, por lo que es evidente que su afección es inexistente.

1.3.2.1.2.- Águila Imperial.

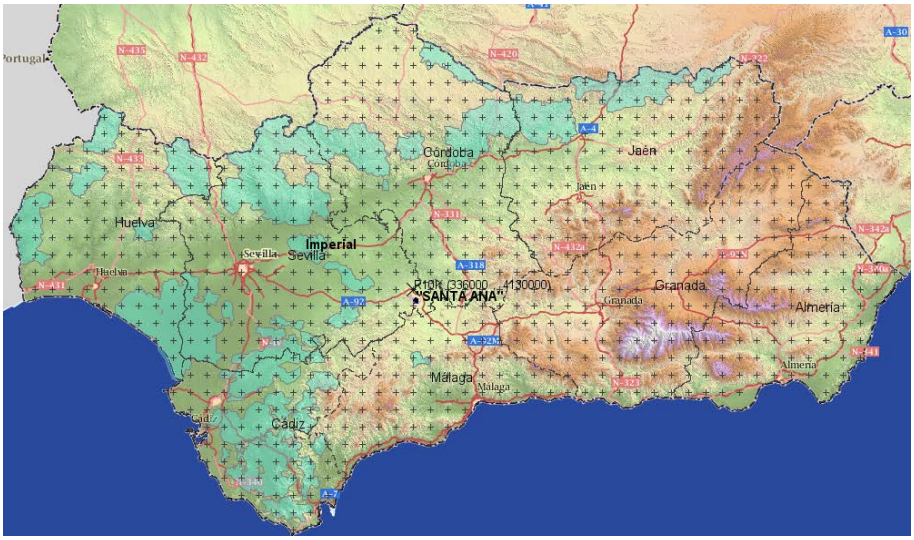


Figura 116.- Hábitat del Águila Imperial, sobre MTN. Retícula 10k.

Figura 117.- Zona ampliada del hábitat del Águila Imperial, sobre MTN. Retícula 10k.

La zona más cercana, hacia el Oeste, se encuentra a 26.000 metros.

1.3.2.1.3.- Aves Esteparias.

A continuación se exponen las zonas ZIAE, Zonas Interés Aves Esteparias, que pudieran afectar al desarrollo de la explotación minera.

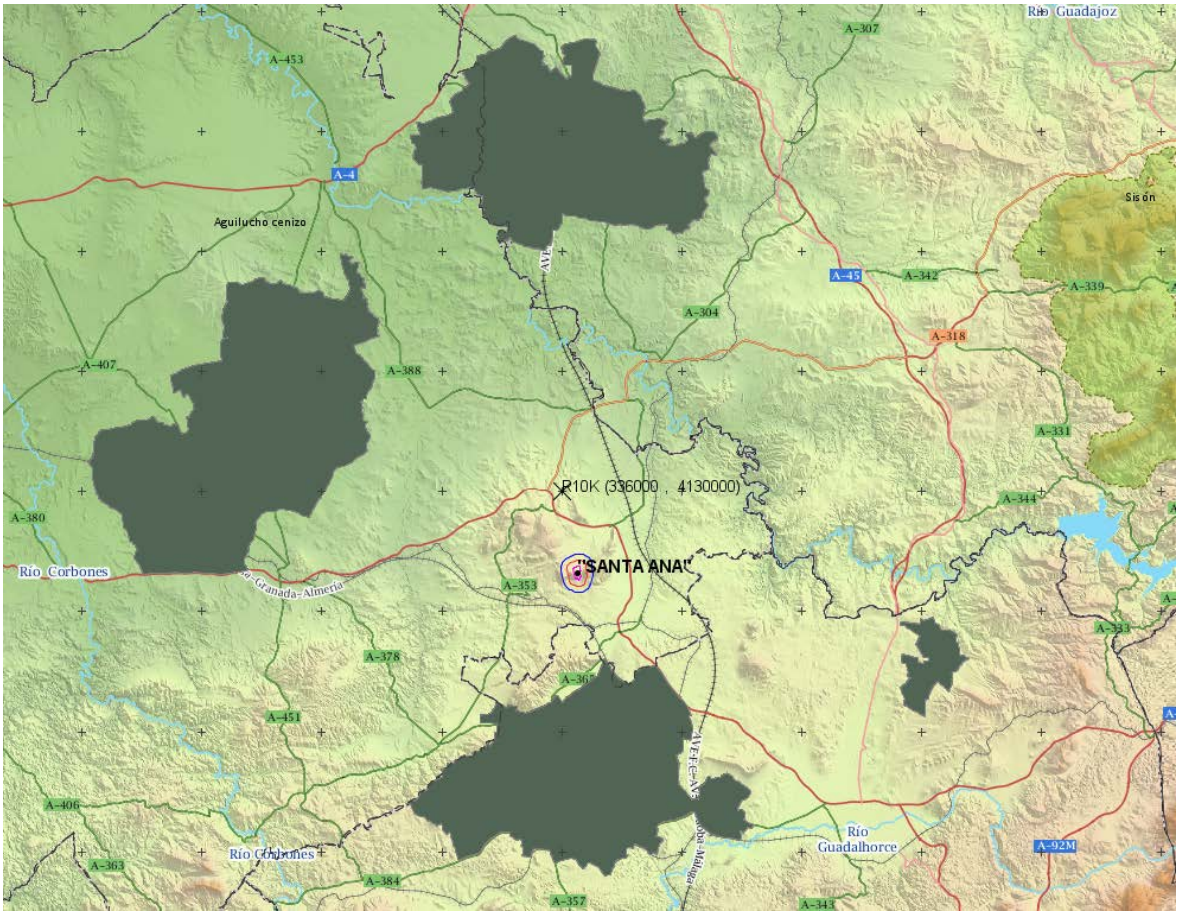


Figura 118.- Hábitat de las Aves Esteparias, sobre MTN. Retícula 10k.

Como se puede apreciar las zonas de hábitat están muy lejanas de la explotación, la más cercana a más de 7.000 metros hacia el Sur de zonas habitadas por:

- Aguilucho cenizo.
- Avutarda.
- Ganga Ortega.
- Sisón.

Es evidente que no supone afección alguna.

1.3.2.1.4.- Aves Necrófagas.

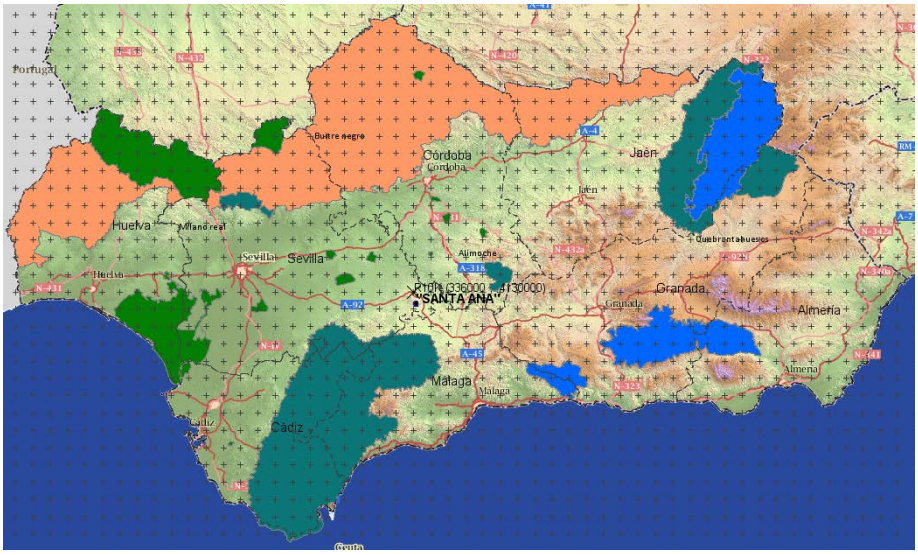


Figura 119.- Hábitat de las Aves Necrófagas, sobre MTN. Retícula 10k.

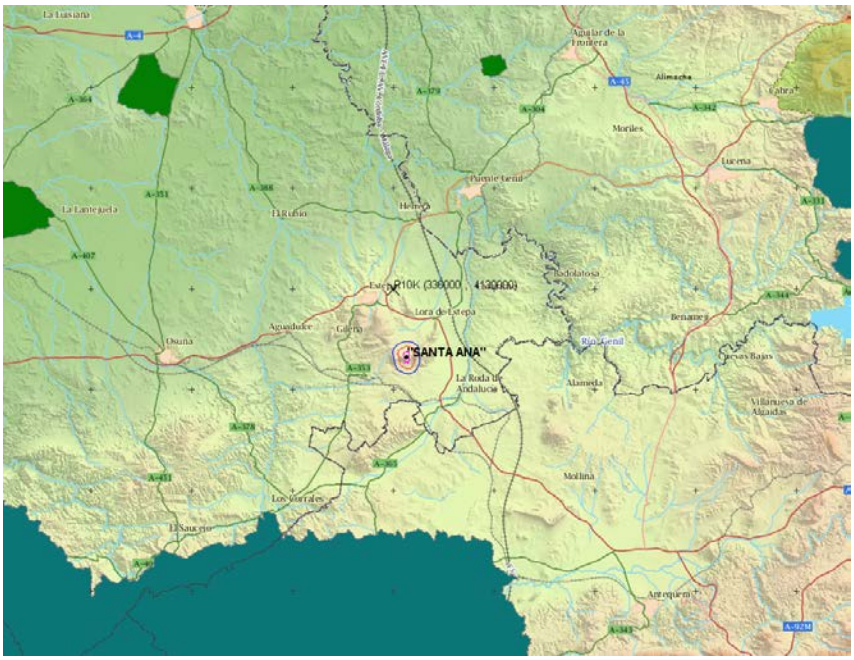


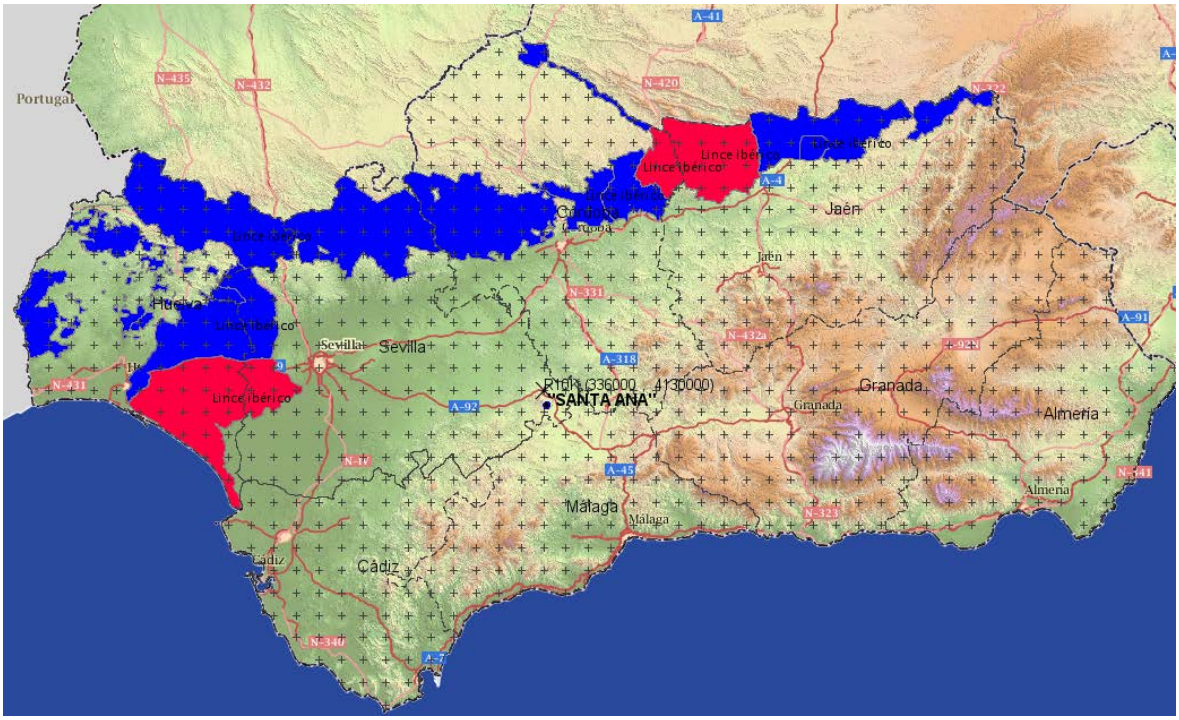
Figura 120.-Zona ampliada del hábitat de las Aves Necrófagas, sobre MTN. Retícula 10k.

Como se puede apreciar las zonas de hábitat están muy lejanas de zonas habitadas por:

- Alimoche, 17.000 metros hacia el Sur y 43.000 hacia el Noroeste.
- Milano Real, 29.000 metros hacia el Sur y 34.000 hacia el Sudoeste.

1.3.2.1.5.- Lince Ibérico.

Siendo un animal emblemático de nuestra Comunidad Autónoma, a continuación a través de las siguientes figuras se demuestra que la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana” no afecta a su hábitat natural.



- Zona Crítica.
- Zona Potencial

Figura 121.- Hábitat del Lince Ibérico, sobre MTN. Retícula 10k.

1.3.2.1.6.- Cuadro de afecciones a la fauna singular.

CUADRO DE AFECCIONES A LA FAUNA SINGULAR.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
ZEPA	**NO**	**>8.863**
Águila Imperial	**NO**	**>26.000**
ZIAE	**NO**	**>7.000**
Aves Necrófagas	**NO**	**>17.000**
Lince Ibérico	**NO**	**>100.000**

Cuadro 13.- Resumen afecciones a la Fauna Singular.

1.3.2.2.- Fauna local.

Las comunidades faunísticas de un territorio se encuentran claramente ligadas a los usos y aprovechamientos que el hombre ejerce sobre el mismo. La presión antrópica en toda el área ha sido intensa históricamente, lo que ha propiciado prácticamente la eliminación de las formaciones vegetales naturales y forestales, quedando tan sólo algunos reductos.

Cada comunidad de animales presente en un hábitat determinado difiere de las comunidades adaptadas a hábitats distintas.

Hay que tener en cuenta la gran movilidad de las especies animales, y que aprovechan distintos tipos de hábitats para distintos objetivos. Evidentemente, cuanto mayor sea la variedad de hábitats cercanos o colindantes, mayor será la riqueza faunística del lugar. Por tanto, para el estudio de la fauna hay que considerar las relaciones establecidas entre los distintos hábitats colindantes.

Se han diferenciado los siguientes grupos faunísticos:

- Fauna asociada a terrenos agrícolas.
- Fauna asociada a zonas de matorral bajo
- Fauna asociada a la vegetación de ribera.

1.3.2.2.1.- Fauna asociada a terrenos agrícolas.

Se distinguen dos zonas agrícolas: olivar y cultivos herbáceos en secano, que tienen en común el ser terrenos dedicados a la producción y estar sometidos a prácticas de tratamiento y laboreo periódicas.

El olivar, cultivo leñoso por excelencia de la región mediterránea desde tiempo inmemorial, ha permitido la adaptación de numerosas especies. El intenso uso de carácter antrópico aplicado a estas superficies, ha propiciado que estas unidades sean idóneas para aquellas especies tolerantes a la presencia humana o a la presión agrícola. De este modo, desde un punto de vista ecológico, estas unidades resultan en general de baja riqueza faunística, estando relacionada ésta inversamente con el grado de intensificación del cultivo.

Los reptiles constituyen un grupo de animales cuya actividad está ligada a épocas cálidas, distinguimos la culebra de escalera (Elaphe scalaris) y la culebra bastarda (Malpolon monspessulanus).

Entre las aves se puede destacar la presencia de jilgueros (Carduelis carduelis), alondras (Alauda arvensis), mochuelos (Athene noctua), zorzales (Turdus philomelos), tórtolas (Strptopelia turtur) y perdices (Alectoris rufa).

De entre los mamíferos son los de pequeño tamaño los mejor representados, destacando la presencia del ratón de campo (Apodemus sylvaticus), ratón común (Mus musculus), rata campestre (Rattus rattus), erizo (Erinaceus europaea). Es de destacar la elevada población de conejos (Oryctolagus cuniculus) y liebres (Lepus carpensis).

Los Cultivos herbáceos de secano, presentan las mismas características respecto la fauna que el caso del olivar, en estas unidades se puede encontrar la lagartija colilarga (Psammodromus algirus) y culebra bastarda (Malpolon monspessulanus) entre otros reptiles.

Numerosas avecillas europeas acuden al olivar en busca de alimento y refugio, como ocurre con el Mosquitero común (Phyloscopus collybita), Curruca capirotada (Sylvia antricapilla), Petirrojo (Erithacus rubecula). Son también frecuentes otras aves como Collalba rubia (Oenanthe hispanica), Lavandera blanca (Motacilla alba), Ruiseñor (Luscinia megarrhynchos), Buitrón (Cisticola juncidis), Colirrojo tizón (Phoenicurus ochrurus), Tarabilla común (Saxicola torquata), Jilguero (Serinus serinus), Verderón (Carduelis chloris) o Estornino negro (Stunus unicolor).

Las especies cinegéticas más habituales son Paloma torcaz (Columba palumbus), Tórtola común (Streptopelia turtur) y Zorzal común (Turdus philomelos).

En el grupo de las rapaces encontramos las siguientes especies: Cernícalo vulgar (Falco tinnunculus), Lechuza común (Tyto alba), Mochuelo (Athene noctua) y Autillo (Otus scop).

La fauna de mamíferos es pobre como resultado de la intervención humana.

Son muy frecuentes las incursiones de muchas de estas especies en las parcelas adyacentes dedicadas a cultivos herbáceos. Una diferencia se observa en lo referente a la presencia de aves de hábitos más esteparios como Calandrias (Melanocorypha calandra), Cogujadas (Galerida cristata), Alondras (Alauda arvensis), Trigueros (Milaria calandria) y Totovías (Lullula arborea).

Los únicos anfibios presentes en las zonas de cultivo, son los pertenecientes a aquellas especies capaces de reproducirse en los encharcamientos temporales que se forman en las depresiones del terreno en épocas de lluvias, como el caso del sapo corredor.

En las zonas de arroyos aparecen otras especies cuya fase de reproducción está ligada a cursos de agua y que en estadios maduros son terrestres, como el sapo común.

1.3.2.2.2.- Fauna asociada a zonas de matorral bajo.

Esta unidad vegetal es la de mayor riqueza faunística, ya que la presencia de matorral confiere a la unidad de mayor cantidad de recursos para la fauna, proporcionando refugio y alimento. En caso de la presencia de arbolado, aumenta la variedad de recursos para la fauna, localizándose las unidades faunísticas más importantes desde el punto de vista ecológico.

Esta unidad está habitada por mamíferos pequeños y medianos que encuentran refugio en los matorrales existentes, como la comadreja (Mustela nivalis), el meloncillo (Herpester ichneumon), la rata campestre (Rattus rattus), ratón de campo (Apodemus sylvaticus), conejo (Orictolagus cuniculus), además de los ya mencionados anteriormente.

En zonas de matorral denso es destacable el grupo de los depredadores: Ginetas (Genetta genetta), Garduñas (Martes foina), Zorros (Vulpes vulpes), Jabalíes (Sus scrofa) y Gato montés (Felis silvestris) entre otros.

En estas áreas existe poca representación de anfibios, aunque es posible encontrar en las cercanías de los cursos de agua, una serie de especies con adultos de hábitos terrestres, como el sapo común (Bufo bufo), así como el sapo corredor (Bufo calamita). De entre los reptiles destaca el lagarto ocelado (Lacerta lepida), la lagartija ibérica (Podarcis hispanica), la culebra bastarda (Malpolon monspessulanus).

Existen numerosas aves adaptadas a este tipo de vegetación densa y rica en matorrales.

Destacan, además de las descritas en las unidades anteriores, la presencia del mosquitero musical (Phylloscopus trochilus), y entre las rapaces el milano real y milano negro (Milvus milvus y migrans) y el cernícalo vulgar (Falco tinnunculus). En las zonas con arbolado la

presencia de aves es más numerosa, ya que además de los recursos alimenticios presentes en la unidad, muchas utilizan el estrato arbóreo para la nidificación. Se localizan entre otras el petirrojo (Erithacus rubecola) , verderón (Carduelis chloris), ruiseñor común (Luscinia megarhinchos), tórtola (Streptopelia turtur), etc.

1.3.2.2.3.- Fauna asociada a la vegetación de ribera.

Las riberas existentes se encuentran por lo general muy degradadas, no obstante, la existencia de cursos de agua en el medio es de elevada importancia para las comunidades faunísticas. Además de albergar especies típicas de ribera, la presencia de agua en el entorno, aunque sea de forma temporal, constituye un gran atractivo para prácticamente la totalidad de los grupos faunísticos, actuando como canalizadores de los desplazamientos de la fauna, como erizos (Erinaceus europaea), liebres (Lepus capensis), meloncillos (Herpestes ichneumon), zorros (Vulpes vulpes), etc.

Los anfibios y aves son los principales grupos animales asociados a estas zonas.

Gran parte de los anfibios, ya citados con anterioridad, tienen fases adultas terrestres, utilizando el medio acuático fundamentalmente para la reproducción. Entre ellos están el sapillo moteado (Pelodytes punctatus), la rana común (Rana perezi), y sapillo pintojo (Discoglossus pictus).

Entre los reptiles destaca la culebra viperina (Natrix maura) y el galápago leproso (Mauremys leprosa).

Hay que tener en cuenta que, sobre todo en épocas estivales, estas zonas constituyen lugares frescos donde refugiarse y encontrar agua, por lo que un número elevado de especies de aves y mamíferos de áreas cercanas, acudirán a refugiarse en estas zonas más húmedas.

Entre las aves cabe mencionar la presencia del buitrón (Cisticola juncidis), carricero común (Acrocephalus scirpaceus), golondrina común (Hirundo rustica), bisbita común (Anthus pratensis), lavandera castañeda (Motacilla cinerea), así como lavandera boyera y lavandera blanca (Motacilla flava y M. alba). Es de destacar la presencia de aves zancudas como la garceta común (Egretta garzetta), así como el ánade real (Anas platyrhynchos), eta, que encuentran refugio entre el paraje presente en la ribera, pudiéndose encontrar especies de gran valor faunístico como el

camaleón común (Porphyrio porphyrio), especie declarada con la categoría de “vulnerable” por el “Libro Rojo de los Vertebrados españoles”.

1.3.2.3.- Síntesis de valoración.

Se ha optado por detallar las categorías y grados de protección asignados a cada una de las especies de vertebrados que conforman la fauna del lugar, dado que existen actualmente pocos índices fiables para valorar la fauna de una región desde un punto de vista conservacionista, que es el que reviste mayor interés ecológico.

Las categorías que a continuación se definen, vienen recogidas en el “Libro Rojo de los vertebrados de España”, que incluye todas las especies de vertebrados, excepto los peces marinos, que integran la fauna española, estableciendo las siguientes categorías de estado de conservación de la fauna.

- **EX** Extinguida: Taxón no localizado con certeza en estado silvestre en los últimos 50 años.
- **E** En peligro: Taxón en peligro de extinción y cuya supervivencia es improbable si los factores causales continúan actuando.

Se incluyen aquellos taxones que se juzgan en peligro inminente de extinción porque sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos. Así mismo, se incluyen los taxones que posiblemente están extinguidos, pero que han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos 50 años.

- **V** Vulnerable: Taxones que estarían en la categoría “En Peligro” en un futuro próxima si los factores causales continúan actuando.

Se incluyen aquellos taxones en los que todas o la mayoría de sus poblaciones sufren agresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquier perturbación ambiental. También se incluyen taxones con poblaciones que han sido gravemente reducidas y cuya supervivencia no está garantizada, y los de poblaciones aún abundantes pero que están amenazados por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.

HABITAT (HAB):

- **CH**- Charcas temporales, graveras y canteras abandonadas.
- **AL**- Aguas lentas de arroyos y riachuelos, charcas de ganado, abrevaderos, lagunas y zonas inundadas con las lluvias.

- **HI**- Hábitats indiferenciados, tolera, gran cantidad de hábitats diferentes.
- **VR**- Vegetación riparia: sotos, carrizales,...
- **ZA**- Zonas abiertas con cierta vegetación de cobertura pero sin llegar a formar masa vegetal densa.
- **ZM**- Zonas de matorral: sotobosque, linderos de bosques, con o sin arbolado disperso.
- **ZU**- Zonas urbanas e infraestructuras asociadas.
- **ZV**- Zonas con vegetación: sotos, carrizales, prados húmedos.
- **ZF**- Terrenos forestales: bosques, zonas arboladas densas.
- **MA**- Masa de agua indiferenciada.
- **R**- Hábitats rocosos: roquedos, muros, tapias, pedregales y similares.

Tras este análisis, hay que destacar que sería de gran interés establecer una mayor protección en las áreas forestales boscosas y adehesadas, así como en los cordones riparios, pues es donde habitan las comunidades animales más ricas e interesantes, extremo este que no ocurre en la presente explotación.

GRUPO	ESPECIE	CAT	HAB	GRUPO	ESPECIE	CAT	HAB
ANFIBIOS	Sapo corredor	NA	CH	REPTILES	Lagartija colirroja	NA	ZA
	Sapo común	NA	AL		Culebra de herradura	NA	R
	Sapillo pintojo común	NA	AL		Culebra lisa meridional	NA	ZV
	Ranita de San Antonio	NA	ZV		Culebra de escalera	NA	ZV
	Ranita meridional	NA	ZV		Lagarto ocelado	NA	HI
	Sapo de espuelas	NA	AL		Culebra bastarda	NA	HI
	Sapillo motendo ibérico	*	AL		Culebra de collar	NA	ZV
	Rana común	NA	MA		Salamanquesa común	NA	R
					Lagartija Ibérica	NA	R
					Lagartija colilarga	NA	ZV
					Lagartija cenicienta	NA	ZA
					Víbora hocicuda	NA	ZV

Cuadro 14.- Síntesis de valoración de los anfibios locales.

GRUPO	ESPECIE	CAT	HAB	ESPECIE	CAT	HAB
MAMÍFEROS	Ratón de campo	NA	ZF	Murcielago comun	NA	ZU
	Musaraña comun	NA	ZA	Rata comun	NA	ZA
	Lirón careto	NA	ZF	Rata campestre	NA	ZA
	Erizo europeo occidental	NA	ZV	Musarañita	Na	ZA
	Gato montés	K	ZF	Jabali	Na	ZM
	Gineta	NA	ZM	Zorro	NA	HI
	Meloncillo	K	ZM	Ratón doméstico	NA	ZA
	Liebre ibérica	NA	ZA	Comadreja	NA	ZA
	Garduña	NA	ZA	Turón	K	ZA
	Topillo común	NA	ZA	Conejo	NA	ZA
	Ratón doméstico	NA	ZA			

Cuadro 15.- Síntesis de valoración de los mamíferos locales.

GRUPO	ESPECIE	CAT	HAB	ESPECIE	CAT	HAB
AVES	Azor	K	ZF	Gavilan	K	ZA
	Carricero común	NA	VR	Mito	NA	ZF
	Alondra	NA	ZA	Vencejo	NA	ZU
	Mochuelo	NA	ZA	Buho real	R	R
	Ratonero	NA	ZA	Chotacabras pardo	K	ZM
	Jilgueros	NA	ZA	Verderon	NA	ZA
	Alzacolas	K	ZM	Aguila culebrera	I	ZA
	Aguilucho lagunero	V	ZA	Aguilucho cenizo	V	ZA
	Buitron	NA	ZA	Paloma torcaz	NA	ZA
	Carraca	R	ZA	Cuervo	NA	R
	Grajilla	NA	ZU	Avión común	NA	ZU
	Pico picapinos	NA	ZF	Petirrojo	NA	ZF
	Cernicalo vulgar	NA	ZA	Cogujadas	NA	ZA
	Zarcero comun	NA	ZR	Aguila calzada	NA	ZA
	Golondrina comun	NA	ZU	Alcaudon comun	NA	ZA
	Totovia	NA	ZA	Ruiseñor	NA	ZF
	Calandrias	NA	ZA	Abejaruco	NA	ZA
	Trigüero	NA	ZA	Milano negro	NA	ZA
	Milano real	K	ZA	Lavandera blanca	NA	ZA
	Papamoscas gris	NA	ZA	Collalba rubia	NA	ZA
	Aurillo	NA	ZA	Gorrión común	NA	ZU
	Herrerillo capuchino	NA	ZF	Herrerillo común	NA	ZF
	Carbonero	NA	ZF	Carbonero garrapinos	NA	ZF
	Colirrojo tizón	NA	R	Mosquitero común	NA	ZM
	Pitos reales	NA	ZF	Reyezuelo listado	NA	ZF
	Tarabilla común	NA	ZA	Verdecillo	NA	ZF
	Curruca capirotada	NA	ZF	Curruca carrasqueña	NA	ZM
	Curruca zarcera	NA	ZM	Curruca cabecinegra	NA	ZM
	Trepador azul	NA	ZF	Tórtola común	V	ZA
	Cambo	NA	ZA	Estornino negro	NA	ZA
	Estornino pinto	NA	ZA	Mirlo	NA	ZF
	Zorzal comun	NA	ZF	Lechuza comun	NA	ZA
	Abubilla	NA	ZA			

Cuadro 16.- Síntesis de valoración de las aves locales.

1.3.3.- Medio socioeconómico.

A continuación se presentan los suficientes datos para caracterizar el medio social y económico del municipio donde se enclava la explotación.

Estepa

Provincia de Sevilla

Entorno físico

Extensión superficial. 2013	190,0
Altitud sobre el nivel del mar. 2013	533
Número de núcleos que componen el municipio. 2012	2

Población

Población total. 2013	12.631	Número de extranjeros. 2012	503
Población. Hombres. 2013	6.285	Principal procedencia de los extranjeros residentes. 2012	Rumanía
Población. Mujeres. 2013	6.346	Porcentaje que representa respecto total de extranjeros. 2012	30,42
Población en núcleo. 2012	12.565	Emigraciones. 2012	253
Población en diseminado. 2012	106	Inmigraciones. 2012	206
Porcentaje de población menor de 20 años. 2012	23,67	Nacidos vivos por residencia materna. 2012	123
Porcentaje de población mayor de 65 años. 2012	14,30	Defunciones por lugar de residencia. 2012	111
Incremento relativo de la población. 2012	5,77	Matrimonios por lugar donde fijan la residencia. 2012	56

Sociedad

Centros de Infantil. 2011	4	Centros de salud. 2012	1
Centros de Primaria. 2011	2	Consultorios. 2012	0
Centros de Enseñanza Secundaria Obligatoria. 2011	2	Viviendas familiares principales. 2011	4.509
Centros de Bachillerato. 2011	2	Viviendas destinadas a alquiler. 2011	2
Centros C.F. de Grado Medio. 2011	2	Viviendas destinadas para la venta. 2011	0
Centros C.F. de Grado Superior. 2011	2	Viviendas rehabilitadas. 2011	20
Centros de educación de adultos. 2011	1	Transacciones inmobiliarias. 2012	68
Bibliotecas públicas. 2011	1	Número de pantallas de cine. 2013	0

Economía

Agricultura

Cultivos herbáceos. Año 2012		Cultivos leñosos. Año 2012	
Superficie	2.450	Superficie	12.199
Principal cultivo de regadío	Trigo	Principal cultivo de regadío	Olivar aceituna de aceite
Principal cultivo de regadío: Has	368	Principal cultivo de regadío: Has	2.765
Principal cultivo de secano	Trigo	Principal cultivo de secano	Olivar aceituna de aceite
Principal cultivo de secano: Has	598	Principal cultivo de secano: Has	6.975

Establecimientos con actividad económica. Año 2012

Sin empleo conocido	455
Hasta 5 asalariados	309
Entre 6 y 19 asalariados	83
De 20 y más asalariados	20
Total establecimientos	867

Principales actividades económicas. Año 2012

Sección G: 262 establecimientos
Sección C: 119 establecimientos
Sección I: 71 establecimientos
Sección M: 66 establecimientos
Sección F: 63 establecimientos

Transportes

Vehículos turismos. 2012	5.974
Autorizaciones de transporte: taxis. 2012	9
Autorizaciones de transporte: mercancías. 2012	138
Autorizaciones de transporte: viajeros. 2012	16
Vehículos matriculados. 2012	126
Vehículos turismos matriculados. 2012	92

Otros indicadores

Inversiones realizadas en nuevas industrias. 2009	..
Oficinas bancarias. 2012	11
Consumo de energía eléctrica (Endesa). 2012	52.561
Consumo de energía eléctrica residencial (Endesa). 2012	21.031
Líneas telefónicas. 2011	2.877
Líneas ADSL en servicio. 2011	2.066

Turismo

Restaurantes. 2009	18
Hoteles. 2012	2
Hostales y pensiones. 2012	4
Plazas en hoteles. 2012	51
Plazas en hostales y pensiones. 2012	91

Mercado de trabajo

Paro registrado. Mujeres. 2012	756	Contratos registrados. Indefinidos. 2012	186
Paro registrado. Hombres. 2012	583	Contratos registrados.Temporales. 2012	10.441
Paro registrado. Extranjeros. 2012	44	Contratos registrados. Extranjeros. 2012	410
Contratos registrados. Mujeres. 2012	3.953	Trabajadores eventuales agrarios subsidiados: mujeres. 2012	166
Contratos registrados. Hombres. 2012	6.674	Trabajadores eventuales agrarios subsidiados: hombres. 2012	128

Hacienda

Presupuesto de las Corporaciones locales. Año 2011

Presupuesto liquidado de ingresos	13.241.648,27
Presupuesto liquidado de gastos	12.928.634,41
Ingresos por habitante	1.047,85
Gastos por habitante	1.023,08

Catastro inmobiliario

IBI de naturaleza urbana. Número de recibos. 2012	8.522
IBI de naturaleza rústica. Número titulares catastrales. 2012	2.194
Número de parcelas catastrales: solares. 2012	685
Número de parcelas catastrales: parcelas edificadas. 2012	4.733

IRPF. Año 2010

Número de declaraciones	5.467
Rentas del trabajo	54.668.987,9
Rentas netas en estimación directa	3.644.360,8
Rentas netas en estimación objetiva	4.218.698,8
Otro tipo de rentas	5.298.253,5
Renta neta media declarada	12.407,2

Impuesto de Actividades Económicas. Año 2011

Situaciones de alta en actividades empresariales	1.261
Situaciones de alta en actividades profesionales	106
Situaciones de alta en actividades artísticas	5

Cuadro 17.- Medio Socioeconómico del Municipio.

1.4.- Antropización de la zona afectada por la explotación.

1.4.1.- Usos y ocupación del suelo.

La codificación jerárquica estructura los tipos de usos o de ocupación del suelo en cuatro grandes grupos:

- SUPERFICIES EDIFICADAS E INFRAESTRUCTURAS.
- ZONAS HÚMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA.
- TERRITORIOS AGRÍCOLAS.
- SUPERFICIES FORESTALES Y NATURALES.

A partir de estos grandes grupos, se va descendiendo y desarrollando con estructura piramidal los distintos subgrupos de clases hasta conseguir en algunos casos 6 niveles de desarrollo jerárquico. En cada caso, el último nivel alcanzado de desarrollo jerárquico constituye la unidad cartográfica, que es la representada en cartografía y la que se emplea en la base de datos.

ESCALA SINTÉTICA

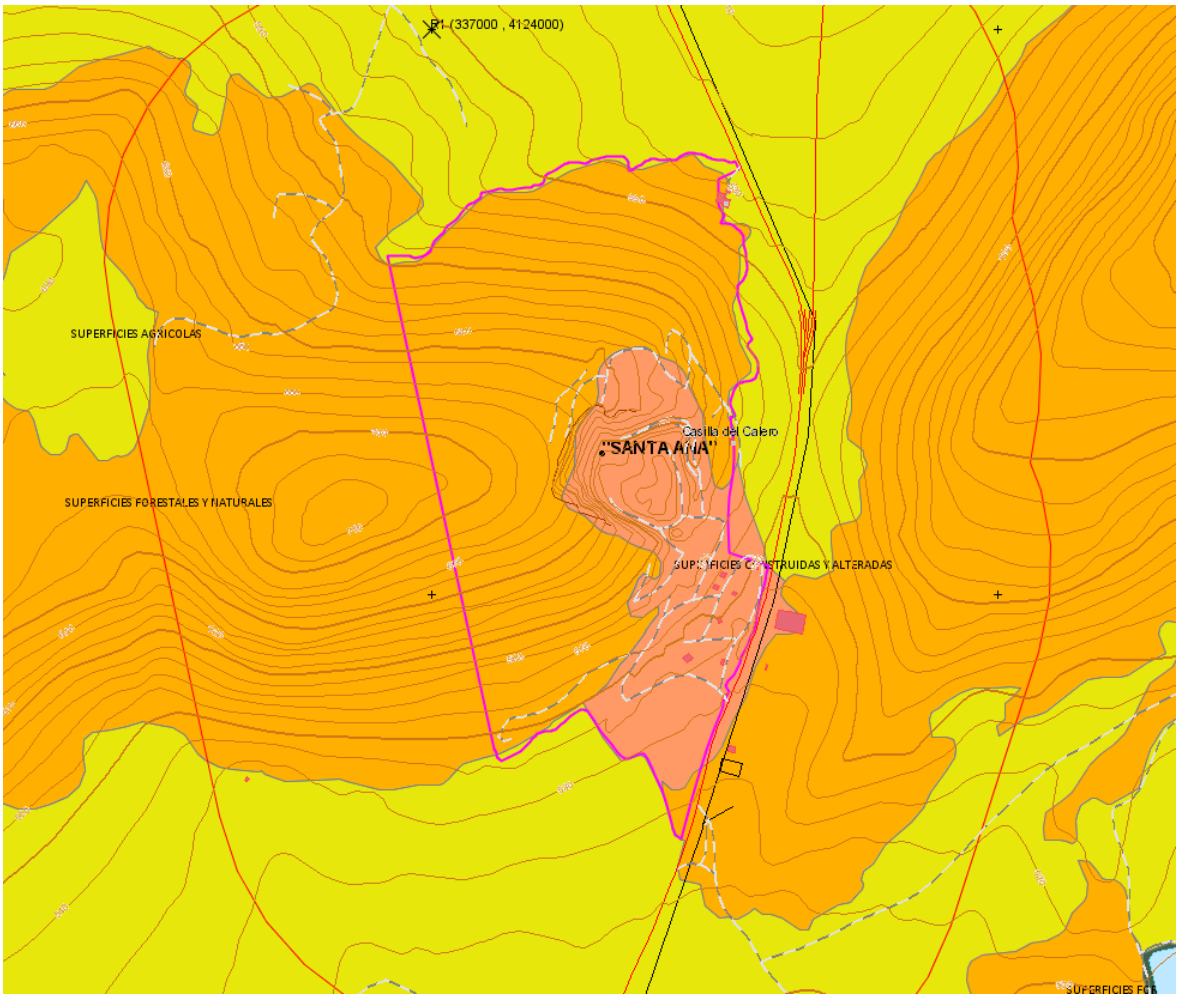


Figura 122.- Mapa a Escala Sintética de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía en el entorno de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

Los terrenos de la Explotación se enclavan dentro del tipo:

- Superficies construidas y alteradas.
- Superficies forestales y naturales.

ESCALA RECONOCIMIENTO

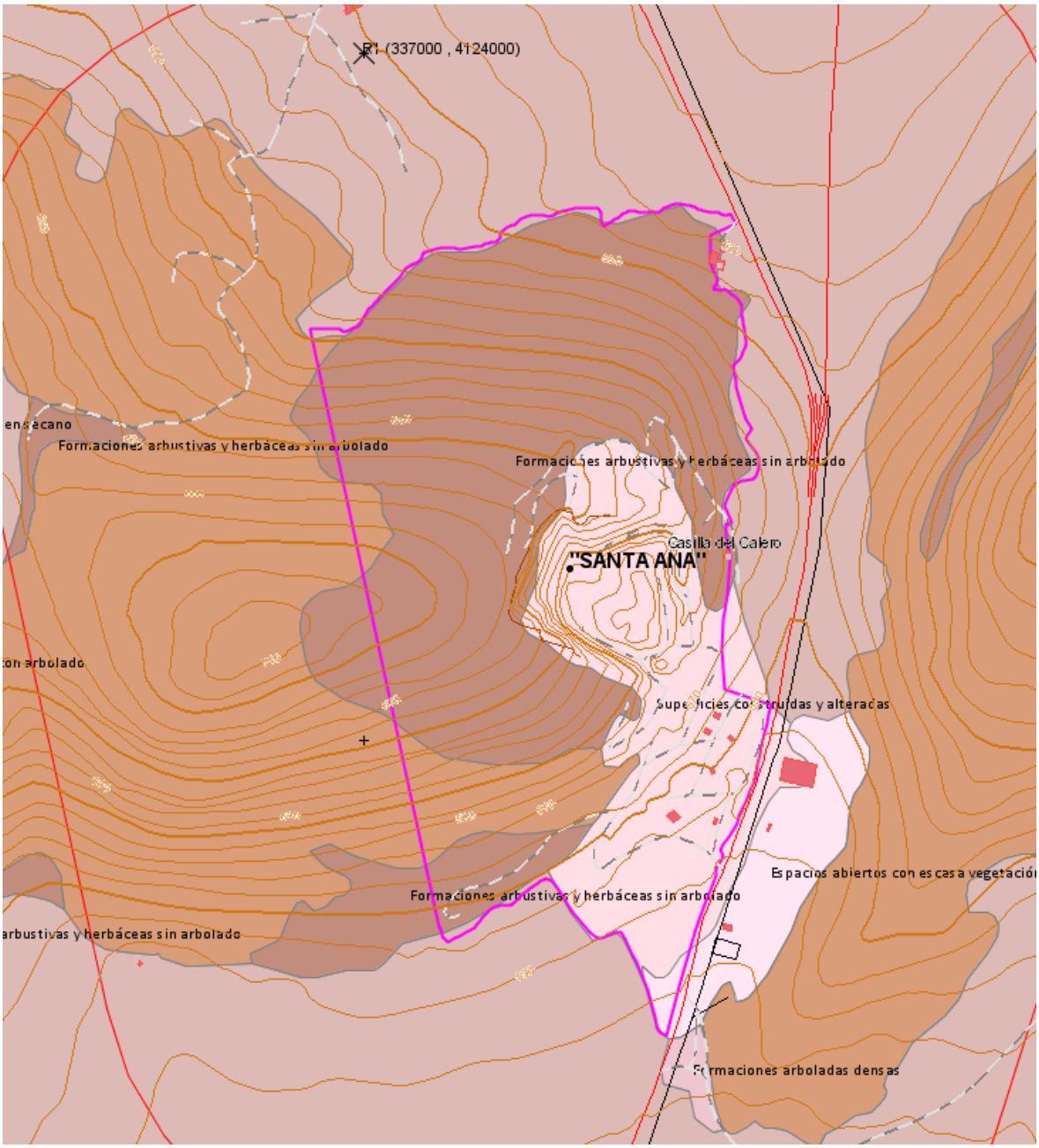


Figura 123.- Mapa a Escala de Reconocimiento de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía en el entorno de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

Los terrenos de la Explotación se enclavan dentro del tipo:

- Superficies construidas y alteradas.
- Formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado.
- Formaciones de matorral con arbolado.
- Superficies en secano.

ESCALA SEMIDETALLE

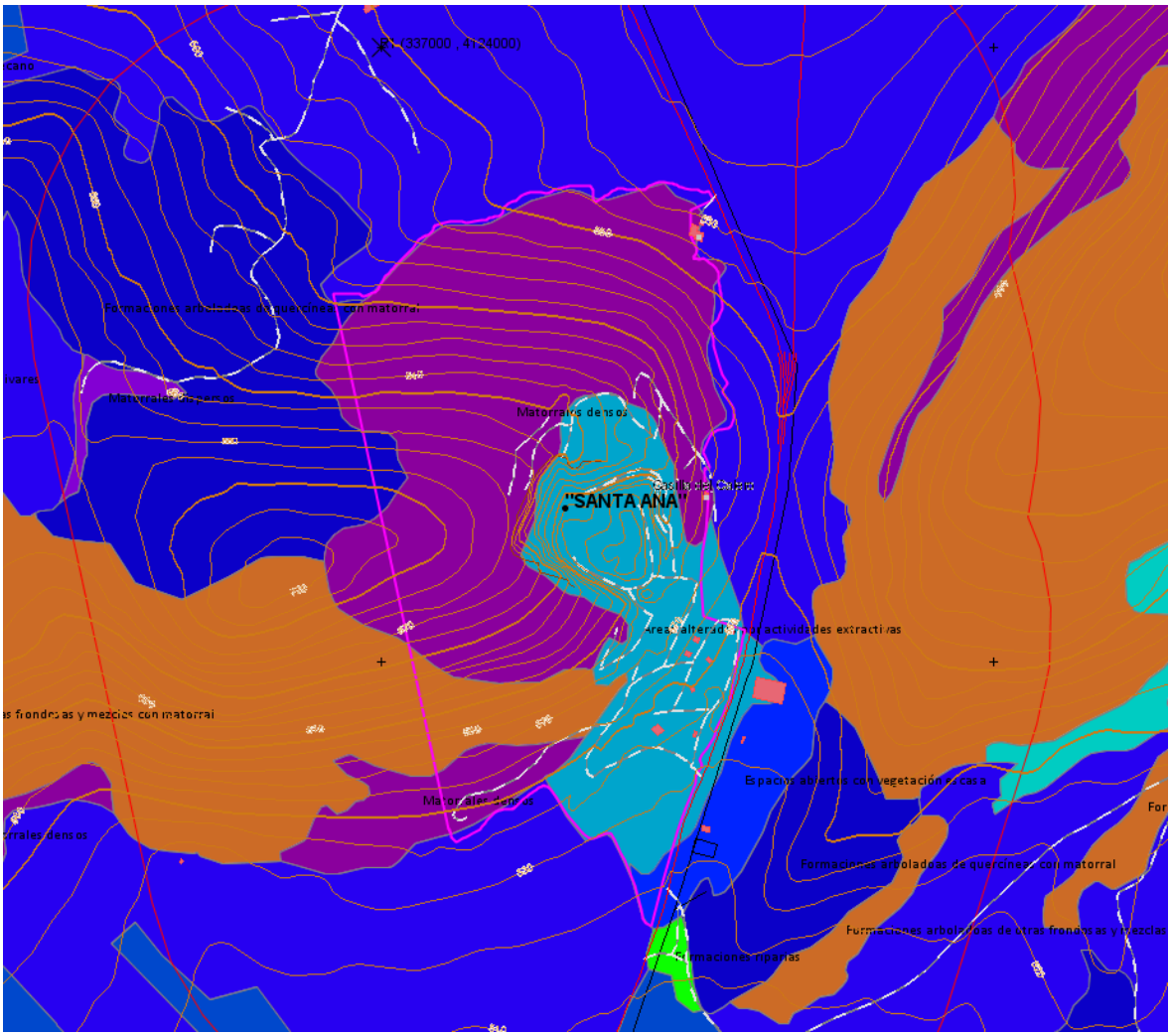


Figura 124.- Mapa a Escala de Semidetalle de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía en el entorno de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

Los terrenos de la Explotación se enclavan dentro del tipo:

- Áreas alteradas por actividades extractivas.
- Formaciones arboladas de otras frondosas y mezclas con matorral.
- Matorrales densos.
- Olivares.
- Formaciones arboladas de quercíneas con matorral.

ESCALA DETALLE

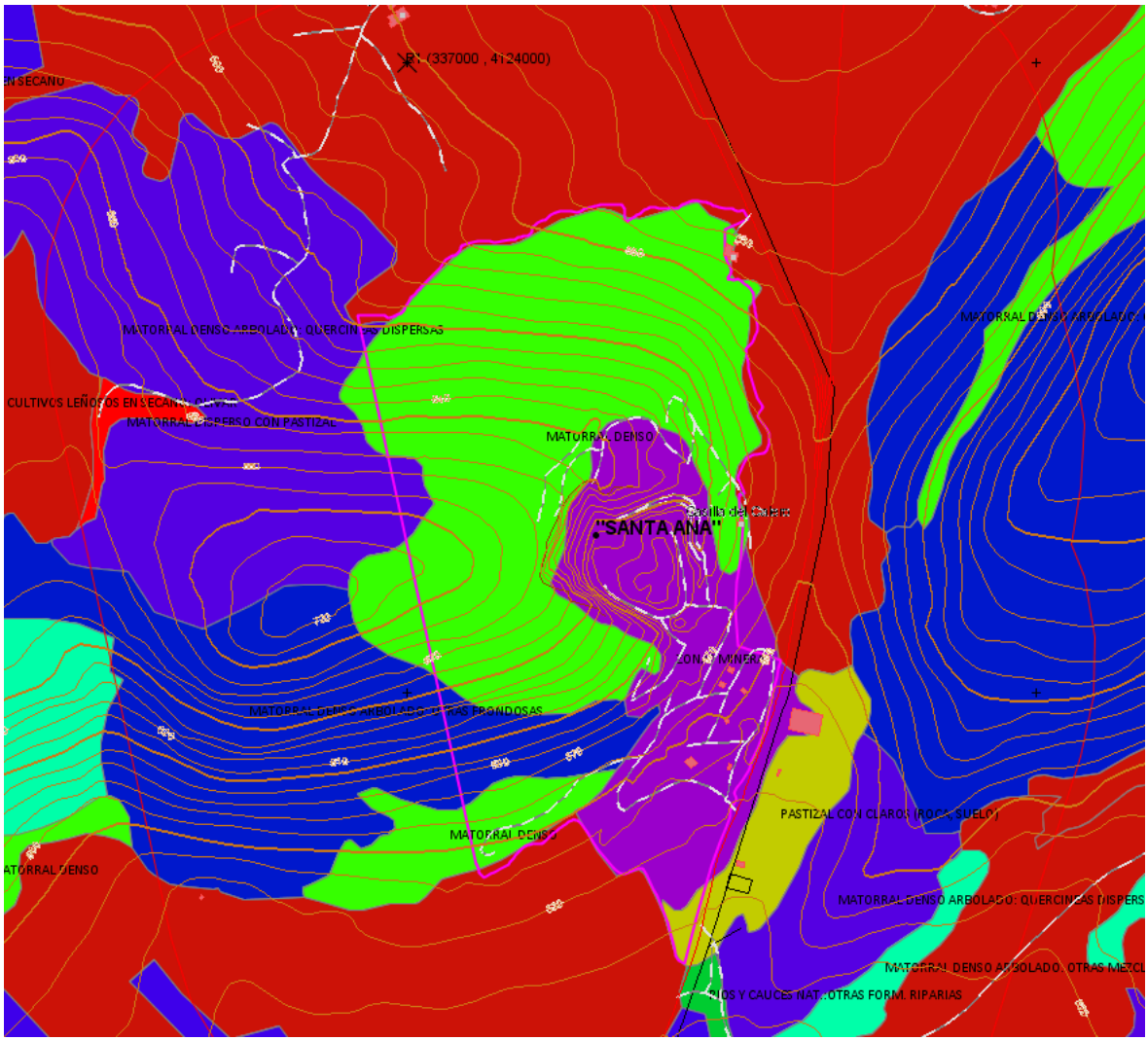


Figura 125.- Mapa a Escala de Detalle de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía en el entorno de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

Los terrenos de la Explotación se enclavan dentro del tipo:

- Zonas mineras.
- : Matorral denso.
- Cultivos leñosos en secano: olivar.
- Matorral denso arbolado: otras frondosas.
- Matorral denso arbolado: quercineas dispersas.
- Pastizal con claros (roca, suelo).

VEGETACIÓN

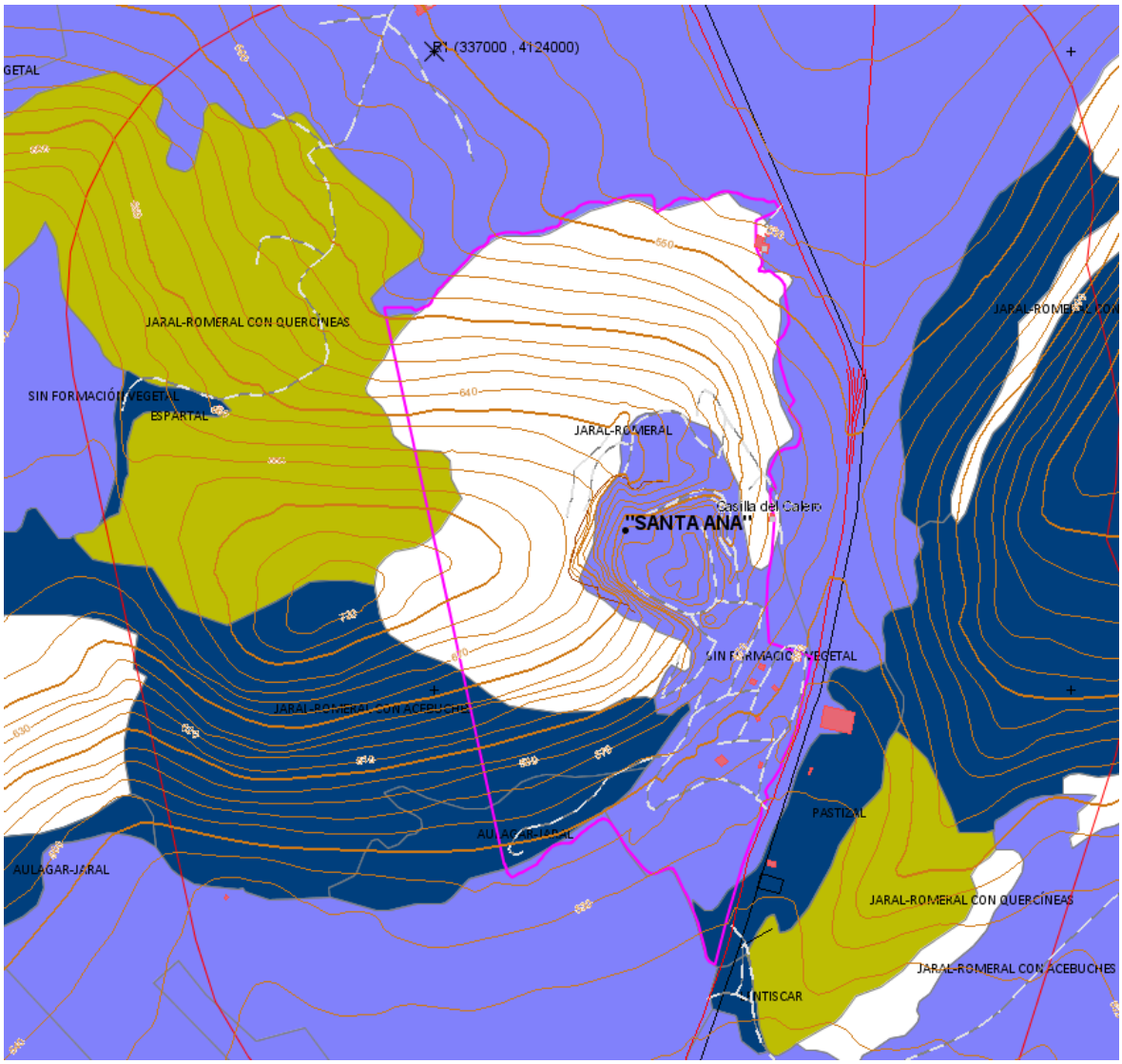


Figura 126.- Mapa Vegetación existente en los suelos de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

La vegetación existente en los suelos de la Explotación se enclava dentro del tipo:

- Sin formación vegetal.
- Jaral-romeral.
- Jaral-romeral con acebuches.
- Jaral-romeral con quercíneas.

SIOSEA Integrado Sevilla (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España).

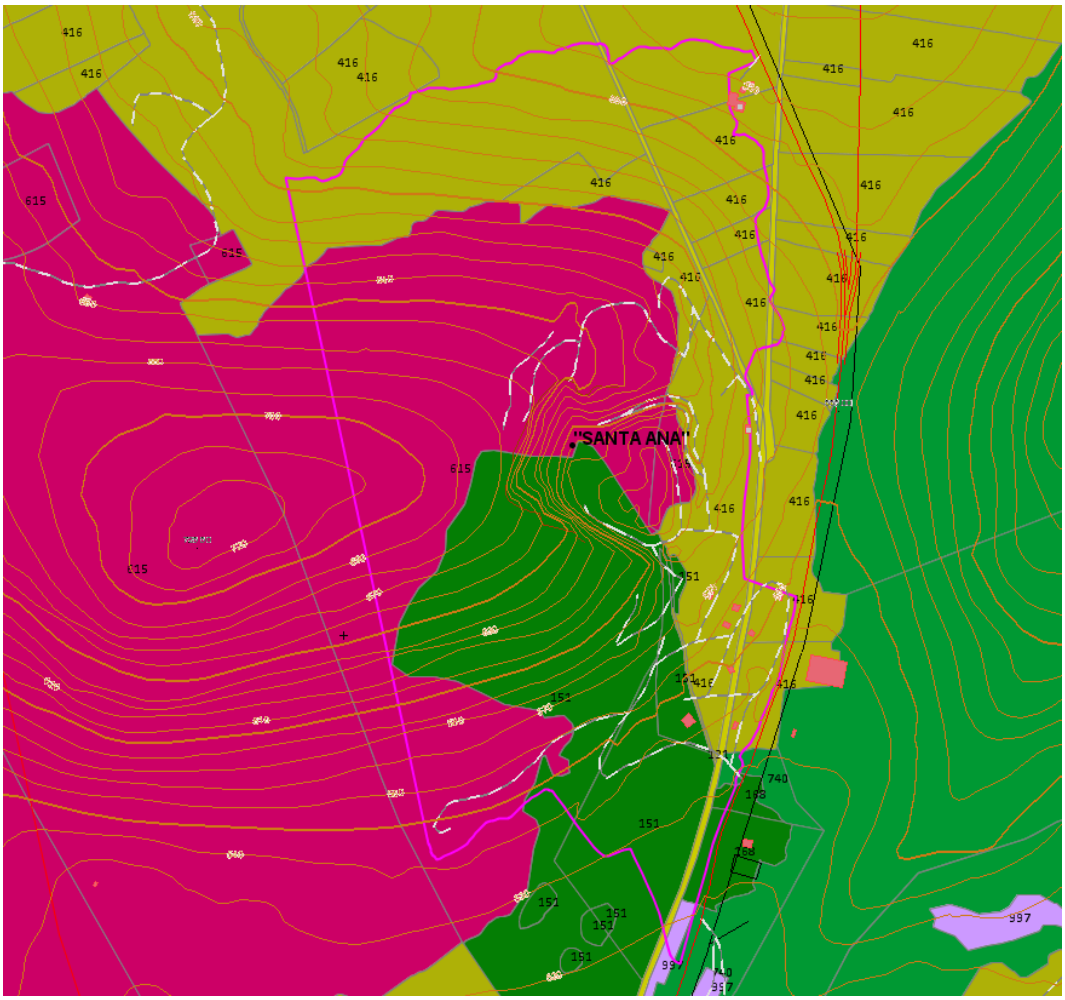


Figura 127.- SIOSEA Integrado de Sevilla en los suelos de la Explotación. Retícula 1k sobre MVA a Escala 1:10.000 (Edición 2.007).

El SIOSEA de los suelos de la Explotación los caracteriza del siguiente modo:

- 151.- Minero Extractivo.
- 416.- Olivar.
- 615.- Matorral denso arbolado. Quercíneas dispersas.

A continuación se presentan sendas fichas de los suelos del SIOSEA que se enclavan dentro de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

CÓDIGO: 151
DESCRIPCIÓN: MINERO EXTRACTIVO
DEFINICIÓN:

Son espacios destinados a la extracción de materiales geológicos de su emplazamiento natural para su posterior aprovechamiento económico, así como las instalaciones y equipos asociados de tipo industrial necesarios para su tratamiento, los espacios destinados a depósitos de residuos, almacenes, talleres, parques de maquinaria, oficinas y otras infraestructuras anexas.

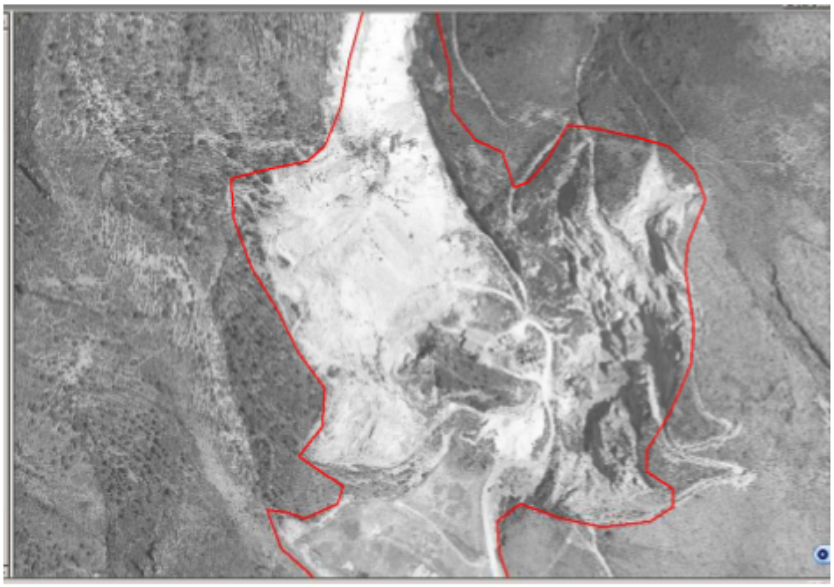


Figura 128.- SIOSE Andalucía. Código 151 “Minero Extractivo”.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

CÓDIGO: 615
DESCRIPCIÓN: MATORRAL DENSO ARBOLADO. QUERCÍNEAS DISPERSAS
DEFINICIÓN:
Formaciones con cobertura de matorral superior al 50% y cobertura arbórea comprendida entre el 5% y el 24%. Las especies de Quercíneas superan el 75% de la cobertura arbórea.

Figura 129.- SIOSE Andalucía. Código 615 “Matorral Denso Arbolado. Quercíneas dispersas”.

CÓDIGO: 416
DESCRICPCIÓN: OLIVAR
DEFINICIÓN:

Superficie cultivada con olivos. Se incluyen en este apartado:
• Olivar tanto de aceituna de mesa o de verdeo como de almazara y la asociación o mosaico de pies de olivo con distintos aprovechamientos.
• Plantaciones de olivos con escasa producción, con tendencia al abandono.
• Viveros e invernaderos de olivos.
Se excluyen:
• Acebuches.

Figura 130.- SIOSE Andalucía. Código 416 “Olivar”.

1.4.2.- Vías de comunicación.

1.4.2.1.- Carreteras.

Estas vías se encuentran afectadas por el régimen previsto en la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras y el Reglamento General de Carreteras aprobado por R.D. 1812/1994 de 2 de septiembre. El Capítulo III referente al uso y defensa de las carreteras, distingue las zonas de dominio público, de servidumbre, y de afección, estableciendo en ellas un régimen de usos, concurrencia de competencias y limitaciones.

Son de dominio público, los terrenos ocupados por las carreteras estatales y sus elementos funcionales, y una franja de terreno de 8 m. de anchura en autopistas, autovías y vías rápidas, y de 3 m. en el resto de las carreteras a cada lado de la vía, medidas en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.

La zona de servidumbre de las carreteras estatales consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 25 m. en autopistas, autovías y vías rápidas y de 8 m. en el resto de las carreteras medidas desde las citadas aristas.

La zona de afección de una carretera estatal consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de la misma, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 100 m. en autopistas, autovías y vías rápidas y de 50 m. en el resto de las carreteras, medidas desde las citadas aristas.

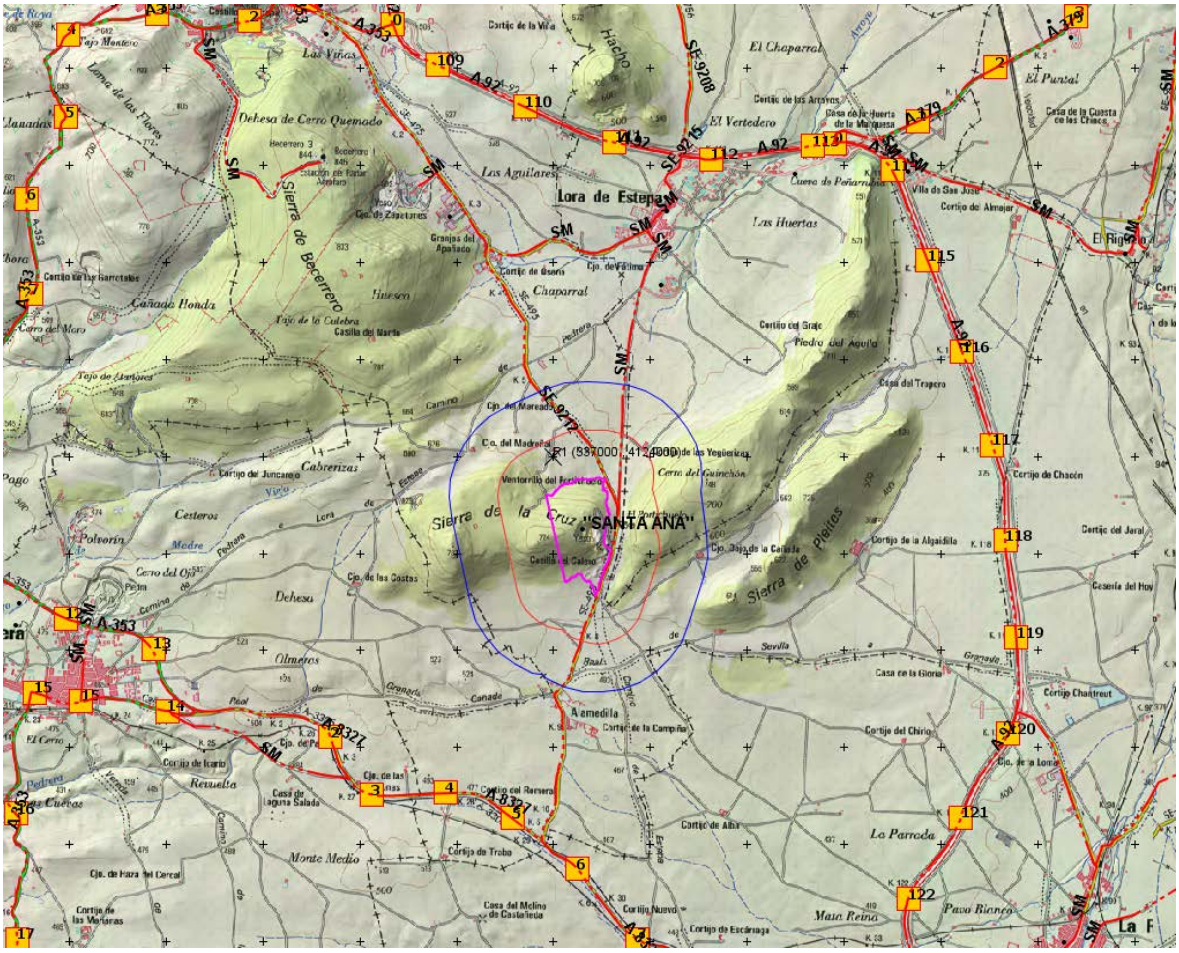
A ambos lados de las carreteras estatales se establece la línea de edificación, desde la cual hasta la carretera queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción o ampliación. Se sitúa a 100 m en variantes de poblaciones, 50 m. en autopistas, autovías y vías rápidas y a 25 m. en el resto de las carreteras.

En todas las zonas relacionadas se prevén limitaciones de la propiedad, así como un régimen de autorizaciones en el que se verían implicadas diferentes Administraciones Públicas en los regímenes

autorizatorio y sancionador, independientemente de que nos encontremos en tramo urbano o no urbano.

Dentro de las obras e instalaciones a ejecutar en dichas zonas, el Reglamento de Carreteras hace especial mención a los elementos funcionales, especialmente, las Áreas y Estaciones de Servicio, así como a la Publicidad.

El Acceso se realiza por la margen derecha de la SE 9212 "De Estepa a la A-8327 por El Portichuelo", carretera convencional de titularidad provincial, en su pk 5,000. Esto último se puede observar en la siguiente figura, cuadrícula 1k con a punto de referencia.


Lora de Estepa
"SANTA ANA"
Sierra de la Cruz
Sierra de Becerrero
Dehesa de Cerro Quemado
Sierra de Pieitos
Las Viñas
Las Aguilares
Las Huertas
El Chaparral
Chaparral
Cabrerizas
Cesteros
Polvorín
Olmeros
Dehesa
Amedida
Monte Medio
La Parroda
Cañada Honda
Huesen
Cerro del Guichón
Cerro del Ojo
Cerro del Moro
Monte Cuevas
Revuelta
Cortijo de Chacón
Cortijo de la Algaidilla
Cortijo del Chirio
Cortijo del Juncano
Cortijo de Icario
Cortijo de Trobo
Cortijo de Escárnaga
Cortijo Nuevo
Casa del Molino de Castellote
Casa de la Laguna Salado
Casa del Trapero
Casa de la Gloria
Vista del Cabezo
Cortijo de Almajar
Cortijo Chastreut
Cortijo de Alba
Cortijo de las Ventanas
Cortijo del Jaral
Cortijo de los Yegüerizos
Cortijo de la Campiña
Cortijo del Grajo
Cortijo de Ibarra
Cortijo de las Costas
Cortijo de la Vila
Cortijo de los Arcones
Cortijo de Ibarra
Cortijo de Ibarra
Cortijo de Ibarra

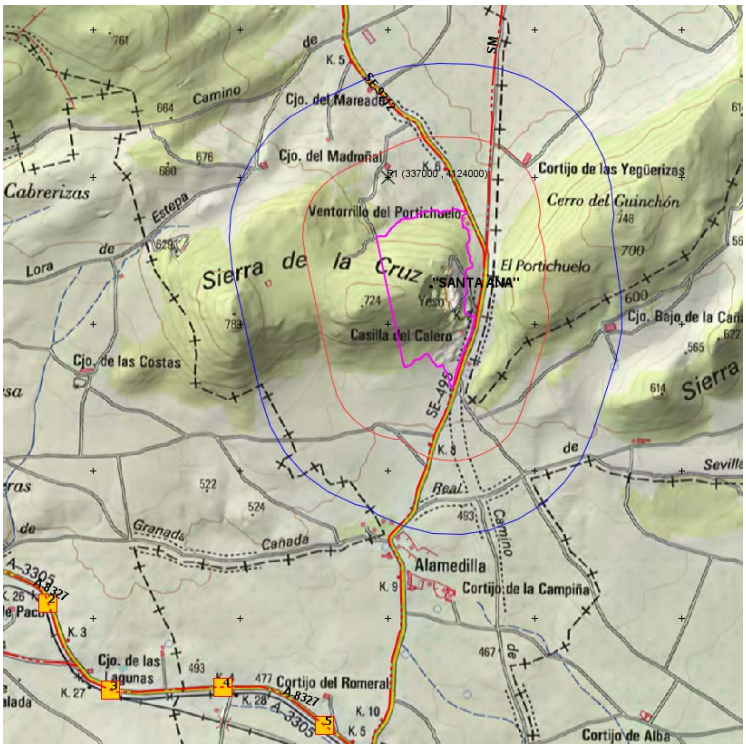


Figura 132.- Ampliación de Carreteras circundantes a la zona de explotación

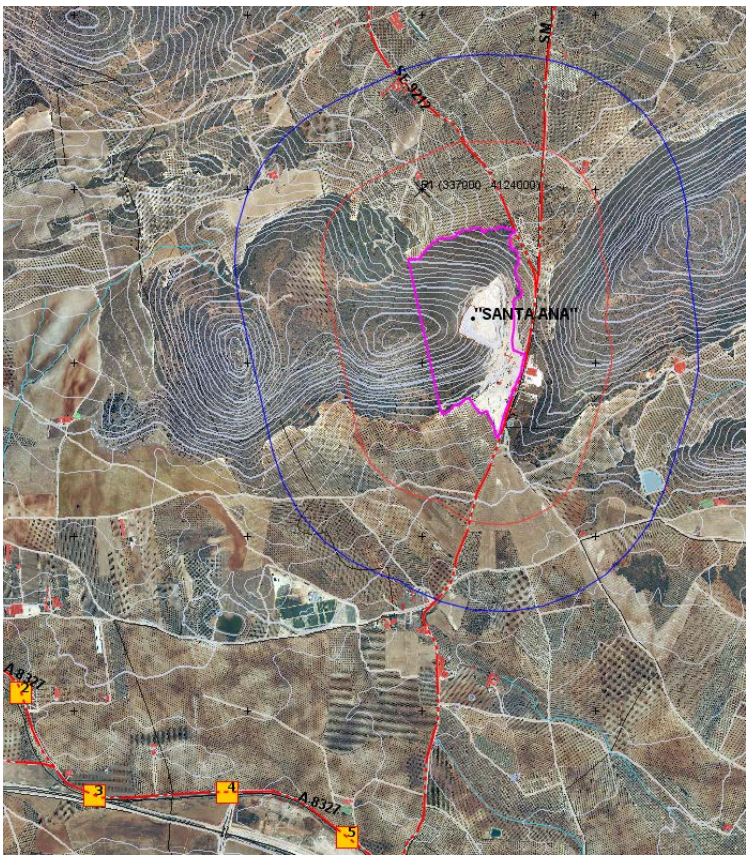


Figura 133.- Ampliación de Carreteras circundantes a la zona de explotación sobre ortomapa (2.011).

Tras lo expuesto, queda demostrado que la explotación queda colindante a la carretera SE 9212 “De Estepa a la A-8327 por El Portichuelo”, carretera convencional de titularidad provincial. Se estará a

lo dispuesto en la legislación vigente en cuanto a distancias de seguridad y corte de circulación en horas de detonación de explosivos, si así lo determinara la autoridad competente.

1.4.2.2.- Líneas de Ferrocarril.

Se estudia a continuación la posible afección de la explotación a líneas de ferrocarril.

Figura 134.- Líneas de ferrocarril sobre ortofoto (2.011).

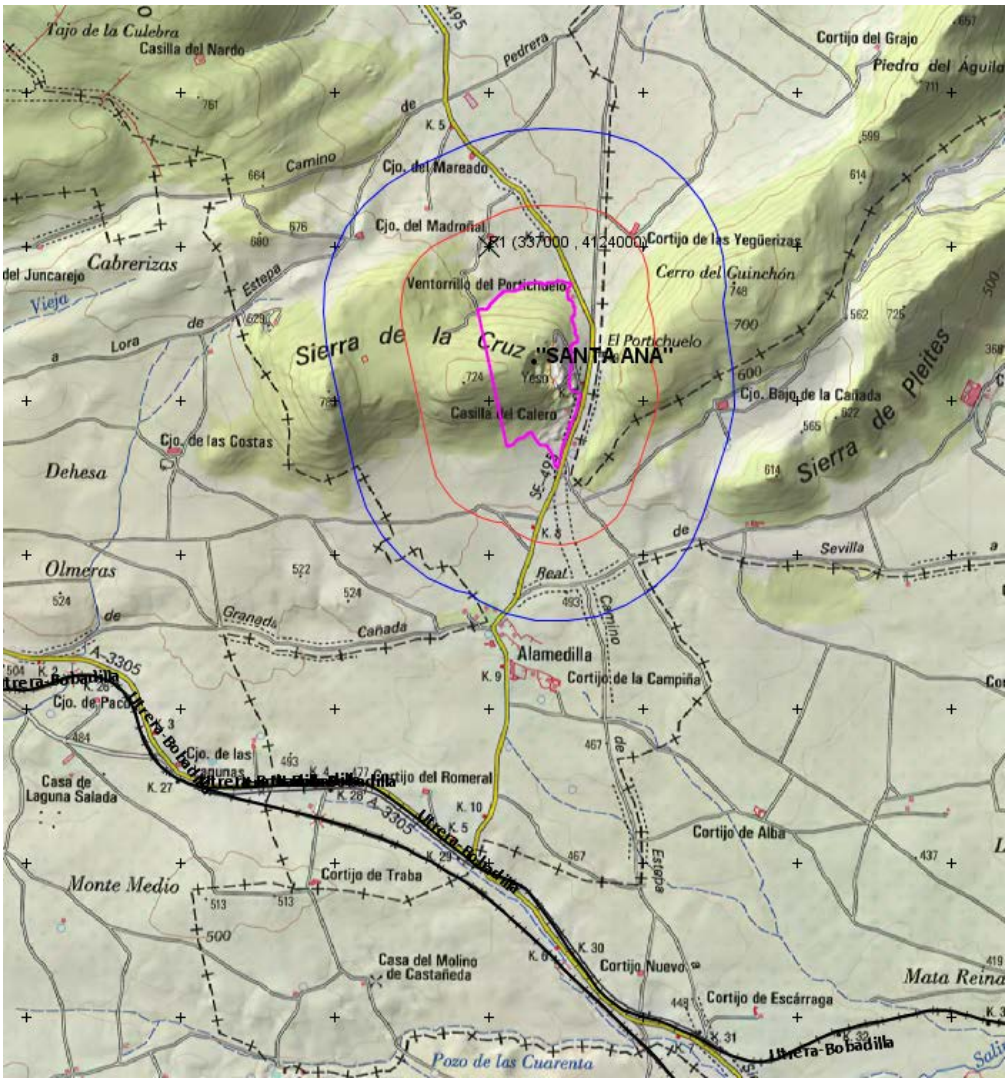


Figura 135.- Ampliación de las líneas de ferrocarril más cercanas sobre MTN 1:25.000 (Edición 2.007)

No afecta directamente a ninguna vía de ferrocarril, encontrándose la más cercana “Utrera-Bobadilla” a más de 3.00 metros en dirección Suroeste.

1.4.3.- Vías pecuarias, senderos y vías verdes.

1.4.3.1.- Vías pecuarias.

Las vías pecuarias son caminos de trashumancia que unen los lugares tradicionales de pastoreo de España para que los pastores y ganaderos puedan llevar el ganado caprino, ovino y bovino a los mejores pastos aprovechando la bonanza del clima: a los puertos o zonas de pastos de alta montaña en verano o a zonas más llanas y de clima más templado en invierno, extremos.

Las vías pecuarias suponen 125.000 kilómetros de rutas para el ganado trashumante en España, el 1% de su territorio, unas 450.000 hectáreas. Jurídicamente, en España, las vías pecuarias son bienes de dominio público cuya titularidad ejercen las comunidades autónomas. Su régimen jurídico está regulado en la actualidad por la LEY 3/95 de vías pecuarias, que define las vías pecuarias como rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido discurriendo tradicionalmente el tránsito ganadero.

Será de aplicación la Ley 3/1.995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, y el Decreto 155/1.998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En aplicación del Artículo 4 de la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, se denominan con carácter general: cañadas, cordeles y veredas.

- Las cañadas son aquellas vías cuya anchura no exceda de los 75 metros.
- Son cordeles, cuando su anchura no sobrepase los 37,5 metros.
- Veredas son las vías que tienen una anchura no superior a los 20 metros.

Como se aprecia a continuación el área de explotación no afecta directamente a vía pecuaria alguna, no obstante se refleja en la siguiente imagen las más cercanas, dentro del radio de 500 y 1000 metros. Cuadrícula 1k con punto de referencia.

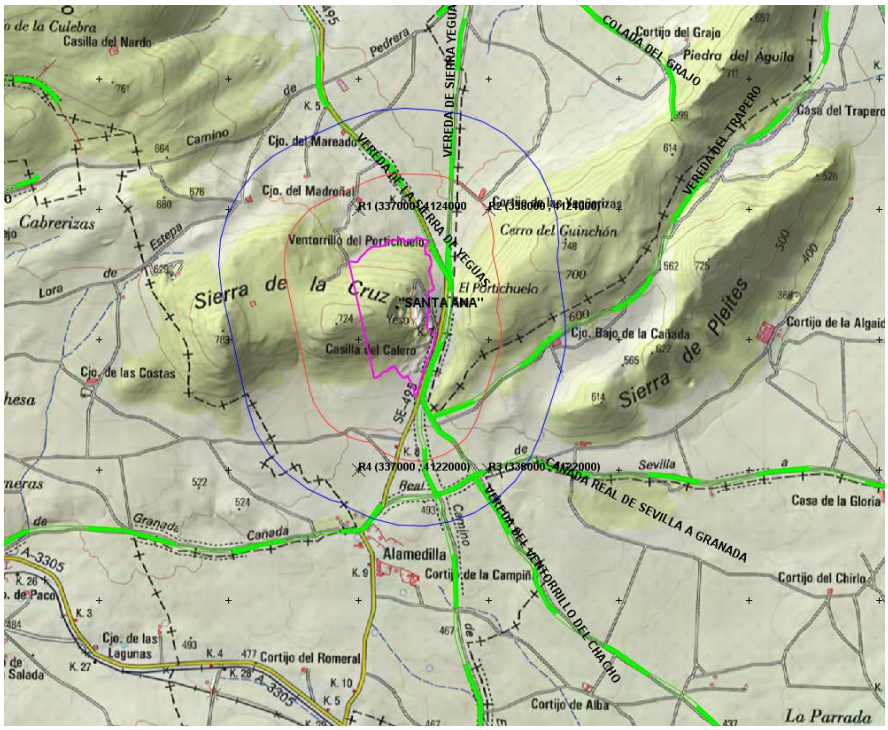


Figura 136.- Vías pecuarias montadas sobre MTN 1:25.000 (Edición 2.007)

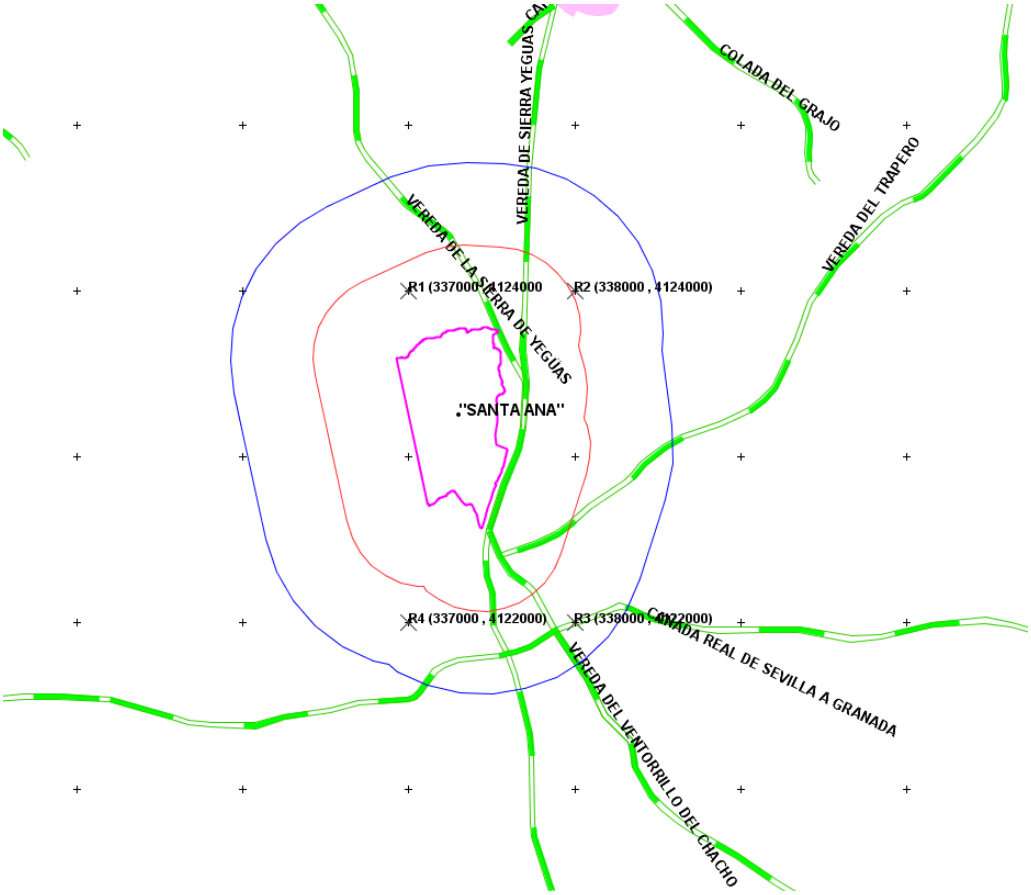


Figura 137.- Vías pecuarias más cercanas a la explotación, eliminadas todas las capas para mejor comprensión.

Dentro de un Radio 500 metros:

- Vereda de de la Sierra de Yeguas, coincidente con la Carretera SE-9212, con anchura legal de 20,89 metros.
- Entroncando con la anterior en el límite Sur de la Autorización de Explotación “Santa Ana”, Vereda del Ventorrillo o del Chacho, con una anchura legal de 20,89.
- Aproximadamente a 225 metros hacia el SE, Vereda del Trapero, con anchura legal de 20,89 metros.

Dentro de un Radio 1000 metros:

- Aproximadamente a 770 metros hacia el Sur, Cañada Real de Sevilla a Granada, con anchura legal de 75,22 metros.

1.4.3.2.- Vías Verdes.

Como se aprecia en la siguiente imagen (Retícula 10k con punto de referencia) no afecta en sus proximidades a Vías Verdes, estando la más próxima a más de 22 km “Vía Verde de la Subbética”.

Figura 138.- Situación de las vías verdes respecto de la explotación, sobre MTN.

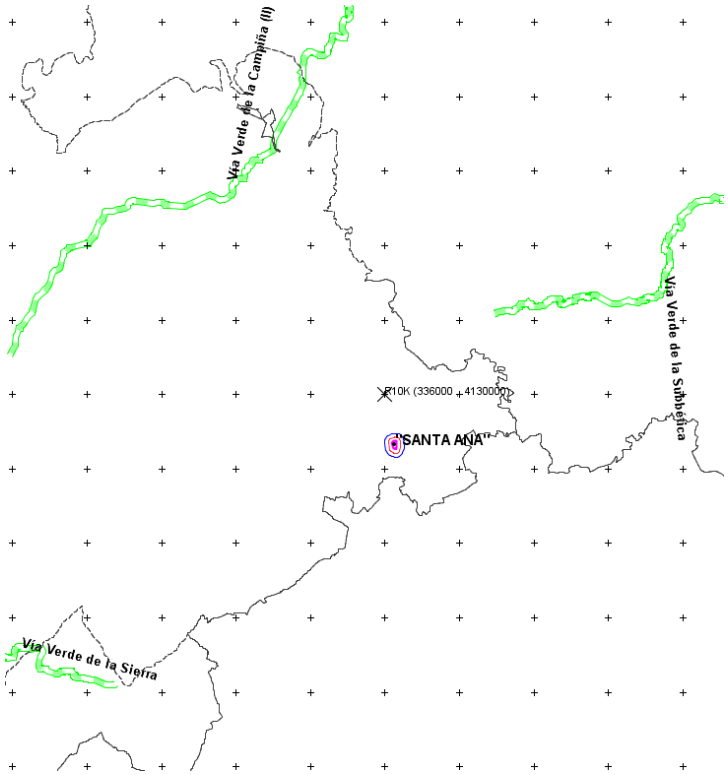


Figura 139.- Situación de las vías verdes respecto de la explotación, eliminando capas para facilitar la comprensión.

1.4.3.3.- Senderos.

Como se aprecia en la siguiente imagen (Cuadrícula 10k con punto de referencia) tampoco afecta en sus proximidades a Sendero catalogado alguno, estando el más próximo a más de 30 km “Sendero Europeo E-4 Tarifa-Andorra”.

Figura 140.- Situación senderos catalogados respecto de la explotación, sobre MTN.

Figura 141.- Situación de los senderos catalogados respecto de la explotación, eliminando capas para facilitar la comprensión.

1.4.3.4.- Cuadro de afección a vías pecuarias.

CUADRO DE AFECCIONES A VÍAS PECUARIAS.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Vías Pecuarias	**NO**	**500-1000**
Vías verdes	**NO**	**>22.000**
Senderos	**NO**	**>30.000**

Cuadro 18.- Resumen afecciones a Vías Pecuarias.

1.4.4.- Redes de distribución de energía.

1.4.4.1.- Eléctrica.

La Ley 17/2007, de 4 de julio, ha modificado la legislación anterior para adaptarla a la Directiva Europea 2003/54/CE que establece normas comunes para el mercado interior de electricidad. Esta ley ha supuesto la consolidación definitiva del modelo TSO (Transmission System Operator) de Red Eléctrica. En este sentido Red Eléctrica es el operador del sistema, que garantiza la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación del sistema de producción y transporte. Además, Red Eléctrica es el gestor de la red de transporte y actúa como transportista único, desarrollando esta actividad en régimen de exclusividad. Es por lo expuesto que consultado el mapa de transporte de REE, se expone en las siguientes figuras las líneas cercanas a la explotación.

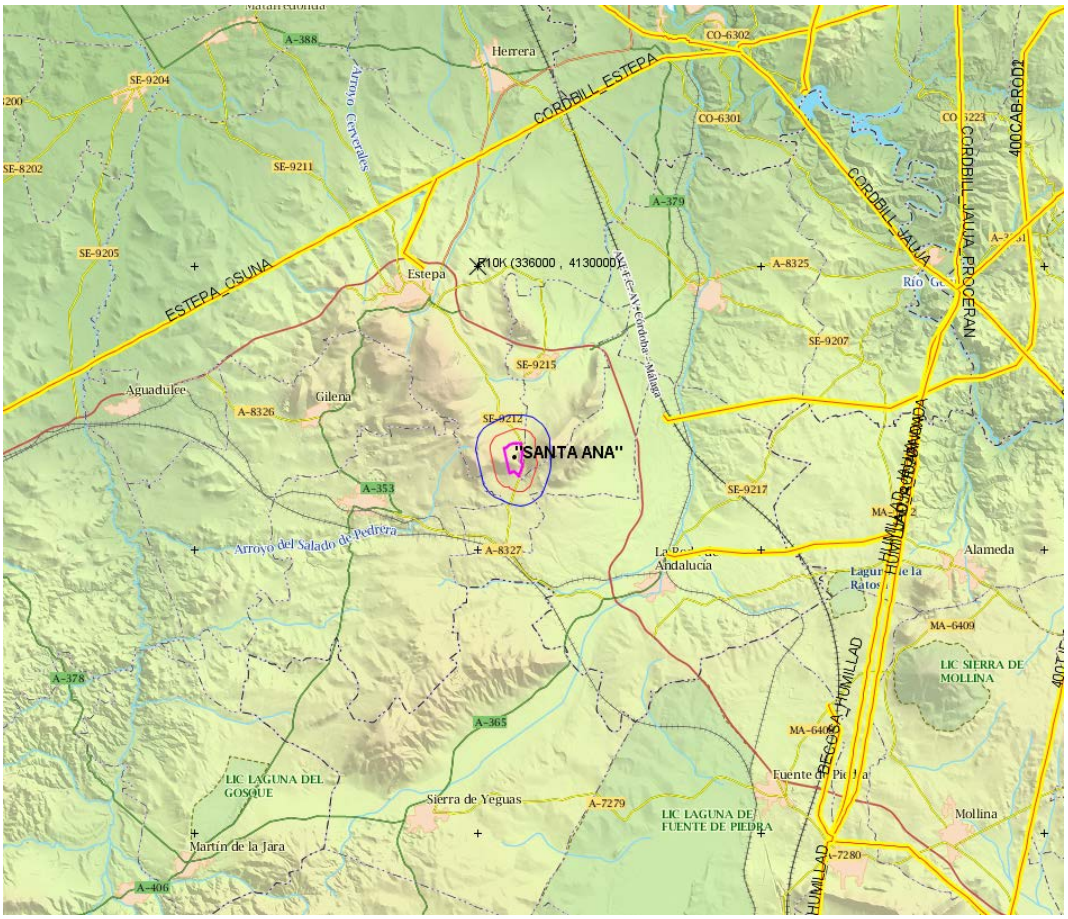


Figura 142.- Líneas eléctricas, sobre MTN, en retícula 10k con punto de referencia.

Todas ellas fuera de la influencia de la explotación, la más cercana es la siguiente:

- A más de 7 km al Noroeste la línea Estepa-Osuna, de 66 Kw.

Estaciones y Subestaciones eléctricas, retícula 10k con punto de referencia.

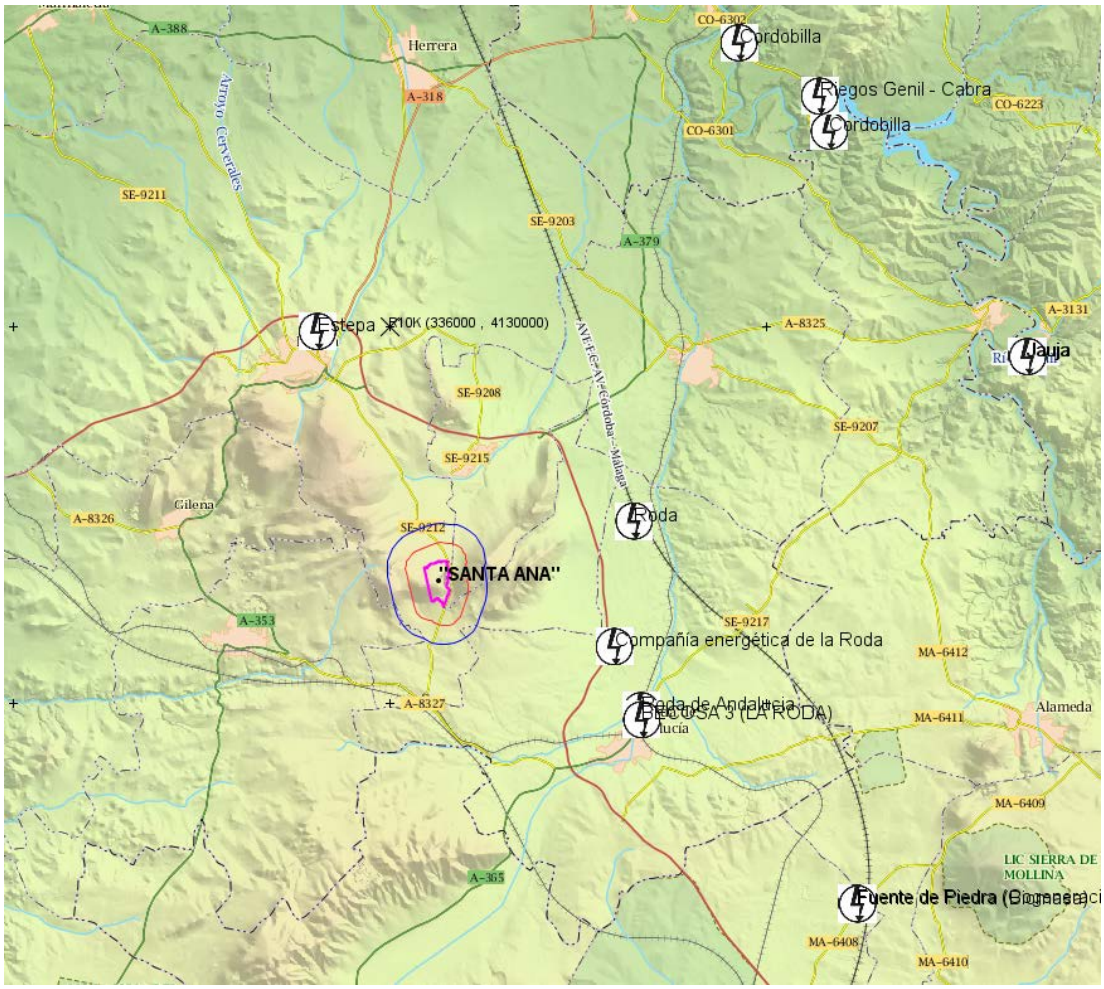


Figura 143.- Estaciones y Subestaciones eléctricas, sobre MTN, en retícula 10k con punto de referencia.

Siendo las subestaciones más cercanas, todas ellas fuera del área de influencia de la explotación, las siguientes:

- Roda, a 5.066,21 metros – 72,74º, con una capacidad de 400 Kw.
- Compañía Energética de la Roda, a 4.621,60 – 110,28º, con una capacidad de 66 Kw.
- La Roda de Andalucía y BECOSA-3, a 5.918,13 metros – 122,14 y 6.048,85 metros – 124,13 respectivamente, con una capacidad de 66 Kw.
- Estepa, a 6.863 metros – 334,19º, con una capacidad de 66 Kw.

No obstante aunque se ha visto que no existe afección, en caso de que la hubiera se establecería un perímetro de seguridad de 10 metros en donde se prohíbe la presencia de maquinaria minera y no se podrán realizar trabajos, en aplicación de la I.T.C. 07.1.03 del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera.

1.4.4.2.- Gas Natural.

Se estudia a continuación las posibles afecciones a la red de distribución de gas natural.

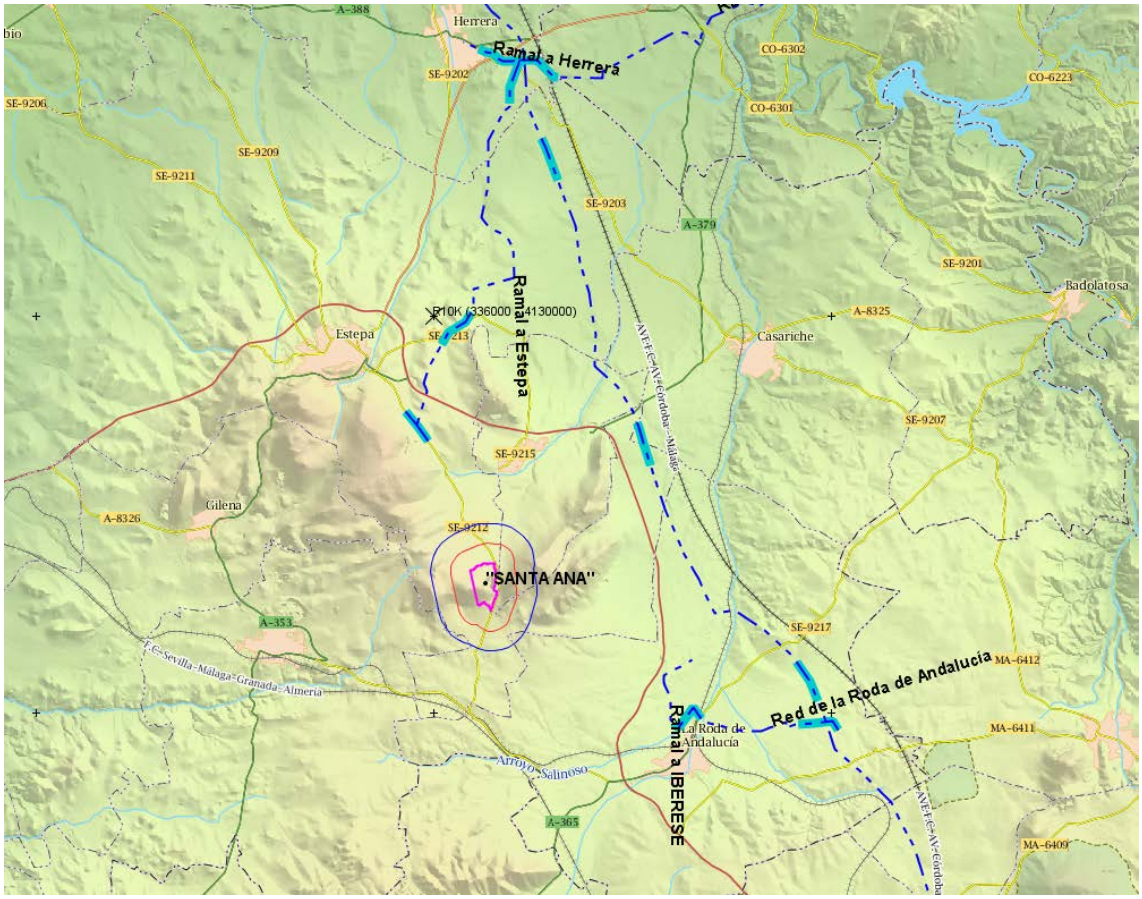


Figura 144.- Red de Transporte de Gas Natural, sobre MTN.

Como se desprende de la anterior figura, la explotación no afecta directamente a ningún transporte de gas natural, siendo los más cercanos los siguientes:

- "Ramal a Estepa", se sitúa a más de 4.000 metros hacia el Norte del centro de la explotación.
- Gasoducto "Puente Genil-Málaga", se sitúa aproximadamente a 5.000 metros hacia el Este del centro de la explotación.
- "Ramal de Iberese" y "Red de la Roda de Andalucía", se sitúan a más de 5.000 metros hacia el Sudeste del centro de la explotación.

1.4.5.- Patrimonio histórico-cultural.

Las medidas de protección no afectan de un modo uniforme a los bienes integrantes del patrimonio histórico. Podemos establecer diferentes categorías legales:

- Bienes inmuebles en general.
- Bienes inmuebles integrantes del patrimonio histórico genéricamente/Bienes inmuebles inscritos genéricamente en el Catálogo General del Patrimonio Histórico andaluz.
- Inmuebles catalogados por el planeamiento urbanístico.
- Bienes inmuebles declarados de interés cultural/ Inscripción específica en el Catálogo General del Patrimonio Histórico andaluz. Esta inscripción específica se clasifica en: monumentos, jardines históricos, conjuntos históricos, sitios históricos, zonas arqueológicas/zona de servidumbre arqueológica y lugares de interés etnológico.

En los monumentos declarados, no podrá realizarse obra interior o exterior que afecte directamente al inmueble o entorno del mismo sin autorización expresa de la Administración competente. Las obras que afecten a los jardines históricos y a su entorno también precisan de la citada autorización expresa.

La declaración de un conjunto histórico, sitio histórico, zona arqueológica o lugar de interés etnológico como BIC, determinará la obligación para el municipio en que se enclaven, de redactar un Plan Especial de protección del área afectada. Hasta la aprobación de dicho Plan el otorgamiento de licencias precisará resolución favorable de la Administración competente, no permitiéndose alineaciones nuevas, alteraciones en la edificabilidad, parcelaciones ni agregaciones. Desde la aprobación definitiva del Plan, los Ayuntamientos serán competentes para autorizar directamente las obras que desarrollen el planeamiento aprobado y que afecten únicamente a inmuebles que no sean monumentos ni jardines históricos, ni estén comprendidos en su entorno, debiendo dar cuenta a la Administración competente de las licencias otorgadas, en el plazo máximo de diez días.

1.4.5.1.- Breve reseña histórica.

PREHISTORIA

La Edad de Piedra se testimonió por el hallazgo de fragmentos de cuchillos de sílex, hachas y cerámicas neolíticas. Los primeros útiles de piedra buscados por el hombre fueron cantos cortados de los ríos, de los que un borde roto servía para cortar o herir con mayor eficacia. Con la técnica del pulimento de la piedra, se diversifican las funciones según el trabajo: azadas, hachas, azuelas, moletas, etc.

El acceso a los metales propició un cambio en las estructuras económicas y sociales, con un auge del comercio a grandes distancias de los materiales como el cobre, oro, ámbar, variscita, marfil, etc. También destacar la aparición o fabricación de objetos cerámicos modelados a mano y cocidos en hornos muy rudimentarios.

Mucho más tarde, el Cerro de San Cristóbal albergó un poblado turdetano y posteriormente fue la célebre Astapa púnica, que al declarase partidaria de Carthago en las Guerras Púnicas, fue destruida por las tropas romanas de Lucio Marcio, en el 206 a.C.

Astapa es nombrada en "Las Décadas", obra de Tito Livio, por una impresionante historia: el poblado estaba cercado por las tropas romanas; los habitantes se negaron a vivir bajo el dominio de Roma y decidieron suicidarse colectivamente antes de que fuera conquistada la aldea.

LOS ROMANOS

Bajo la dominación romana, destruida Astapa, fue la Ostippo de las inscripciones lapidarias y del Itinerario Antonino.

Personajes de origen ostipponense han dejado testimonios epigráficos en esta ciudad, al igual que un pequeño fragmento de la ley municipal que convierte a Ostippo en municipio flavio. Se constituye como un enclave de valor estratégico en una encrucijada de caminos.

LOS VISIGODOS

De la etapa visigoda, en la que perteneció al Reino de Tolosa, conocemos el hallazgo de una necrópolis en la parte noroeste de la ciudad.

LA ÉPOCA ÁRABE

La historia de la Estepa árabe abarca un amplio periodo de tiempo, desde el siglo VIII al siglo XIII. El dominio árabe le impuso un nuevo nombre, pasándose a llamar Istabba, citada como hisn, castillo con villa

amurallada a la cabeza de un distrito, que tuvo una activa participación en los sucesos de Al-Andalus.

A finales del siglo IX se tiene constancia de la toma de Istabba en el curso de las revueltas del muladí Umar b. Hafsun; durante los reinos de taifas, sus dueños ziríes granadinos se la canjearon a los abbadíes sevillanos por Alcalá la Real.

Dotada de alcazaba, mezquita, y medina, dio personajes ilustres, signo de prosperidad como el poeta Al Zawwali, fallecido en Marrakech en 1220.

Una representación muy curiosa es la llamada "mano de Fátima" o RHAMSA, que simboliza la divinidad para los musulmanes; según la tradición popular la mano corresponde al nombre de Alá, escrito en árabe; los cinco dogmas del Islam; el número de oraciones diarias.

LA ERA CRISTIANA

Desde su conquista por Fernando III el Santo en 1241 y su entrega en 1267 a la Orden de Santiago para garantizar su defensa, Estepa fue una plaza fronteriza clave en las guerras con el reino nazarí. Al principio muy expuesta en primera línea, y relativamente resguardada desde la caída de Antequera en 1410, pues todavía habría de sufrir las incursiones del alcaide de Loja, Abu-I-Asan Alí (príncipe heredero del reino de Granada).

La ciudad fue rompiendo el recinto de murallas y formando arrabales ladera abajo, flujo imparable que llevaría al total despoblamiento del cerro y a la consolidación de la población en su emplazamiento actual.

Durante la Edad Media fue la sede de los Maestres de la Orden de Santiago, cuna de conquistadores como D. Juan de Torres de Vera y Aragón, último Adelantado del Río de la Plata y fundador de la ciudad argentina de Corrientes.

En la Edad Moderna adquirió el título de Marquesado, ocupando un vasto territorio, y alcanzando su mayor esplendor artístico y monumental. Pues en 1559 fue vendida por la corona a la familia genovesa de los Centurión, poco después titulados Marqueses de Estepa. La influencia absoluta y despótica de los marqueses fue sustituida por la de los Vicarios. Estepa es el pueblo de la Vicaría, por cuya institución alcanzó su mayor esplendor.

Fue Vicaría General, con jurisdicción vere nullius hasta 1874 y cabeza de su comarca, por derecho propio, en la época actual.

En 1886, su majestad la Reina María Cristina, dando prueba de su real afecto por la villa de Estepa, por su aumento de población, su progreso en la agricultura y su constante adhesión a la Monarquía Constitucional, tiene a bien concederla el título de Ciudad por Real Decreto.

Las tensiones que surgen en el S. XIX acentuarían un fenómeno que si no particular, si tuvo un gran desarrollo en su entorno: el bandolerismo. A las partidas guerrilleras de época napoleónica sucedieron las cuadrillas de signo político y más social. De los numerosos bandoleros que hicieron en Estepa su centro de operaciones, trascendió especialmente la fama de Juan Caballero, José María el Tempranillo, el Vivillo y el Pernales.

Durante el siglo XIX, se rompe el desarrollo lineal en sentido este-oeste y surgen manzanas alargadas en dirección norte-sur, que parten de la Plaza del Carmen (que constituye el espacio urbano central) y se prolongan hasta la carretera Sevilla-Málaga. Estepa presenta en ese momento una forma aproximadamente triangular. Después de la Guerra Civil, el número de habitantes se estabiliza, a pesar de lo cual la localidad ha continuado su desarrollo, colmatando los espacios vacíos existentes entre el borde del centro histórico y la travesía, creando nuevos asentamientos industriales y residenciales en el llano (al norte de la carretera) y situando las industrias y talleres más molestos en el ángulo sureste, a espaldas del cerro.

Estepa es declarada en 1.965 Conjunto Histórico Artístico, destacando entre sus edificaciones de interés el Convento de Santa Clara (siglo XVII), la Iglesia Parroquial de Santa María de la Asunción (siglo XVII), la Torre del Homenaje y el propio recinto amurallado, el Convento de San Francisco (siglos XVII-XVIII), las iglesias de San Sebastián (siglo XVI), del Carmen (siglo XVII) y de Nuestra Señora de los Remedios, la Casa-Palacio de los Marqueses de Cerverales (siglo XVIII) y la Torre de la Victoria.

1.4.5.2.- Protección patrimonio histórico.

1.4.5.3.- Patrimonio histórico cultural en la zona de actividad y alrededores.

En la Comunidad Autónoma Andaluza, la Ley 1/1991, de 3 de Julio de Patrimonio Histórico de Andalucía, junto con el Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento del Patrimonio Histórico de Andalucía, forman el marco legal de protección y conservación de este tipo de recursos culturales.

Forman parte del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Andalucía todos los bienes de la cultura, en cualquiera de sus manifestaciones, en cuanto se encuentren en Andalucía y revelen un interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnológico, documental, bibliográfico, científico o técnico para la región.

Tal y como establece el artículo 50.1 de la Ley 1/1.991, de 3 de julio, de Patrimonio Histórico de Andalucía, es obligatorio comunicar a la Delegación Provincial de Cultura de Sevilla, la aparición de cualquier resto o hallazgo arqueológico que pueda aparecer durante el desarrollo de los trabajos.

1.4.5.3.1.- Patrimonio Inmueble de interés cultural.

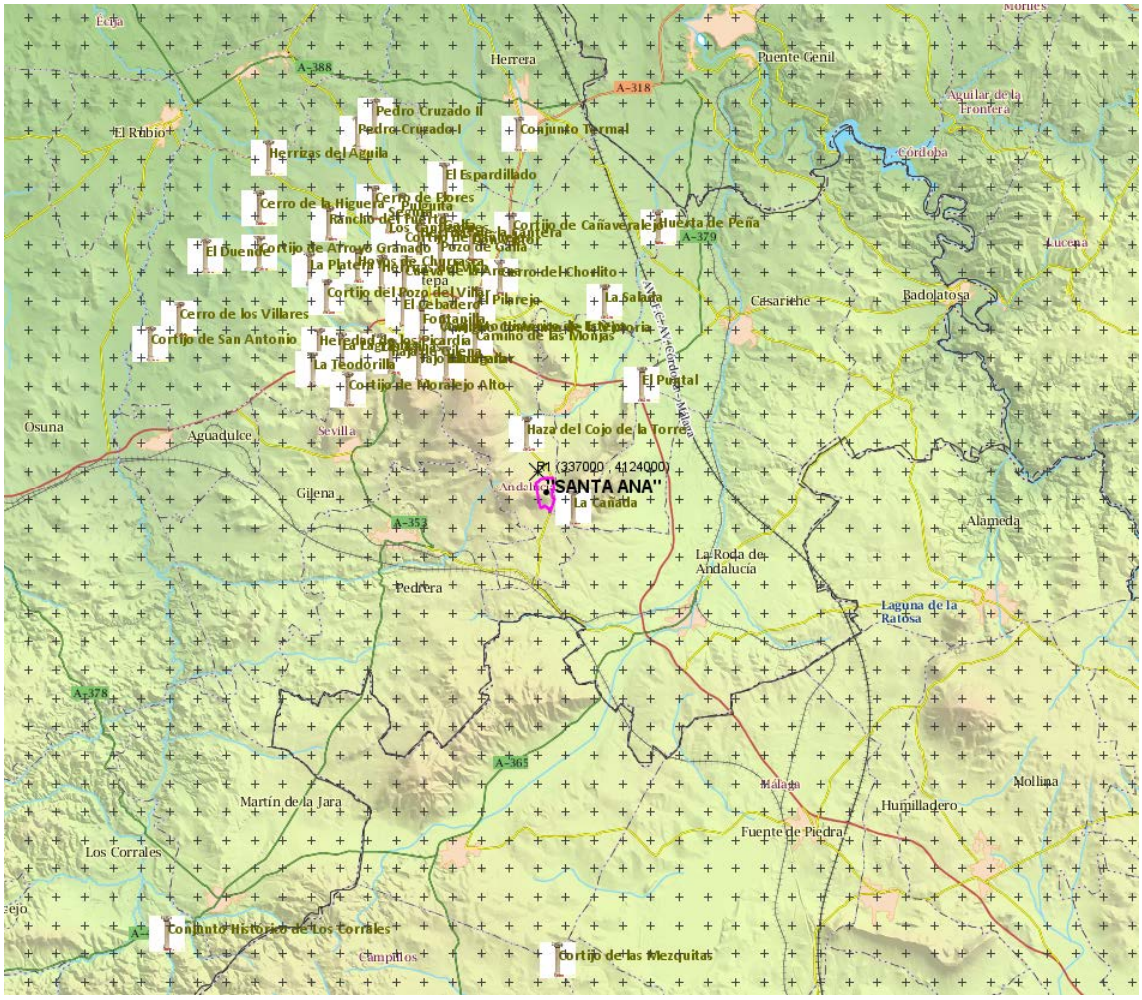


Figura 145.- Patrimonio Inmueble entorno a la explotación. Retícula 10k sobre MTN.

Figura 146.- Patrimonio Inmueble entorno a la explotación. Retícula 1k sobre MTN.

Como se puede ver no afecta en su área de influencia a ningún inmueble de interés cultural, siendo los más cercanos:

- Entre los radios circundantes de 500-1000 metros, concretamente a 721,38 metros – 117,68º, se encuentra “La Cañada”, Pequeña villa romana, ubicada parcialmente en zona de monte bajo, parte en zona cultivada. Se aprecian sillares por el entorno y formando parte de acumulaciones artificiales de piedras y otros restos, para facilitar el laboreo. Respecto de los materiales, hay escasa presencia de material constructivo: téguae, ladrillos, algún aplacado de mármol, etc. Entre la cerámica mencionar: fragmentos de dolia, morteros y otros amorfos de común romana.
- Hacia el Norte, a 1.689 metros – 342,20º, se encuentra el “Haza del cojo de la torre”, Pequeño enclave ubicado sobre una loma, donde no se detecta estructura alguna. Los materiales son escasos y fragmentados: cerámica común, terra sigillata, alguna africana, unas teselas y una pesa de plomo.

1.4.5.3.2.- Conjuntos arqueológicos y espacios culturales

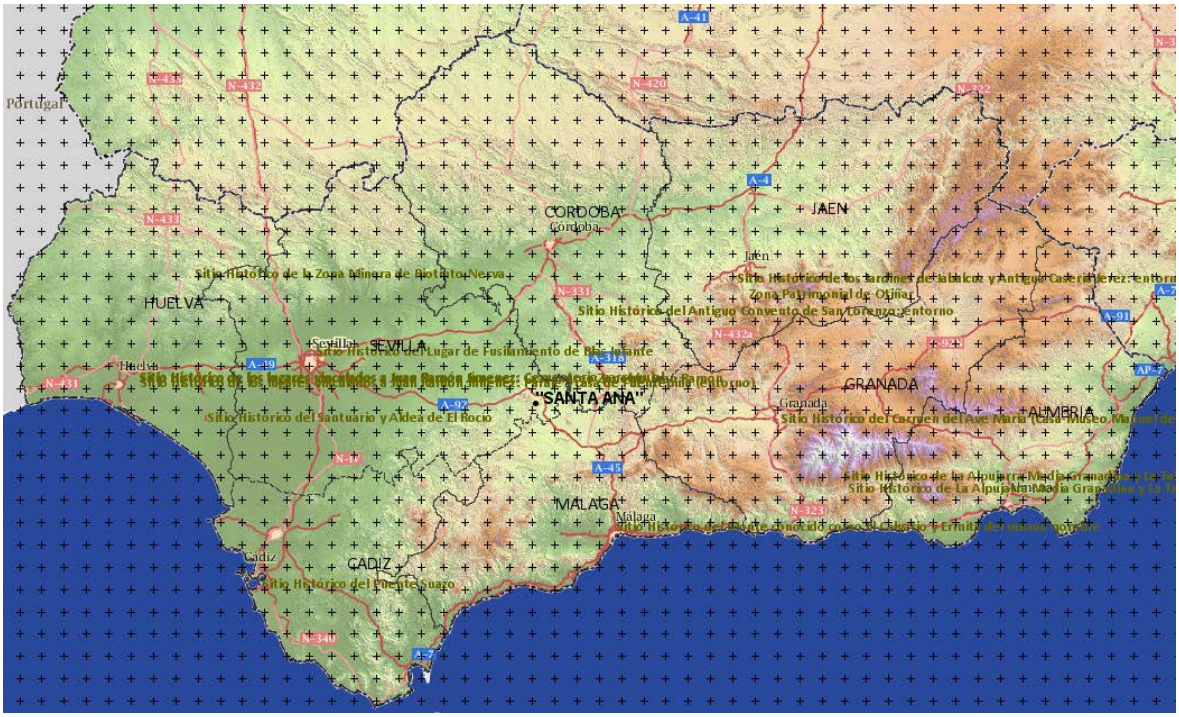


Figura 147.- Conjuntos Arqueológicos y Espacios Culturales de Andalucía. Retícula 10k sobre MTN.

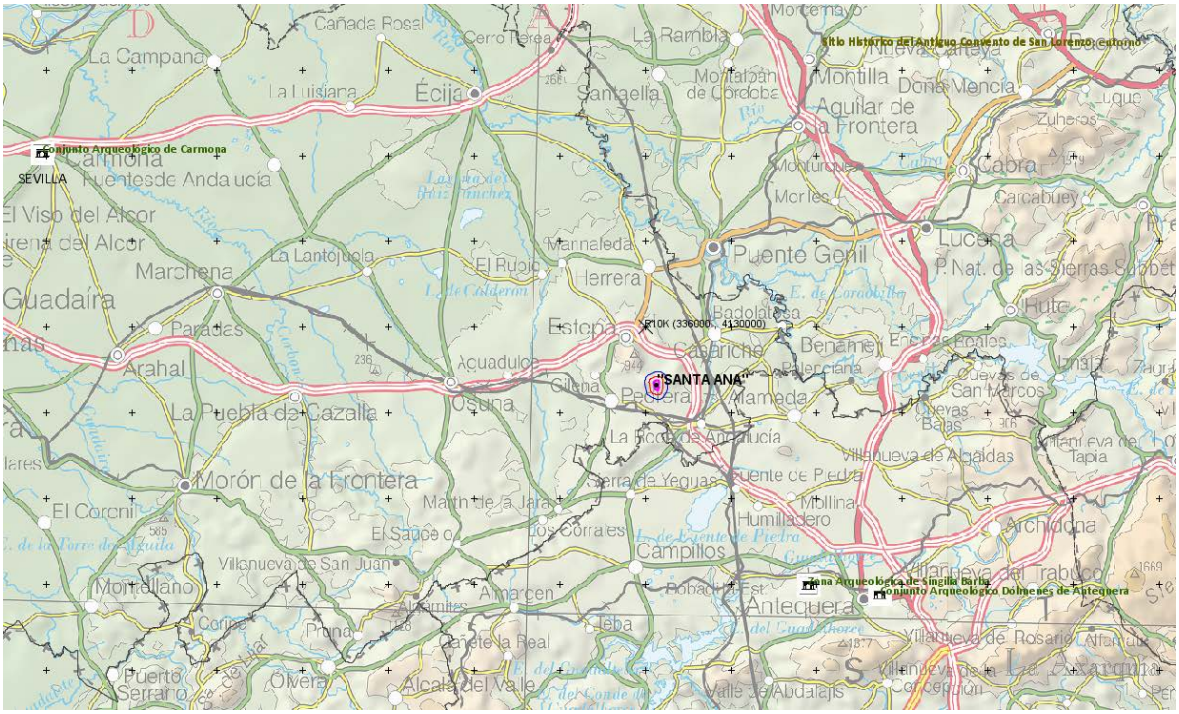


Figura X.- Ausencia de Conjuntos Arqueológicos y Espacios Culturales en el entorno de la explotación. Retícula 10k sobre MTN.

No afecta a ningún conjunto arqueológico ni espacio cultural de modalidad alguna, siendo los más cercanos los que se relacionan a continuación:

- “Zona Arqueológica de Singilia Barba”, a 28.727 metros – 142,72º.
- “Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera”, a 35.172.09 metros – 133,12º.

1.4.5.3.3.- Patrimonio de la Humanidad.

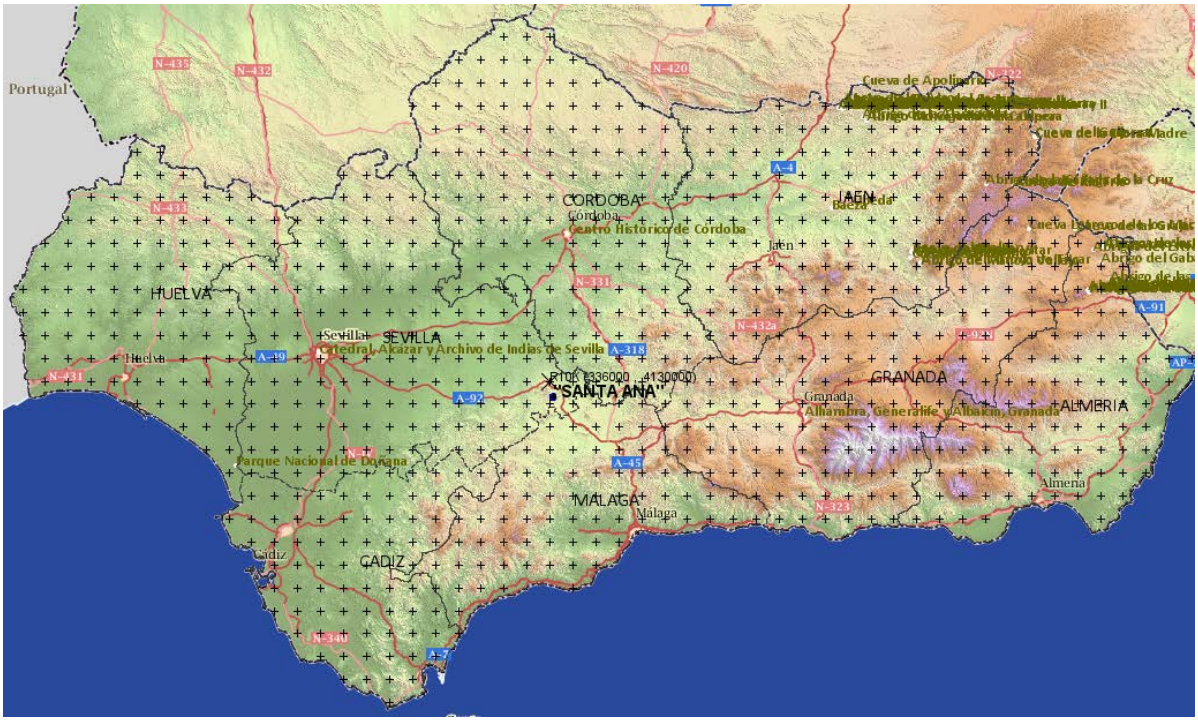


Figura 148.- Patrimonio de la Humanidad en Andalucía. Retícula 10k sobre MTN.

La Explotación “Santa Ana” se encuentra muy alejada de cualquier elemento componente de Patrimonio de la Humanidad, se presenta a continuación figura que prueba que no existe tal patrimonio en los alrededores. Los más cercanos son los que se relacionan a continuación:

- Centro Histórico de Córdoba, a 70.629,23 metros – 5,04º.
- Catedral, Alcázar y Archivo de Indias de Sevilla, a 103.428,09 metros – 280,48º.

1.4.5.3.4.- Cuevas y simas de interés cultural.

La Explotación “Santa Ana”, al igual que en el apartado anterior se encuentra muy alejada de cualquier cueva o sima, estando la más cercana “Sima del Soldado” a más de 17 kilómetros. Se presenta a continuación sendas figuras que así lo demuestran.

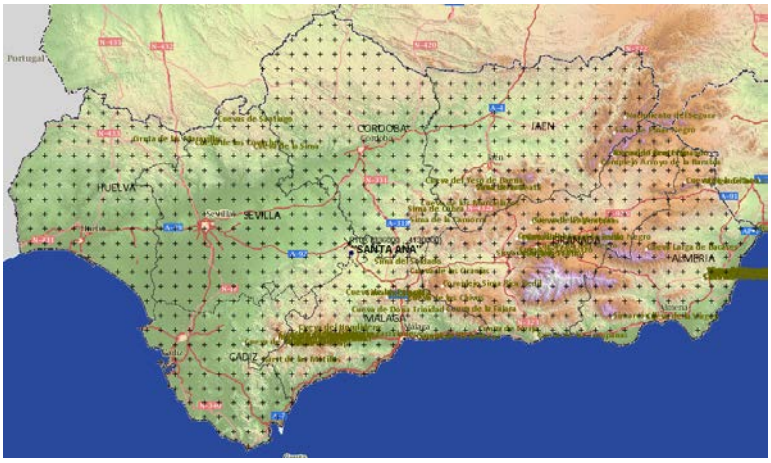


Figura 149.- Cuevas y Simas de Andalucía. Retícula 10k sobre MTN.

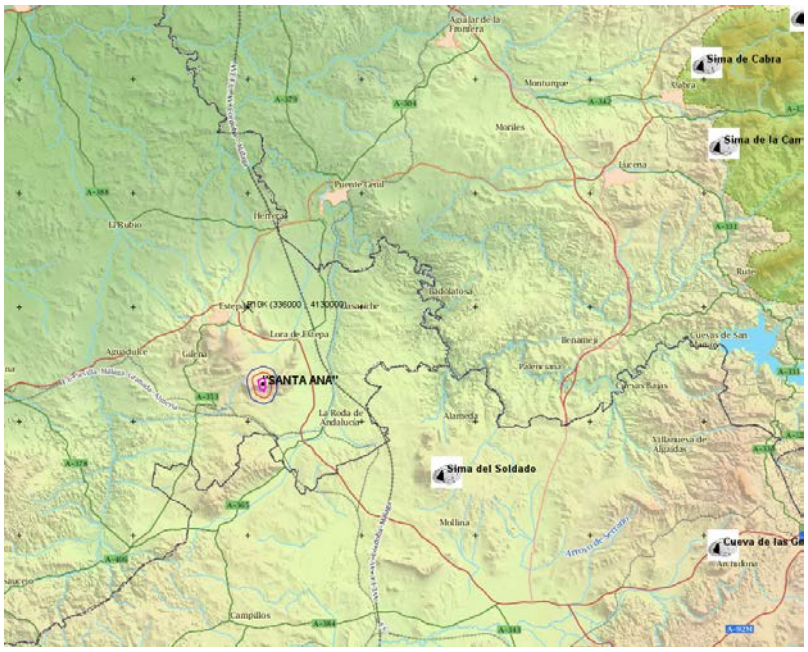


Figura 150.- Cuevas y Simas de Andalucía en el entorno de la explotación. Retícula 10k sobre MTN.

Como se puede deducir la cueva más cercana a la explotación, y claramente fuera de su influencia:

- “Sima del Soldado”, a 17.522,20 metros – 115,41º.

1.4.5.3.5.- Cuadro de afecciones al Patrimonio Cultural.

CUADRO DE AFECCIONES AL PATRIMONIO.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Patrimonio Inmueble de interés cultural	**NO**	**>721**
Conjuntos arqueológicos y espacios culturales	**NO**	**>28.727**
Patrimonio de la Humanidad	**NO**	**>70.629**
Cuevas y simas de interés cultural	**NO**	**>17.522**

Cuadro 19.- Resumen afecciones al Patrimonio.

1.4.6.- Resumen de posibles afecciones.

CUADRO DE AFECCIONES DE LA EXPLOTACIÓN A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

AGUA SUBTERRÁNEA	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Zonas sobreexplotadas	NO	>80.000
Zonas vulnerables a la contaminación de los acuíferos subterráneos	SI	0
Captaciones subterráneas para abastecimiento humano	NO	>1.131
Perímetros de captaciones para abastecimiento humano	NO	>200
Piezometría	NO	>100 (z)

Cuadro 20.- Afecciones a las aguas subterráneas.

No obstante se encuentra en una zona vulnerable a la contaminación de acuíferos subterráneos, hay que recordar que como se deduce de la piezometría la cota de explotación está más de 100 metros por encima del nivel freático por lo que es imposible su contaminación.

Como vemos también se sitúa cerca de una zona de perímetro de captación para abastecimiento humano, pero no de su calidad sino de su cantidad.

CUADRO DE AFECCIONES DE LA EXPLOTACIÓN A LAS AGUAS SUPERFICIALES.

AGUA SUPERFICIAL	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Ríos	NO	>6.000
Ríos Captaciones Abastecimiento	NO	-
Ríos Zonas Sensibles	NO	-
Arroyos	NO	>2.000
Embalses	NO	12.824
Embalses Captaciones Abastecimiento	NO	-
Lagos	NO	13.956,83
Lagos Zonas Sensibles	NO	-
Zonas de baño	NO	88.182,93
Fuentes	NO	2.447,07
Manantiales	NO	7.632,29

Cuadro 21.- Afecciones a las aguas superficiales.

CUADRO DE AFECCIONES AMBIENTALES DE LA EXPLOTACIÓN

CONCEPTO	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Zonificación Lumínica E1	NO	> 9.500
Espacios Naturales Protegidos	NO	> 12.052
Montes Públicos	NO	> 6.604
LIC	NO	> 8.868
Reservas de la Biosfera	NO	> 39.854
Equipamiento Uso Público	NO	> 12.839
Zonas PORN	NO	> 12.839
Plan Especial Protección Medio Físico	SI	0

Cuadro 22.- Afecciones ambientales.

De lo que se deduce que la explotación de los recursos de la Sección A) "Santa Ana", únicamente afecta a la zona de "Sierra de Becerreros", contemplada en el Plan Especial de Protección del Medio Físico, el cual fue aprobado con posterioridad a la Autorización de Explotación.

CUADRO DE AFECCIONES A LA FLORA.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Árboles singulares de Andalucía	NO	>14.362
Arboleda singular de Andalucía	NO	>3065
Series de vegetación, sectores biogeográficos, pisos bioclimáticos y ombroclimas de la masa forestal de Andalucía	NO	-
Hábitats de Interés Prioritario.	NO	>8.000
Propuesta de Hábitats de Interés Comunitario de la Unión Europea (HIC)	NO	>7.550

Cuadro 23.- Afecciones a la flora.

CUADRO DE AFECCIONES A LA FAUNA SINGULAR.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
ZEPA	NO	>8.863
Águila Imperial	NO	>26.000
ZIAE	NO	>7.000
Aves Necrófagas	NO	>17.000
Lince Ibérico	NO	>100.000

Cuadro 24.- Afecciones a las fauna singular.

CUADRO DE AFECCIONES A VÍAS PECUARIAS.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Vías Pecuarias	NO	500-1000
Vías verdes	NO	>22.000
Senderos	NO	>30.000

Cuadro 25.- Afecciones a vías pecuarias.

Se extremarán las precauciones en las zonas aledañas a las vías pecuarias colindantes

CUADRO DE AFECCIONES AL PATRIMONIO.

Descripción	AFECCIÓN	DISTANCIA (m)
Patrimonio Inmueble de interés cultural	NO	>721
Conjuntos arqueológicos y espacios culturales	NO	>28.727
Patrimonio de la Humanidad	NO	>70.629
Cuevas y simas de interés cultural	NO	>17.522

Cuadro 26.- Afecciones al patrimonio.

Como continuación a esta Descripción del Medio, se remite al Anexo B donde se realiza una Matriz de Leopold.

1.5.- Epítome de las características del aprovechamiento del recurso.

1.5.1.- Descripción General de la Explotación.

El presente epígrafe se confecciona para dar cumplimiento a lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias del capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM), aprobado por Real Decreto 863/1985, de 2 de Abril.

El desarrollo a seguir viene definido por el Capítulo VII. Trabajos a cielo abierto:

- ITC 07.1.01 Seguridad del personal.
- ITC 07.1.02 Proyecto de explotaciones.
- ITC 07.1.03 Desarrollo de las labores.

El objetivo principal de este apartado ha sido caracterizar el diseño general del yacimiento, tras lo cual ha pasado a la etapa de diseño del hueco final y a la evaluación de las reservas aprovechables.

El potencial minero de un depósito minero depende por lo general de los siguientes factores:

- Espesor y variabilidad del recubrimiento.
- Potencia y extensión del depósito.
- Propiedades físicas del yacimiento.
- Accesibilidad al depósito.
- Distancia a los centros de consumo.
- Profundidad del nivel freático.
- Restricciones de la Administración frente a la operativa de extracción.

La situación final corresponde a una proyección de futuro, con un alcance temporal entorno a veinte años en explotación y cinco finales en restauración, aunque puede variar en función de los ritmos de extracción, reservas explotables y posibilidad de avance en la restauración.

El escenario final previsto de cada fase constituye la base de partida tanto de la planificación como del proyecto de restauración. Según el uso previsto de los terrenos afectados, como forma de recuperación de los mismos, se contemplan unos criterios básicos, fundamentalmente morfológicos y de ordenación espacial, que deben integrarse y coordinarse con los propios criterios de diseño de las explotaciones. De no procederse así, las actuaciones posteriores al abandono de los huecos, darán lugar a

una elevación de los costes de restauración, pudiendo llegar a la imposibilidad de planteamiento de otras alternativas más acordes con las características ambientales de la zona.

La definición del método y sistema de explotación, constituye una parte fundamental del presente proyecto de explotación minero, condicionando el tipo de maquinaria a emplear, así como la secuencia espacial y las condiciones en las que se realiza la extracción de las calizas.

Para acceder a la explotación, se va a utilizar un camino de acceso ya existente, que cumple la Reglamentación vigente de acuerdo a las ITC que lo desarrollan, se tendrá en cuenta la calidad de la superficie de rodadura, así como la estabilidad y posibilidad de frenado de los vehículos que vayan a circular por él.

Durante la actividad extractiva está previsto trabajar sobre el nivel piezométrico.

En previsión a esta situación se deberán extremar las medidas de precaución para evitar derrames accidentales de combustibles de la maquinaria. El mantenimiento preventivo de ésta se realizará fuera de la superficie de explotación en una zona habilitada para ello.

Se tendrán en cuenta las pendientes del terreno, con objeto de evitar retenciones de agua en caso de lluvia y vuelco de la maquinaria. Destacar que en este caso las pendientes son muy suaves.

Las labores de explotación se iniciarán con un desbroce de la cobertura de tierra vegetal que se ha estimado con un espesor de 0,50 m. la cual será acopiada, para proceder posteriormente a su extensión en la restauración, situándose éstas capas en zonas perimetrales y colindantes dentro de la parcela.

Una vez realizado el desbroce, se pasara a la realización de una pista perimetral y las radiales necesarias para acceder a los futuros frentes de explotación, dichas pistas se realizaran conforme al R.G.N.B.S.M según lo indicado en su ITC 07.1.03.

El recurso explotado es piedra caliza, mediante el sistema de explotación a cielo abierto por bancos. El arranque es realizado mediante explosivos (voladuras).

Para la explotación de la cantera se aplica, como se ha reiterado en diversas ocasiones, la ITC 07.1.03 (Trabajos a Cielo Abierto) del RGNBSM.

El presente Plan de Restauración consiste en adaptar el diseño de la explotación a las exigencias de las ITC correspondientes, y la siembra de pantallas de árboles y arbustos en las pistas y zona cercana a la Carretera de la Fuente de Santiago. El frente de cantera actual por el NW y por el SW, está en muy malas condiciones, debido a que no existen bermas de seguridad, ni anchura suficiente en los bancos para poder circular maquinaria, por la limitación espacial de la Declaración de Impacto Ambiental que otra explotación tiene sobre la zona, motivo éste principal por la que se elabora el presente Plan de Restauración que no es otro que definir claramente que la presente explotación absolutamente nada tiene que ver con la que no dispone de los beneplácitos de la Administración Medio Ambiental.

A continuación se adjunta una serie de fotografías actuales de la situación de los frentes, en muy malas condiciones, motivo éste por el que se pretende regularizar dicha situación a través de la ejecución de lo proyectado en el presente documento técnico.

Figura 151.- Fotografía de la zona NW.

Figura 152.- Fotografía de la zona W.

Figura 153.- Fotografía de la zona SW.

Figura 154.- Fotografía de la zona E.

Se proyecta el avance de estos frentes en periodos quinquenales (5 años) con el objeto de adaptarlos a las exigencias de las ITC correspondientes y cumplir el RD 975/2009. (En los Planos adjuntos se puede observar perfectamente el estado actual del frente de cantera, y la proyección del frente en periodos de 5 años, donde se puede apreciar que reducimos los bancos a 19 m de altura, con el objeto de facilitar la futura restauración definitiva).

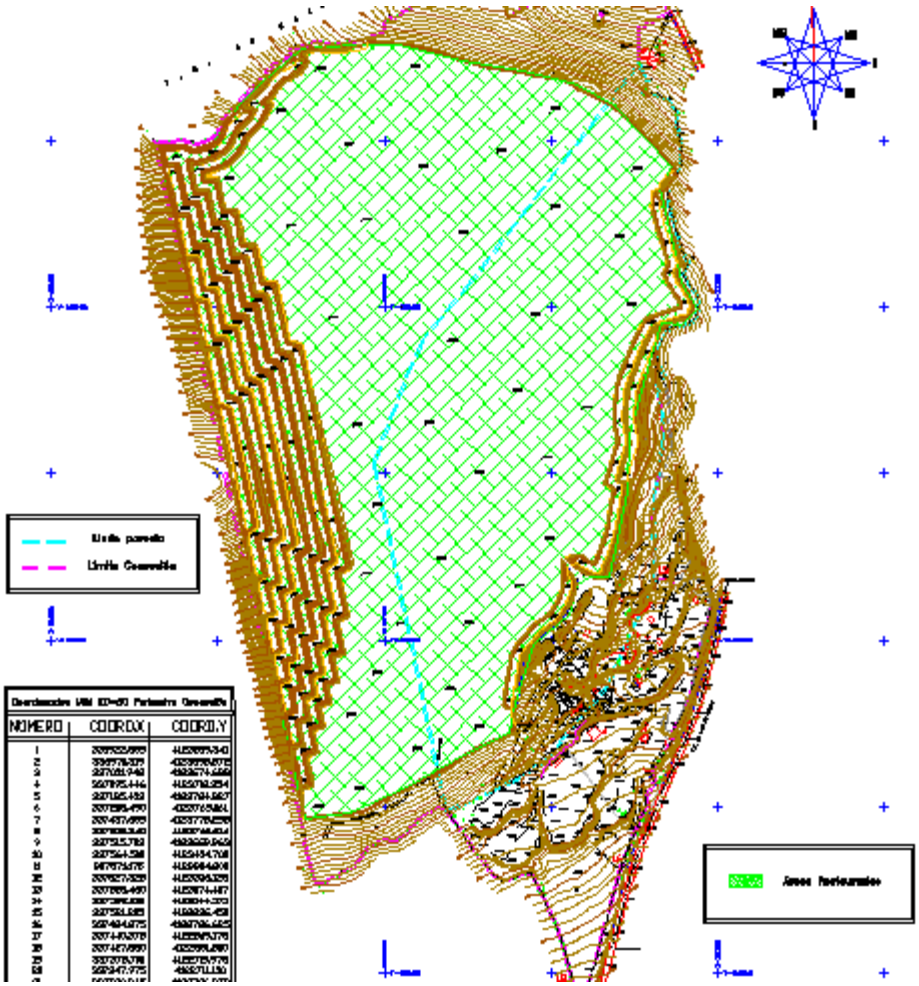


Figura 155.- Situación final de la explotación.

1.5.2.- Uso a que se destinará el material extraído.

1.5.2.1.- Definición. Rocas carbonatadas sedimentarias.

Las rocas carbonatadas son materias primas muy importantes y ampliamente utilizadas en la industria, aunque los sectores de la construcción y de la fabricación de cemento son, generalmente, los principales consumidores.

La clasificación geológica de las rocas carbonatadas se basa en su génesis y mineralogía.

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayormente por calcita ($CaCO_3$) u ocasionalmente por aragonita, la cual posee la misma composición química que la calcita pero diferente estructura cristalina. La dolomía es una roca sedimentaria similar donde predomina la dolomita ($CaMg(CO_3)_2$). La mayoría de las dolomías se forman por la sustitución temprana de la caliza a través de la acción de aguas ricas en magnesio.

También se encuentran asociados a la caliza y dolomía otros carbonatos como siderita ($FeCO_3$), ankerita ($Ca_2MgFe(CO_3)_4$), y magnesita ($MgCO_3$) pero en menores cantidades.

Las impurezas en rocas carbonatadas varían considerablemente en tipo y cantidad, pero son importantes desde el punto de vista económico sólo si afectan la utilidad de la roca. Las impurezas más comunes son las arcillas, la sílice, los minerales orgánicos y los oxidados de hierro.

Los carbonatos inorgánicos a partir de precipitaciones químicas ocurren como granos (principalmente oolitas) y/o rellenos de poros por cemento precipitado directamente del agua del mar.

El tamaño, la pureza y otras características económicamente importantes de los depósitos de rocas de carbonato dependen de su ambiente de deposición y subsecuente historia diagenética. Las calizas formadas en zonas de alta energía, generalmente, contienen pequeñas cantidades de material no carbonoso y pueden ser fuentes de material de carbonato de alta pureza, como es el caso de la presente explotación.

Las rocas carbonatadas ígneas (Carbonatitas) constituyen el grupo menos común de rocas ígneas compuestas, principalmente, de carbonatos de calcio, magnesio y/o hierro que generalmente ocurren como un componente de complejos anillos intrusivos alcalinos en áreas de basamento antiguo o como rocas intrusivas o volcánicas dentro de estructuras profundas.

La caliza o dolomía que ha recristalizado durante el metamorfismo es conocida como mármol. El mármol es una importante fuente de rocas carbonatadas. Las impurezas minerales incluyen cuarzo, mica, clorita, tremolita, actinolita, grafito, hematita y limonita. Éste es explotado desde la antigüedad como roca ornamental.

1.5.2.2.- Usos finales del recurso minero.

Las propiedades físicas, mineralógicas y químicas de las rocas carbonatadas son muy utilizadas en muchos sectores industriales. Aunque el uso principal de las rocas de carbonato es en construcción, éstas también son ampliamente utilizadas en la industria del hierro y acero, en la industria química, en la manufactura de vidrio, como carga, y otros usos específicos. En estos usos no relacionados con la construcción o

aplicaciones de alta pureza, la caliza puede ser usada tanto como materia prima químicamente reactiva, como una carga inerte o pigmento.

En el siguiente diagrama se presentan en forma resumida los principales productos que se derivan a partir de las calizas o rocas carbonatadas y sus principales aplicaciones.

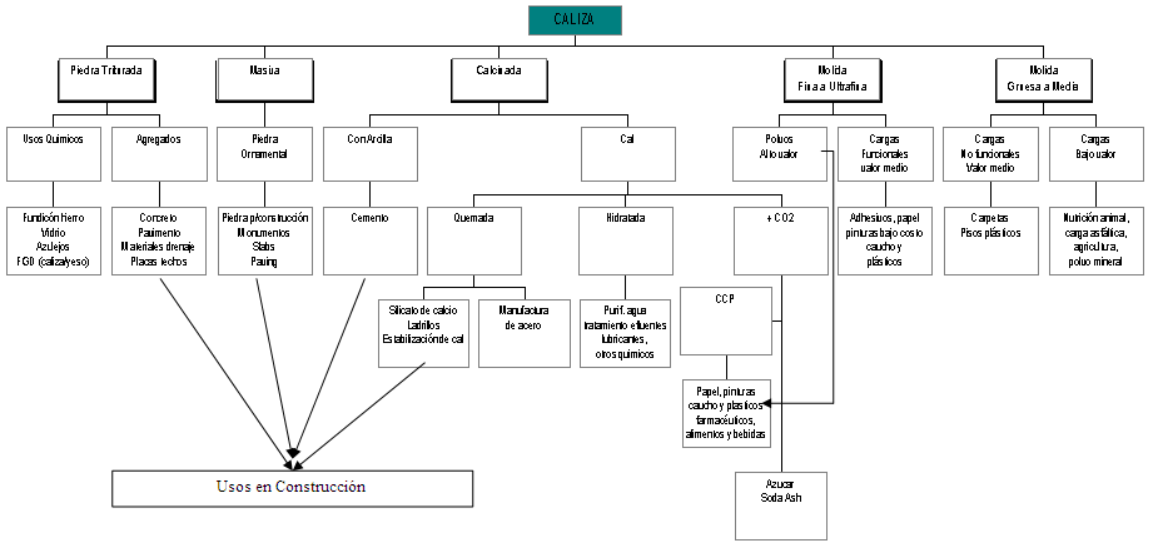


Figura 156.- Usos principales de Caliza.

De todos ellos los usos a los que se destina el mineral de la explotación “Santa Ana” son los siguientes:

- Caliza Triturada para uso químico.
- Caliza Triturada para hormigón o cemento.
- Caliza Molida en tamaño micronizado fino a ultrafino para cargas funcionales de valor medio y alto.
- Cal Viva o Hidratada.
- Carbonato de Calcio Precipitado.

A continuación, en los subapartados del presente epígrafe, vamos a describir someramente el mercado de destino más importante del material extraído de la explotación “Santa Ana”.

1.5.2.2.1.- Fabricación de Cal Viva y sus derivados.

La producción de cal es uno de los principales usos de la caliza. El proceso de producción consiste en la calcinación de la caliza alrededor de 1.000-1.150°C produciéndose la descarbonatación y por lo tanto descomponiéndose en cal viva (CaO) y dióxido de carbono, que en forma de gas se evacua a la atmósfera.

La cal (CaO) es una base reductora y puede ser utilizada para reaccionar y neutralizar medios ácidos, como por ejemplo y el más importante en acería o siderurgia. La estequiometria queda completa con la descarbonatación del dióxido de carbono (CO_2), el cual es emitido a la atmósfera en forma de gas.

La cal viva reacciona con agua para producir cal hidratada $Ca(OH)_2$.La hidratación es el proceso de adición rápida y controlada de agua, siendo ésta una reacción exotérmica. Ésta es un alcalino que puede ser usado para soluciones neutralizantes ácidas.

La cal se usa en las industrias:

- Química.
- Refractaria.
- Refinación y blanqueamiento del azúcar de remolacha.
- Purificación de agua.
- Papel y pulpa,...

1.5.2.2.2.- Usos Químicos

La caliza es utilizada en un numero de industrias donde las propiedades químicas (oxido básico, agente neutralizante, contenido de calcio, fundente, etc.), son importantes. La mayoría de los procesos requiere cal o cal hidratada, solo la producción de hierro, vidrio y desulfurización de tubos de gas emplean directamente caliza en bruto.

- Industria del hierro y el acero: la caliza o cal es usada como un fundente para asistir a la fundición en la extracción de hierro a partir del mineral de hierro. La cal reacciona con impurezas de sílice y alúmina en el mineral y forma una escoria que flota sobre la superficie de la fusión. La caliza de alta pureza (o dolomía) con bajo contenido de azufre y fósforo son generalmente las indicadas para estos procesos, pero la consistencia y el abastecimiento local son usualmente el principal criterio para aceptar los materiales.
- Fabricación de sosa caústica: el carbonato de sodio es una materia prima importante para la industria química y está relacionada con la reacción de dióxido de carbono con una solución de salmuera y amoníaco para producir cloruro de amonio y un bicarbonato sódico precipitado. El precipitado es recuperado

y calentado para producir carbonato de sodio y la solución es tratada con cal para liberar el amoníaco para reciclaje. La cal y el dióxido de carbono consumidos en el proceso son obtenidos a través de calcinación de caliza, que debería ser de alta pureza (>98,5% CaCO3).

- Refinación de azúcar: la caliza y cal son usadas en la industria azucarera como parte del proceso de purificación, amén de darle blancura al azúcar. La cal y el dióxido de carbono (obtenidos por calcinación de caliza) son usados para ajustar el pH y asistir en la precipitación de las impurezas.
- Manufactura de vidrio: la mayoría de los vidrios están hechos por la fusión de una mezcla de arena silícea, soda, caliza, dolomía y otros materiales. La caliza actúa como un fundente, permitiendo a la mezcla fundir a una temperatura relativamente baja. La dolomía es agregada para inhibir el proceso de desvitrificación a través de la adición de una pequeña cantidad de magnesio al vidrio.
- Desulfuración de gases: la caliza es ampliamente utilizada para reducir las emisiones de dióxido de azufre de los productos de combustión gaseosa en plantas de generación eléctrica. Los procesos caliza - yeso involucran el paso de gases a través de un lodo circulante de caliza y agua. El dióxido de sulfuro disuelve y reacciona con la caliza para formar sulfato de calcio que luego es oxidado a yeso.
- Purificación de agua y Tratamiento de efluentes: la cal hidratada es usada en el tratamiento de agua potable para ajustar el pH y remover las impurezas. Asimismo, es empleada para acondicionar las aguas servidas y neutralizar efluentes industriales. Las restricciones químicas y físicas sobre el tipo de calizas usadas para producir la cal usualmente no son especificadas.

1.5.2.2.3.- Uso como carga y pigmentos.

La caliza es relativamente fácil de micronizar y convertirla en un polvo fino no tóxico, químicamente inerte y generalmente de color blanco. Estas propiedades aseguran que los micronizados de caliza sean

extensivamente usados como cargas o pigmentos en un amplio rango de industrias. El propósito primario de una carga es servir de transporte al producto, economizando materias alternativas mucho más costosas. Algunas cargas también cumplen funciones químicas, por ejemplo, como una fuente de calcio en los alimentos para animales y como un regulador de acidez en farmacéuticos y en la agricultura.

En farmacia y alimentos los micronizados empleados deben ser de muy alta pureza, como es el caso de la explotación “Santa Ana”, que para usos similares en el norte de Europa usan carbonato de calcio precipitado, es decir revertir químicamente el proceso de calcinación hasta devolver la cal a su estado carbonatado, esto da una idea de la gran pureza de las calizas de Estepa, que se exporta mundialmente en formato micronizado.

Los requerimientos para las calizas agrícolas no son muy rígidos. La principal función es reducir la acidez del terreno, a pesar de que también puede ser usada para incrementar los niveles de calcio o magnesio en el terreno.

Las calizas pulverizadas son normalmente clasificadas de acuerdo al rango de tamaño de sus partículas:

- Cargas gruesas (generalmente como valor bajo): 75 micrones a varios milímetros, usada para “cal” agrícola, alimentos para animal, fertilizantes, carga asfáltica, polvo de mina.
- Cargas medianas (generalmente como valor medio): menos de 50 micras, usados para refuerzo de alfombras, baldosas, selladores, adhesivos y cemento (aplicación especial de la cal).
- Cargas finas (generalmente como valor medio): tamaño máximo de las partículas 50 micras, 50% menos de 2 micras, usadas para carga en papel, caucho y plásticos, y pinturas baratas.
- Pigmentos y cargas muy finas (generalmente como valor alto): tamaño máximo de las partículas 10 micras, 90% menos de 2 micras, usadas en revestimientos de papel, pinturas, caucho y plásticos.

1.5.2.2.4.- Usos químicos.

Como se ha mencionado en el epígrafe anterior, en Andalucía se encuentran calizas de las más puras de Europa, motivo éste por el que se exportan calizas micronizadas para los usos que a continuación se

describen, siendo éste el mercado más importante de la presente explotación:

- Papel: Los minerales para carga y los pigmentos de cobertura son utilizados para mejorar la impresión e incrementar el brillo y opacidad del papel. Una de las principales limitaciones del uso de pigmentos para carga es que sufre la resistencia del papel. Los minerales para carga no sólo poseen ventajas técnicas sino que también ayudan a bajar el costo de producción, dado que los pigmentos para carga y cobertura de papel son generalmente menos costosos que las fibras.
- Plástico: Los plásticos, y en particular el PVC, representa un importante mercado para el CCP en Europa, en España utilizamos carbonatos micronizados. Aproximadamente el 20 % de todos los plásticos presentes en el mercado nacional utilizan calizas micronizadas en su fabricación.
- Pinturas: Los pigmentos son usualmente blancos u óxidos coloreados de minerales que dan color a las pinturas, y los pigmentos extensores, caliza micronizada, rinden como carga. El Carbonato Cálcico Micronizado es un extensor y pigmento de carga en pinturas. Se agrega a la pinturas por tres razones principales:
- Para reducir la cantidad de un pigmento primario caro, principalmente el dióxido de titanio (TiO2).
- Para dar una deseada propiedad reológica a la capa de pintura manteniendo la dispersión, y proveer de cuerpo a la pintura.
- Para mejorar el procesamiento, almacenamiento y propiedades de aplicación a la capa de pintura.
- Caucho o Goma: El Carbonato Micronizado no es suficientemente duro para ser usado como carga en la fabricación de cubierta para automóviles, que es el mercado más grande del caucho o goma. Los principales usos para el CCP son en productos de caucho o goma no negros tales como suelas y tacos de zapatos, mosaicos y esterilla, aislación de alambres y cables, cintas transportadoras y cubiertas para bicicletas, donde la resistencia a la abrasión es importante.
- Farmacia y cosméticos: Los cosméticos y los productos farmacéuticos son un mercado relativamente pequeño para el

CCP en términos de cantidad, pero debido a los ajustados requerimientos de especificaciones en cuanto a calidad y pureza, el mercado es significativo en términos de valor económico.

- Los principales usos son para productos en polvo, donde se agregan para mejorar el flujo del polvo y su capacidad de absorción. Los productos en polvo incluyen polvos para después de afeitarse, talco en polvo, polvo para bebes y productos especiales tales como polvos tópicos, dentríficos, medicamentos,...
- El uso del CCP en los productos en polvo ha declinado en estos años cuando se favoreció el uso del carbonato de magnesio. Otras aplicaciones para el CCP en cosmética son como carga en cremas, como portador de perfumes en polvos faciales y como carga y espesante en la preparación de cremas solares.
- En la industria farmacéutica, la pureza química es el principal requerimiento y las cargas deben cumplir con los estándares establecidos por las autoridades. Estos estándares establecen niveles máximos de contaminantes que intercalan con ingredientes activos o tóxicos, tales como el hierro, plomo y arsénico.

El Carbonato micronizado tiene dentro del sector diferentes usos:

- Como agente neutralizante en preparaciones antiácidas.
- Como neutralizante y ayuda filtrante en la fabricación de antibióticos.
- Como almacén y agente de transporte en pastillas médicas.
- Como carga en y fuente de calcio en pastillas médicas.

1.5.3.- Diseño de la explotación.

Antes de comenzar las labores de extracción se procederá a vallar todo el perímetro de la Autorización de Explotación. En la ejecución de esta partida se procederá a reforzar o sustituir los tramos que estén en mal estado, se colocaran varias entradas a la cantera exclusivamente para el personal y clientes; prohibiendo el acceso a personas ajenas a la explotación mediante la correspondiente señalización. Se solicitará, para realizar esta partida, ante el Excmo. Ayuntamiento de ESTEPA Licencia de Obra Menor para ejecutar el cerramiento de la Explotación.

El objetivo principal de este apartado ha sido definir la modelización del yacimiento, tras lo cual se pasa a la etapa de diseño del hueco final restaurado y a la evaluación de las reservas aprovechables.

El potencial minero de un depósito de calizas depende por lo general de los siguientes factores:

- Espesor y variabilidad del recubrimiento.
- Potencia y extensión del depósito.
- Propiedades físicas del yacimiento: distribución granulométrica, mineralogía, durabilidad, etc.
- Accesibilidad al depósito.
- Distancia a los centros de consumo.
- Profundidad del nivel freático.
- Restricciones oficiales frente a la operativa de extracción.

La situación final corresponde a una proyección de futuro, con un alcance temporal entorno a setenta años, aunque puede variar en función de los ritmos de extracción y reservas explotables.

El escenario final previsto de cada fase constituye la base de partida tanto de la explotación como de la. Según el uso previsto de los terrenos afectados, como forma de recuperación de los mismos, se contemplan unos criterios básicos, fundamentalmente morfológicos y de ordenación espacial, que deben integrarse y coordinarse con los propios criterios de diseño de las explotaciones. De no procederse así, las actuaciones posteriores al abandono de los huecos, darán lugar a una elevación de los costes de restauración, pudiendo llegar a la imposibilidad de planteamiento de otras alternativas más acordes con las características ambientales de la zona.

La definición del método y sistema de explotación, constituye una parte fundamental del presente Plan de Restauración, condicionando el tipo de maquinaria a emplear, así como la secuencia espacial y las condiciones en las que se realiza la extracción de las calizas y posterior restauración de la morfología final de la explotación.

En general se trata de una explotación en banqueo con sentido descendente. El proyecto de actuación extractiva va a consistir en la extracción de las calizas en bancos de 81º de inclinación, desde la cota 555 metros hasta la 698, y su posterior restauración dejando taludes finales de 67º.

La zona de contactos de la zona explotada con los terrenos colindantes de otros titulares presentará las siguientes características:

- Distancia de 5 metros hasta la perimetral de la explotación, donde dispondrá una pantalla vegetal.
- Taludes finales con pendiente de 67º, con sus bermas de seguridad.
- Distancia de más de 40 metros a edificaciones conforme al art. 3 del Reglamento General para el Régimen de la Minería

Las cotas máximas de explotación están reflejadas en los planos adjuntos. Una vez que se haya extraído la caliza de calidad, se procederá al extendido de la tierra vegetal acopiada sobre bermas y plaza de cantera.

A continuación se adjunta un croquis con las características tipo de los taludes.

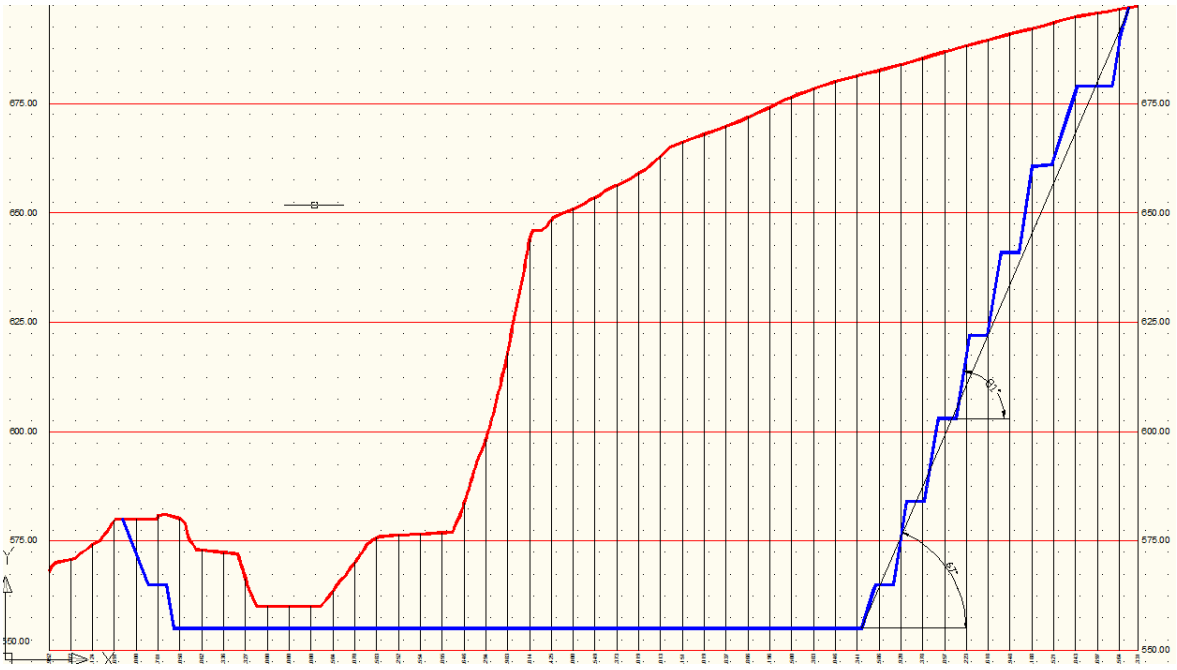


Figura 157.- Característica tipo de los taludes de la explotación.

Como se puede ver en la anterior figura sus características constructivas tipo son las siguientes:

- Altura de talud: 19 metros.
- Anchura de bermas: 8,15 metros.
- Talud de trabajo: 81º.
- Talud final: 67º.
- Plaza de cantera: 555 metros.
- Cota final de la explotación: 698 metros.

El diseño de la explotación se ha realizado a partir de la morfología del depósito, teniendo en cuenta las características del mismo. Además se han tenido en cuenta las características operativas necesarias para que se desarrolle la explotación sin problemas para su ejecución, siguiendo, a la misma vez unos criterios geotécnicos adecuados.

Su geometría se ciñe a los siguientes parámetros:

- Criterios estructurales: Morfología del Yacimiento.
- Criterios geotécnicos (Estabilidad y geometría de los taludes, se desarrolla su estudio en el epígrafe 1.5.5.5 “Análisis de la estabilidad de los taludes de trabajo”).
- Criterios operativos (Sistema de Explotación y maquinaria disponible).
- Criterios ambientales (Minimización de los posibles impactos).
- El Reglamento General de Normas Básicas y de Seguridad Minera. (RGNBSM) y las ITC que lo desarrollan.

Todos estos criterios se plasman en el diseño de la explotación donde deben definirse las alturas de los bancos y las inclinaciones de los taludes de trabajo de modo que se eviten al máximo los posibles riesgos

Se calcularán las soluciones constructivas en base al Capítulo 7 del Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el reglamento general de normas básicas de seguridad minera “Trabajos a Cielo Abierto” así como las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan, I.T.C. 07.1.01, 07.1.02 Y 07.1.03.

A continuación se presenta figura con la nomenclatura típica que se le da a la geometría de una explotación.

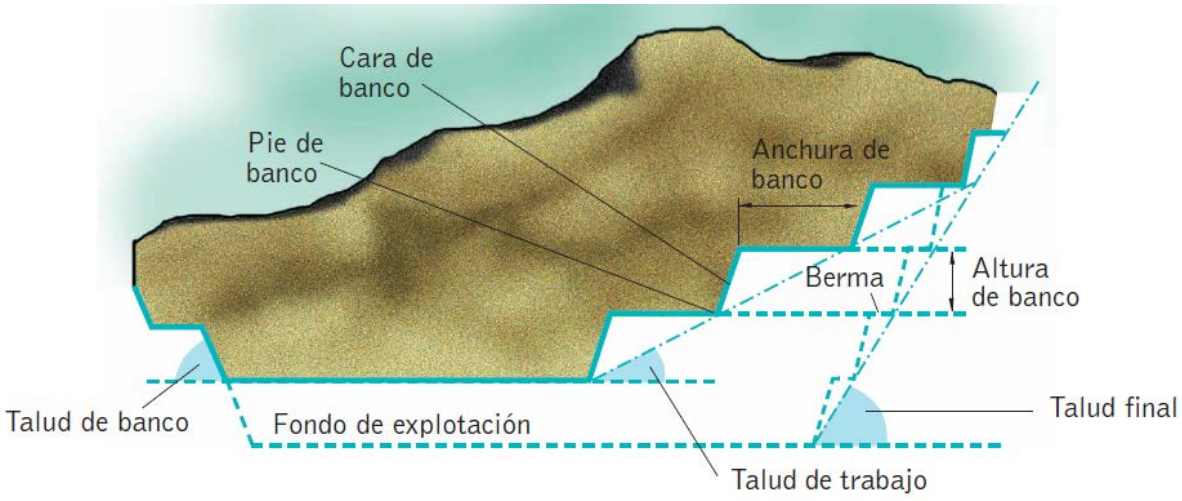


Figura 158.- Definiciones de morfologías de bancos.

1.5.3.1.- Diseño de las pistas y accesos.

Para el diseño de los viales se ha tenido en cuenta en todo momento lo establecido por el reglamento de seguridad minera y concretamente en su I.T.C. 07.1.03.

Pista y Acceso no es lo mismo por lo que los definiremos para diferenciarlos:

- **Pistas:** vía destinada a la circulación de vehículos para el servicio habitual de una explotación.
- **Acceso:** vía destinada a la circulación de vehículos y/o personal de carácter eventual para el servicio a un frente de explotación.

La diferencia fundamental entre pista y acceso es que este último es provisional, bien para la preparación de la apertura de un frente, o como vía provisional que luego se convertirá en pista definitiva.

En el diseño de las pistas y accesos deben considerarse los dos aspectos de trazado en planta y perfil, con vistas a garantizar una circulación segura y sin dificultades en función de los tipos de vehículos que vayan a utilizarlas y la intensidad prevista de circulación.

En su construcción debe tenerse en cuenta la calidad de la superficie de rodadura, así como la estabilidad y posibilidad de frenado de los vehículos que vayan a circular por ellas. Por otra parte debe proyectarse un perfil longitudinal que evite la existencia de badenes.

Se realizará la construcción de una pista principal que conduzca hacia el perímetro autorizado y que de acceso a la futura explotación; esta pista estará construida con las características adecuadas para que los vehículos que por allí circulen, que serán sobre todo de medio y alto tonelaje. A partir de esta pista se irán construyendo los radiales de acceso a las diferentes plataformas de trabajo.

Estos radiales se irán modificando conforme vayan avanzando los frentes de trabajo. Dicha adaptación se realizará con vistas a garantizar una circulación segura y sin dificultades tanto de maquinaria como de vehículos de servicio y transporte de personal.

Se tendrán en cuenta las pautas siguientes:

- La superficie de rodadura natural una vez preparada de forma mecánica, es suficiente para asegurar una estabilidad y posibilidad de frenado adecuadas. No obstante, en zonas donde

pudiera ser preciso, se extenderá una capa homogénea de rechazo compactado.

- La pista estará protegida de posibles deslizamientos o desprendimientos de los taludes que la dominen, existiendo una berma de seguridad como mínimo de 8,15 metros de anchura.
- En los accesos actuales, si existiese riesgo de vuelco o caída el borde de la pista se balizará convenientemente; construyéndose si fuese necesario un tope infranqueable de aproximadamente 1 metro de altura en el caso de que la distancia al borde del talud sea inferior a 5 metros.
- El arcén de separación entre el borde de la pista o acceso y el pie o el borde inferior de un talud será de 2 metros.
- En el caso de desprendimientos será de 5 metros. En caso de que se produjeran en bermas finales, será inmediatamente saneado con retro excavadora mixta.
- Se realizará un arcén practicable para uso peatonal con una anchura mínima de 2 metros separado del pie de talud.

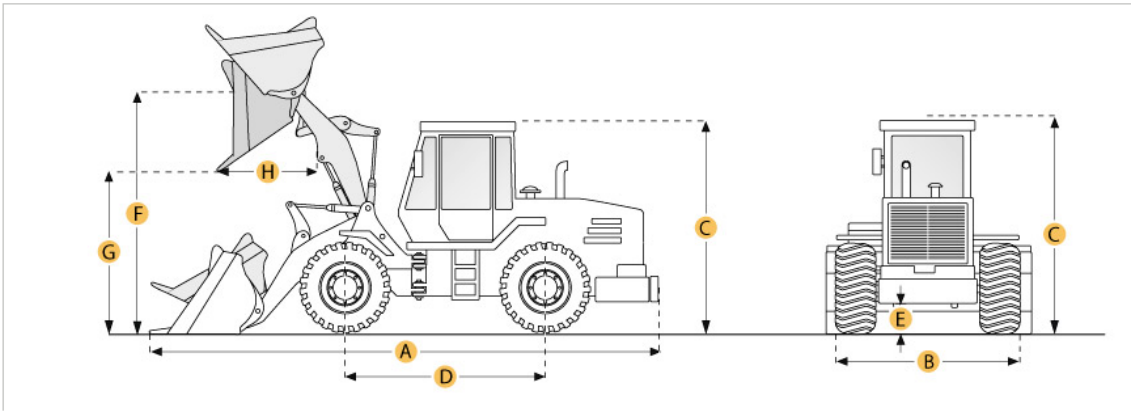
Se tendrán en cuenta las pautas siguientes:

Lógicamente las anchuras de las calzadas dependerán de la maquinaria disponible en la explotación, se adjunta a continuación tabla con la maquinaria pesada con la que cuenta actualmente la explotación.

LABORES	TIPO DE MÁQUINA	POTENCIA (cv)	UD.
Perforación	Perforadora Bohler 115	125	1
	Perforadora Bohler neu	125	2
	Perforadora Atlas Copper	200	1
Arranque y extracción	Retroexcavadora CAT-325	168	1
Carga	Pala Caterpillar 988-B	375	3
	Pala Caterpillar 966-E	200	2
	Pala Caterpillar 245-B	385	1
	Pala Caterpillar 980-G	300	1
	Pala Caterpillar 988-F	430	1
Transporte	Dumper Teres R2	300	1
	Dumper Komatsu	450	2
	Dumper Caterpillar 773 D	650	2
	Dumper Volvo	380	1
Riego	Camión cisterna	200	1
Aire Comprimido	Atlas Copco XR 210		1

Cuadro 27.- Maquinaria disponible en la explotación.

A continuación se presentan los datos de los equipos de trabajos con mayor tamaño y potencia, ya que es con éstos donde se pueden producir las situaciones más desfavorables, Pala Cargadora CAT 988F, Retro Excavadora CAT 325 y Dúmper CAT 773D



Selected Dimensions		
Cucharón		
G. DESPEJE DE LA DESCARGA A ELEVACIÓN MÁXIMA	10.6 ft in	3218 mm
Dimensiones		
A. LONGITUD CON EL CUBO EN LA TIERRA	35.9 ft in	10928 mm
B. NEUMÁTICOS EXCESIVOS DE LA ANCHURA	11.5 ft in	3520 mm
C. ALTURA HASTA LA PARTE SUPERIOR DE LA CABINA	13.5 ft in	4115 mm
E. DESPEJE DESDE EL SUELO	1.6 ft in	496 mm
H. ALCANCE EN LA ALTURA Y LA DESCARGA MÁXIMAS	5.3 ft in	1611 mm
Especificaciones		

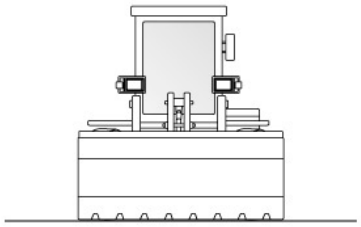
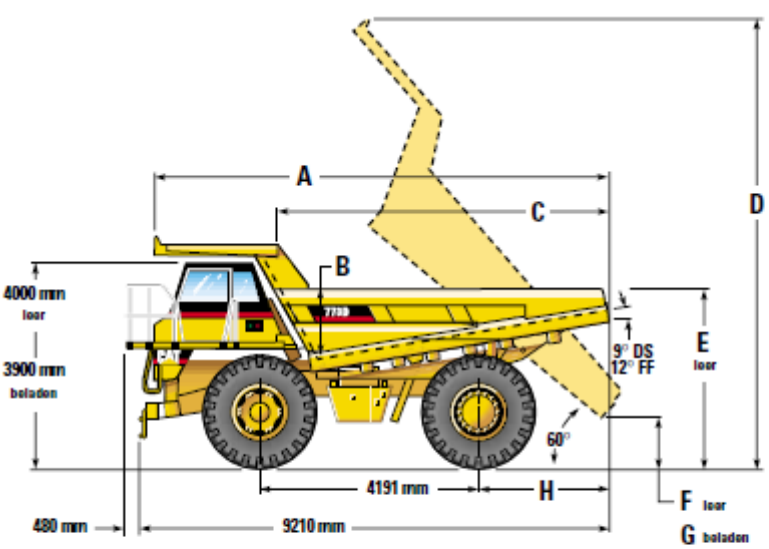


Figura X.- Especificaciones de la Pala Frontal de Gomas CAT-988F.



A	8535 mm	F	676 mm
B	1805 mm	G	566 mm
C	6400 mm	H	2782 mm
D	8787 mm	I	4393 mm
E	3773 mm	J	4350 mm

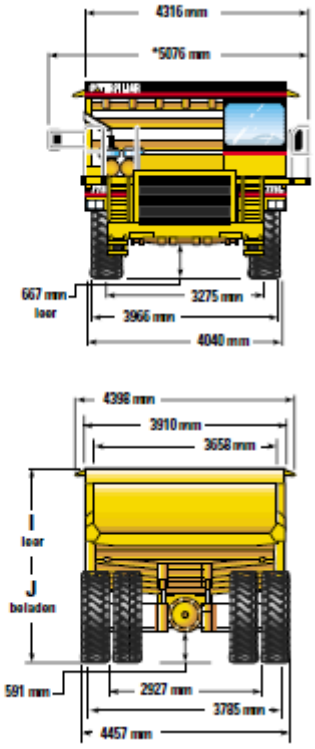
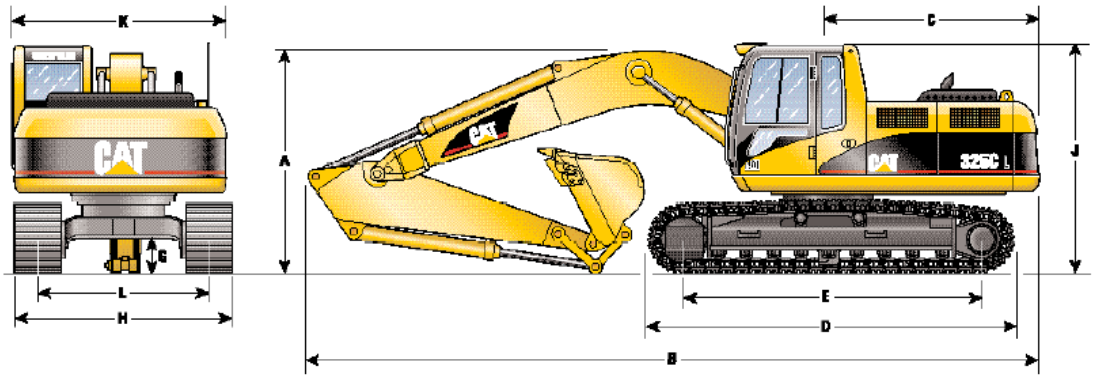


Figura 159.- Especificaciones del Volquete Rígido CAT-773D.



A	Shipping height (with bucket)	m
	Reach boom	
	2.0 m stick	3.33
	2.7 m stick	3.25
	3.2 m stick	3.31
	ME boom	
	2.0 m stick	3.38
	2.5 m stick	3.45
	VA Boom	
	2.0 m stick	3.10
	2.5 m stick	3.17

B	Shipping length	m
	Reach boom	
	2.0 m stick	10.46
	2.7 m stick	10.33
	3.2 m stick	10.33
	ME boom	
	2.0 m stick	9.85
	2.5 m stick	9.77
	VA Boom	
	2.0 m stick	10.23
	2.5 m stick	10.10

		m
C	Tail swing radius	3.05
D	Track length	4.66
E	Length to centers of rollers	3.80
G	Ground clearance	0.48
L	Track gauge	
	325C L	2.59
	325C LN	2.39
H	Width	
	325C L (800 mm shoes)	3.39
	325C LN (600 mm shoes)	2.99
J	Cab height	
	with FOG	3.17
	without FOG	3.04
K	Body width	2.90

Figura 160.- Especificaciones Retroexcavadora Giratoria de Cadenas CAT325C.

El Uso de la maquinaria descrita es la siguiente:

- Retroexcavadora CAT325C y/o Pala Frontal CAT988F: Carga de volquetes desde la plaza de cantera, una vez volteado el material desde los bancos superiores.
- CAT773D: Transporte de la piedra en rama hasta tolva primaria de machaqueo.

Como se ve en las especificaciones técnicas anteriores el vehículo más ancho es el Dúmper CAT 773D con 4,457 m. entre neumáticos. No obstante cabe resaltar que dicho vehículo en ningún momento transitaría por las bermas de trabajo. Del mismo modo la CAT 988F se dedicará exclusivamente a cargar los dúmpers CAT 773D, bien desde la plaza de cantera o bien desde plataformas intermedias de trabajo.

Por lo tanto al realizar volteo, debemos conocer las características de la maquinaria que transitará por las bermas, la cual verterá el material hasta pisos inferiores y finalmente a plaza de cantera o plataforma de trabajo intermedia, donde se cargará, con las máquinas descritas anteriormente, sobre el volquete para su transporte hasta la planta de trituración y clasificación.

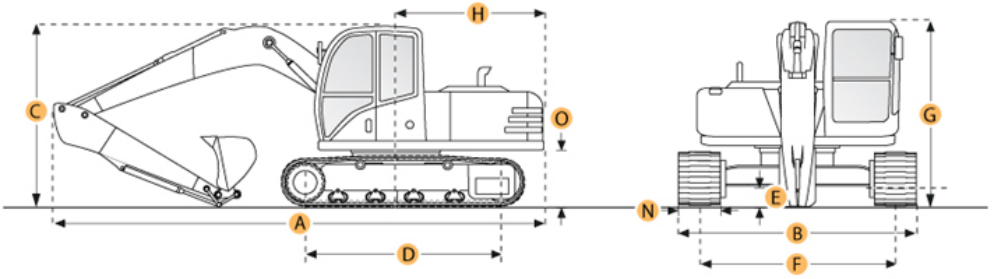
La única maquinaria que transitará por las bermas, a los efectos de realizar vertidos, será la CAT 245, cuyas especificaciones se presentan a continuación.

CATERPILLAR 245 HYDRAULIC EXCAVATOR

VER ARTÍCULOS ACERCA DE ESTE ÍTEM

Imprimir especificación

» Ayude a mejorar esta especificació



Selected Dimensions		
Brazo Opción	Boom/Stick Option (HEX) 1	
A. LONGITUD DE EMBARQUE DE LA UNIDAD	44.3 ft in	13510 mm
C. ALTURA DE EMBARQUE DE LA UNIDAD	15.1 ft in	4597 mm
J. ALTURA MÁXIMA DE LA CARGA	26.3 ft in	8026 mm
K. ALCANCE MÁXIMO SOBRE EL SUELO	40.9 ft in	12471 mm
L. MÁXIMA PROFUNDIDAD VERTICAL DE EXCAVACIÓN LATERAL	17.4 ft in	5309 mm
M. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA EXCAVACIÓN	25.8 ft in	7874 mm
Dimensiones		
B. ANCHURA DE LA PARTE EXTERIOR DE LAS ZAPATAS	11.8 ft in	3607 mm
D. LONGITUD DE LA ZAPATA EN TIERRA	ft in	mm
E. DESPEJE DESDE EL SUELO	2.5 ft in	762 mm
G. ALTURA HASTA LA PARTE SUPERIOR DE LA CABINA	11.8 ft in	3607 mm
H. RADIO DEL OSCILACIÓN DE LA COLA	ft in	mm
O. DESPEJE DEL CONTRAPESO	3.5 ft in	1067 mm
Tren de rodamiento		
F. DISTANCIA ENTRE LOS EXTREMOS DE LA ZAPATA	9.3 ft in	2840 mm
N. TAMAÑO DE LA ZAPATA	30 in	762 mm

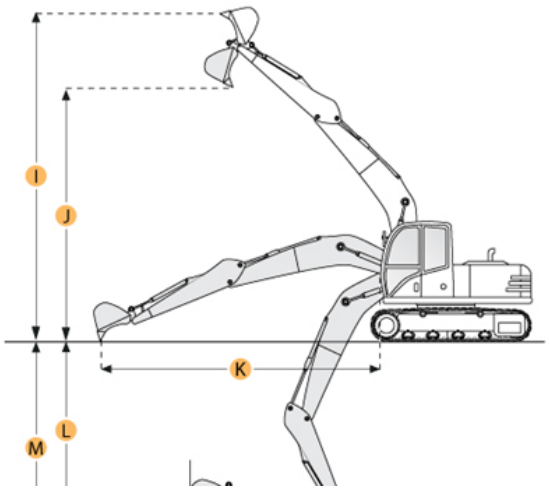
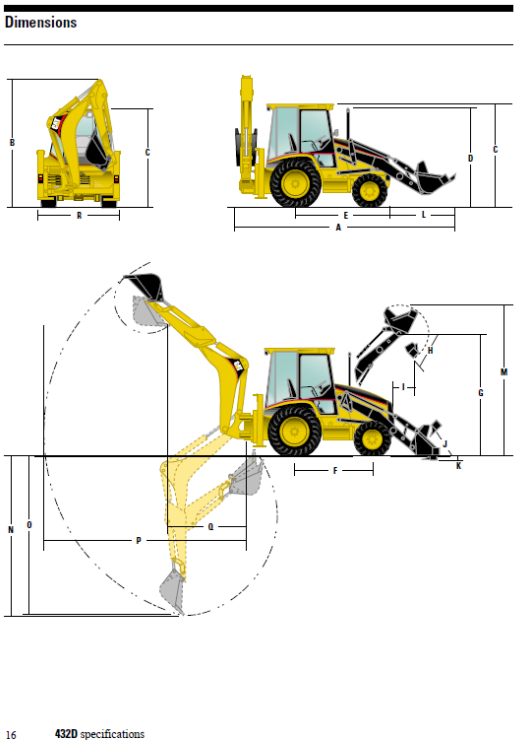


Figura 161.- Especificaciones de la Retroexcavadora Giratoria CAT245.

1.5.3.1.1.- Anchura de las calzadas.

Teniendo en cuenta que:

- El vehículo con mayor anchura con que se cuente en la explotación mide 4,457 (CAT 773D) metros de ancho.
- Los CAT 773 y CAT 325 no transitarán nunca ni por las bermas de trabajo ni en las finales.
- El vertido entre bermas de trabajo lo realizará la CAT 245.
- En las bermas finales transitará una retroexcavadora mixta, que no superará la anchura de 2,360 metros, tal y como se puede ver a continuación. Su tarea será la de mantenimiento de bermas finales y realización de la restauración.



Machine Dimensions

	Parallel Loader	
	General Purpose	Multi Purpose
A Overall transport length	5760 mm	5685 mm
Overall length (loader on ground)	5710 mm	5650 mm
B Overall transport height (standard stick)	3740 mm	3740 mm
Overall transport height (extendible stick)	3740 mm	3740 mm
Overall width (standard frame)	2396 mm	2406 mm
C Height to top of canopy/cab	2900 mm	2900 mm
D Height to top of exhaust stack	2700 mm	2700 mm
Height to loader hinge pin (transport)	520 mm	570 mm
Ground clearance (minimum)	320 mm	320 mm
E Rear axle centerline to front grill	2613 mm	2613 mm
Front wheel tread gauge	1780 mm	1780 mm
Rear wheel tread gauge	1714 mm	1714 mm
F Wheel based (AWD)	2100 mm	2100 mm

Loader Bucket Dimensions and Performance

	Parallel Loader	
	General Purpose	Multi Purpose
Capacity (SAE rated)	1.0 m³	1.03 m³
Width	2396 mm	2406 mm
Lift capacity at maximum height	3388 kg	3132 kg
Breakout force	70.2 kN	55.7 kN
G Maximum hinge pin height	3321 mm	3321 mm
H Dump angle at full height	47°	47°
Dump height at maximum angle	2613 mm	2650 mm
I Dump reach at maximum angle	764 mm	687 mm
J Maximum bucket rollback at ground level	40°	40°
K Digging depth	77 mm	108 mm
Maximum grading angle	111°	114°
Width of dozer cutting edge	–	2406 mm
L Grill to bucket cutting edge, carry position	1520 mm	1501 mm
M Maximum operating height	4201 mm	4229 mm
Jaw open maximum	–	927 mm
Bucket jaw clamping force	–	56.2 kN
Weight (not including teeth or forks)	445 kg	685 kg

Backhoe Dimensions and Performance

		Extendible Stick	
	Standard Stick	Retracted	Extended
N Digging depth, manufacturers maximum	4854 mm	4916 mm	5894 mm
O Digging depth, 610 mm flat bottom	4650 mm	4855 mm	5845 mm
P Reach from swing pivot at ground line	5637 mm	5692 mm	6664 mm
Loading height	3712 mm	3750 mm	4274 mm
Q Loading reach	1742 mm	1829 mm	2747 mm
Swing arc	180°	180°	180°
Bucket rotation	205°	205°	205°
R Stabiliser width (standard frame)	2360 mm	2360 mm	2360 mm
Bucket dig force	65.4 kN	64.8 kN	64.8 kN
Stick dig force	38.2 kN	37.5 kN	27.0 kN
Total side shift travel (standard frame)	1260 mm	1260 mm	1260 mm

16 **432D** specifications

Figura 162.- Características de la Mixta encargada del saneo de los desprendimientos en bermas finales.

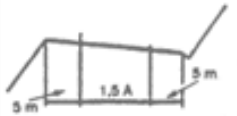
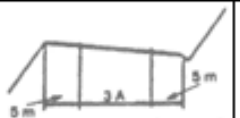
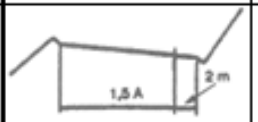
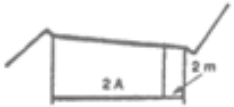
- Que cuando la pista discurra junto a los taludes de explotación, será preciso la realización de arcén de seguridad, de 2 metros.
- Existirá, en las bermas finales, barrera infranqueable
- Que se dotará de una barrera infranqueable en los bordes superiores que evite la caída y el vuelco en condiciones normales de circulación. Ésta en forma de cordón vegetal para la restauración.
- Que se construirán arcenes peatonales y de seguridad, si procede.

Por lo expuesto el diseño de las pistas y bermas finales será el siguiente, calculado para cada una de las maquinarias expuestas anteriormente en riguroso cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria 07.1.03 “Trabajos a Cielo Abierto”, del RGNBSM:

CÁLCULO DE VIALES EN APLICACIÓN DE LA ITC 07.1.03

MODELO	CATERPILLAR 988F
ANCHURA (m)	3,52
LONGITUD (m)	10,928
RADIO DE ACC	-

PISTAS

SECCIÓN TRANSVERSAL PISTAS		1 Carril				Dos Carriles	
		Tráfico Normal		Tráfico Intenso y Pesado			
Sin barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		12,28		14,04		17,56
	Con arcen de seguridad		15,28		17,04		20,56
Con Barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		7,28		9,04		12,56
	Con arcen de seguridad		10,28		12,04		15,56

ACCESOS

CCIÓN TRANSVERSA ACCES	Sin arcén peatonal		Con arcén peatonal	
1 Carril		7,52		9,52

APARTADEROS	Longitud	Anchura
1 Carril. Cruce de vehículos	21,856	3,52

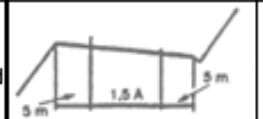
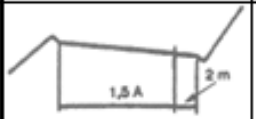
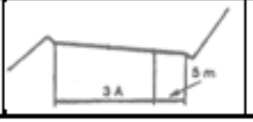
Cuadro 28.- Diseño de los viales, según la ITC 07.1.03, para la CAT988.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

CÁLCULO DE VIALES EN APLICACIÓN DE LA ITC 07.1.03

MODELO	CATERPILLAR 773D
ANCHURA (m)	4,457
LONGITUD (m)	9,69
RADIO DE ACC	-

PISTAS

SECCIÓN TRANSVERSAL PISTAS		1 Carril				Dos Carriles	
		Tráfico Normal		Tráfico Intenso y Pesado			
Sin barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		13,6855		15,914		20,371
	Con arcen de seguridad		16,6855		18,914		23,371
Con Barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		8,6855		10,914		15,371
	Con arcen de seguridad		11,6855		13,914		18,371

ACCESOS

CCIÓN TRANSVERSA ACCES	Sin arcén peatonal		Con arcén peatonal	
1 Carril		8,457		10,457

APARTADEROS	Longitud	Anchura
1 Carril. Cruce de vehículos	19,38	4,457

Cuadro 29.- Diseño de los viales, según la ITC 07.1.03, para la CAT773.

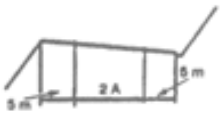
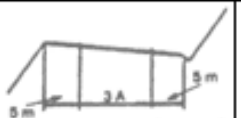
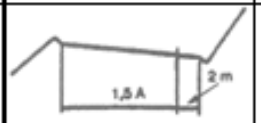
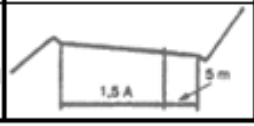
1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

CÁLCULO DE VIALES EN APLICACIÓN DE LA ITC 07.1.03

MODELO	CATERPILLAR 325 LN
ANCHURA (m)	3,39
LONGITUD (m)	10,33
RADIO DE ACCI	-

PISTAS

SECCIÓN TRANSVERSAL PISTAS		1 Carril				Dos Carriles	
		Tráfico Normal		Tráfico Intenso y Pesado			
Sin barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		12,085		13,78		17,17
	Con arcen de seguridad		15,085		16,78		20,17
Con Barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		7,085		8,78		12,17
	Con arcen de seguridad		10,085		11,78		15,17

ACCESOS

CCIÓN TRANSVERSA ACCES	Sin arcén peatonal		Con arcén peatonal	
1 Carril		7,39		9,39

APARTADEROS	Longitud	Anchura
1 Carril. Cruce de vehículos	20,66	3,39

Cuadro 30.- Diseño de los viales, según la ITC 07.1.03, para la CAT325.

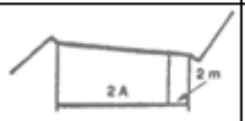
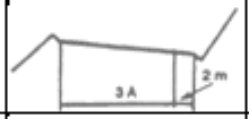
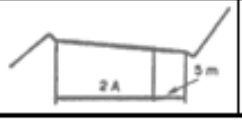
1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

CÁLCULO DE VIALES EN APLICACIÓN DE LA ITC 07.1.03

MODELO	CATERPILLAR 245
ANCHURA (m)	3,607
LONGITUD (m)	13,51
RADIO DE ACC	-

PISTAS

SECCIÓN TRANSVERSAL PISTAS		1 Carril				Dos Carriles	
		Tráfico Normal		Tráfico Intenso y Pesado			
Sin barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		12,4105		14,214		17,821
	Con arcen de seguridad		15,4105		17,214		20,821
Con Barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		7,4105		9,214		12,821
	Con arcen de seguridad		10,4105		12,214		15,821

ACCESOS

SECCIÓN TRANSVERSA ACCESOS	Sin arcén peatonal		Con arcén peatonal	
1 Carril		7,607		9,607

APARTADEROS	Longitud	Anchura
1 Carril. Cruce de vehículos	27,02	3,607

Cuadro 31.- Diseño de los viales, según la ITC 07.1.03, para la CAT245.

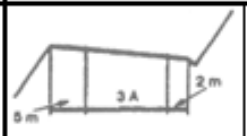
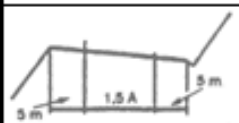
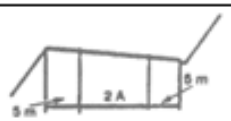
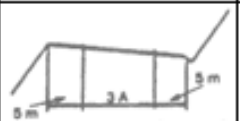
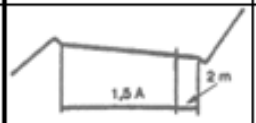
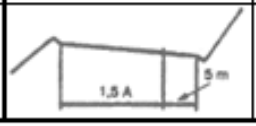
1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

CÁLCULO DE VIALES EN APLICACIÓN DE LA ITC 07.1.03

MODELO	CAT 425 (RETRO MIXTA)
ANCHURA (m)	2,36
LONGITUD (m)	5,65
RADIO DE ACC	-

PISTAS

SECCIÓN TRANSVERSAL PISTAS		1 Carril				Dos Carriles	
		Tráfico Normal		Tráfico Intenso y Pesado			
Sin barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		10,54		11,72		14,08
	Con arcen de seguridad		13,54		14,72		17,08
Con Barrera no franqueable	Sin arcen de seguridad		5,54		6,72		9,08
	Con arcen de seguridad		8,54		9,72		12,08

ACCESOS

SECCIÓN TRANSVERSA ACCESOS	Sin arcén peatonal		Con arcén peatonal	
1 Carril		6,36		8,36

APARTADEROS	Longitud	Anchura
1 Carril. Cruce de vehículos	11,3	2,36

Cuadro 32.- Diseño de los viales, según la ITC 07.1.03, para la CAT425 (Retroexcavadora Mixta).

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

Por lo tanto, y a la vista de lo regulado en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en su Instrucción Técnica Complementaria “Trabajos a Cielo Abierto”, a continuación se resumen los datos más desfavorables de los cálculos realizados, con barrera infranqueable y Separación de 2 metros al borde de los taludes, así como en el caso de que fuera necesario arcén de seguridad.

PISTA DE UN SOLO CARRIL: APLICABLE A CAT 988F, CAT 325 Y CAT 773.

- Anchura con Tráfico Convencional: 8,69 m.
- Anchura con Tráfico Intenso y Pesado: 10,91 m.
- Cruce de Vehículos: Apartaderos de 4,45 metros de ancho por 21,86 metros de longitud.
- Arcén de Separación de borde/pie de Talud: 2 m.

Anchura mínima de la Pista:

- Tráfico Convencional: 8,69 m.
- Tráfico Intenso y Pesado: 10,91 m.

Anchura Máxima de la Pista (en caso de ser necesario arcén de seguridad):

- Tráfico Convencional: 11,69 m.
- Tráfico Pesado: 13,91 m.

ACCESOS: APLICABLE A TODA LA MAQUINARIA.

- Arcén de Separación de borde/pie de Talud: 2 m.
- Arcén para Peatones al borde inferior: 2 m.

Anchura mínima del acceso:

- 8,46 m.

Anchura Máxima del acceso (en caso de ser necesario arcén peatonal):

- 10,46 m.

BERMAS DE TRABAJO: APLICABLE A CAT245.

- Barrera no franqueable.
- Arcén de Separación de borde/pie de Talud: 2 m.

Anchura mínima del acceso:

- 7,41 m.

BERMAS FINALES: APLICABLE A RETROEXCAVADORA MIXTA.

- Barrera no franqueable.
- Arcén de Separación de borde/pie de Talud: 2 m.

Anchura mínima del acceso:

- 5,54 m.

A la vista de lo expuesto se puede comprobar que las Bermas diseñadas para la explotación, 8,15 metros como mínimo, son suficientes para garantizar el paso conforme a las establecidas legalmente por la ITC 07.1.03 del RGNBSM. Del mismo modo se garantiza su seguridad en el Estudio de Estabilidad de Taludes, que se presenta en el epígrafe 1.5.5.5.

1.5.3.1.2.- Pendientes.

Las pendientes longitudinales de las pistas y accesos deberán estar adaptadas a las características de los vehículos y de las cargas que transportan. En todo caso, las pendientes longitudinales medias de las pistas no sobrepasarán el 10%, con máximos puntuales del 15 %.

En los accesos a los tajos u otros casos especiales se podrá superar este límite siempre que un vehículo, en las condiciones reales más desfavorables, pueda arrancar y remontarlos a plena carga, pero en ningún caso la pendiente sobrepasará el 20%. Los vehículos o máquinas que circulen por estos tramos deberán adoptar medidas específicas de seguridad.

La pendiente transversal será la suficiente para garantizar una adecuada evacuación del agua de escorrentía.

En las pistas de un solo carril a media ladera, ésta pendiente transversal deberá ser de sentido inverso a la de la ladera, disponiéndose una cuneta adecuada.

1.5.3.1.3.- Curvas.

Las curvas se diseñarán con un radio que será función del tipo de vehículo, velocidad prevista, peralte y coeficiente de rozamiento. El radio mínimo admisible será aquel que puedan realizar los vehículos sin necesidad de efectuar maniobras.

En ningún caso se permitirán peraltes inversos.

En las curvas deberá considerarse un sobreancho, establecido mínimamente y legalmente por la ITC 07.1.03, para cada carril según la expresión siguiente:

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

Donde:

- S = Sobreancho de cada carril en metros.
- 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, que en nuestro caso, CAT 773D, es 4,457 m.
- R = Radio de la curva en metros.

Teniendo en cuenta las anchuras calculadas anteriormente, el sobreancho será el siguiente:

ANCHURA MÍNIMA DE LA PISTA EN CURVA:

- Tráfico Convencional: 14,09 m.
- Tráfico Intenso y Pesado: 15,21 m.

ANCHURA MÁXIMA DE LA PISTA (EN CASO DE SER NECESARIO ARCÉN DE SEGURIDAD):

- Tráfico Convencional: 15,71 m.
- Tráfico Pesado: 17,29 m.

1.5.3.1.4.- Conservación.

Se realizará por el explotador un mantenimiento sistemático y periódico de las pistas, de modo que se conserven en todo momento en buenas condiciones de seguridad.

En aplicación de la I.T.C. 07.1.03 del RGNBSM la disposición interna de seguridad determinará las condiciones y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.

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

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

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

de reparación de la misma y fijar normas de circulación específicas aplicables en el tiempo que dure la reparación.

Se conservarán y repondrán las señales de tráfico establecidas.

1.5.3.2.- Diseño de los bancos.

Antes de definir los valores de alturas, es conveniente que te familiarices con los términos y conceptos básicos de todas las explotaciones, de los que vamos a hablar en este capítulo.

Un frente de explotación es la totalidad de los macizos de mineral o estéril a extraer en una industria extractiva, en una determinada dirección.

Banco de explotación es una parte del frente de la explotación, comprendida entre dos niveles, donde se encuentra el macizo de mineral o estéril a extraer. Presenta dos caras descubiertas la horizontal y la vertical.

Por altura del banco se entiende la distancia en vertical que existe entre los dos niveles que constituyen el banco.

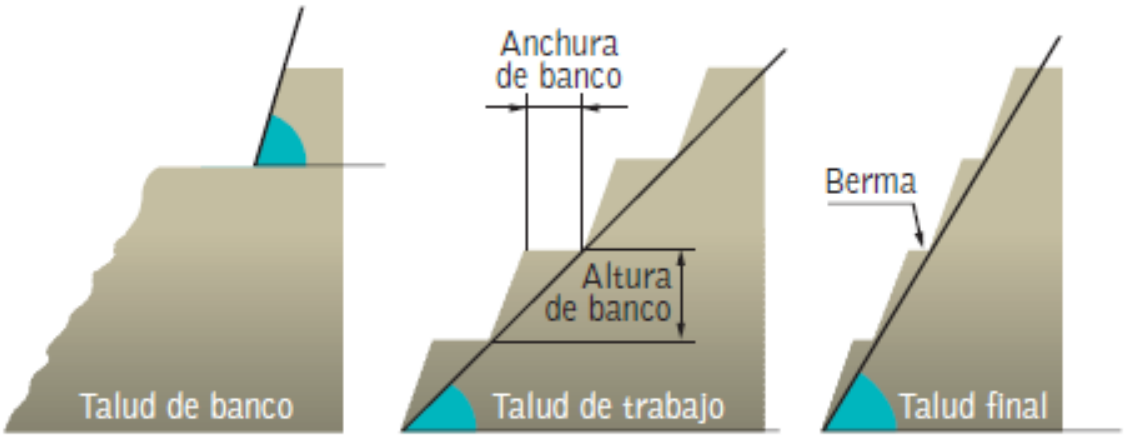


Figura 163.- Nomenclaturas de las características de los bancos de una explotación.

El ancho del banco o anchura de banco se define como el espacio mínimo necesario para disponer las máquinas y permitir la realización de las operaciones de extracción necesarias: arranque, carga y transporte

Talud es la inclinación que ha de tener el terreno, para permitir su estabilidad y evitar derrumbamientos.

Existen tres tipos de taludes:

- Talud de trabajo, corresponde a los bancos de trabajo y puede variar en función del terreno o de la forma de extraer los minerales.

- Talud del banco, es la inclinación que tiene el banco, en función del método de explotación empleado, tipo de perforación y voladura, máquina de corte, etc.
- Talud final, es el talud diseñado en función del tipo de material a explotar, método de explotación ,etc., que tiene como objetivo final permitir una estabilidad del terreno para evitar derrumbamientos o corrimientos del mismo.

Berma o berma de seguridad, es una zona de protección más o menos horizontal establecida al final de la explotación del banco, para permitir una mayor estabilidad y eliminar en lo posible los derrumbamientos y corrimientos de los terrenos.

La limitación de la altura, por lo tanto, va a tener como objeto fundamental el ya citado anteriormente: mantener la estabilidad del terreno y evitar derrumbamientos.

Dependiendo del tipo de explotación se establecen diferentes alturas y taludes de bancos, en aplicación de la I.T.C. 07.1.03 del RGNBSM, que se resumen en el cuadro siguiente:

Tipo de Arranque	ALTURA		TALUD
	de banco	final	
Por explosivos	20 m	40 m	Dependiendo del material
Roca ornamental	12 m	36 m	Como máximo vertical
Medios mecánicos directamente			
Palas cargadoras	Alcance vertical de la cuchara +1 m		Dependiendo del material
Retroexcavadoras	Alcance del brazo de la máquina		Dependiendo del material
Bulldozer	No hay límite		Máximo 25°
Medios manuales	1,25 m ≥1,25 m	1,25 m 2 m	Verticales Máximo 60°

Cuadro 33.- Alturas de banco máximas y reglamentarias.

En general se considerará zona de mayor riesgo a la situada a lo largo del pie de frente de trabajo, esta zona de peligro se cuantifica con una anchura igual a la altura de talud.

La explotación se realizara en nueve bancos, en la zona Oeste, que tendrán de altura media cada uno de ellos 19 metros, a excepción del primero que cuenta con 10 metros.

Los taludes tendrán una inclinación de 81º durante la explotación. Sin embargo, una vez ejecutada la restauración mediante el aporte de

materiales de préstamo estériles (procedente de excavaciones de sótanos, desmontes, nivelaciones de terrenos, rechazos de la explotación.....) los taludes finales serán de 67º, permaneciendo la cota final de plaza a 555 m. y la coronación a 698 metros.

1.5.3.3.- Diseño de las bermas.

En la explotación por banqueo se dejarán bermas con el fin de evitar que posibles desprendimientos de frentes activos o no activos caigan sobre lugares de trabajo y/o pistas situados a niveles inferiores.

Se diseñan unas bermas de anchura 8,15 metros. Con pendiente hacia el interior del 2%, para escorrentía de las aguas superficiales hacia las cunetas, y del 1% en sentido longitudinal.

Para que una berma pueda ser utilizada para la circulación de vehículos, debe poder cumplir lo proyectado en el punto 1.3 y 1.5 de la ITC 07.1.03, como ya hemos visto anteriormente en el epígrafe destinado al cálculo de pistas, accesos y curvas.

Las bermas definitivas de 8,15 metros han sido proyectadas como resultado de un estudio geotécnico que determina el talud final estable, presentado en el epígrafe destinado al análisis de la estabilidad de Taludes de trabajo.

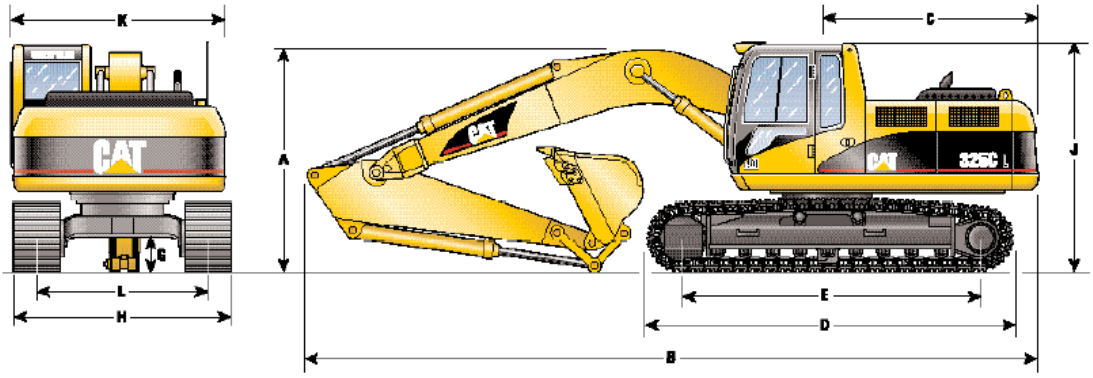
1.5.3.4.- Diseño de la plataforma de trabajo.

La plataforma de trabajo vendrá definida por el avance del frente, existirán en consecuencia tantas como bancos existan en la explotación. Las plataformas de trabajo tendrán anchura y longitud variable dependiendo del avance que tenga cada uno de los bancos de trabajos. No obstante, será lo suficientemente amplia para permitir que los volquetes y palas maniobren con facilidad sin aproximarse innecesariamente al frente de arranque y manteniendo una distancia mínima de 5 m. al borde del banco en el desarrollo normal del trabajo y máxima igual al avance del frente. En caso contrario, se dispondrá de una barrera o tope no franqueable de al menos un metro de altura.

Teniendo en cuenta:

- Se mayorarán los datos a dos vehículos a efectos de que no se entorpezcan.
- Realizarán giros de posicionamiento de carga.

- El radio de acción de la mayor retroexcavadora de cadenas (CAT 325) es de 10,46 metros, tal y como se ve en la siguiente figura:



A	Shipping height (with bucket)	m	**B**	Shipping length	m		m
	Reach boom			Reach boom		**C** Tail swing radius	3.05
	2.0 m stick	3.33		2.0 m stick	10.46	**D** Track length	4.66
	2.7 m stick	3.25		2.7 m stick	10.33	**E** Length to centers of rollers	3.80
	3.2 m stick	3.31		3.2 m stick	10.33	**G** Ground clearance	0.48
	ME boom			ME boom		**L** Track gauge	
	2.0 m stick	3.38		2.0 m stick	9.85	325C L	2.59
	2.5 m stick	3.45		2.5 m stick	9.77	325C LN	2.39
	VA Boom			VA Boom		**H** Width	
	2.0 m stick	3.10		2.0 m stick	10.23	325C L (800 mm shoes)	3.39
	2.5 m stick	3.17		2.5 m stick	10.10	325C LN (600 mm shoes)	2.99
						J Cab height	
						with FOG	3.17
						without FOG	3.04
						K Body width	2.90

Figura 164.- Radio de acción de la Retro Excavadora CAT 325C.

- El radio de acción de la mayor Pala Frontal de carga (CAT 988) es de 17,6 metros, tal y como se ve en la siguiente figura:

	988G
Cucharón	6,7
Carga de operación	13,5
Potencia neta	475
Altura de descarga	3,99
Alcance a plena descarga,45° vuelco	2,099
Fuerza de arrancamiento (kg)	45.080
Longitud total con dientes (m)	12,5
Círculo de giro (m)	17,6
Carga límite de equilibrio estático 35°	28.700
43°	27.000

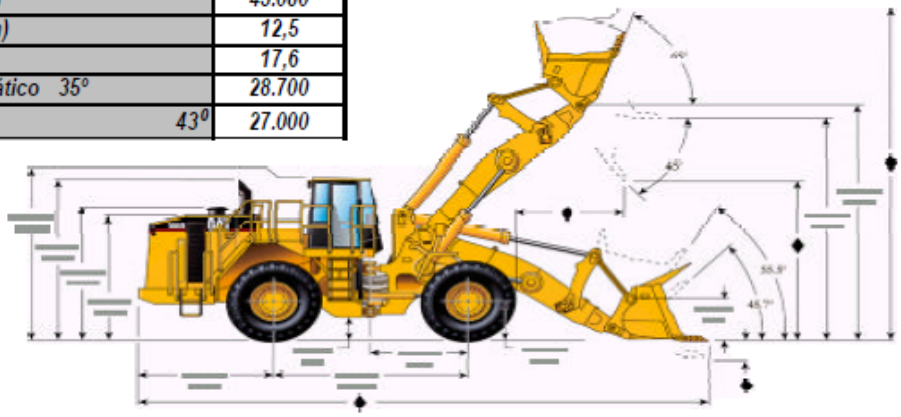


Figura 165.- Radio de acción de la Pala Frontal de Gomas CAT988G.

Establecemos una gama de anchura de plataformas de trabajo según las condiciones de los vehículos que las ocupen y de la máquina que realice la carga, contando dos veces con la anchura prevista de la pista, más la anchura de la máquina y por último 5 metros de margen de maniobrabilidad:

Anchura Vehículos	Retro CAT 325	Pala CAT 988
28,19	43,65	50,79
30,43	45,89	53,03
31,41	46,87	54,01
34,57	50,03	57,17

Cuadro 34.- Anchuras de la plataforma de trabajo.

La superficie de las plataformas de trabajo será Lo más regular posible y prácticamente horizontal y nivelada de modo que permita la fácil maniobra de las máquinas y un desagüe eficaz. Los puntos que presenten riesgo de vuelco o caída estarán provistos de un tope o barrera difícilmente franqueable en condiciones normales de trabajo.

En caso de trabajo nocturno las plataformas de trabajo se mantendrán conveniente y suficientemente iluminadas.

Respecto a cualquier labor realizada en las plataformas de trabajo (arranque, carga, transporte y restauración), el personal se atendrá en todo momento a lo dispuesto en las Disposiciones Internas de Segundad y en el correspondiente Documento sobre Segundad y Salud en esta materia.

Se mantendrán saneados los taludes, aunque las operaciones han de realizarse a una distancia suficientemente alejada de estos con el objeto de prevenir cualquier descalce o desprendimiento.

1.5.4.- Método de Laboreo.

Una mina es el conjunto de labores necesarias para explotar un yacimiento y, en algunos casos, las plantas necesarias para el tratamiento del mineral extraído. Esta explotación se enclava dentro de las denominadas minas a cielo abierto que son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño. Las labores características de este sistema de explotación son los: bancos, bermas, pistas, talud final, talud de trabajo,

plaza, corta, etc. La excavación se produce al aire libre, profundizando en la tierra y originando lo que denominamos “plaza de cantera”.

El método de explotación se define como el conjunto de procedimientos u operaciones que permiten alcanzar las producciones programadas, de la forma más económica posible y en condiciones de seguridad, así como por la evaluación inicial de las reservas explotables.

Un buen diseño del hueco a ejecutar permite la restauración simultánea de bancos finales, pudiendo coordinarlo con el avance de la extracción de material en sus distintas fases.

La extracción del material se realizará a través de perforación y voladura con explosivos industriales. Posteriormente se realizará su carga en los equipos de transporte, dúmpers y/o volquetes convencionales, hasta la planta de trituración y clasificación.

El método de explotación de este yacimiento es mediante banqueo descendente.

Las fases de explotación son las siguientes:

- Retirada de Tierra Vegetal.
- Voladura controlada.
- Obtención de piedra volada o piedra en rama.
- Saneo de taludes
- Carga y Transporte.
- Trituración y clasificación.
- Restauración.
- Abandono.

La tierra vegetal retirada en las labores para la limpieza de la montera, se irá acopiando en los lugares adecuados a tal efecto, siendo posteriormente la encargada de cubrir de nuevo el terreno afectado ya que esta es la mejor tierra vegetal que se puede disponer, para la completa y perfecta restauración.

En planos se indican las diferentes fases por las que pasará la explotación, a la que se accederá por las pistas diseñadas a las plataformas de trabajo. En todo momento se acondicionará para que cumpla con las especificaciones de las ITC’S correspondientes.

Se han establecido catorce fases de explotación-restauración de manera que a medida que se vaya terminando la extracción de material en cada una de las fases se procederá a su restauración a la misma vez que se comienza con la extracción en la siguiente fase de explotación.

Los trabajos a realizar con la maquinaria minera móvil, pueden dividirse en cuatro grandes grupos:

- Arranque/Extracción.
- Carga y Transporte.

Evidentemente lo que caracteriza y singulariza a una explotación de calizas o dolomías a cielo abierto, es sin duda la utilización de explosivos por lo que en el siguiente epígrafe se resume el diseño de una voladura tipo en la explotación.

1.5.4.1.- Voladura tipo.

1.5.4.1.1.- Normativa Técnica y Legislativa.

El objetivo de este epígrafe, consiste en describir de manera general el diseño de las voladuras tipo que se emplearán en los trabajos de explotación del material de la explotación, definiendo la geometría de las mismas, así como los tipos y cargas de explosivo y accesorios necesarios para su ejecución.

En la redacción de este epígrafe se ha tenido en cuenta toda la legislación vigente, no obstante en el desarrollo de los trabajos de excavación con explosivos se cumplirá en la obra toda la normativa técnica y legislativa aplicable, como es:

- Reglamento de Explosivos, aprobado por Real Decreto 230 de 16 de Febrero de 1.998.
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por Real Decreto de 2 de Abril de 1.985.
- Instrucción Técnica Complementaria 10.0.01. Explosivos Normas Generales.
- Instrucción Técnica Complementaria 10.0.02. Transportes Interiores.
- Instrucción Técnica Complementaria 10.2.01. Utilización de Explosivos.
- Instrucción Técnica Complementaria 10.3.01. Voladuras Especiales, en su modificación por Orden de 29 de Julio de 1.994.
- Norma Española UNE 22-381-93, Control de Vibraciones producidas por Voladuras.

- Ley 31/1.995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1.215/1.997, de 18 de Julio, por el que establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

1.5.4.1.2.- Volumen de roca a volar anualmente.

En la siguiente tabla se presentan los tipos de voladuras (A, B y C), indicando su cubicación y cantidad anual.

Descripción	Nº de Voladuras	Cubicación Ud	TOTAL
VOLADURAS TIPO A (MONTERA)	**4 Voladuras**	**5.400 m^3**	**21.600 m^3**
VOLADURAS TIPO B (PRODUCCION)	**18 Voladuras**	**12.740 m^3**	**229.320 m^3**
VOLADURAS TIPO C (APERTURA BANCO)	**2 Voladuras**	**3.872 m^3**	**7.744 m^3**
TOTAL METROS CUBICOS		**258.664 m^3**	

Cuadro 35.- Necesidades y cubicaje de las voladuras.

El volumen total a arrancar mediante las voladuras proyectadas es de 258.664 m^3.

Se diseñarán tres tipos de voladuras, según los diferentes bancos:

- Voladuras tipo A: Montera.
- Voladuras tipo B: Banco.
- Voladuras tipo C: Apertura de banco.

1.5.4.1.3.- Cálculo de las voladuras.

En el cálculo y diseño de las voladuras, las variables controlables, se clasifican en los siguientes grupos:

- Geométricas (diámetro, longitudes, piedra, espaciamiento, etc.)
- Químico-Físicas o del Explosivo (Tipos de Explosivo, potencia energía, sistema de cebado, etc.).
- De tiempo (Tiempos de retardo, y sistema de iniciación).

1.5.4.1.3.1.- Variables Geométricas.

DIÁMETRO DE LOS BARRENOS, D.

Para la elección del diámetro de perforación (parámetro de partida del cálculo), se han tenido en cuenta diversos factores como son:

- Características del macizo rocoso.
- Grado de fragmentación requerido.
- Profundidad media de desmonte, y configuración de las cargas.
- Economía del proceso de perforación y voladura.
- Dimensiones del equipo de carga.
- Vibraciones producidas por la concentración de explosivo.

Finalmente, el diámetro de perforación elegido es de D= 89 mm**,** para las voladuras Tipo A, Tipo B, y C.

ALTURA DE BANCO, H.

Aunque la altura de banco es función del equipo de carga y del diámetro de perforación, las dimensiones en el caso de la obra que nos ocupa están limitadas por los distintos bancos de trabajo:

- H = 12 metros para voladuras tipo A.
- H = 20 metros para voladuras tipo B.
- H = 10 metros para voladuras tipo C.

INCLINACIÓN DE LOS BARRENOS*.*

- Voladuras Tipo A:
    - La inclinación de los barrenos será de α = 18,43º (3:1).
- Voladuras Tipo B:
    - La inclinación de los barrenos será de α= 18,43 (3:1).
- Voladuras Tipo C:
    - La inclinación de los barrenos será de α= 18,43 (3:1).

PIEDRA Y ESPACIAMIENTO, B Y S.

La piedra B es la distancia mínima desde el eje de un barreno al frente libre, y el espaciamiento S, es la distancia entre barrenos de una misma fila.

Estas variables dependen del diámetro de perforación, de las propiedades de las rocas y de los explosivos, de la altura del banco y del grado de fragmentación y desplazamiento del material deseado.

Piedra y espaciamiento para Voladuras Tipo A.

Este tipo de voladuras, se desarrollará mediante dos filas de barrenos, siendo la piedra y el espaciamiento:

- B_{max} = 3,00 m.
- S_{max} = 3,00 m.

Piedra y espaciamiento para Voladuras Tipo B.

Este tipo de voladuras, se desarrollará mediante dos filas de barrenos, siendo la piedra y el espaciamiento:

- B_{max} = 3,25 m.
- S_{max} = 3,50 m.

Piedra y espaciamiento para Voladuras Tipo C.

Este tipo de voladuras, se desarrollará mediante dos filas de barrenos, siendo la piedra y el espaciamiento:

- B_{max} = 3,00 m.
- S_{max} = 3,00 m.

SOBREPERFORACIÓN.

La Sobreperforación J, es la longitud de barreno por debajo del nivel del piso que se necesita para romper la roca a la altura del banco y lograr una fragmentación y desplazamiento adecuado que permita al equipo de carga alcanzar la cota de excavación prevista.

Si la Sobreperforación es pequeña no se producirá el corte en la rasante proyectada, resultando la aparición de repiés con un considerable aumento de los costes de carga.

Por el contrario, si J es excesiva, se producen sobrecostes innecesarios, incremento de los niveles de vibraciones, riesgos de descabezamientos y sobreexcavación, etc. La sobreperforación viene definida por la siguiente fórmula, en función del Diámetro de perforación.

$$J = 8 \times D$$

Ecuación 1.- Sobreperforación.

Por lo que la sobreperforación para los distintos tipos de voladuras será:

- Para voladuras Tipo A: J = 8 x 89 mm = 0,70 m.
- Para voladuras Tipo B: J = 8 x 89 mm = 0,70 m.
- Para voladuras Tipo C: J = 8 x 89 mm = 0,70 m.

Sin embargo esta sobreperforación es insuficiente (caso contrario que en voladuras tipo A), para este tipo de roca, y para la altura de los bancos, considerándose las sobreperforaciones:

- J; Voladuras Tipo A = 0,75 m.
- J; Voladuras Tipo B = 1 m.
- J; Voladuras Tipo C = 0,5 m.

LONGITUD DE BARRENO, L.

L es función de la inclinación del barreno, de la sobreperforación y de la altura del banco.

$$L = \frac{H}{\cos \alpha} + J$$

Ecuación 2.- Longitud de barreno.

- Para Voladuras Tipo A, será: L=12/Cos 18,43º + J = 13,40 metros.
- Para Voladuras Tipo B, será: L=20/Cos 18,43º + J = 22,08 metros.
- Para Voladuras Tipo C, será: L=10/Cos 18,43º + J = 11,04 metros.

RETACADO, T.

El retacado es la longitud del barreno que en la parte superior se rellena con un material inerte y tiene la misma misión de confinar y retener los gases producidos en la explosión para permitir que se desarrolle por completo el proceso de fragmentación de la roca.

Si es retacado es insuficiente, se producirá un escape prematuro de gases a la atmósfera, generándose problemas de onda aérea y riesgo de proyecciones.

Por el contrario, con un retacado excesivo se obtendrá gran cantidad de bloques procedentes de la parte alta del banco, poco esponjamiento de la pila de material y un nivel de vibración algo más elevado.

En la determinación del retacado, se deben tener en cuenta por un lado, el tipo y tamaño del material utilizado, y por otro, la longitud de la columna de retacado. Normalmente, el material a emplear será el propio detritus de perforación bien compactado.

El retacado será, basado en la experiencia en la explotación, para las distintas alturas de banco, y diámetros de perforación, de:

- Retacado T, para voladuras Tipo A: 2,00 m.
- Retacado T, para voladuras Tipo B: 3,00 m.
- Retacado T, para voladuras Tipo C: 2,00 m.

LONGITUD DE CARGA. LC.

La longitud total de la carga, se calcula por la diferencia entre la longitud del barreno y la dimensión del retacado:

$$L_c = L - T$$

Ecuación 3.- Longitud de carga.

- Para Voladuras Tipo A, será: L_c = 13,40 m – 2,00 m = 11,40 m.
- Para Voladuras Tipo B, será: L_c = 22 m – 3,00 m = 19,00 m.
- Para Voladuras Tipo C, será: L_c = 11 m – 2,00 m = 9,00 m.

Longitud de la Carga de Fondo.- L_{cf}.

- Voladuras Tipo A: L_{cf} = 0,63 m.
- Voladuras Tipo B: L_{cf} = 1,89 m.
- Voladuras Tipo C: L_{cf} = 0,63 m.

Longitud de la Carga de Columna.- L_{cc}.

La longitud de la carga de columna para las distintas Voladuras Tipo, se obtendrán restando a la longitud total del barreno L, el retacado T, y la longitud de la carga de fondo L_{cf}.

$$L_{cc} = L - T - L_{cf}$$

- Voladuras Tipo A: L_{cc} = 13,40 m – 2,00 m – 0,63 m = 10,77 m.
- Voladuras Tipo B: L_{cc} = 22 m – 3 m – 1,89 m = 16,88 m.
- Voladuras Tipo C: L_{cc} = 11 m – 2 m – 0,63 m = 16,88 m.

DIMENSIONES DE LAS VOLADURAS.

Voladuras Tipo A.

Se perforarán 50 barrenos, distribuidos en dos filas (Véase esquema general en el epígrafe 1.5.4.1.4).

- Longitud de la Voladura = 75,0 m.
- Ancho de la voladura = 6 m.
- Superficie de la Voladura = 450,0 m^2.
- Volumen arrancado = 5.400 m^3.

Voladuras Tipo B.

Se perforarán 56 barrenos, distribuidos en dos filas. (Véase esquema general en el epígrafe 1.5.4.1.4).

- Longitud de la Voladura = 98,00 m.
- Ancho de la voladura = 6,50 m.
- Superficie de la Voladura = 637,00 m^2
- Volumen arrancado = 12.740 m^3.

Voladuras Tipo C.

Se perforarán 43 barrenos, distribuidos en dos filas. (Véase esquema general en el epígrafe 1.5.4.1.4).

- Longitud de la Voladura = 64,0 m.
- Ancho de la voladura = 6 m.

- Superficie de la Voladura = 450,0 m^2.
- Volumen arrancado = 3.840 m^3.

1.5.4.1.3.2.- Variables Químico – Físicas.

DISTRIBUCIÓN DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS BARRENOS.

En las Voladuras, la energía necesaria para que se produzca la rotura de la roca no es constante en toda su altura. Esta energía que generará el explosivo, debe superar la resistencia a tracción de la roca en el plano formado por las líneas que describen los barrenos y que es paralelo al frente, y la resistencia a cizallamiento en el plano horizontal de la base del banco.

Al ser una resistencia a cizallamiento superior a la de tracción, es preciso emplear una distribución de carga selectiva, de forma que la energía específica en el fondo del barreno, sea como mínimo dos veces superior a la energía de columna.

Esto se traduce en la necesidad de emplearse explosivos de gran densidad y potencia en las cargas de fondo, y explosivos de baja densidad y potencia en la carga de columna.

ELECCIÓN DEL EXPLOSIVO.

Teniendo en cuenta el apartado anterior y la experiencia en la explotación, los explosivos seleccionados son:

Carga de fondo, C_f.

Se elige como explosivo para la carga de fondo Goma 2ECO, por su alto poder rompedor, con un diámetro de encartuchado de 60 mm, y una longitud de cartucho de 630 mm, con un peso de 2,5 Kg para las Voladuras Tipo A, Tipo B, y Tipo C.

- Voladura Tipo A.- Para obtener una longitud de carga de fondo semejante a la obtenida en los cálculos, se necesita UN cartucho, lo que da un peso total de carga de fondo 2,50 Kg, y una longitud de la misma de 0,63 m.
- Voladura Tipo B.- Para obtener una longitud de carga de fondo semejante a la obtenida en los cálculos, se necesitan TRES cartuchos, lo que da un peso total de carga de fondo 7,5 Kg, y una longitud de la misma de 1,89 m.
- Voladura Tipo C.- Para obtener una longitud de carga de fondo semejante a la obtenida en los cálculos, se necesita UN cartucho,

lo que da un peso total de carga de fondo 2,50 Kg, y una longitud de la misma de 0,63 m.

Carga de Columna.- C_c.

El explosivo seleccionado para la carga de columna es Nagolita a granel, por su economía y facilidad de carga.

- Voladura Tipo A.- Tomando en consideración que la longitud de carga de columna es de 10,77 m, y que para un diámetro de 89 mm, y una densidad de carga de la Nagolita de 0,8 gr/cm3 la concentración lineal de carga es de 5 Kg/m, con lo que se tiene una carga total por barreno de 53,85 Kg.
- Voladura Tipo B.- Tomando en consideración que la longitud de carga de columna es de 17,11 m, y que para un diámetro de 89 mm, y una densidad de carga de la Nagolita de 0,8 gr/cm3 la concentración lineal de carga es de 5 Kg/m, con lo que se tiene una carga total por barreno de 85,55 Kg.
- Voladura Tipo C.- Tomando en consideración que la longitud de carga de columna es de 8,37 m, y que para un diámetro de 89 mm, y una densidad de carga de la Nagolita de 0,8 gr/cm3 la concentración lineal de carga es de 5 Kg/m, con lo que se tiene una carga total por barreno de 41,85 Kg.

CARGA TOTAL.

Es el resultado de sumar las cargas de fondo y de columna, con lo que se obtiene:

- Voladuras Tipo A: 56,35 Kg.
- Voladuras Tipo B: 93,05 Kg.
- Voladuras Tipo c: 93,05 Kg.

CONSUMO ESPECÍFICO. CE.

Se define el consumo específico de una voladura como el peso del explosivo de la misma dividido por el volumen total de roca arrancada.

Para una fila de barrenos, donde se produce la rotura por las líneas entre las cañas de los mismos, puede admitirse que el volumen arrancado por cada barreno es el siguiente:

$$\text{Volumen b} = S \times B \times H$$

Y el consumo específico vienen dado por:

$$Ce = \frac{Cf+Cc}{SBH}$$

Ecuación 4.- Consumo específico.

- Voladuras Tipo A: En este caso Ce resultante será de 0,52 Kg/m3.
- Voladuras Tipo B: En este caso Ce resultante será de 0,40 Kg/m3.
- Voladuras Tipo C: En este caso Ce resultante será de 0,49 Kg/m3.

1.5.4.1.3.3.- Variantes de Tiempo.

SISTEMA DE INICIACIÓN.

Se han seleccionado para la iniciación de la voladura el sistema de detonadores no eléctricos Primadet, ya que es muy versátil, fácil de usar, ofrece una ilimitada combinación de tiempos y pueden usarse con todo tipo de explosivos.

El alma de este sistema de iniciación es una onda de choque de baja velocidad de detonación, canalizada a través de un tubo de plástico denominado Tubo de Transmisión.

Además de este sistema, utilizado en la mayoría de las voladuras, las cuales no presenten agua, y ni coqueras, también se utilizará el sistema de iniciación con detonadores eléctricos, y cordón detonante de 12 gr/metro, y relés de microrretardo de 25 ms.

CEBADO.

La primera operación a realizar, antes de la carga del explosivo, será la de la preparación del cartucho cebo. Para ello se introducirá el casquillo del detonador Primadet completamente en el explosivo, apuntando su extremo en el sentido en la que vaya a ser dispuesta la carga del barreno y asegurando la fijación del detonador mediante la cinta adhesiva o un nudo.

Se procederá a cebar en fondo ya que de esta forma se consigue un mejor aprovechamiento de la energía del explosivo, resultando un incremento de la fragmentación y desplazamiento de la roca con una disminución de las proyecciones y de la posibilidad de aparición de repiés.

Una vez colocado el cebo en el fondo del barreno descendiéndolo con el tubo de iniciación, se procede a la carga del resto de los explosivos correspondientes.

Si la voladura es cargada con detonadores eléctricos y cordón detonante de 12 gr/m, debido a la aparición de agua, o coqueras, se procederá a la perfecta sujeción del cartucho de Goma 2 ECO, con el cordón detonante, y dejándolo caer a lo largo del barreno, hasta que ocupe el fondo del barreno.

Una vez colocado el cebo en el fondo del barreno descendiéndolo con el cordón detonante, se procede a la carga del resto de los explosivos correspondientes.

TIEMPOS DE RETARDO Y SECUENCIAS DE ENCENDIDO.

Los tiempos de retardo entre barrenos y las secuencias de encendido juegan en las voladuras un papel muy importante pues sirven para disminuir las cargas operantes, y por consiguiente los niveles de vibración producidos, y hacer que se consiga una mayor efectividad de los mecanismos de rotura y un control sobre el desplazamiento de la roca, la sobreexcavación, los repiés, y las proyecciones.

El plan de tiro de los barrenos, con los tiempos efectivos de salida de cada uno, se puede ver en las siguientes figuras:

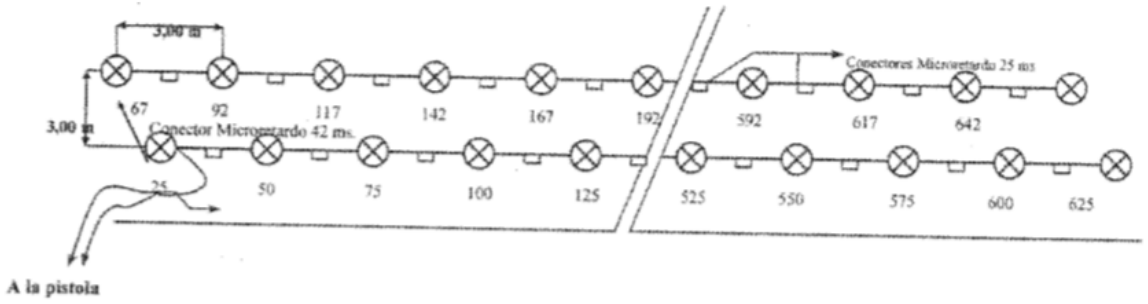


Figura X.- Detalle de encendido con Detonadores No Eléctricos, Voladura Tipo A.

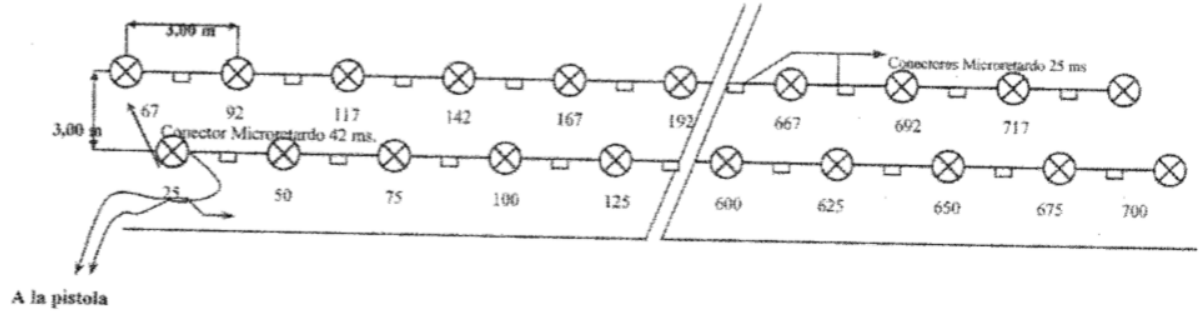


Figura X.- Detalle de encendido con Detonadores No Eléctricos, Voladura Tipo B.

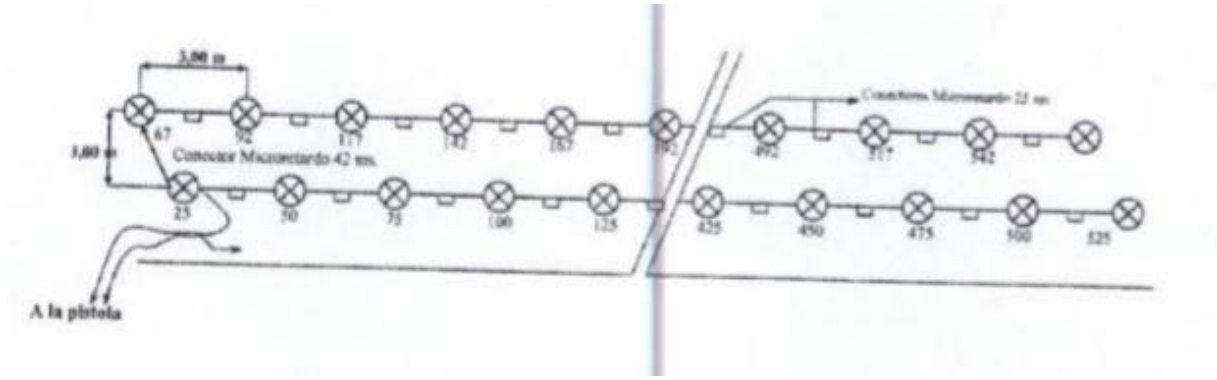


Figura X.- Detalle de encendido con Detonadores No Eléctricos, Voladura Tipo C.

El mencionado esquema se conseguirá, disponiendo detonadores Primadet MS con el mismo retardo básico en el fondo de cada uno de los barrenos. Una vez cargada la voladura, se conectarán los tubos de los detonadores, mediante conectadores EZTL que, con su tiempo intrínseco son los encargados de proporcionar la secuencia deseada. Una vez terminada la conexión, el retardo final de cada barreno es la suma de su retardo básico (detonador MS) y de los retardos de superficie (conectadores ETZL), que le proceden en el orden de salida establecido.

El retardo básico de los MS será de 350, 400 0 450 milisegundos, con el fin de permitir la energización de la mayor parte posible de los barrenos antes de que el movimiento de roca pueda producir cortes en los tubos.

1.5.4.1.4.- Geometría y cantidad de explosivos por barreno y voladura.

Se presenta en primer lugar la carga de cada barreno individualizado, ya que éste es un dato importantísimo para el cálculo de vibraciones.

En la zona de voladuras no existe peligro de vibraciones, debido a la elevada distancia de las voladuras a la Planta de Tratamiento, y a las edificaciones existentes.

La concentración de carga por barreno en cada voladura será de:

- Voladuras Tipo A: 56,35 Kg.
- Voladuras Tipo B: 93,05 Kg.
- Voladuras Tipo C: 44,35 Kg.

La geometría final y disposición de las cargas, y como resumen de todos los epígrafes anteriores, es la que se presenta a continuación para cada tipo de voladura.

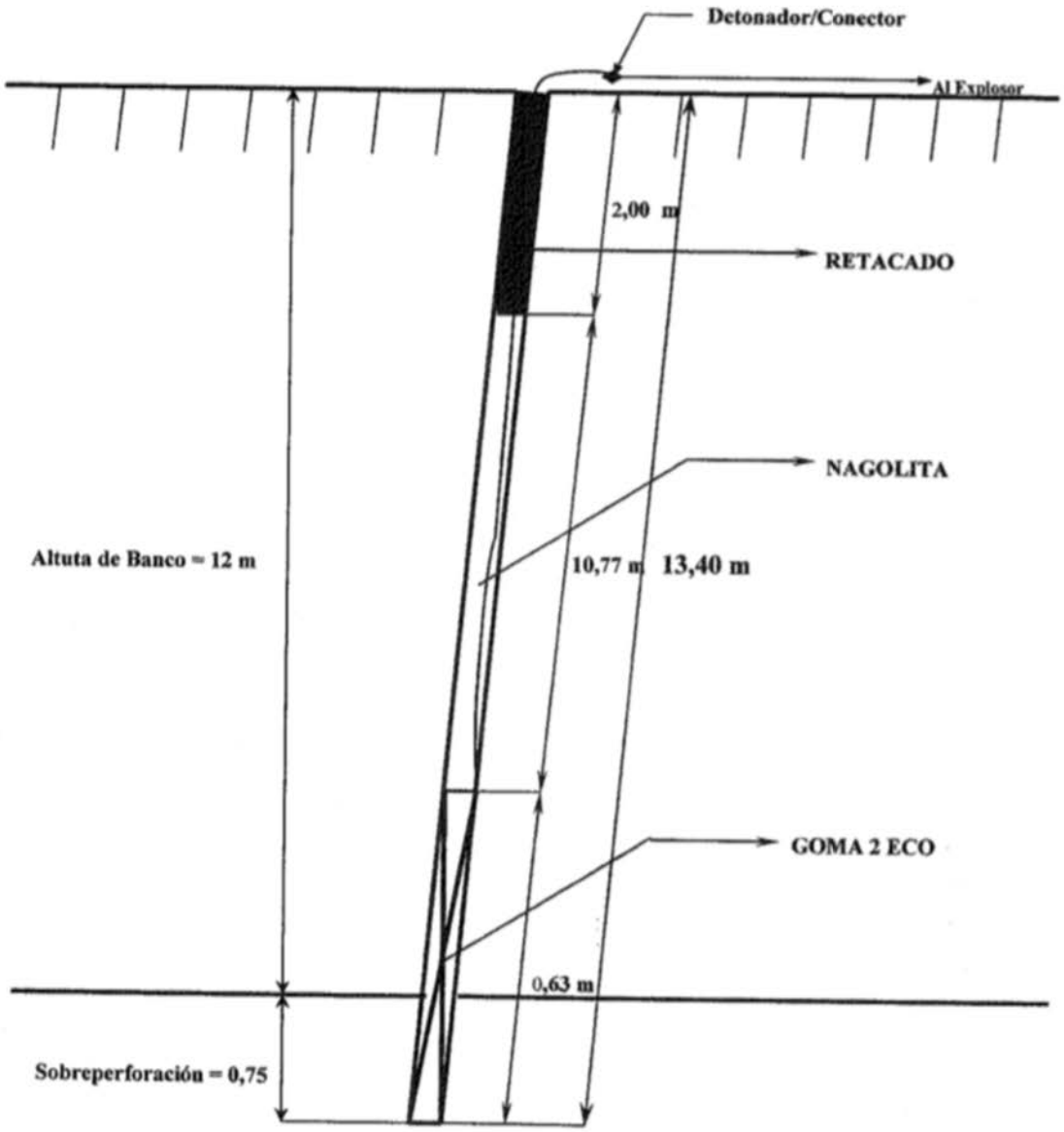


Figura X.- Esquema de Barreno de Voladura Tipo A.

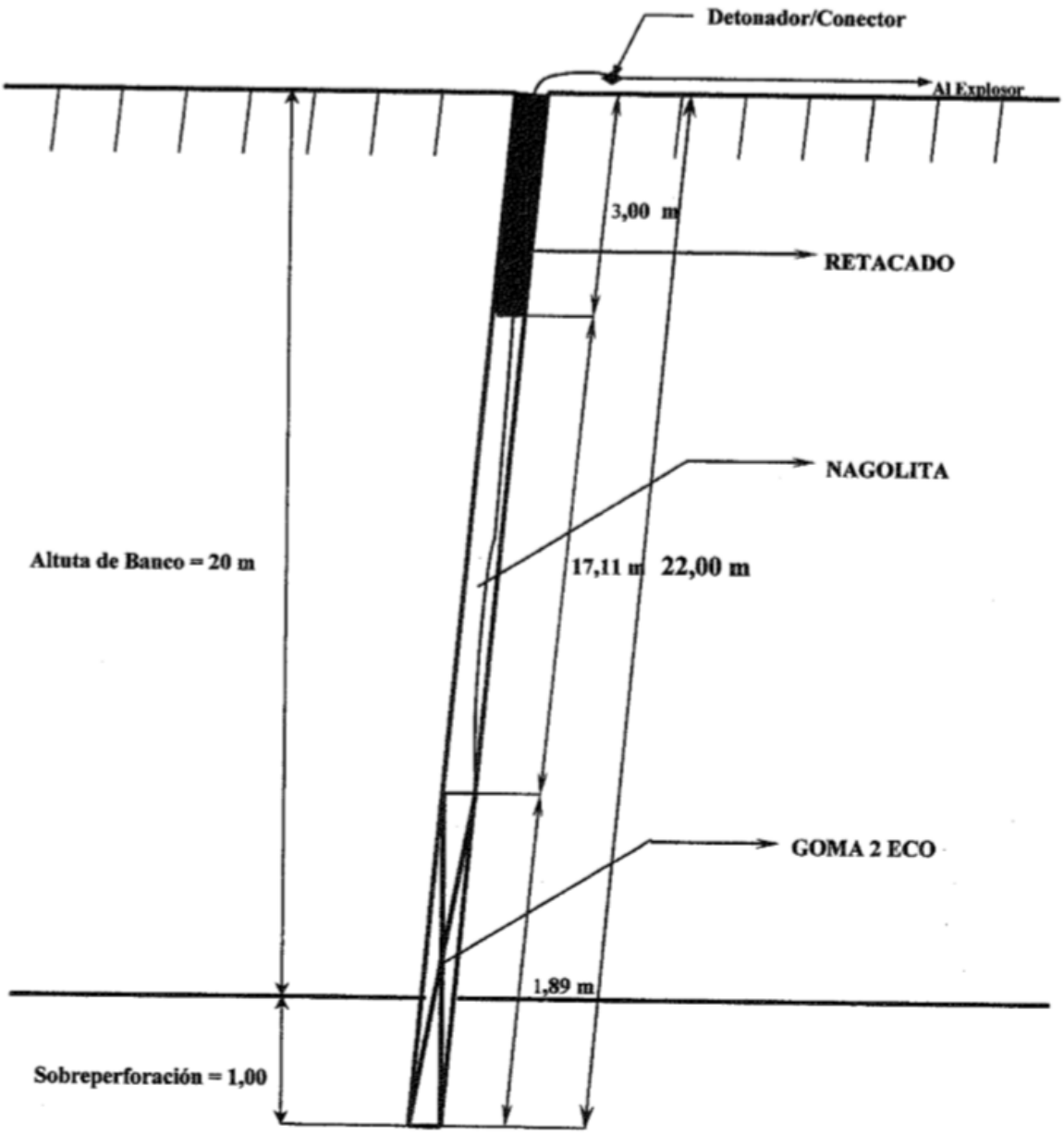


Figura X.- Esquema de Barreno de Voladura Tipo B.

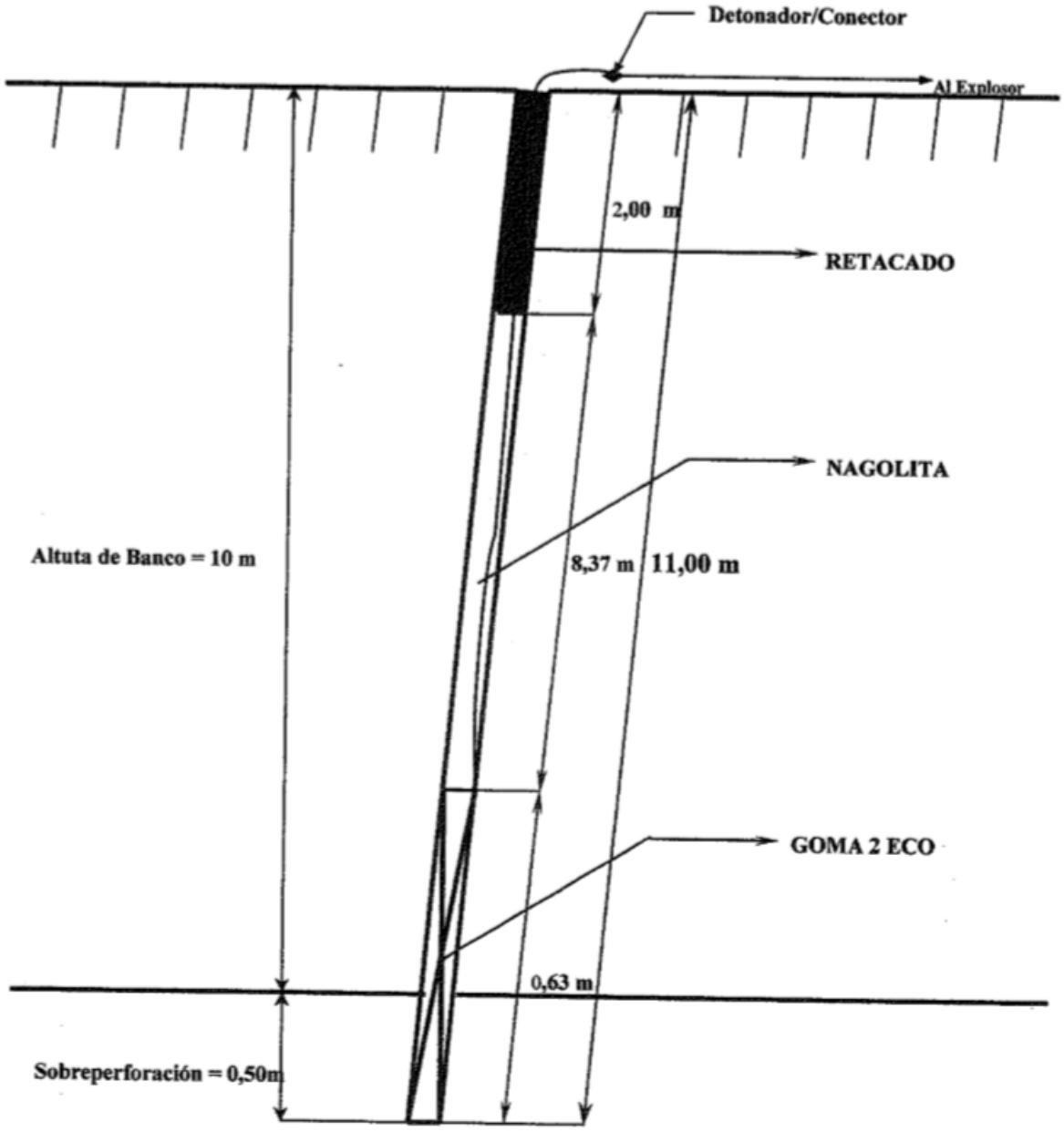


Figura X.- Esquema de Barreno de Voladura Tipo C.

Las voladuras proyectadas del **Tipo A**, tienen las siguientes cantidades de explosivo.

- Carga de Fondo: 125 Kg de Goma 2ECO.
- Carga de Columna: 2.700 Kg de Nagolita a granel.
- Detonadores Primadet MS: 50 Uds.
- Conectores Primadet EZTL: 50 Uds.

Su geometría final es la que se presenta en la siguiente figura.

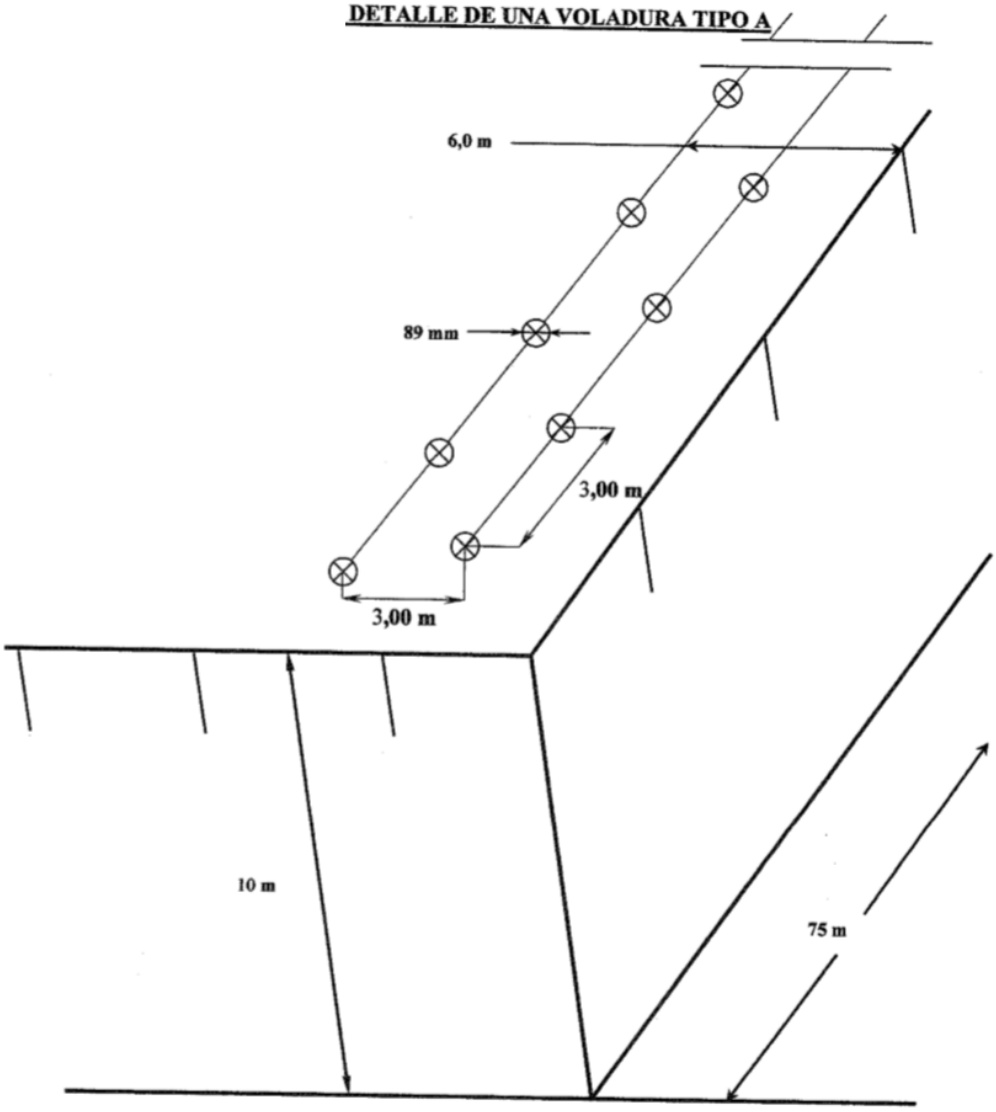


Figura X.- Esquema sintético de disposición geométrica de Voladuras Tipo A.

Las voladuras proyectadas del **Tipo B**, tienen las siguientes cantidades de explosivo:

- Carga de Fondo: 425 Kg de Goma 2ECO.
- Carga de Columna: 4.775 Kg de Nagolita a granel.
- Detonadores Primadet MS: 56 Uds.
- Conectores Primadet EZTL: 56 Uds.

Su geometría final es la que se presenta en la siguiente figura.

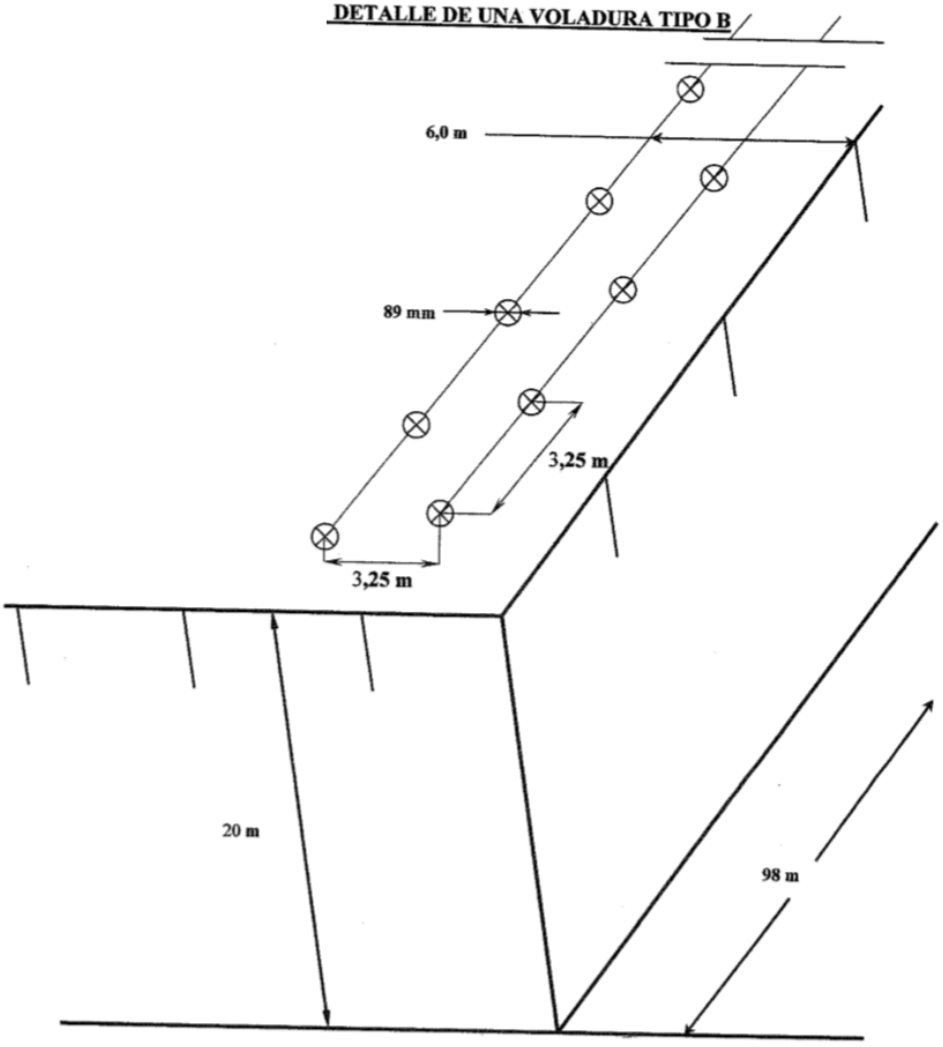


Figura X.- Esquema sintético de disposición geométrica de Voladuras Tipo B.

Las voladuras proyectadas del **Tipo C**, tienen las siguientes cantidades de explosivo.

- Carga de Fondo: 100 Kg de Goma 2ECO.
- Carga de Columna: 1.800 Kg de Nagolita a granel.
- Detonadores Primadet MS: 43 Uds.

- Conectores Primadet EZTL: 43 Uds.

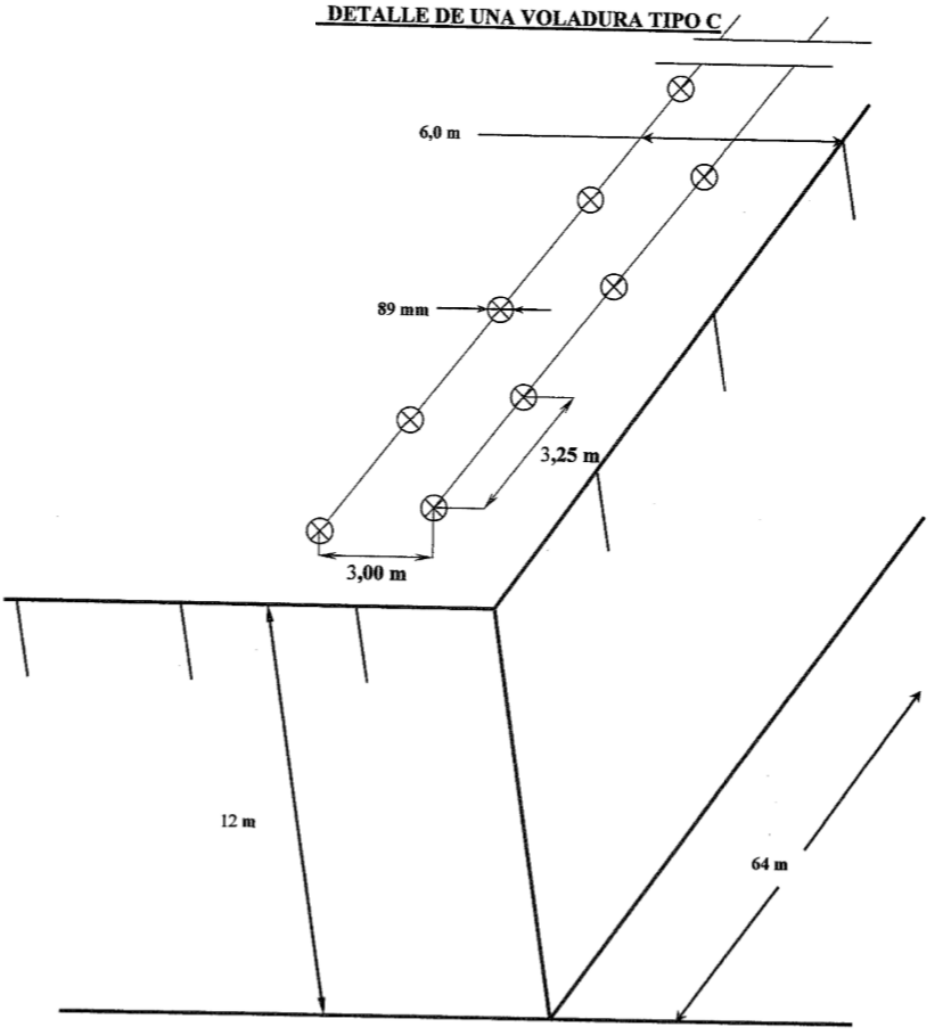


Figura X.- Esquema sintético de disposición geométrica de Voladuras Tipo C.

Para arrancar el volumen de roca deseado, se precisarán de las siguientes voladuras:

- 4 Voladuras del Tipo A.
- 18 Voladuras del Tipo B.
- 2 Voladuras del Tipo C.

Por lo expuesto las necesidades anuales serán las siguientes:

- GOMA 2 ECO: 8.350 Kg.
- NAGOLITA: 100.350 Kg.
- DETONADORES PRIMADET MS: 1.294 Uds.
- CONECTORES PRIMADET EZTL: 1.294 Uds.

1.5.4.1.5.- Control de vibraciones.

Una vez expuesto el diseño de las voladuras, así como su carga individual e instantánea, a continuación presentamos estudio de vibraciones de estructuras que pudieren verse afectadas.

Debido a las características de la roca que se está explotando, caliza, se hace imprescindible el uso de explosivos para el arranque de la misma.

En las proximidades de la zona donde se están realizando las voladuras, no existen apenas estructuras que pudieran verse afectadas por las vibraciones que aparecen como consecuencia de las voladuras realizadas, sólo algún cortijo aislado y las oficinas propias de la instalación. Las estructuras o servicios que pueden verse afectados por las vibraciones producidas por las voladuras, en un radio perimetral de 1.000 metros, son los siguientes:

- Carretera SE-9212: 160 metros.
- Cortijo el portichuelo: 190 metros.
- Instalaciones de trituración y clasificación: 260 metros.
- Nave de micronización: 290 metros.
- Cortijo el madroñal: 750 metros.

Figura 166.- Representación gráfica de distancias mínimas a estructuras.

Aún así, se ha considerado oportuna la realización de un control de vibraciones para comprobar el nivel alcanzado durante las voladuras. Para ello se ha requerido la colaboración del Departamento Técnico de MAXAM EUROPE, S.A., el cual el día 3 de diciembre de 2013, se desplazó a la explotación para medir las vibraciones producidas por la voladura.

El objeto de este epígrafe es cuantificar los niveles de vibración obtenidos en la voladura registrada, y verificar que dichos niveles están dentro de los límites establecidos por la actual normativa vigente en cuanto a vibraciones producidas por voladuras (UNE 22-381-93).

El criterio de prevención de daños está contenido en la NORMA UNE 22-381-93 “Control de vibraciones producidas por voladuras”. El nivel de seguridad es función de la frecuencia principal y de la estructura considerada.

Así, las estructuras según la citada Norma pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Grupo I: Edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.
- Grupo II: Edificios de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo. Estructuras de valor arqueológico o histórico que por su naturaleza no presenten especial sensibilidad a las vibraciones.
- Grupo III: Estructuras de valor arqueológico o histórico que por su naturaleza presenten especial sensibilidad a las vibraciones.

Los límites del criterio de prevención de daños son los que se presentan en la siguiente tabla.

VALORES LÍMITES DEL CRITERIO	FRECUENCIA (Hz)		
	2 - 15	15 - 75	>75
	VELOCIDAD (mm/s)	DESPLAZ. (m)	VELOCIDAD (mm/s)
GRUPO I	20	0.212	100
GRUPO II	9	0.095	45
GRUPO III	4	0.042	20

En los tramos de frecuencia comprendida entre 15 y 75 Hz, se podrá calcular la velocidad equivalente, **v**, a través de la ecuación:

$v = 2 \Pi f d$,

siendo;
f: frecuencia
d: desplazamiento indicado en la tabla

Cuadro 36.- Límites de vibraciones por la Norma UNE 22-381-93.

Esta tabla expresada en forma de gráfico, queda como se presenta en la figura que se presenta inmediatamente a continuación.

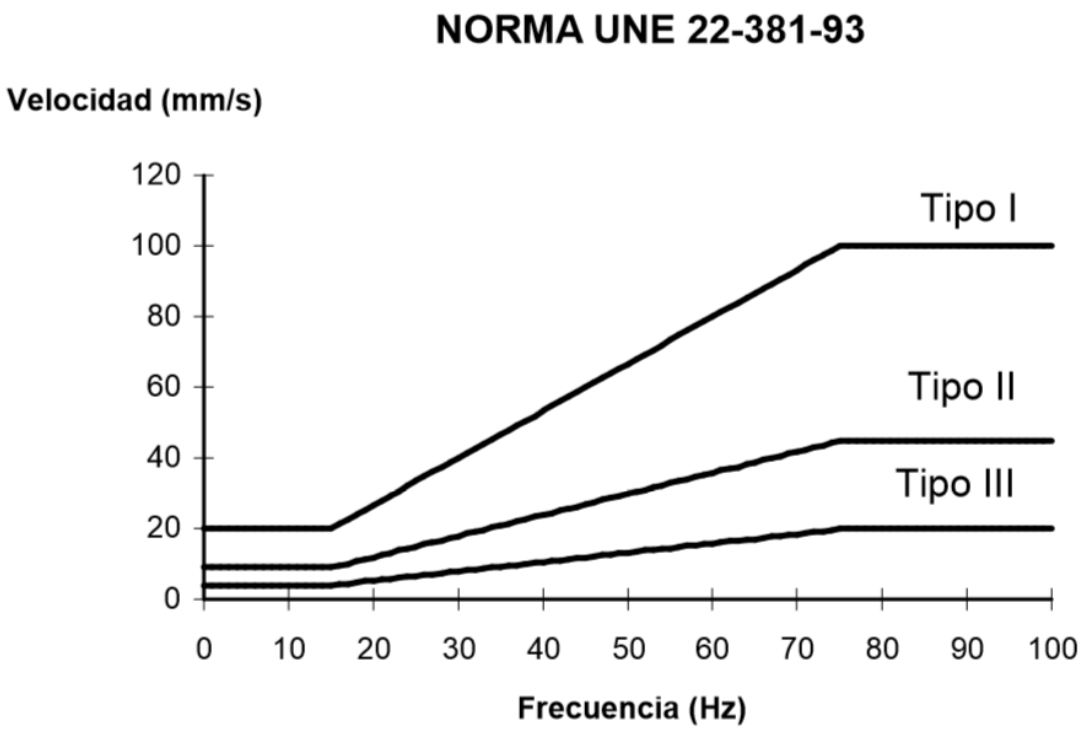


Figura 167.- Control de Vibraciones. Norma UNE 22-381-93

1.5.4.1.5.1.- Equipo utilizado.

El equipo utilizado en el control de vibraciones estuvo compuesto por un sismógrafo marca VIBRA–TECH, modelo MULTISEIS V, con número de serie 5235, y cuya última calibración fue realizada el 4 de julio de 2012. Dicho sismógrafo mide las tres componentes ortogonales de la velocidad de vibración, además de la frecuencia.

Para el volcado y el tratamiento informático de los datos obtenidos se empleó el software de VIBRA–TECH, el cual permite obtener los registros de todos los datos de interés, incluyendo la forma de onda y el criterio de prevención de daños según la Norma UNE 22-381-93.

1.5.4.1.5.2.- Parámetros característicos de la voladura estudiada.

- Diámetro de perforación: 89 mm.
- Número de barrenos: 49 barrenos de 18 metros.
- Tipo de explosivo para carga de fondo: RIODIN en 50 mm (50 kg en total).
- Tipo de explosivo utilizado como carga de columna: RIOXAM ST (nagolita) (2.750 kg en total).
- Tipo de detonadores: no eléctricos RIONEL DDX 25/500 ms y SCX 17 ms.
- Carga máxima por retardo: 60 kg.

1.5.4.1.5.3.- Mediciones realizadas y resultados.

Las mediciones fueron realizadas durante la voladura efectuada el 3 de diciembre de 2.013.

El sismógrafo Nº 5235 se situó junto a la estructura más cercana, en este caso el “Cortijo El Portichuelo”, a unos 200 metros de la voladura. Dicha estructura se puede clasificar dentro del GRUPO II de la Norma UNE 22-381-93. Los resultados pueden resumirse en la tabla siguiente:

	COMPONENTE VERTICAL	COMPONENTE LONGITUDINAL	COMPONENTE TRANSVERSAL
VELOCIDAD VIBRACIÓN (mm/s)	1,33	1,97	1,65
FRECUENCIA (Hz)	7,25	12,8	8,75

Cuadro 37.- Resultados de las vibraciones.

A continuación se adjuntan los registros del sismógrafo con la forma de onda, gráficos de frecuencia y criterio de prevención de daños según la Norma UNE 22-381-93.

VIBRA-TECH
The Vibration Monitoring Experts

Event Report

MAXAM Europe

Fecha/Hora	Long en 12:45:59 Diciembre 3, 2013	**Numero de Serial**	5235 V 2.6 MultiSeis V
Orígen del Disparo	Geo: 1.00 mm/s	**Nivel de Bateria**	6.6 Voltios
Rango	Geo:127 mm/s	**Date de Calibracion**	Marzo 31, 2004 by Vibra-Tech
Tiempo Registro	2.0 seg en 1024 sps	**Nombre del Archivo**	G235F3FY.4N1

Notas
Location: Cantera Santa Ana - Estepa (Sevilla)

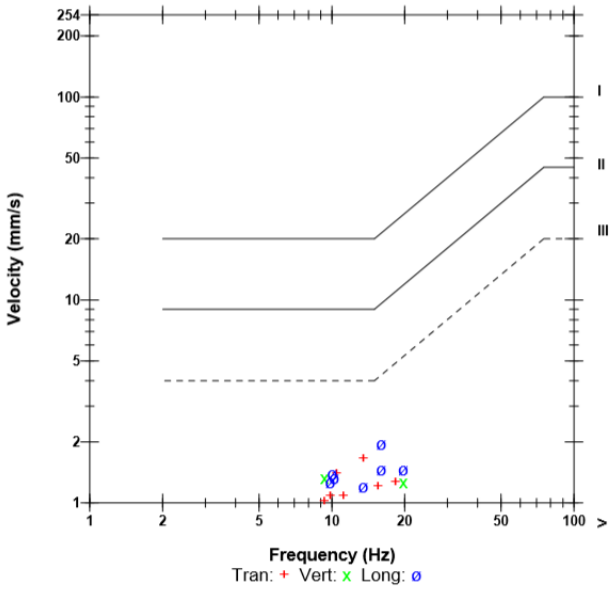
Notas Post Evento
49 barrenos en 89 mm de diámetro y de 18 metros de longitud.
Qtotal: 2.750 kg Rioxam ST + 50 kg Riodin 50 mm
Qmáxima: 60 kg.
Pto. registro: Cortijo El Portichuelo. Distancia: 200 metros.

Microfono
PSPL 2.00 pa.(L) en -0.247 seg
Frecuencia ZC N/D
Prueba de Canal Check (Frec = 0.0 Hz Amp = 2 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.65	1.33	1.97	mm/s
Frecuencia ZC	13	9.0	16	Hz
Tiempo (Rel. al Disparador)	0.152	0.133	0.287	seg
Aceleracion del Pico	0.0199	0.0199	0.0331	g
Desplazamiento del Pico	0.0198	0.0215	0.0212	mm
Chequeo de Sensores	Paso	Paso	Paso	
Frequency	7.5	7.8	8.2	Hz
Overswing Ratio	4.2	3.8	4.0	

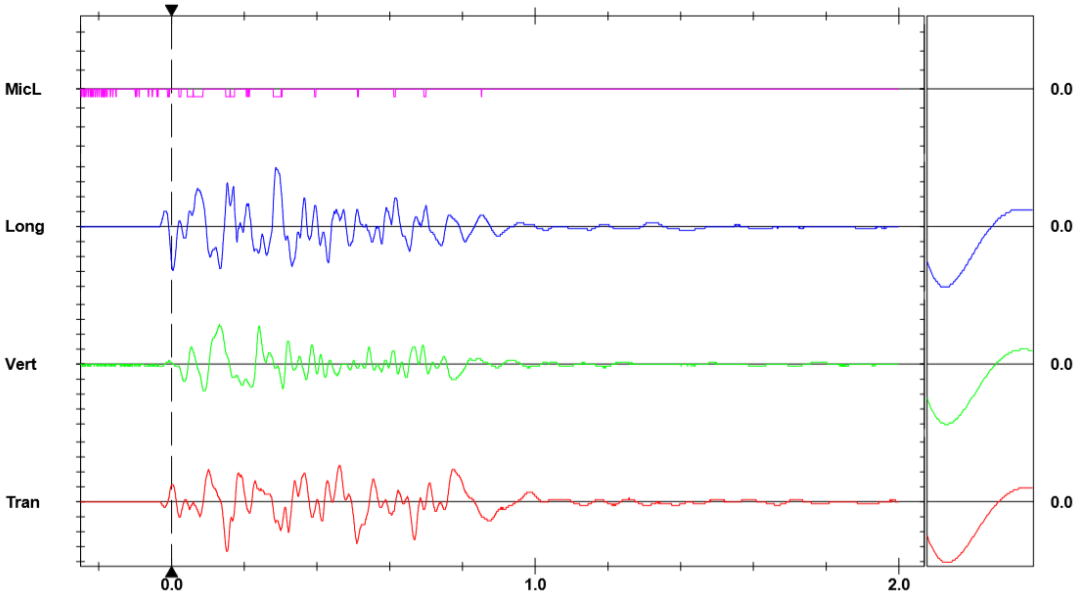
Pico Vector Suma 2.22 mm/s en 0.154 seg

CRITERIO PREVENCION (UNE 22.381)



Pico Vector Suma 2.22 mm/s en 0.154 seg

N/D:



Escala Tiempo: 0.20 seg/div **Escala Amplitud:** Geo: 0.500 mm/s/div Mic: 5.00 pa.(L)/div Chequeo de Sensores
Disparador =

Impreso: Diciembre 23, 2013 (V 7.03 - 7.01) Format Copyrighted 1996-2007 Instantel a division of VeriChip

Figura 168.- Registros del Sismógrafo.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

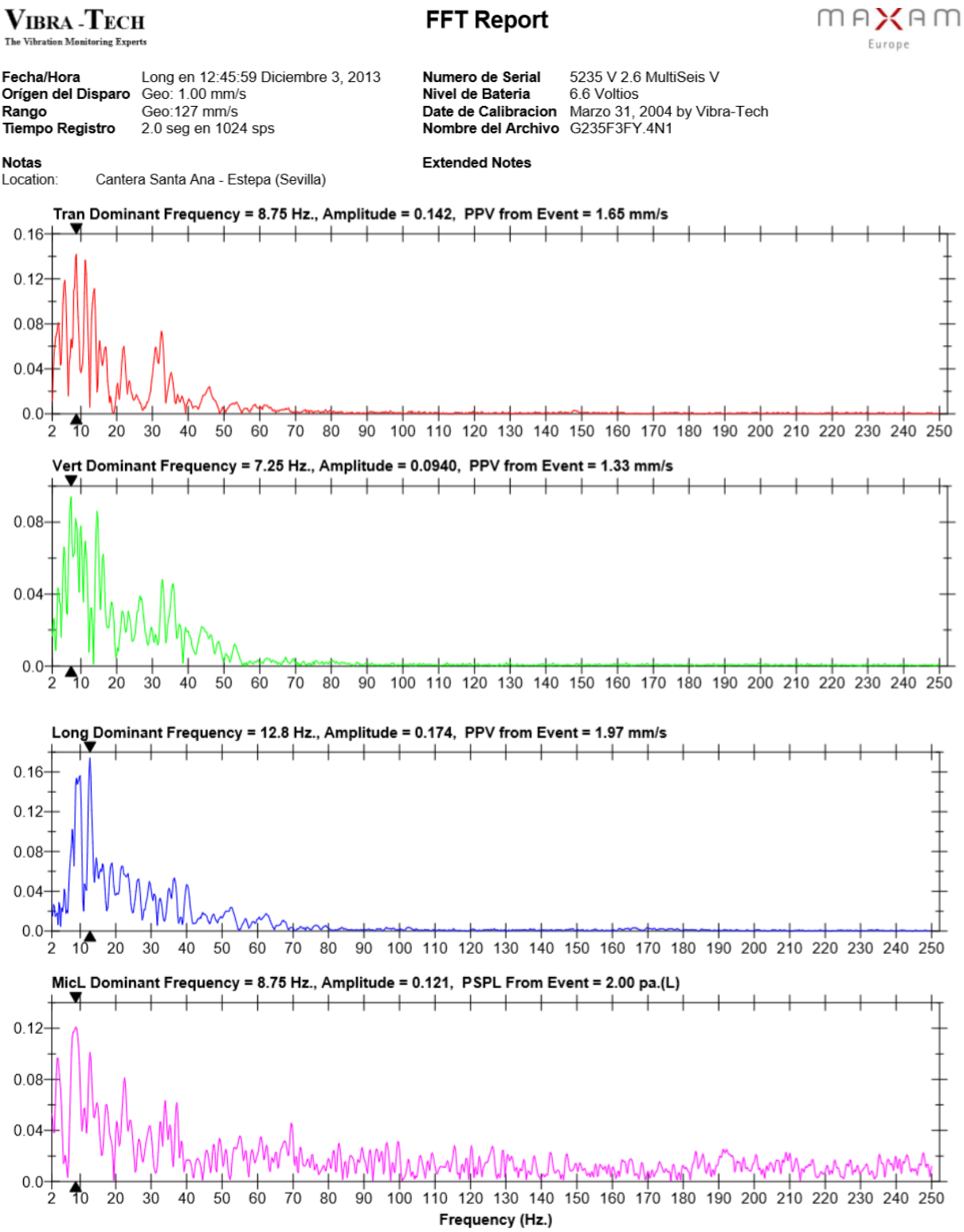


Figura 169.- Registros del Sismógrafo.

A la vista de los resultados obtenidos, podemos concluir que el nivel de vibraciones producido (1,97 mm/s a 12,8 Hz) está por debajo del establecido por la normativa española vigente para estructuras pertenecientes al GRUPO II (viviendas y oficinas), según la Norma UNE 22-381-93 (9,00 mm/s para frecuencias iguales o inferiores a 15 Hz). Los

resultados se presentan gráficamente en la siguiente figura, que como se puede ver quedan por debajo de los límites establecidos.

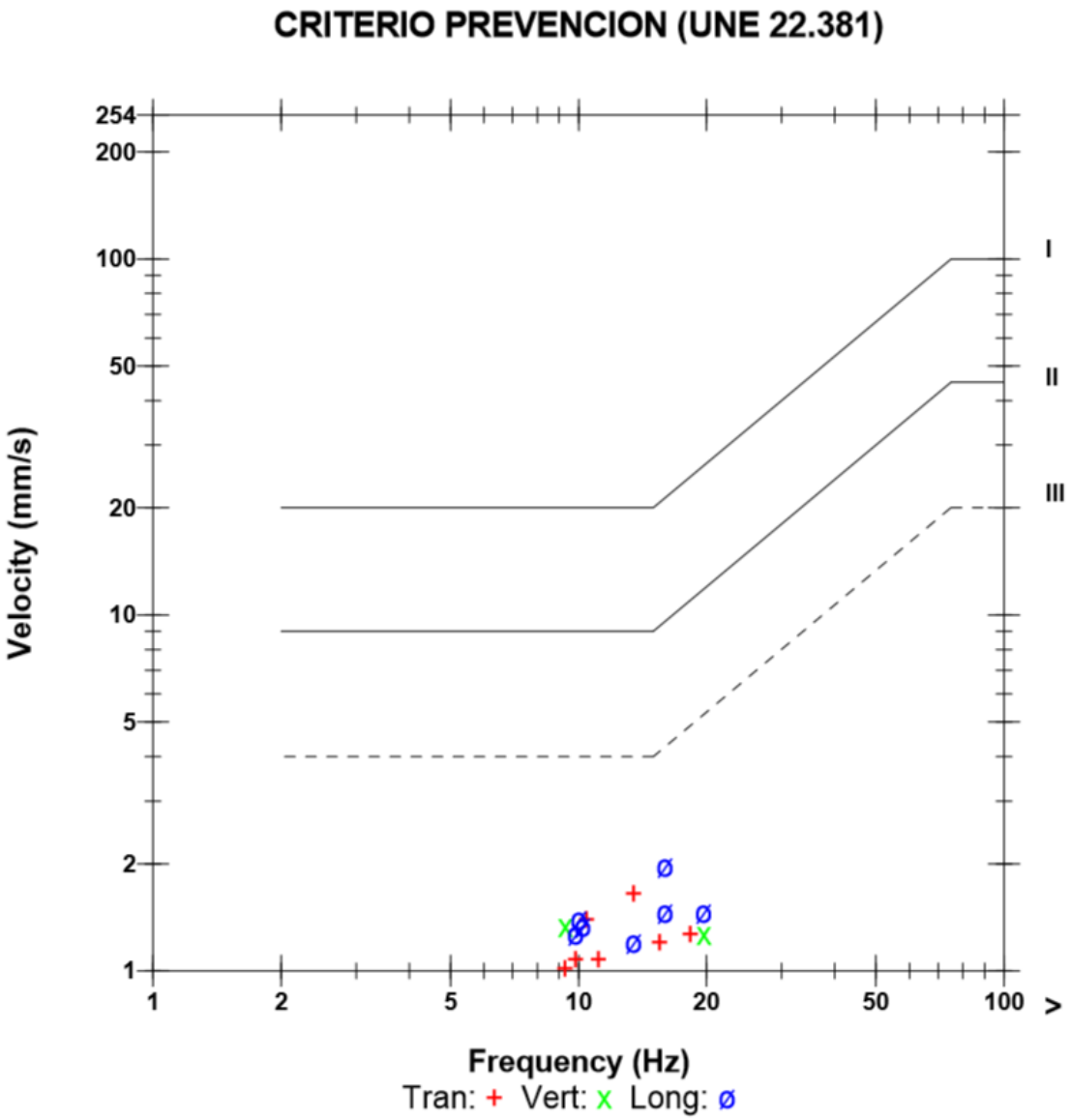


Figura 170.- Resultado del Control de Vibraciones ejecutado en Diciembre de 2.013.

También es de esperar que si se siguen utilizando las mismas cargas operantes, los niveles de vibración producidos se encuentren en valores similares, dentro del límite establecido por la norma.

En conclusión, en relación a la carga específica de estas voladuras, las Instalaciones más cercanas, no se verán afectadas en ningún momento por causa de las propias voladuras.

1.5.5.- Estabilidad de los taludes resultantes tras las voladuras de trabajo y la restauración final y abandono.

El presente documento se realiza conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera aprobado mediante el Real Decreto 863/1985. En concreto en su Capítulo VII, desarrollado con posterioridad por la Orden de 16 de abril de 1990 (Industria y Energía), por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. (BOE nº 103, de 30 de abril de 1990).

En esta Orden se desarrolla la ITC 07.1.02 "Proyecto de explotación", en donde aparece en su punto 4.2 el "Estudio geotécnico" como Anejo del Proyecto de explotación, que aunque este documento no lo es se ha considerado interesante incluir en el presente Plan de Restauración un estudio geotécnico básico de estabilidad de los taludes.

El presente epígrafe justifica tanto los taludes adoptados, las bermas y plataformas existentes en la actualidad, así como los establecidos una vez restaurada la actividad, tal y como dicta la ITC 07.1.02. Proyecto de explotación, punto 4.2.

Aparte del trabajo de campo realizado con la finalidad de estimar las posibles inestabilidades de los taludes de los frentes de la explotación objeto de estudio, se han utilizado los geológicos e hidrogeológicos presentados anteriormente, así como la literatura existente del lugar.

Toda esta información ha sido ordenada y, en la medida de lo posible, correlacionada, de manera que se ha realizado el estudio geotécnico de los taludes de explotación habiendo evaluado con anterioridad todos los factores que puedan influir de alguna manera sobre los mismos.

El estudio geomecánico y geotécnico del macizo rocoso permite la evaluación de la calidad de los bancos existentes, analizando su estabilidad ante las posibles roturas con el fin de obtener una idea real de los problemas que pueden surgir a lo largo de la vida de la explotación minera y tras ella en la fase de restauración. Acto seguido se ha obtenido el Factor de seguridad para los taludes generales de los frentes presentes y finales. Valorados los resultados del análisis efectuado se han emitido una serie de conclusiones y recomendaciones como medidas de control sobre los frentes de explotación estudiados.

La estabilidad de los taludes rocosos está muy influenciada a menudo por la geología estructural de la roca en la que la ladera será excavada, en particular por las superficies de discontinuidad existentes en su seno, ya sea planos de estratificación, fallas, juntas, etc.

La litología del macizo rocoso, su grado de fracturación y la densidad y orientación de las discontinuidades con respecto al talud condicionará el tipo de rotura previsible en macizos rocosos.

El significado de las discontinuidades, es que constituyen planos de debilidad dentro de un conjunto más resistente constituido por la roca intacta, de tal manera que las roturas tienden a producirse a través de dichos planos, en especial en rocas con fracturaciones medias a bajas.

La metodología de estudio requiere una serie de pasos destinados al conocimiento del macizo rocoso, caracterizando sus discontinuidades, la masa rocosa y la roca intacta para valorar los parámetros resistentes que gobiernan su resistencia. En los siguientes epígrafes se desarrolla la metodología de estudio, la cual sigue el siguiente esquema:

- Caracterización del macizo rocoso.
- Clasificación geomecánica del macizo rocoso.
- Determinación de los parámetros resistentes.
- Geometría de la explotación.
- Determinación del riesgo de inestabilidad. Análisis Cinemático y probabilístico.
- Estabilidad Global del talud considerado.

1.5.5.1.- Caracterización del macizo rocoso.

A partir de los datos obtenidos en campo se deducen las familias de discontinuidades que afectan al desmonte y las características de las mismas.

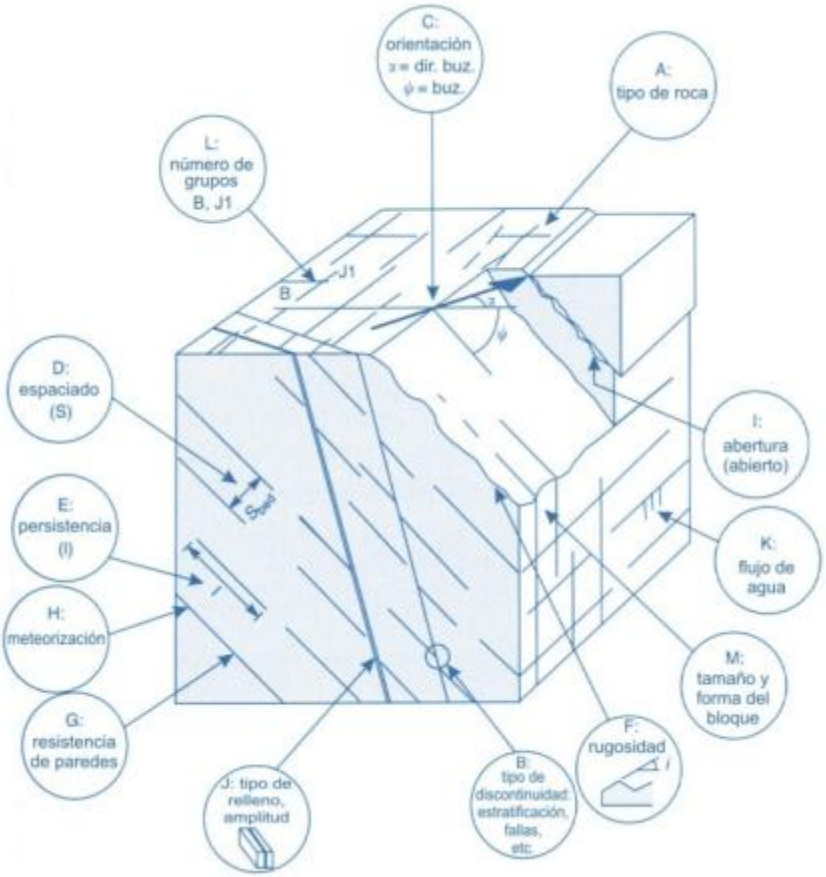


Figura 171.- Características de las discontinuidades de un macizo rocoso.

La descripción en campo corresponde a unas calizas grises y blancas masivas o en bancos finales de 20metros en algunos sectores y actuales de más de 150 metros, de textura micríticas y oolíticas, éstas poseen una potencia de entre 400 y 700 metros.

Estructuralmente el dominio corresponde a un domo anticlinal con vergencia hacia el norte. La existencia de fallas inversas determina esta vergencia.

Por otra parte, los niveles que presentan diferentes colores asimismo muestran características geológicas distintas; las capas de colores grises muestran una mayor estratificación, mientras que las más blancas son de aspecto masivo, produciéndose este hecho sin ninguna excepción a lo largo de todo el material.

Es posible que las capas que tuvieran un mayor contenido en arcilla (con elementos colorantes, como el hierro, manganeso, etc.), desarrollaron una mejor estratificación en los procesos diagenéticos y unos tonos más oscuros, debido a la presencia de dichos elementos.

La zona se encuentra ampliamente fallada, siendo las direcciones de fractura dominantes N30E/60ºW, N40E/70ºE y N-S.

Datos extraídos de las mediciones realizadas en campo, las cuales son:

- Medición de fractura con dirección y buzamiento 283/79º S.
- Fracturas con venas de calcita con dirección y buzamiento 270º/75º S.
- Grupo de fracturas netas con las siguientes direcciones y buzamientos: 222/80º NW, 222/72º NW, 240/90º, 260/90º, 359/82º E, 250/80º S, 240/83º S, 270/85º S, 187/58º E.

En el trabajo de campo se ha reconocido una caliza oolítica y pisolítica de escasa potencia entorno a 2 metros. La estratificación de las capas presenta un buzamiento entorno a 35º hacia el norte y dirección E-W.

Las fallas medidas en campo (fracturación), aparecen en algunos casos rellenas con coloraciones rojizas debido a la infiltración a través de las juntas de estratificación y diaclasas. El relleno suele ser de tipo brechoide de la roca matriz frecuentemente calcáreo y depósitos de calcita cristalizada.

1.5.5.2.- Clasificación geomecánica del macizo rocoso.

Se pretende en el presente epígrafe, realizar una valoración previa de las características del macizo rocoso, en base a los métodos teóricos existentes. Los datos finales obtenidos en los apartados que se continúan serán filtrados y ajustados a través de su comparativa con los obtenidos en programas específicos de caracterización y estabilidad de taludes de macizos rocosos.

El comportamiento del macizo rocoso depende de las características de las discontinuidades (diaclasas y rellenos de las fracturas) que presenta, así como de la litología de la matriz de la roca y su historia evolutiva ya conocida. El conocimiento de estas características constituye

el paso previo en el análisis del talud y de las medidas a tomar para controlar la estabilidad del mismo.

En este caso, las discontinuidades encontradas en el macizo rocoso son los factores de mayor importancia para definir la estabilidad del mismo, puesto que la calidad de la roca en sí es buena, tal y como se describe en los siguientes apartados.

1.5.5.2.1.- Propiedades identificativas de las Rocas.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA.

La caliza observada en el frente de la cantera es una caliza micrítica, con tamaño de grano fino, con bandas oolíticas y pisolíticas, de textura masiva y muy pura.

Se engloba dentro del conjunto de rocas sedimentarias no detríticas, clase carbonatada.

COLOR.

Destaca su color blanco tirando a rojizo, observando venas de calcita recristalizada en tonos rosados (esparita). Estos depósitos de calcita pueden llegar a poseer hasta varios centímetros de grosor y aparecen rellenando grietas tectónicas o estratigráficas.

GRADO DE METEORIZACIÓN.

En un proceso natural de disolución química, el agua sobre la roca tiende a disolver el carbonato y precipitarlo posteriormente. Esto da lugar a la recristalización de la calcita anteriormente mencionada.

En base al siguiente cuadro, se catalogará la meteorización de la roca objeto de estudio basándonos en los signos de degradación que presenta.

GRADO	DENOMINACIÓN	% DESCOMPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN
I A	Fresca	-	Sin signos de meteorización.
I B	Fresca	-	Ligera decoloración.
II	Algo meteorizada	< 10 %	Decoloración general.
III	Bastante meteorizada	10 - 50 %	Zonas de roca descompuestas aisladas.

IV	**Muy meteorizada**	**50 - 90 %**	**Descomposición general de la roca.**
V	**Completamente meteorizada**	**> 90 %**	**Toda la roca está descompuesta, pero se ve la estructura general**
VI	**Suelo residual**	**100 %**	**Toda la roca está descompuesta. No hay estructura.**

Cuadro 38.- Grado de meteorización.

La inspección visual y el trabajo de campo han puesto de manifiesto que la roca objeto de estudio se encuentra bastante meteorizada en zonas localizadas, con un porcentaje de descomposición entre el 10-50%. Aunque se puede considerar que sus valores estarían más próximos al límite inferior que al superior.

EXCAVABILIDAD.

Cualitativamente se consideran tres niveles de materiales respecto a su excavabilidad, como son las tierras, de tránsito y rocas no excavables.

Los métodos sísmicos nos suministran información genérica relativa a la excavabilidad, en tanto que la velocidad de las ondas sísmicas es función de la densidad y módulos de deformación de las rocas y suelos. Según López y Marinas, J. M. 1993, las calizas poseen una velocidad sísmica que oscila entre los 4.000 - 5.000 m/s, con un módulo elástico de entre 200.000-300.000 Kg/cm^2.

Según Ortiz Moreno, J.A. 1 992, desde el punto de vista de la excavación, los materiales se pueden clasificar en las siguientes categorías:

CATEGORÍA	VELOCIDAD SÍSMICA (m/s)	MEDIO DE EXCAVACIÓN
TIERRAS	**< 1000**	**Bulldozer**
TRÁNSITO	**1000 a 2500**	**Ripper**
ROCAS	**> 2500**	**Explosivos**

Cuadro 39.- Clasificación de los materiales, por su medio de excavación.

Según ensayos realizados por P. Ortiz, E. Mayoral, M.A. Guerrero y E. Galán, en su artículo “ Caracterización petrográfica y geoquímica de las calizas de la Sierra de Estepa (Sevilla) y evaluación de la calidad técnica como materiales de construcción” sobre muestras en la cantera se obtiene

una velocidad US entre 2.775-3.195 m/s para las calizas micríticas, mientras que este valor oscila entre los 2.410-3.572 m/s para el caso de las oncolíticas de grano fino.

1.5.5.2.2.- Propiedades de estado.

DENSIDAD.

Definida como la masa por unidad de volumen, en el caso de las rocas sedimentarias, en concreto las calizas y dolomías, ésta se encuentra, según Turchaninov et. Al, 1979, entre 2,68-2,87 g/cm^3. El estudio anteriormente citado corrobora este dato dando una densidad de entre 2,67-2,79 g/cm^3 para las micríticas y 2,67-2,82 g/cm^3 para el caso de las oncolíticas de grano fino.

POROSIDAD.

Definida como la relación entre el volumen de huecos y el volumen total de la muestra, en el caso de la caliza micrítica se encuentra entre 0,78 y 5,19% y para el caso de la oncolítica de grano fino entre 2,71 y 10,32%.

ABSORCIÓN DE AGUA.

La cantidad de agua absorbida por un fragmento rocoso influye directamente en su resistencia. Las calizas objeto de estudio presentan un intervalo entre 0,2 - 7,5 %.

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD.

Ensayo de compresión simple. Aplicando tensiones en las tres direcciones principales y anulando una de ellas se obtiene en laboratorio valores, que para nuestro caso es de 1.000,00 Kg/cm^2 para las calizas micríticas y 948,50 Kg/cm^2 para las oncolíticas de grano fino.

1.5.5.2.3.- Características del macizo rocoso.

Los estudios previos necesarios para realizar el diseño geotécnico de un talud implican, en una primera etapa, una caracterización del macizo rocoso objeto de la excavación, a partir de:

- Los sistemas de juntas y discontinuidades.
- La relación de éstos y la orientación de los frentes de explotación con los posibles planos de rotura.

- Los parámetros resistentes de las juntas, las características y propiedades de sus superficies, así como los materiales que la rellenan.
- Las propiedades geomecánicas de la matriz rocosa.
- Las características hidrogeológicas y las presiones de agua en juntas y fracturas.
- Efecto de las vibraciones producidas por las voladuras sobre los macizos residuales.

DETERMINACIÓN DEL RQD O ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA.

Hoy en día para obtener el índice de calidad de la roca estudiada existen varias correlaciones empíricas entre el RQD (Rock Quality Designation) y otros parámetros más fácilmente de obtener en el campo. En nuestro caso lo calculamos en función del número de fisuras, por metro cúbico. La expresión es la siguiente:

- RQD = 115 - 3,3 · Jv
    - Jv es el índice volumétrico, número de juntas por metro cúbico.
        - Jv = Σ 1 / Si, Si es el espaciamiento medio entre las juntas.

Ecuación 5.- Índice RQD.

Las dos familias principales poseen una separación de S1 = 0,2 y S2 = 0,5. Con estos valores obtenemos

- Jv = 1 / 0,2 + 1 / 0,5 = 5 + 2 = 7

Por consiguiente:

- RQD = 115 - 3,3 · 7 = 115 - 23,1 = 91,9%

DISCONTINUIDADES.

Cualquier junta o plano de debilidad existente en el macizo, se considera una discontinuidad, como pueden ser las fallas, diaclasas, planos de estratificación y de esquistosidad,...

En cuanto al estado de las paredes, rugosidad de la superficie, su continuidad, presencia de rellenos, se observa como una generalidad en la zona, la existencia de espejos de falla o con rellenos de espesores inferiores a 5 mm o bien abiertas.

También son frecuentes las diaclasas discontinuas.

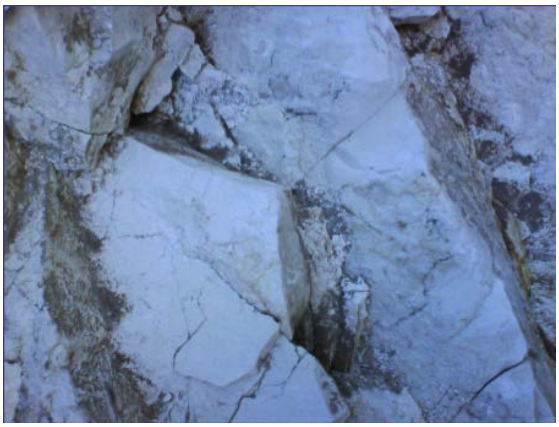


Figura 172.- Detalles de la pared de banco inferior.

CONDICIÓN DE LAS JUNTAS.

En el cuadro siguiente vemos la clasificación recomendada por el ISMR (Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas) con una

modificación introducida por Bieniawski, en la que se hace referencia a la condición general del macizo rocoso.

CALIFICATIVO		
GENERAL	**DE DETALLE**	**APERTURA**
Juntas cerradas	**Muy cerradas Parcialmente abiertas**	**< 0,1 mm 0,1 a 0,25 mm 0,25 a 0,50 mm**
Macizo rocoso agrietado	**Abiertas Bastante abiertas Apertura amplia**	**0,50 a 2,5 mm 2,5 a 10 mm > 1 cm**
Juntas abiertas	**Apertura muy amplia Apertura especialmente amplia Estructura hueca**	**1 a 10 cm 10 a 100 cm > 1 m**

Cuadro 40.- Clasificación de la condición general del macizo rocoso.

El área objeto de estudio es el de un macizo rocoso agrietado, con diaclasas abiertas a bastante abiertas, entre 1 y 5 mm.

RUGOSIDAD DE LOS BORDES.

Rugosidad	DESCRIPCIÓN DE LOS BORDES DE LAS JUNTAS
Muy rugoso	**Hay arrugas y escalones verticales en los bordes**
Rugoso	**Hay algunas arrugas y asperezas y los bordes se sienten ásperos al tacto**
suave	**No hay asperezas y los bordes se sienten suaves**
Espejo de falla	**Hay señales de pulido en los bordes**

Cuadro 41.- Rugosidad.

Las diaclasas detectadas en el área de estudio, según los datos tomados en campo, ha puesto de manifiesto la existencia de bordes pulidos a modo de espejo de falla.

SEPARACIÓN.

Definimos como separación a la distancia entre los bordes de la junta, lo vemos en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	SEPARACIÓN mm	APRECIACIÓN EN CAMPO

Cerradas	**<0.1**	**Distancia mínima que aprecia el ojo humano**
Algo abiertas	**0.1-1**	**Los bordes se ponen en contacto con un pequeño deslizamiento**
Abiertas	**1-5**	**Los bordes se ponen en contacto con un desplazamiento apreciable**
Muy abiertas	**>5**	**Los bordes se ponen en contacto con un gran desplazamiento**

Cuadro 42.- Separación de las Juntas.

En este apartado debemos hacer una media en la medida de las separaciones de las 2 familias de fracturas antes mencionadas. El trabajo de campo puso de manifiesto la presencia de fracturas abiertas con una separación entre 1 y 5 mm, tal y como ya se ha expuesto. Por tanto los bordes se ponen en contacto con un desplazamiento apreciable.

PERSISTENCIA / CONTINUIDAD.

Según el ISMR podemos hacer 3 distinciones en la clasificación de las juntas, aunque en la práctica, en el RMR solo se utilizarán las dos extremas.

- Persistentes. Continuas.
- Subpersistentes. No continuas pero varias juntas se pueden unir para formar una superficie de rotura.
- No persistentes. No continúas.

Los datos obtenidos en campo demuestran que se trata de fracturas persistentes y continuas para las dos grandes familias, observándose un conjunto de fracturas de menor entidad no persistentes y no continuas.

FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS.

Para taludes vamos a utilizar una clasificación adaptada de una general recomendada por el ISMR.

- CLASE 1: No hay posibilidad de flujos de agua.
- CLASE 2: No hay signos de agua.
- CLASE 3: Signos de haber flujos de agua (manchas de óxido).
- CLASE 4: Humectaciones.
- CLASE 5: Filtraciones.
- CLASE 6: Flujo continuo de agua.

La descripción y estudio del macizo nos hace clasificarlo dentro de la clase 5 del cuadro adjunto, puesto que se observan zonas aisladas en dónde se producen filtraciones.

PROBLEMAS HIDROGEOLÓGICOS PREVISIBLES.

Respecto a las aguas de lluvia, puesto que la cantera se encuentra en la ladera Este de la Sierra de la Cruz, tal y como se observa en la imagen inferior, la escorrentía superficial llega hasta la misma desde las zonas de mayor altitud.

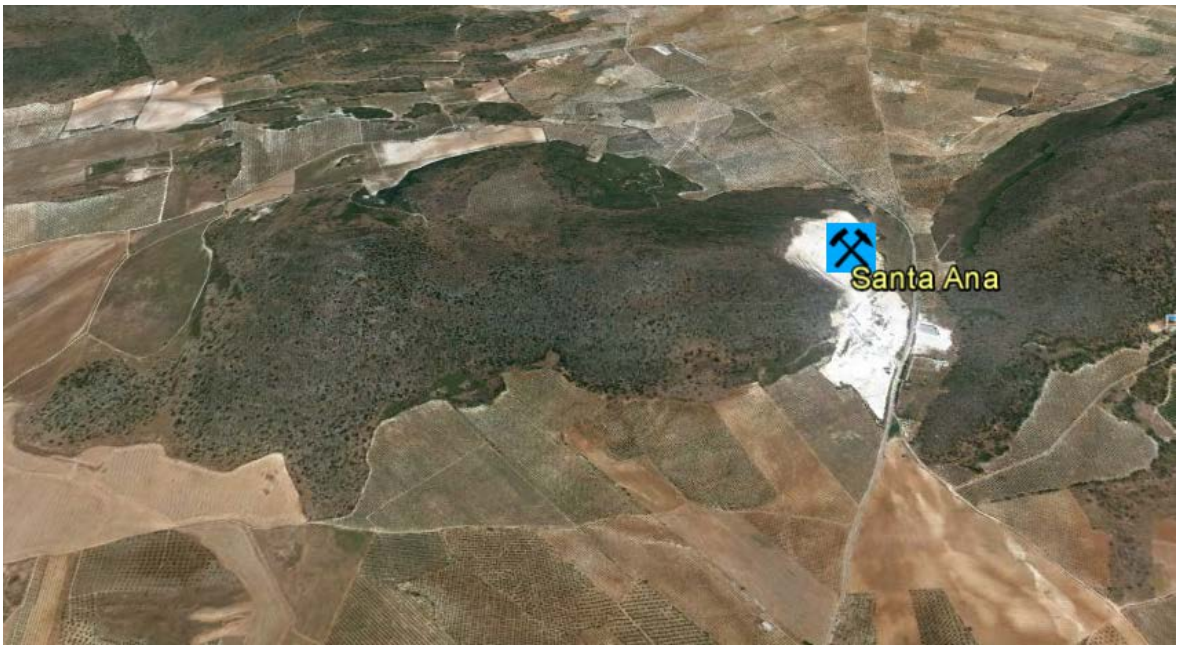


Figura 173.- Ubicación de la explotación Este de la Sierra de la Cruz. Fotografía orientada al Norte.

Figura 174.- Ubicación de la explotación Este de la Sierra de la Cruz. Fotografía orientada al Oeste.

En la figura anterior queda gráficamente claro que recoge las escorrentías de la zona superior de la Sierra de la Cruz.

Este agua de lluvia se hace evidente al alterar la estabilidad, facilitando el movimiento de masas rocosas en distintos puntos de la corta actual, siendo en unas zonas más dañinas que en otras. A través de las abundantes discontinuidades estructurales, y a veces ayudada por los efectos del uso de explosivo, el agua actúa como “lubricante” facilitando y acelerando el movimiento de bloques. El agua arrastra la capa de suelo

situada en las zonas más altas que actúa como recubrimiento de las calizas, erosionando y meteorizando las paredes para posteriormente acumularse en los bancos de explotación.

El efecto producido es disolución química, el agua sobre la roca tiende a disolver el carbonato y precipitarlo posteriormente. Esto da lugar a la recristalización de la calcita.

Tal y como se observa en las siguientes imágenes, existe una zona localizada en donde tras lluvias intensas el agua atraviesa los bancos de explotación diluyendo la roca para posteriormente recristalizar metros más abajo, a la vez que arrastra material de montera situado en las zonas altas.

Figura 175.- Efectos de las escorrentías sobre los frentes.

Respecto a las aguas subterráneas, la cota de la plaza de cantera se encuentra en la actualidad en la cota 555 metros, muy por encima de la cota piezométrica actual, tal y como ya se ha expuesto en el apartado correspondiente a hidrogeología, por lo que no supone ningún riesgo en este sentido.

COHESIÓN Y ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO.

Como ángulo efectivo de rozamiento interno del macizo se forma, según datos de Jiménez Salas para rocas calizas, el valor $\phi = 42°$.

En lo que respecta al valor de la cohesión, se toma como referencia los correspondientes a suelos y rocas no alteradas según la siguiente tabla (Roberston 1.971).

MATERIALES	C (kg/cm^2)
Tierra muy blanda o material muy	0,017
Tierra blanda o material suelo	0,034
Tierra o material firme	0,088
Material o tierra compactados	0,220
Material o tierra muy compactados	0,780
Roca muy blanda	1,700
Roca Blanda	5,600
Roca dura	17,00
Roca muy dura	56,00
Roca durísima	100,00

Cuadro 43.- Valor medio de la cohesión, según Robertson (1.971).

La cohesión media de caliza existente en el macizo rocoso objeto de estudio se obtiene del valor medio entre muy dura y dura, dándole a ésta última mayor peso:

- Cm = (1,7+ 5,6)/2 = 3,65 Kg/cm2 = 36,5 T/m2.

1.5.5.2.4.- Clasificación del macizo rocoso.

Lo que se expone a continuación es una clasificación geomecánica del macizo rocoso, éstas clasificaciones son un tanto subjetivas puesto que están basadas en la experiencia, y en realidad más que una clasificación lo que se realiza es una valoración del macizo.

De todas las clasificaciones existentes se han utilizado las dos de mayor aplicación en la práctica, las cuales tienen una utilización directa en taludes, que son:

- Índice de calidad de Barton (Q; Barton et al, 1.974).
- Rock Mass Rating (RMR; Bieniawski, 1.979).

La razón de realizar la clasificación mediante dos métodos diferentes es debido a que así se pueden comparar los datos obtenidos y tener una mayor fiabilidad en la valoración obtenida. Para esta valoración se ha tomado en cuenta el análisis realizado en el apartado anterior.

ÍNDICE DE CALIDAD Q DE BARTON.

El índice de calidad Q propuesto se basa en la evaluación numérica de seis parámetros que se combinan entre sí a través de la expresión:

- $Q = (RQD/Jn)\cdot(Jr/Ja)\cdot(Jw/SRF)$.

Ecuación 6.- Índice de Barton.

El primer factor es el RQD (Del que obtuvimos su valor en epígrafes anteriores, 91,9%) y expresa la densidad lineal del diaclasado y su valoración puede variar de 3 a 20, tomando para nuestro caso el valor de **20**.

El segundo parámetro, J_n, es el índice de diaclasado, que expresa el grado de fracturación y se clasifica según la siguiente tabla:

NUMERO DE SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES		
DESCRIPCIÓN	**J_n**	**NOTAS**
A. Masivo sin o con pocas discontinuidades	**0.5- 1.0**	**Para cruces en túneles utilizar 3 x j_n Para portales utilizar 2 x j_n**
B. Un sistema de discontinuidades	**2**	
C. Un sistema de discontinuidades más una aislada	**3**	
D. Dos sistemas de	**4**	
E. Dos sistemas de discontinuidades más una aislada	**6**	
F. Tres sistemas de discontinuidades	**9**	
G. Tres sistemas de discontinuidades más una aislada	**12**	
H. Cuatro o más sistemas de discontinuidades, fisuración intensa, etc.	**15**	
J. Tierra triturada, terregal	**20**	

Cuadro 44.- Índice de diaclasado.

En tercer lugar nos encontramos con el índice (J_r) que analiza la rugosidad, relleno y continuidad de las juntas:

NUMERO RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES		
DESCRIPCIÓN	**Jr**	**NOTAS**
A. Discontinuidades sin continuidad	**4**	**Las descripciones están referidas a rasgos de pequeña y mediana escala. Añade 1 si el espaciamiento medio del sistema de juntas es mayor de 3 m. Jr=0,5 se puede usar para discontinuidades de fricción planas y que tengan alineaciones con la condición de que estén orientadas para resistencia mínima. La determinación de**
B. Rugosas e irregulares	**3**	
C. Suaves, corrugación suave	**2**	
D. Reliz de falla o superficie de dicción ondulada	**1.5**	
E. Rugosas o irregulares pero planas	**1.5**	
F. Lisas y planas	**1.0**	
G. Reliz de falla o superficie de fricción	**0. 5**	
H. Zona que contiene minerales arcillosos de espesor suficiente para impedir el contacto de pareces	**1.0**	
J. Zona arenosa, de gravas o roca triturada de espesor suficiente para impedir el contacto de paredes	**1.0**	

Cuadro 45.- Índice de rugosidad, relleno y continuidad de las juntas.

En cuarto lugar tenemos el índice que nos indica el grado de alteración de las juntas, J_a.

NUMERO DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DESCRIPCIÓN		J_a	□(aprox.)
Paredes discontinuidad en contacto	A. Relleno soldado, duro, inablandable, impermeable	0.75	-
	B. Paredes inalteradas, sólo con manchas de superficie	1.0	25º-35º
	C. Paredes ligeramente alteradas con recubrimiento de minerales inablandables, partículas arenosas, roca triturada sin arcilla.	2.0	25º-30º
	D. Recubrimiento limoso o areno-arcilloso, pequeñas partículas de arcilla inablandable.	3.0	20º-25º
	E. Recubrimientos ablandables o con arcilla de baja fricción como caolinita o mica. También, clorita, talco, yeso y grafito, etc. Y pequeñas cantidades de arcillas expansivas (recubrimientos de 1-2 mm de espesor o menos)	4.0	8°-16°
En contacto antes de 10 cm de cizalla	F. Partículas arenosas, roca desintegrada sin arcilla etc.	4.0	25º-30º
	G. Rellenos de minerales arcillosos muy consolidados e inablandables (continuos menor de 5mm de espesor)	6.0	16º-24º
	H. Relleno de minerales arcillosos de consolidación media baja (continuos menos de 5 mm de espesor)	8.0	12°-16°
	J. Rellenos de arcillas expansivas como montmorillonita (continuos < 5 mm de espesor). El valor j_a depende del porcentaje de partículas expansivas y del acceso del agua.	8.0-12.0	6º-12º
Rellenos de gran grosor	KLM. Zonas o bandas de roca desintegrada y arcillas (ver G, H, J para la descripción de las condiciones de las arcillas).	6, 8 ó 12	6º-24º
	N. Zonas o capas de arcilla limosa o arenosa, pequeñas fracciones de arcilla (inablandables)	5	-
	OPR. Zonas gruesas, continuas de arcilla (véase g, h y j)	10, 13 ó 13-20	6º-24º

Cuadro 46.- Grado de alteración de las Juntas.

Después nos encontramos con el coeficiente reductor por la presencia de agua, J_w.

FACTOR DE REDUCCIÓN POR EL AGUA EN LAS DISCONTINUIDADES		
DESCRIPCIÓN	**J_w**	**Pres. agua (kg/cm)**
A. Excavación seca o poca infiltración, aprox. Menos de 5 l/min localmente	**1.0**	**< 1**
B. Infiltración o presión medianas con lavado ocasional de los rellenos	**0.66**	**1 - 2.5**
C. Gran infiltración o presión alta en roca competente con junta sin relleno	**0.50**	**2.5-10**
D. Gran infiltración o presión alta, lavado importante de los rellenos	**0.33**	**2.5-10**
E. Infiltración o presión excepcionalmente altas con las voladuras, disminuyendo con el tiempo	**0.2 - 0.1**	**> 10**
F. Infiltración o presión excepcionalmente alta en todo momento	**0.1 - 0.05**	**> 10**

Cuadro 47.- Coeficiente reductor por la presencia de agua.

Y por último tenemos el SRF (Stress Reduction Factor), que es el coeficiente que tiene en cuenta la influencia del estado tensional sobre el macizo rocoso:

FACTOR DE REDUCCIÓN DE ESFUERZOS		
DESCRIPCIÓN	**SRF**	**NOTAS**
A Múltiples zonas de debilidad que contengan arcilla o roca químicamente desintegrada, roca circundante muy suelta (cualquier profundidad;	**10.0**	
B. Zonas de debilidad aisladas que contengan arcilla o roca químicamente desintegrada (profundidad de excavación < 50 m)	**5.0**	**1.- Redúzcanse estos valores de SRF de 25-50% si la zona de fracturas solo interesa pero no cruza la excavación**
C. Zonas de debilidad aisladas que contengan arcilla o roca químicamente desintegrada (profundidad de excavación > 50 m)	**2.5**	
D. Múltiples zonas de fractura en roca competente sin arcilla, roca circundante suelta (cualquier profundidad)	**7.5**	
E. Zonas de fractura aisladas en roca competente sin arcilla, roca circundante suelta (profundidad de excavación < 50 m)	**5.0**	

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

F. Zonas de fractura aisladas en roca competente sin arcilla, roca circundante suelta (profundidad de excavación > 50 m)	2.5	2.- Hay pocos casos documentados donde el techo abajo de la superficie sea menor que el ancho del claro, se sugiere que el SRF sea aumentado de 2.5 *a 5 para* estos casos (véase H)
G. Discontinuidades abiertas sueltas, fisuración intensa (cualquier profundidad)	5.0	
H. Esfuerzo bajo, cerca de la superficie	2.5	
J. Esfuerzo mediano	1. 0	
K. Esfuerzo grande, estructura muy cerrada (generalmente favorable para la estabilidad, puede ser desfavorable para la estabilidad de las tablas)	0.5-2	
L. Desprendido moderado de la roca (roca masiva)	5- 50	
M. Desprendido de la roca (roca masiva) tras pocos minutos	50 - 200	
N. Intensa explosión de rocas y deformaciones dinámicas inmediatas en rocas masivas	200 400	
O. Presiones compresivas moderadas	5- 10	
P. Presiones compresivas altas	10- 20	
R. Presiones expansivas moderadas	5- 10	
S. Presiones expansivas altas	10- 15	

Cuadro 48.- Coeficiente SRF.

Con todo lo expuesto anteriormente obtenemos el valor de Q:

$$Q = \left(\frac{20}{6}\right) \cdot \left(\frac{1}{1}\right) \cdot \left(\frac{0,66}{0,50}\right) = 4,4$$

El índice Q es muy sensible a las variaciones de calidad, variando entre 0,001 y 1.000. En función de este índice podemos diferenciar nueve categorías distintas de calidad, incluidas dentro de tres categorías principales. Nuestro macizo se encuentra en la categoría 2 y clasificado como media.

Q	GRUPO	CLASIFICACIÓN
400-1.000	1	Excepcionalmente buena
100-400		Extremadamente buena
100-40		Muy buena
40-10		Buena

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras. Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

10-4		**Media**
1-4	**2**	**Pobre**
0,1-1		**Muy pobre**
0,01-0,1	**3**	**Extremadamente pobre**
0,001-0,01		**Excepcionalmente pobre**

Cuadro 49.- Tabla Índice de calidad Q de Barton.

ROCK MASS RATING (RMR; BIENIAWSKI, 1.979).

Con esta clasificación se obtiene un índice de calidad denominado "ROCK MASS RATING" (RMR), el cual depende de:

- La resistencia de la roca matriz.
- Las condiciones de diaclasado.
- El efecto del agua.
- La posición relativa del diaclasado respecto a la excavación.

Clasificación geomecánica de Bieniawski (1979).									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga C. simple	> 100 kg/cm^2 > 2500 kg/cm^2	40 - 80 kg/cm^2 1 000-2500	20 - 40 kg/cm^2 500-1000	10-20 kg/cm^2 250-500	Compresión simple (kg/cm^2)		
	Valoración		15	12	7	4	50 - 2	10 - 1	<10 0
2	RQD		90-100%	75-90%	50 - 75 %	25 - 50	< 25 %		
	Valoración		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		> 2m	0.6-2 m	0.2- 0.6 m	0.06-0.2 m	< 0.006 m		
	Valoración		20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas. Discontinuas Sin separaciones Bordes	Ligeramente rugosas Abertura < 1 mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura > 1 mm Bordes blandos	Espejos de falla con relleno < 5 mm o	Relleno blando > 5 mm o abertura > 5 mm Diaclasas discontinu		
	Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por	Nulo	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/mín	> 125 l/min		
		Relación presión	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado	Seco	Ligeramente	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
	Valoración		15	10	7	4	0		

Cuadro 50.- Clasificación geomecánica de Bienawski (1.979).

Una vez valorados los cinco parámetros se suman, obteniendo un valor de:

- RMR = 7 + 20 + 10 + 10 + 10 = **57**

Con el valor que obtenemos, nos vamos a la siguiente tabla de corrección por la orientación de las diaclasas y restamos al valor obtenido lo que corresponda en función de si estamos trabajando sobre un túnel, en cimentaciones, o como es nuestro caso, en talud.

Corrección por la orientación de las diaclasas

Dirección y buzamiento		Muy Favor.	Favor.	Media	Desfavor.	Muy desfavorabl
valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentacion	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Cuadro X.- Corrección por la orientación de las diaclasas.

Para valorar la orientación de las diaclasas tenemos la siguiente tabla:

Excav. con buzamiento		Excav. contra buzamiento		Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Buz. 45-90	Buz. 20-45	Buz. 45-90	Buz. 20-45	Buz. 45 - 90	Buz. 20-	Desfavorable
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	

Cuadro 51.- Valoración de la orientación de las diaclasas.

Si al valor obtenido anteriormente (57), le restamos 0, obtenemos una valoración de **57**, con lo que obtenemos un talud de clase III, de calidad media, tal como se puede ver en la siguiente tabla.

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy	Buena	Media	Mala	Muy mala
Valoración	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20
Tiempo mantenimiento y longitud	10 años con 5 m devano	6 meses con 8 m de vano	1 semana con 5 m de vano	10 h con 2.5 m de vano	30 min con 1 m de vano
Cohesión (kg/cm^2)	>4	3-4	2-3	1-2	<1
Ángulo de rozamiento	>45°	35º-45º	25° - 35°	15-25°	15°

Cuadro 56.- Coeficiente de Calidad RMR.

Hay que considerar que estas clasificaciones son teóricas, por lo que una vez que hemos caracterizado el talud, obteniendo una clasificación del mismo como un **talud de clase III y calidad media**, nos vamos a centrar en analizar empíricamente la estabilidad de los mismos.

1.5.5.3.- Geometría de la explotación.

En la siguiente figura se presenta la situación final de la explotación, como se puede ver el banco W, cuya dirección es N350ºS e inclinación 67ºE, es el de mayor altura, y por lo tanto sobre el que se van a realizar los cálculos de estabilidad, sobre el perfil final que presente mayor altura.

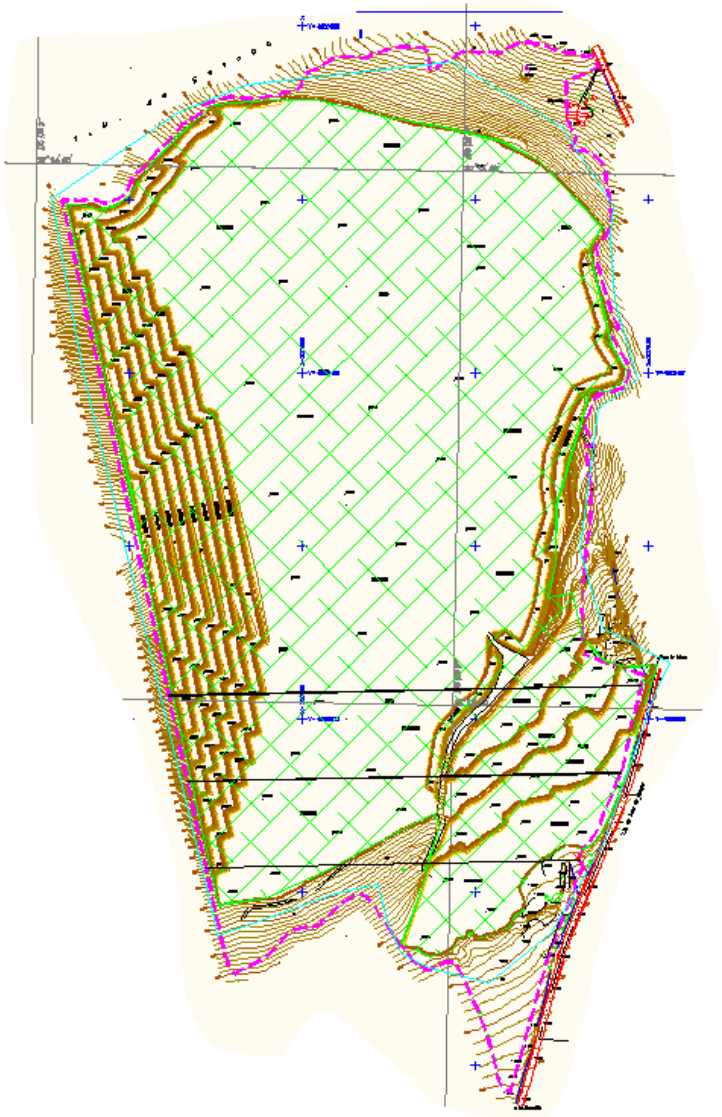


Figura 176.- Situación final de la explotación.

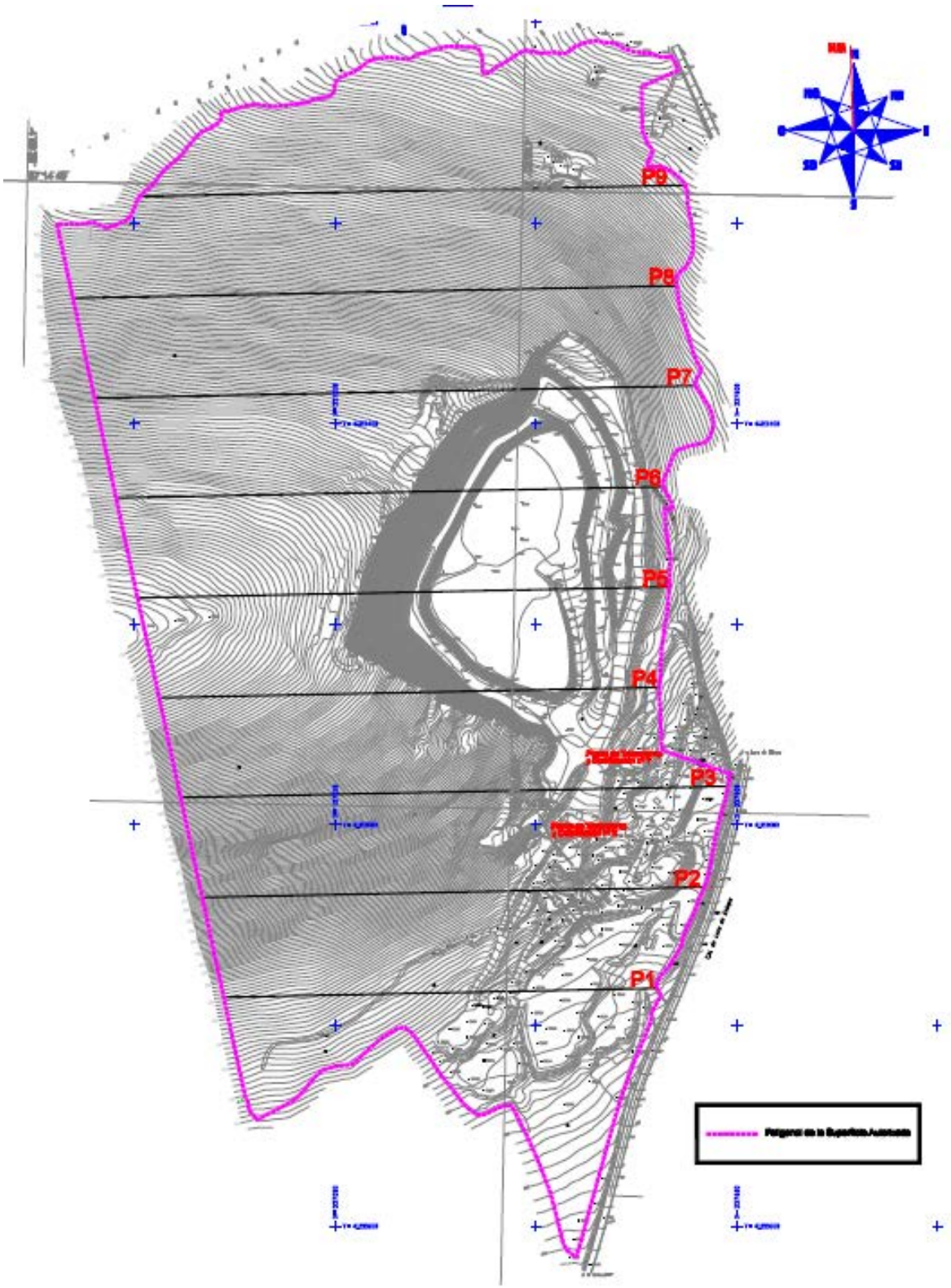


Figura 177.- Situación de los Perfiles sobre proyección horizontal de la explotación.

Como se puede ver en los planos 23.1 y 23.2, los cuales se muestran en sendas figuras a continuación, los perfiles más desfavorables son los 4, 5 y 6.

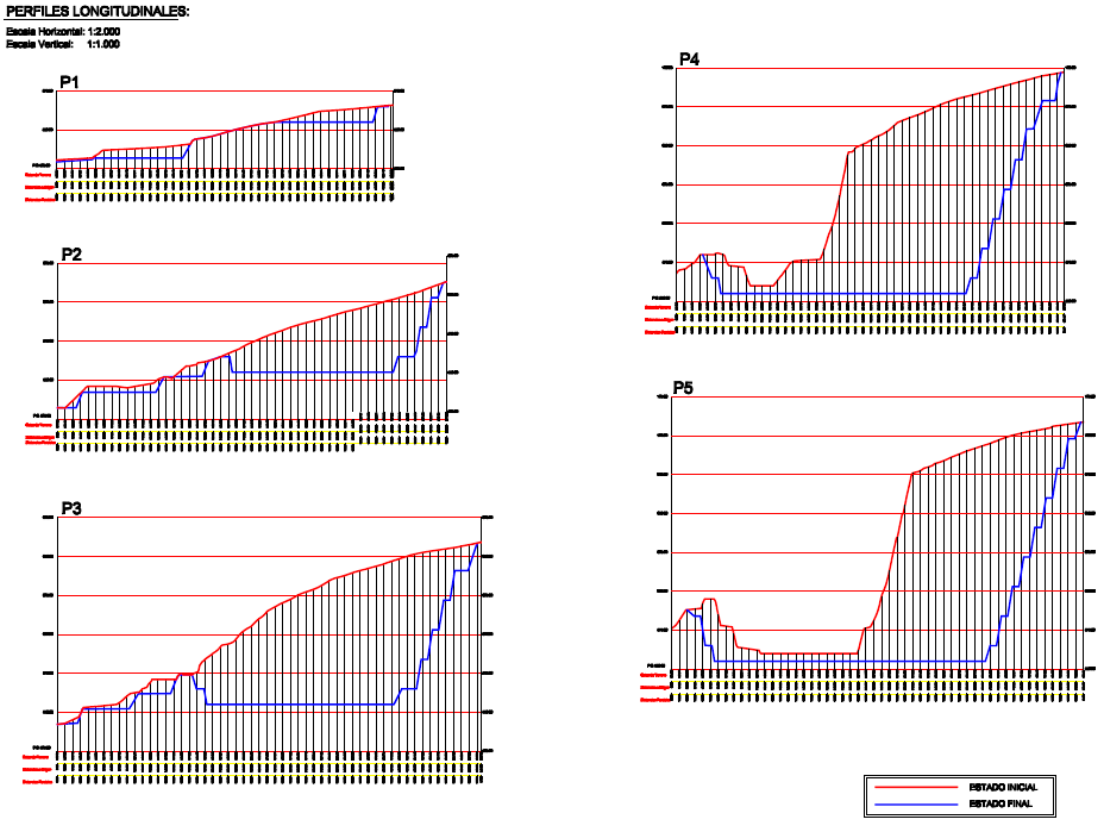


Figura 178.- Plano 23.1. Situación de los Perfiles 1 a 5.

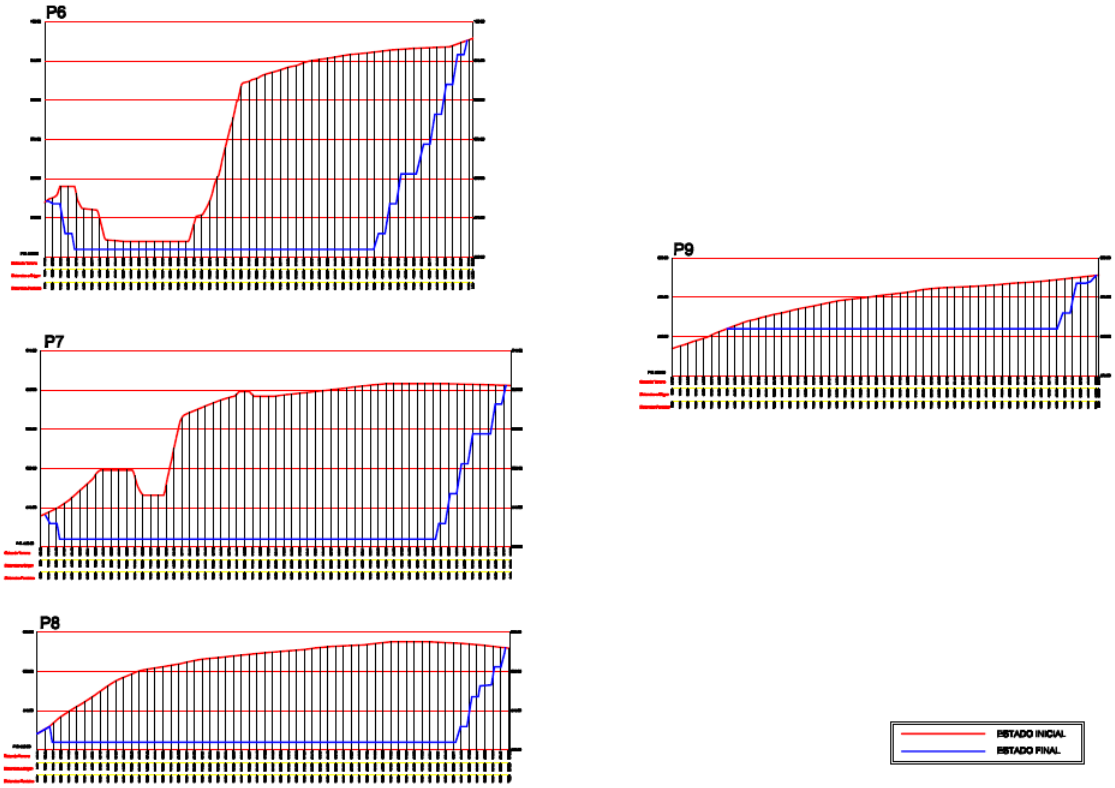


Figura 179.- Plano 23.1. Situación de los Perfiles 1 a 5.

Como se ha dicho en el párrafo anterior y a la vista de las figuras anteriores, los planos más desfavorables desde el punto de vista de la

seguridad son el 4, 5 y 6, tanto en su situación original como en la final, a continuación se acotan sus dimensiones.

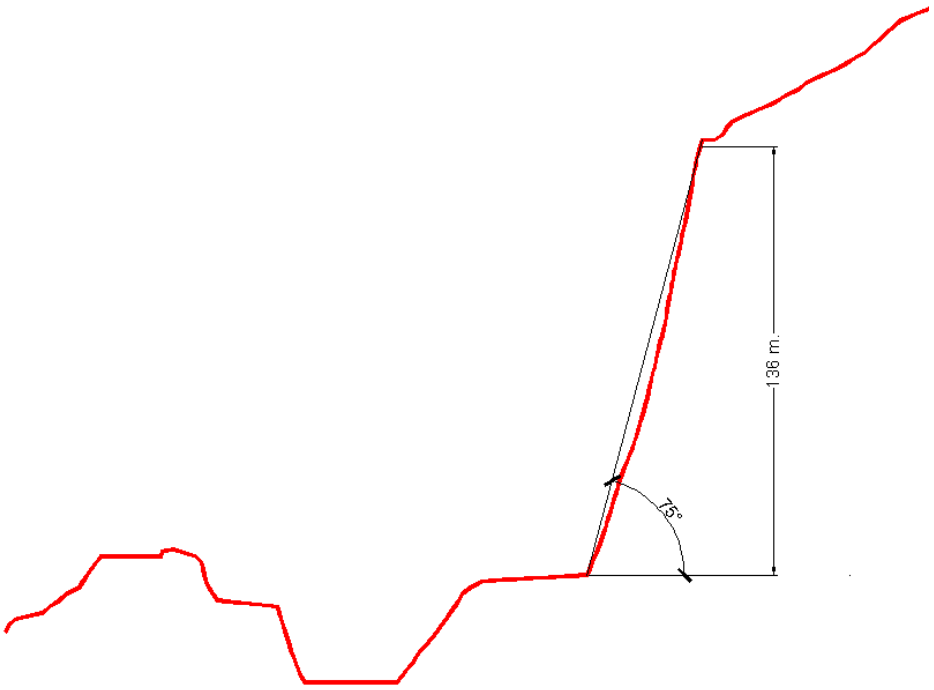


Figura 180.- Acotaciones del Perfil Actual Nº4.

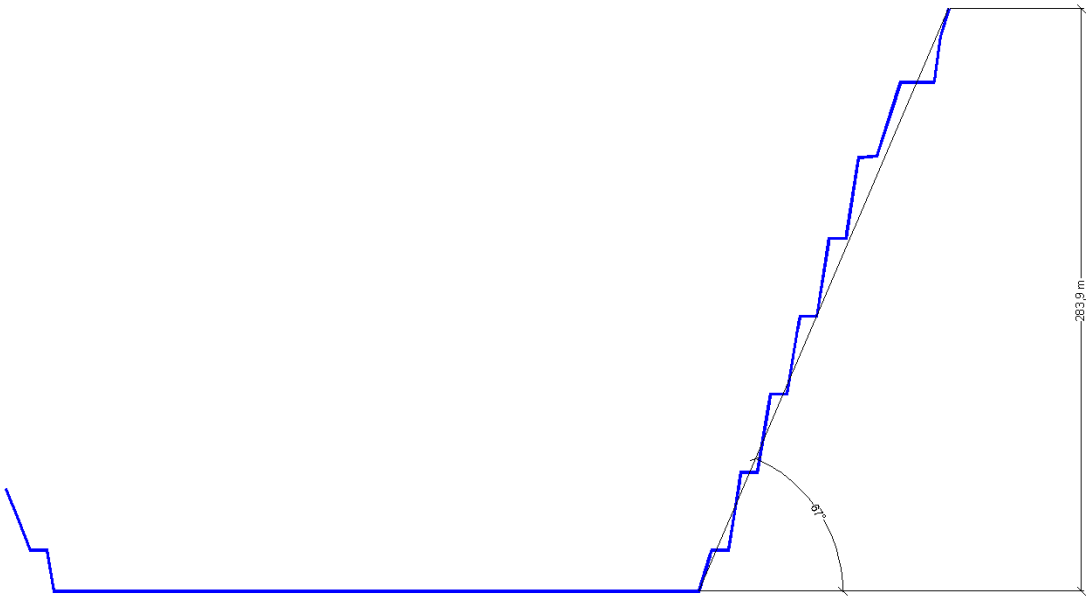


Figura 181.- Acotaciones del Perfil Definitivo Nº4

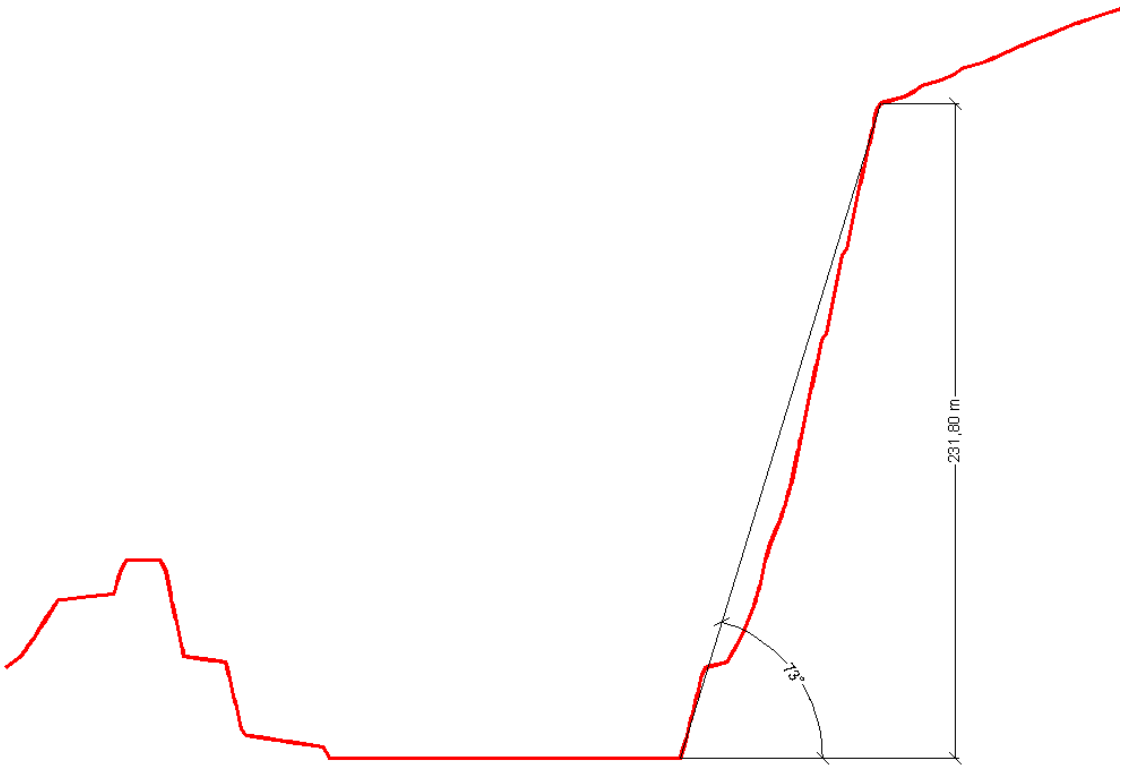


Figura 182.- Acotaciones Perfil Actual Nº5.

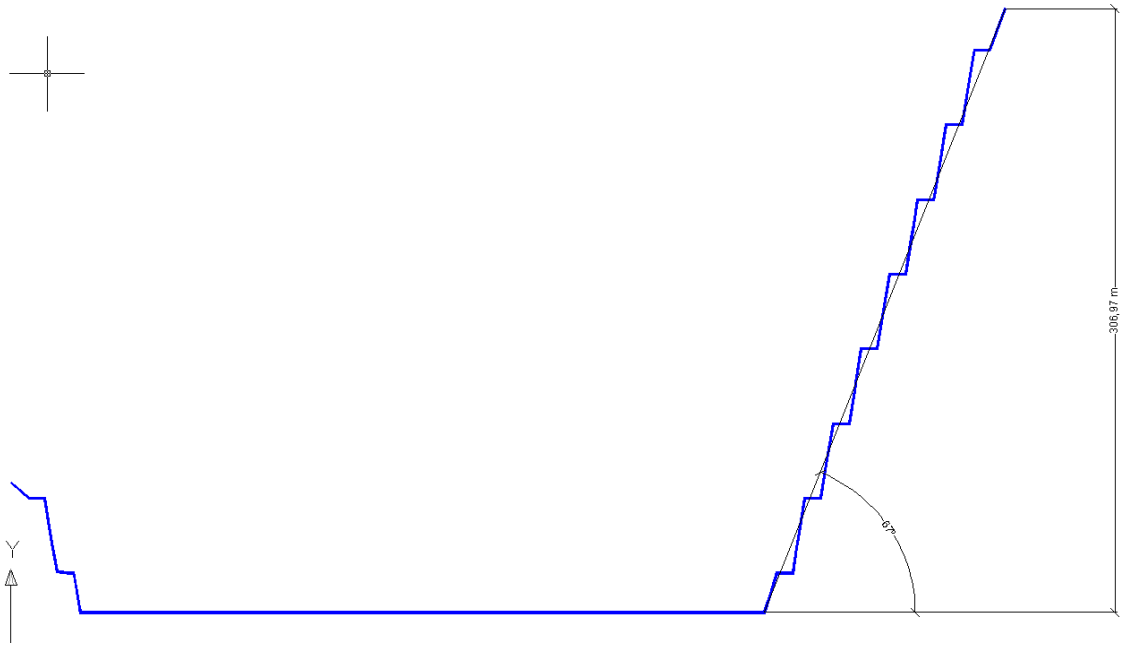


Figura 183.- Acotaciones Perfil Definitivo Nº5.

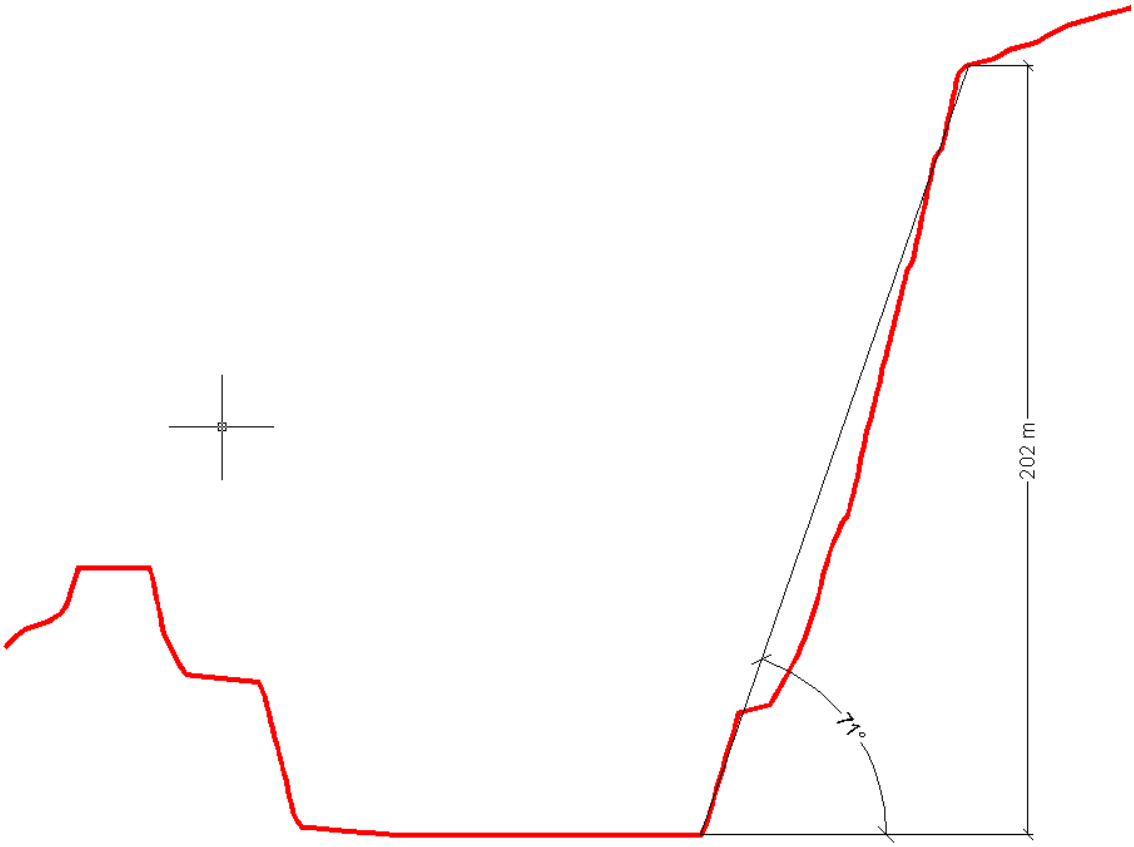


Figura 184.- Acotaciones Perfil Original Nº6.

Figura 185.- Acotaciones Perfil Definitivo Nº6.

Se resumen, en la tabla que se continúa, las características geométricas de los perfiles más desfavorables.

Nº Perfil	Perfiles Actuales		Perfiles Definitivos	
	Talud (º)	Cota (m)	Talud (º)	Cota (m)
Nº 4	75	136,00	67	283,90
Nº 5	73	231,80	68	306,97
Nº 6	71	202,00	67	265,99

Cuadro 57.- Geometría de los perfiles más desfavorables.

Tras su caracterización se deduce que los perfiles actuales más desfavorables son:

- Perfil Actual Nº4, por su inclinación de 75º.
- Perfil Actual Nº5, por su altura de 231,80 metros.

Igualmente el perfil definitivo más desfavorable, ya que todos tienen la misma inclinación final prevista, es el siguiente:

- Perfil Final Nº5, por su altura de 306,97 metros e inclinación de 68º.

1.5.5.4.- Determinación de los parámetros resistentes y geométricos.

1.5.5.4.1.- Parámetros resistentes obtenidos según la Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso.

Los parámetros resistentes que se pueden obtener a través de la clasificación teórica del macizo rocoso, según apartado 1.5.5.2, son los siguientes:

- Descripción Petrográfica: Caliza micrítica, con tamaño de grano fino, con bandas oolíticas y pisolíticas, de textura masiva y muy pura.
- Módulo Elástico: (200.000 – 300.000 Kg/cm2) 250.000 Kg/cm2.
- Densidad: (2,67-2,79 g/cm3) 2,6 g/cm3.
- Ensayo de compresión simple: 1.000,00 Kg/cm2.
- Cohesión: 3,65 Kg/cm2.
- Ángulo de Rozamiento Interno: 42º.

Parámetros resistentes que, entre otros, dieron lugar a una clasificación preliminar del Macizo Rocoso:

- ÍNDICE DE CALIDAD Q DE BARTON: 4,4 por lo tanto de Calidad Media.

- ROCK MASS RATING (RMR; BIENIAWSKI, 1.979): 57, por lo tanto de Calidad Media.

1.5.5.4.2.- Estimación de las propiedades resistentes del macizo rocoso mediante ROCLAB.

Se pretende en el presente epígrafe recalcular los resultados obtenidos anteriormente a través de la Clasificación geomecánica del macizo rocoso, todo con datos tabulados, con la aplicación informática ROCLAB y así proceder a comparar los datos resistentes con los obtenidos en el apartado 1.5.5.2 “Clasificación geomecánica del macizo rocoso”, los cuales se han expuesto en el apartado inmediatamente anterior.

Previamente a la utilización de ROCLAB, exponemos su fundamento teórico para posteriormente presentar los resultados obtenidos.

FUNDAMENTO TEÓRICO.

La descripción y caracterización de macizos rocosos tiene como fin último el conocimiento de sus parámetros resistentes y deformacionales, para con ello realizar los cálculos pertinentes para el diseño de las obras de minería proyectadas.

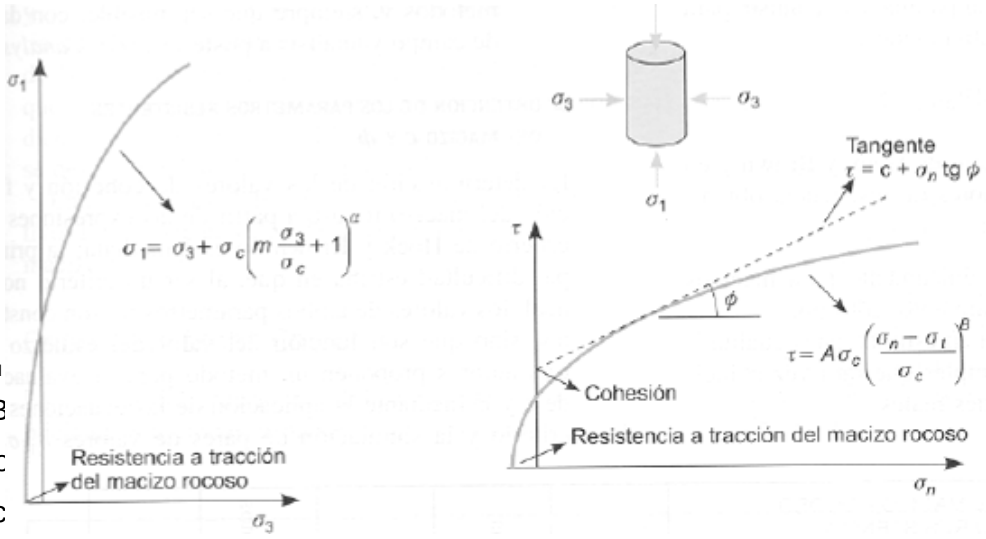
La resistencia del macizo rocoso está condicionada por la resistencia de la matriz rocosa y la de las discontinuidades. Según el grado de fracturación del macizo, su comportamiento y propiedades resistentes quedarán definidas por:

- La resistencia de la matriz rocosa (isótropa o anisótropa).
- La resistencia al corte de una familia de discontinuidades
- La resistencia al corte de 2 ó 3 familias de discontinuidades (siempre que sean representativas en el macizo).
- La resistencia global de un sistema de bloques rocosos con comportamiento isótropo.

La resistencia del macizo rocoso puede evaluarse en términos del máximo esfuerzo (σ_1) que puede soportar para unas determinadas condiciones, y/o en términos de sus propiedades resistentes, c y φ, parámetros que habitualmente se necesitan para los cálculos de los proyectos de las obras de minería.

La deformabilidad de un macizo rocoso viene dada por las relaciones entre los esfuerzos aplicados y las deformaciones producidas, es decir, por el módulo de deformación (E).

Para macizos rocosos isótropos, muy fracturados, se utiliza un criterio de rotura no lineal (a diferencia del criterio de rotura de Mohr-Coulomb) en el que el ángulo de rozamiento interno y la relación entre esfuerzo máximo y mínimo no es constante, si no que varía con el estado de tensiones, tal como se puede ver en la siguiente figura.



Figu 2)

B own, desarrc ación empíric meno del debilitamiento de la roca.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m\sigma_c\sigma_3 + s\sigma_c^2}$$

Ecuación 7.- Esfuerzos principales, según Hoek y Brown.

Donde:

- σ1= Esfuerzo Principal mayor en el debilitamiento.
- σ3= Esfuerzo principal menor aplicado a la muestra.
- σc=Resistencia Compresiva de la roca inalterada.
- m y s son constantes que dependen de las propiedades de la roca y el grado de su fracturación antes de ser sometida a los esfuerzos σ1 y σ3. Estos valores se obtienen del índice geológico de resistencia GSI.

En función a este criterio de rotura de Hoek y Brown se determina las propiedades mecánicas del macizo rocoso:

- Modulo de Deformación “In-situ”, del Macizo Rocoso:
- Emr = 1,75 R MR – 85 (Válida para valores de RMR superiores a 48, en GPa).
- Cohesión y Angulo de Fricción del Macizo Rocoso: Los parámetros de Cohesión y Angulo de fricción del macizo Rocoso,

se transcribe de la tabla de Clasificación Geomecánica de Bieniawski (Cohesión y Øi de Rock Mechanic´s Desing in Mining And Tunneling By Z.T. Bieniawski – 1984).

- Densidad de macizo Rocoso: Para determinar la densidad del macizo Rocoso, se aplica la siguiente fórmula matemática:
- γmr = (RMR x 0.002 + 0.8) x Dr, donde:
- γmr = Densidad del macizo Rocoso.
- Dr = Densidad de la roca intacta.

Hoek and Brown (1988) sugirieron que estas constantes podrían ser estimadas a partir de la versión de 1976 de la Valoración del Macizo Rocoso (RMR) de Bieniawski, asumiendo condiciones completamente secas y orientaciones muy favorables de las discontinuidades.

Mientras que este procedimiento es aceptable para macizos rocosos con valores de RMR de más de 25, este no es aplicable para macizos rocosos de mala calidad, donde el valor mínimo que se determina del RMR es de 18.

A fin de superar esta limitación, se introduce un nuevo índice llamado Índice de resistencia Geológica (GSI). Los valores del GSI varían desde cerca de 10, para macizos rocosos extremadamente malas, hasta 100, para la roca intacta.

Las relaciones entre m/mi, s y a y el Índice de resistencia Geológica (GSI) son como siguen:

- Para GSI > 25 (Macizo Rocoso de buena a media calidad), α= 0,5

$$m / m_1 = \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9}\right)$$

- Para GSI < 25 (Macizo Rocoso de mala a muy mala calidad) S = 0

$$a = 0.65 - \left(\frac{GSI}{200}\right)$$

Donde mi es el valor correspondiente a la matriz del macizo rocoso, que se obtiene en ensayos de compresión triaxial:

Tipo de roca y valor de la constante mi				
Sedimentarias clásticas	**Conglomerado**	**(22)**	**Lutita**	**4**
	Arenisca	**19**	**Grauvaca**	**(18)**
	Limolita	**9**		
Sedimentarias no clásticas	**Caliza Margosa**	**7**	**Caliza micrítica**	**8**
	Brecha caliza	**(20)**	**Yeso**	**16**
	Caliza esparítica	**(10)**	**Anhidrita**	**13**
Metamórficas	**Mármol**	**9**	**Gneis**	**33**
	Cuarcita	**24**	**Esquisto**	**4-8**
	Migmatita	**(30)**	**Filita**	**(10)**
	Anfibolita	**25-31**	**Pizarra**	**9**
	Milonita	**(6)**		
Ígneas	**Granito**	**33**	**Diorita**	**(28)**
	Riolita	**(16)**	**Andesita**	**19**
	Granodiorita	**(30)**	**Gabro**	**27**
	Dacita	**(17)**	**Basalto**	**(17)**
Ígneas extrusivas piroclásticas	**Aglomerado**	**(20)**	**Toba**	**(15)**
	Brecha	**(18)**		

(*) Valores obtenidos de ensayos en matriz rocosa con dirección de aplicación de la carga normal a los planos de foliación. El valor de mi será significativamente diferente si la rotura ocurre a favor de los planos de debilidad (Hoek, 1983).

Cuadro 58.- Valores de la constante mi para rocas intactas por grupos de roca Los valores entre paréntesis son estimados

En términos del criterio de falla de Mohr - Coulomb, se estima un conjunto equivalente de parámetros de cohesión y fricción para valores Hoek and Brown dados, lo cual puede hacerse aplicando una solución por Balmer (1952), en el cual los esfuerzos normal y de corte son expresados en términos de los correspondientes esfuerzos normales como sigue:

$$\sigma_n = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\delta\sigma_1 / \delta\sigma_3 + 1}$$

$$\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)\sqrt{\delta\sigma_1 / \delta\sigma_3}$$

Ecuación 8.- Esfuerzos según Balmer.

- Para GSI < 25 cuando a = 0.5:

$$\frac{\delta\sigma_1}{\delta\sigma_3} = 1 = \frac{m\sigma_c}{2(\sigma_1 - \sigma_3)}$$

- Para GSI < 25 cuando a = 0:

$$\frac{\delta\sigma_1}{\delta\sigma_3} = 1 + am^{\alpha}\left(\frac{\sigma_3}{\sigma_c}\right)^{\alpha-1}$$

Una vez calculados un conjunto de valores (σ_n, t) a partir de las ecuaciones anteriores, se puede calcular mediante análisis de regresión lineal, valores promedios de la Cohesión "c" y del ángulo de fricción "φ,", en la cual el mejor ajuste de la línea recta es calculado para el rango de pares (s_n, t).

La resistencia compresiva uniaxial del macizo rocoso definida por una resistencia cohesiva "c" y un ángulo de fricción φ, está dada por la siguiente expresión:

$$\sigma_{cm} = \frac{2cCos\Phi}{1 - Sen\Phi}$$

Ecuación 9.- Resistencia compresiva uniaxial.

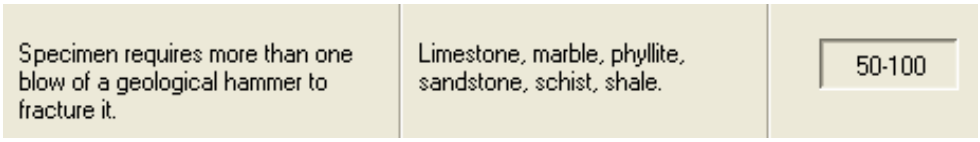
CÁLCULO MEDIANTE ROCLAB.

Con este paquete informático se consigue calcular multitud de curvas de rotura, que se basan en un modelo real definido por su geometría y características geomecánicas.

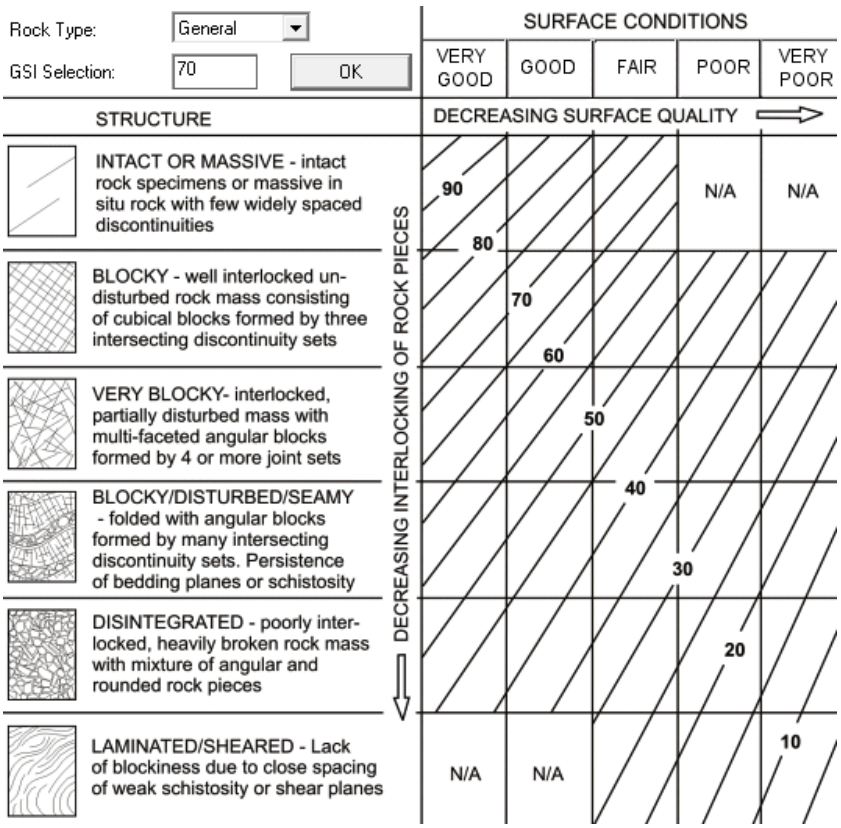
Una vez expuesto el fundamento teórico y definiciones de los parámetros a utilizar (ver cuadro anterior), a continuación mediante el Software ROCLAB procedemos a la determinación de los parámetros resistentes (cohesión y ángulo de rozamiento) que intervienen en el cálculo de estabilidad para cada litología y familia de discontinuidad considerada. Estos parámetros resistentes se han calculado aplicando el criterio de Hoek-Brown utilizando el GSI asignado al macizo rocoso a partir de la aplicación citada, ROCLAB.

Datos introducidos para el cálculo:

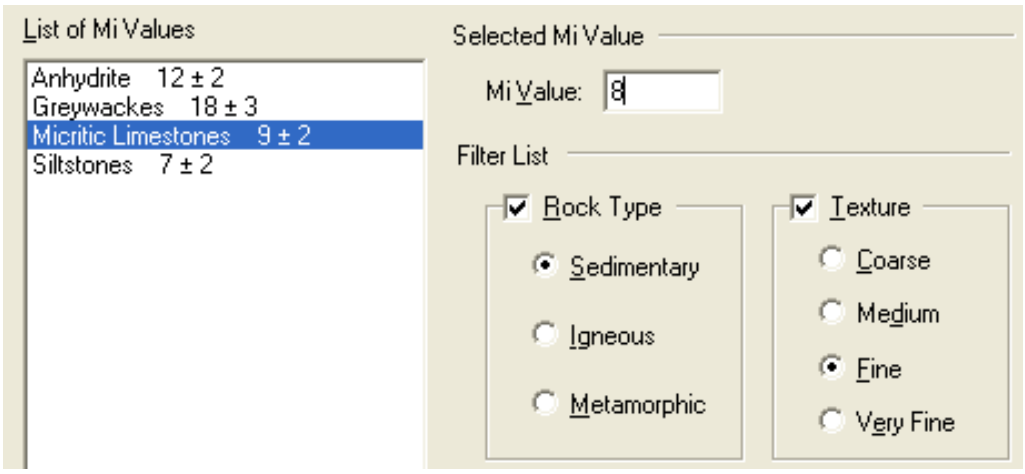
- Sigci: El cuadro de diálogo correspondiente, da valores de resistencia a la compresión simple de 50-100 Mpa para calizas, por el criterio de prudencia seleccionamos un valor medio: 75 Mpa.



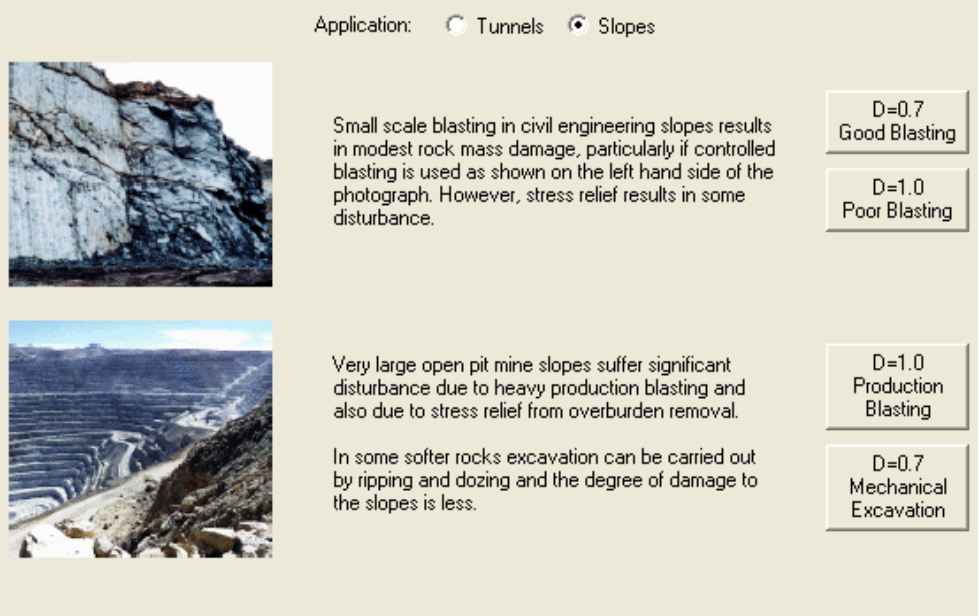
- GSI: El cuadro de diálogo correspondiente de valores del Índice de Resistencia Geológica del macizo (GSI) entre los 60 y 80 para condiciones de superficies en buen estado y macizos fracturados, por el criterio de prudencia seleccionamos la media ya que es un macizo bastante masivo, es decir 70.



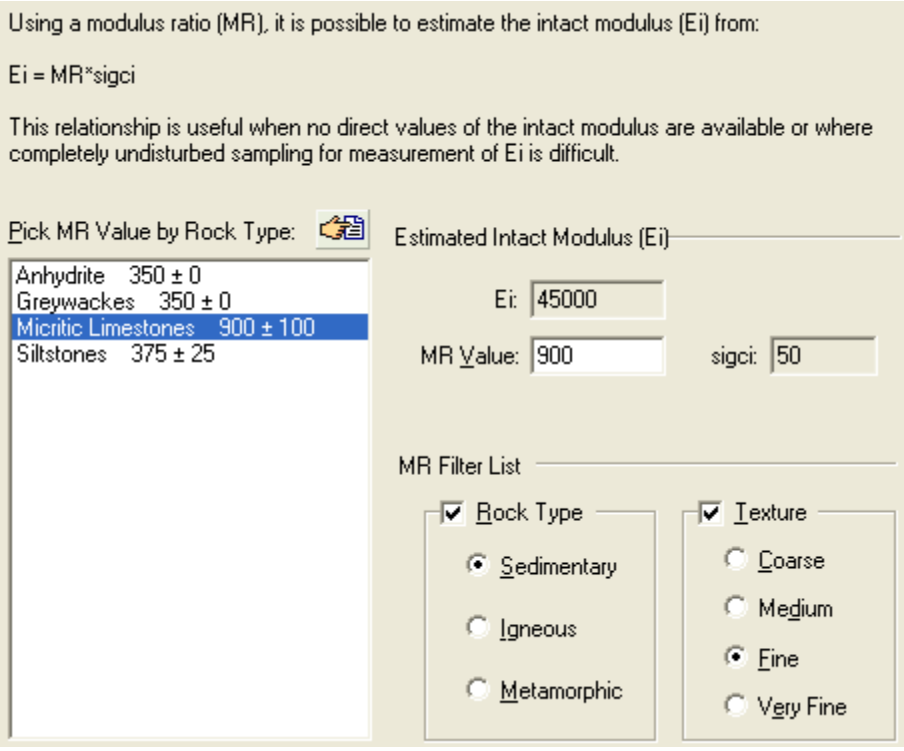
- mi: valor correspondiente a la matriz del macizo rocoso, que se obtiene en ensayos de compresión triaxial, cuyos valores para calizas micríticas se mueven en torno a 9±2, por el criterio de prudencia seleccionamos el valor indicada en la tabla de valores de mi del epígrafe anterior: 8.



- D: Factor de perturbación, que para explotaciones a cielo abierto que utilizan explosivos tiene un valor único que es 1,00.



- MR: Es un ratio, a partir del cual se puede obtener el Ei, módulo de elasticidad, que para el caso que nos ocupa arroja un valor de 900, y por lo tanto un Ei de 45.000 Mpa.



- Densidad de la roca: 2,6 gr/cm^3 (0,026 MN/m^3).

A partir de todos estos datos obtenemos los Criterios de Hoek-Brown, Parámetros resistentes de Mohr-Coulomb y los parámetros del macizo rocoso. Todos ellos se presentan a continuación.

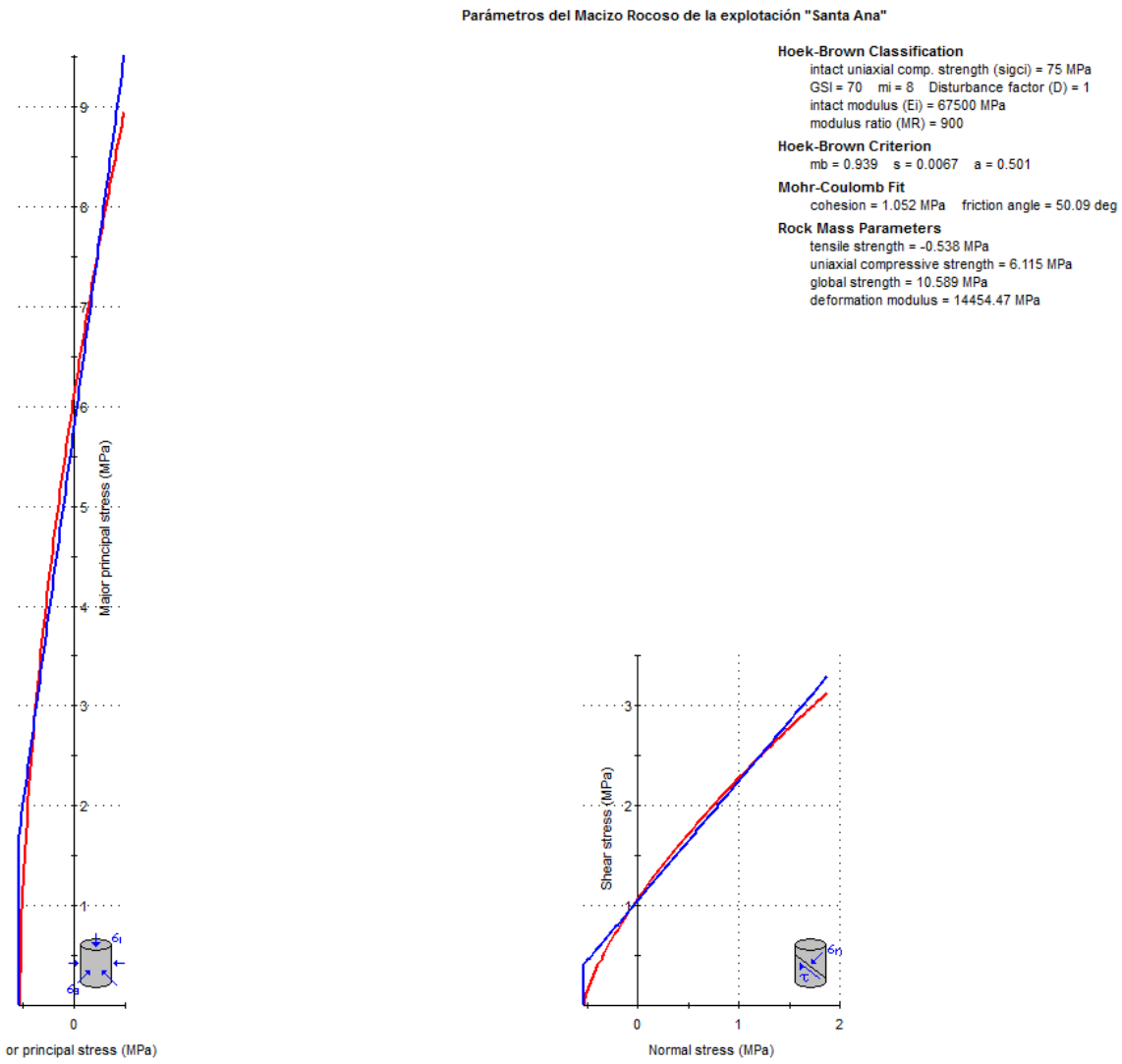


Figura 187.- Resultados Gráficos del Análisis mediante ROCLAB.

- Hoek Brown Classification
    - sigci 75 MPa
    - GSI 70
    - mi 8
    - D 1
    - Ei 67500
- Hoek Brown Criterion
    - mb 0.938553
    - s 0.00673795
    - a 0.501355
- Failure Envelope Range
    - Application Slopes
    - sig3max 0.491057 MPa
    - Unit Weight 0.026 MN/m3
    - Slope Height 20 m
- Mohr-Coulomb Fit
    - c 1.05168 MPa
    - phi 50.0873 degrees
- Rock Mass Parameters
    - sigt -0.538431 MPa
    - sigc 6.1148 MPa
    - sigcm 10.5887 MPa
    - Erm 14454.5 MPa

En la siguiente tabla se resumen los resultados y se define cada parámetro.

Clasificación Hoek Brown				
sigci	75	MPa	sigci	Resistencia a la compresión no confinada de la roca intacta
GSI	70		GSI	Índice de resistencia geológica
mi	8		mi	Parámetro de la roca intacta
D	1		D	Factor de perturbación
Parámetros Criterio Rotura Hoek Brown				
mb	0.938553			
s	0.00673795			
a	0.501355			
Rango de la Envolvente de Rotura				
Aplicación	Bancos			
sig3max	0.491057	MPa		
Ud. Dens.	0.026	MN/m3		
Altura banco	20	m		
Parámetros de resistencia equivalente de Mohr-Coulomb				
c	1.05168	MPa		
phi	50.0873	degrees		
Otros Parámetros del macizo rocoso				
sigt	-0.538431	MPa	sigt	Resistencia a tracción del macizo rocoso
sigc	6.1148	MPa	sigc	Resistencia compresiva uniaxial del macizo rocoso
sigcm	10.5887	MPa	sigcm	Resistencia compresiva global del macizo rocoso
Em	14454.5	MPa	Em	Módulo de deformación del macizo rocoso

Cuadro 59.- Parámetros del macizo rocoso obtenidos mediante ROCLAB.

A continuación comparamos los resultados y seleccionamos aquellos que van a servir a priori para calcular la estabilidad general del talud.

Parámetro	Tablas RMR y Q	RocLab
Criterio de esfuerzo del Macizo Rocoso según Hoek y Brown.		
Módulo Elástico	**25.000 MPa**	**14.454,5 Mpa.**
Ensayo de compresión simple	**100 Mpa**	**75 Mpa**
sigci	**-**	**60 MPa**
Ei	**-**	**67.000**
GSI	**-**	**70**
mi	**-**	**8**
D	**-**	**1**
Criterio de esfuerzo del Macizo Rocoso según Mohr-Coulomb.		
Cohesión	**0,365 MPa**	**1,05168 Mpa**
Ángulo de Rozamiento Interno	**42º**	**50,08º**

Cuadro 60.- Tabla comparativa de Parámetros resistentes.

Como se puede ver existe cierta dispersión en la caracterización, motivo por lo que vamos a utilizar el mismo software que finalmente nos servirá para calcular la estabilidad del talud general, ya que permite hacer una regresión, esto es que conocido un talud que es estable, como es el caso, y partiendo de datos estimados, como son los de la tabla anterior, podemos afinar los parámetros resistentes a la realidad física del conocido talud estable. Dichos cálculos regresivos son los que se van a aplicar sobre los Perfiles 4 y 5 originales, de los cuales conocemos su geometría y que nunca han sufrido un deslizamiento.

La metodología ha sido la siguiente.

- Se ha caracterizado el macizo rocoso con los datos obtenidos en ROCLAB (Ver Cuadro 60).
- Hemos utilizado el siguiente método de análisis:
- GLE/Morgensen-Price.
- Se han calculado sus Coeficientes de Seguridad actuales, según su geometría, para roturas no circulares (búsqueda fina).
- Se han obtenido los siguientes resultados para el Factor de Seguridad, caracterizando el macizo según el criterio de esfuerzo de Mohr-Coulomb, para los Perfiles Actuales Nº4 y 5:
- Perfil Actual Nº4: 2,448.
- Perfil Actual Nº5: 1,992.

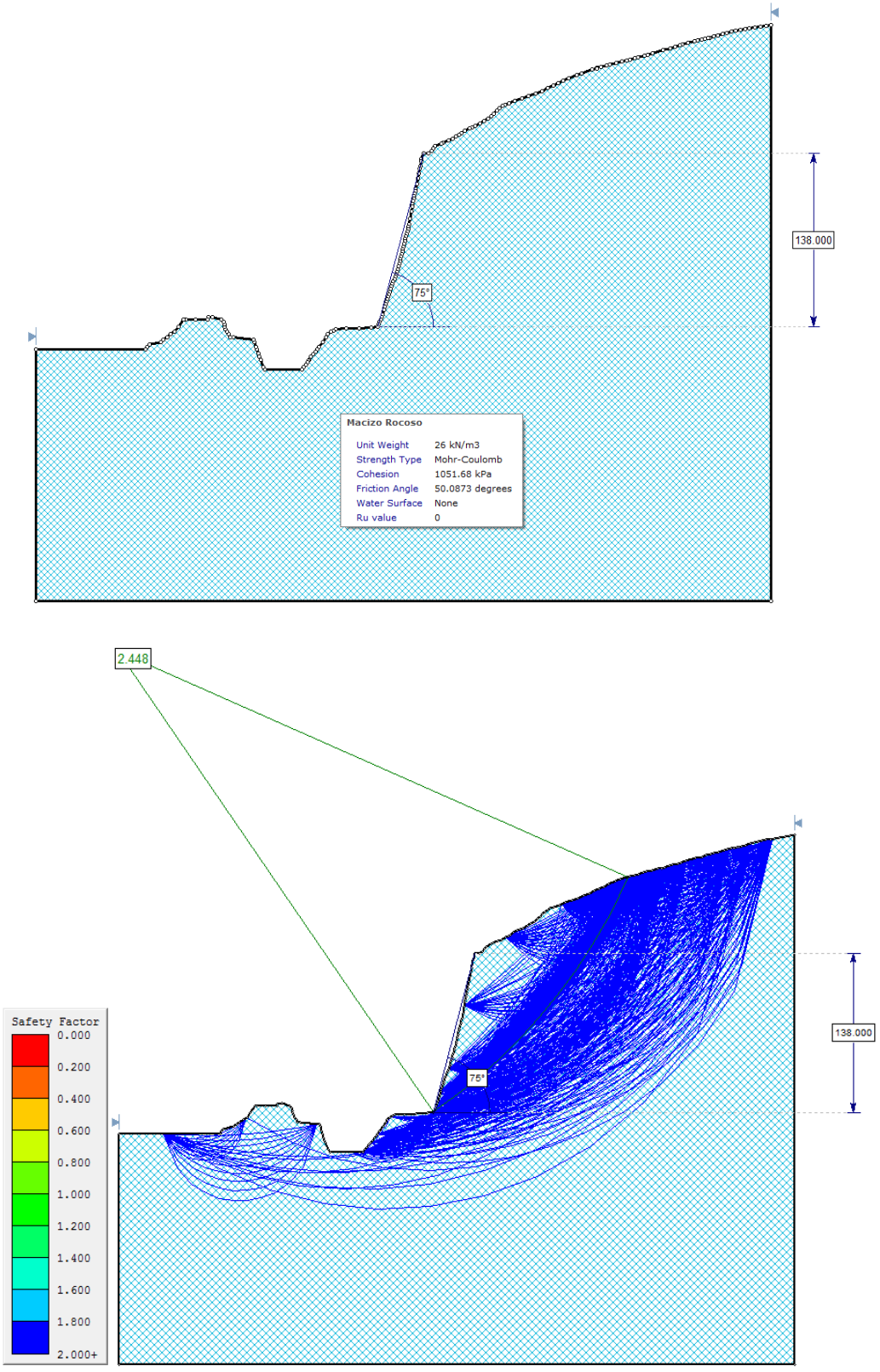


Figura 188.- Representación Gráfica del FS del Perfil Actual Nº4, obtenido con el método GLE/Morgensen-Price (Mohr-Coulomb).

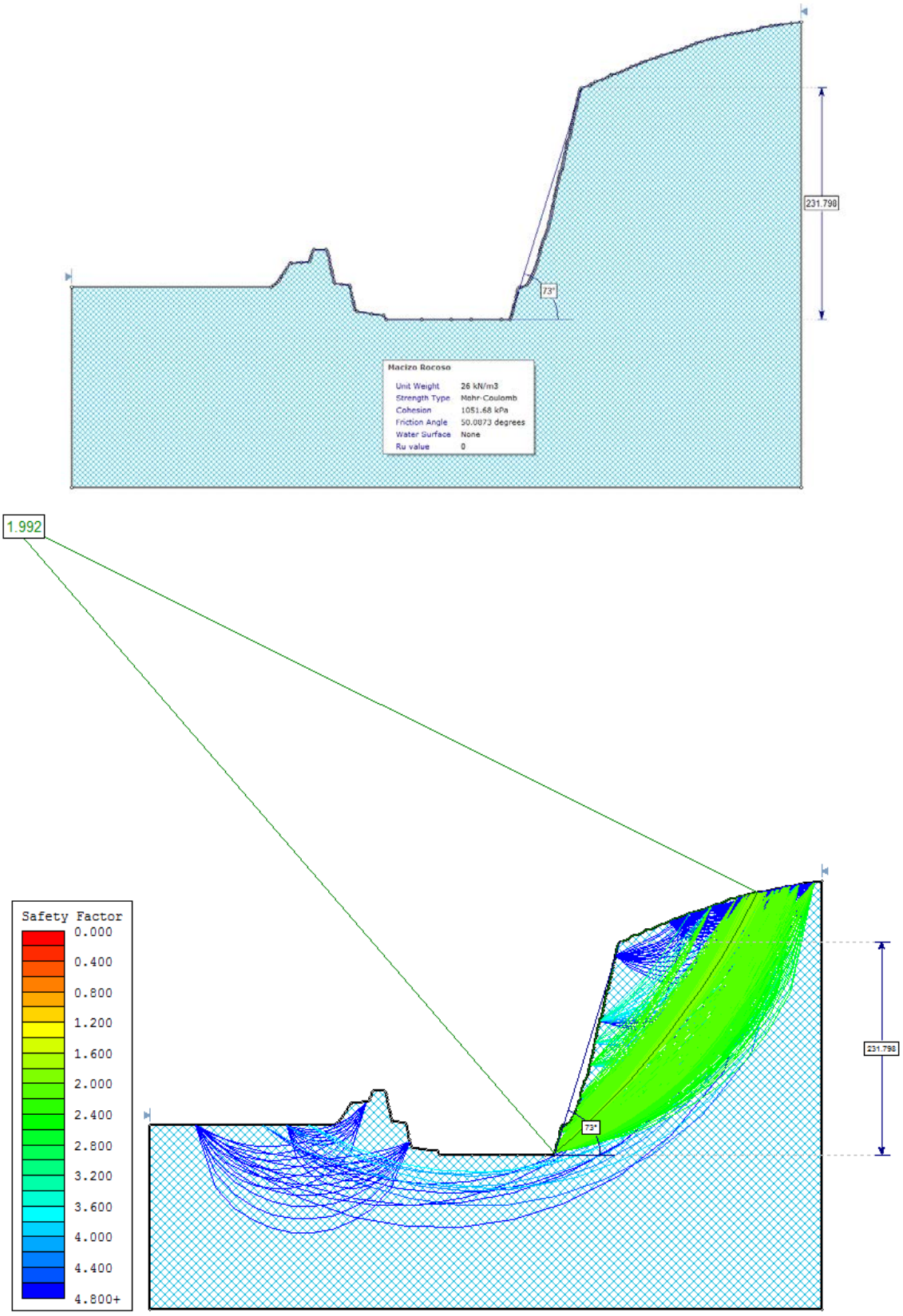


Figura 189.- Representación Gráfica del FS del Perfil Actual Nº5, obtenido con el método GLE/Morgensen-Price (Mohr-Coulomb).

Una vez obtenidos los datos de Factor de Seguridad de los taludes estables existentes, se ha realizado un análisis regresivo, y para estar del

lado de la seguridad se han ajustado Factores de Seguridad hasta el mínimo exigible, es decir 1,2, debido a que es fehaciente el hecho que el talud actual es resistente, y por consiguiente arrojando la siguiente corrección de caracterización de parámetros resistentes del macizo rocoso.

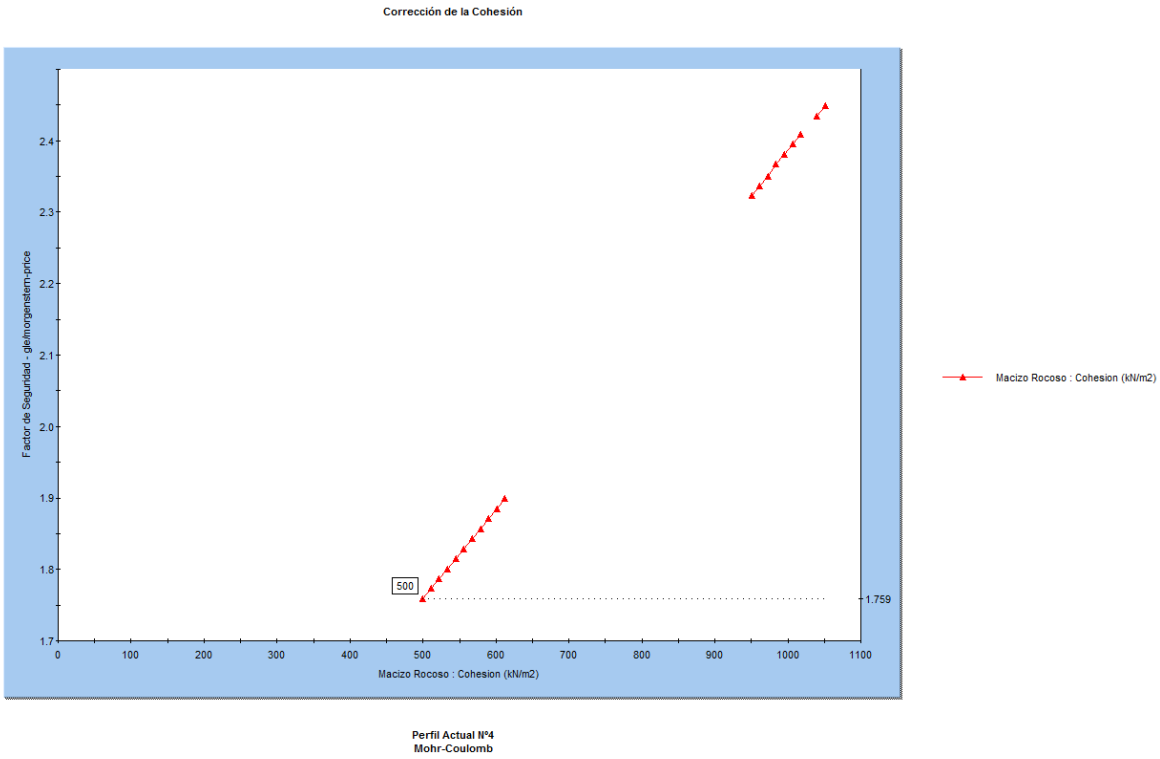


Figura 190.- Corrección de la Cohesión (Mohr-Coulomb). Perfil 4.

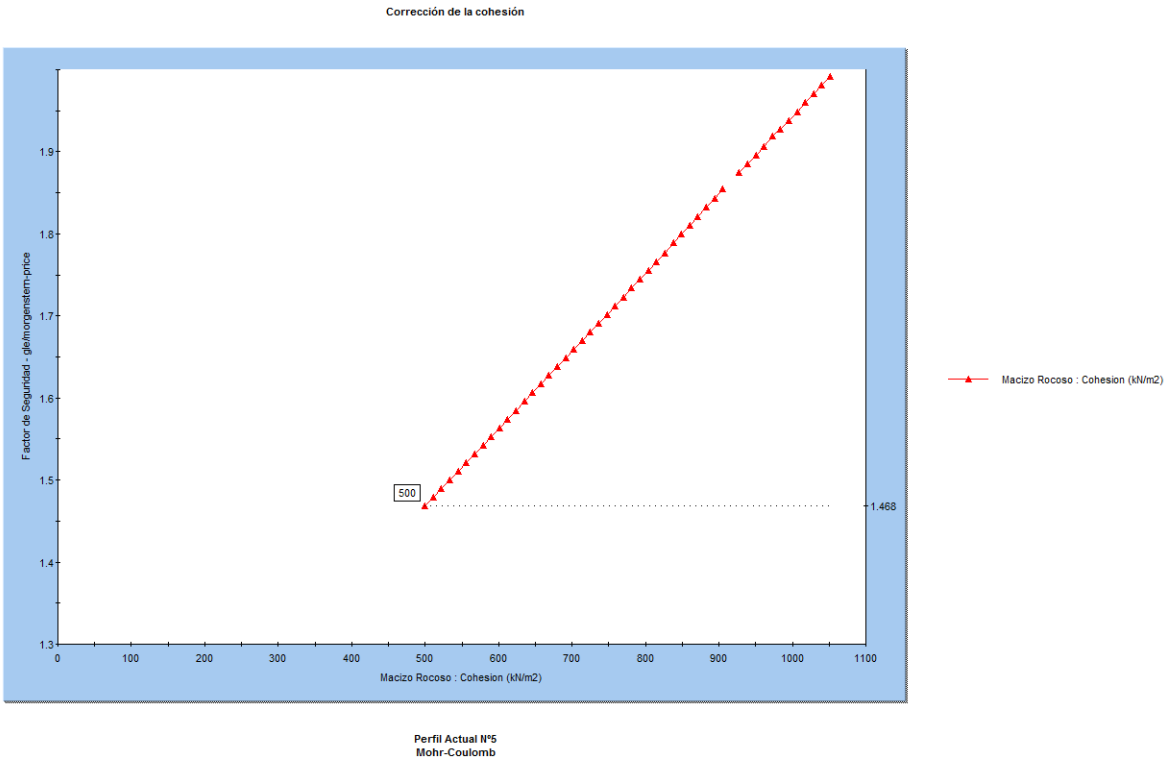


Figura 191.- Corrección de la Cohesión (Mohr-Coulomb). Perfil 5.

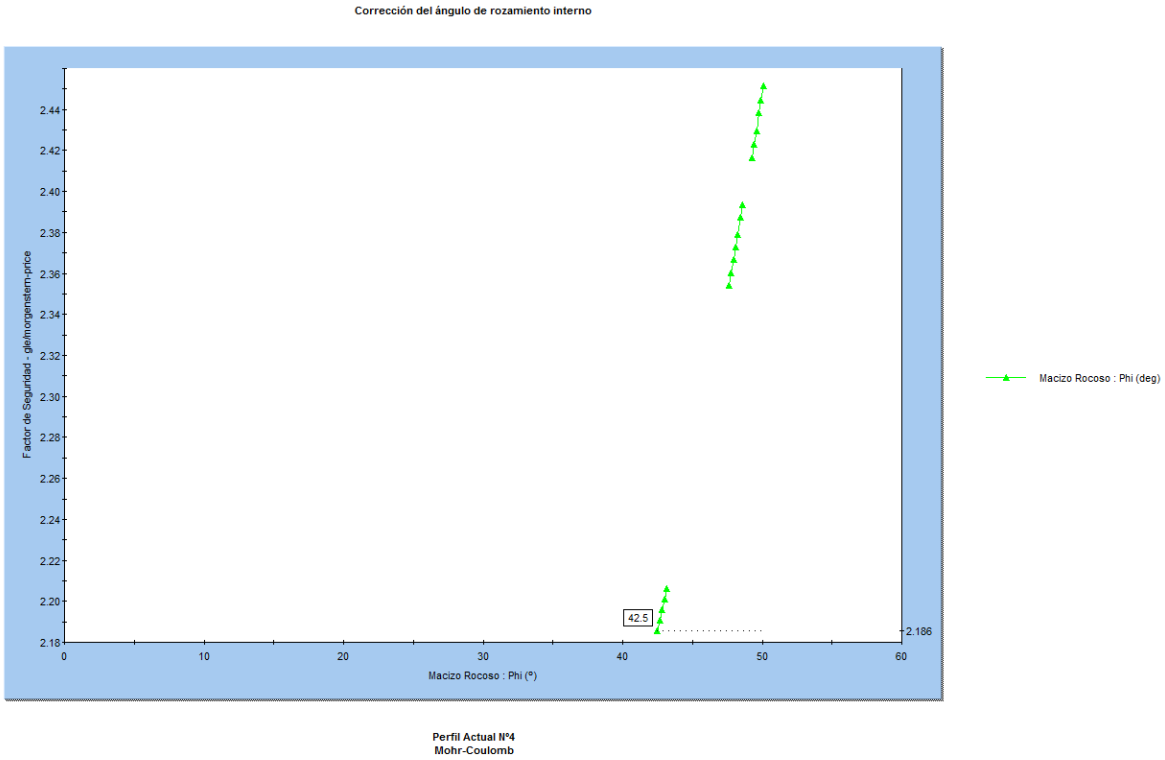


Figura 192.- Corrección del ángulo de rozamiento interno (Mohr-Coulomb). Perfil 4.

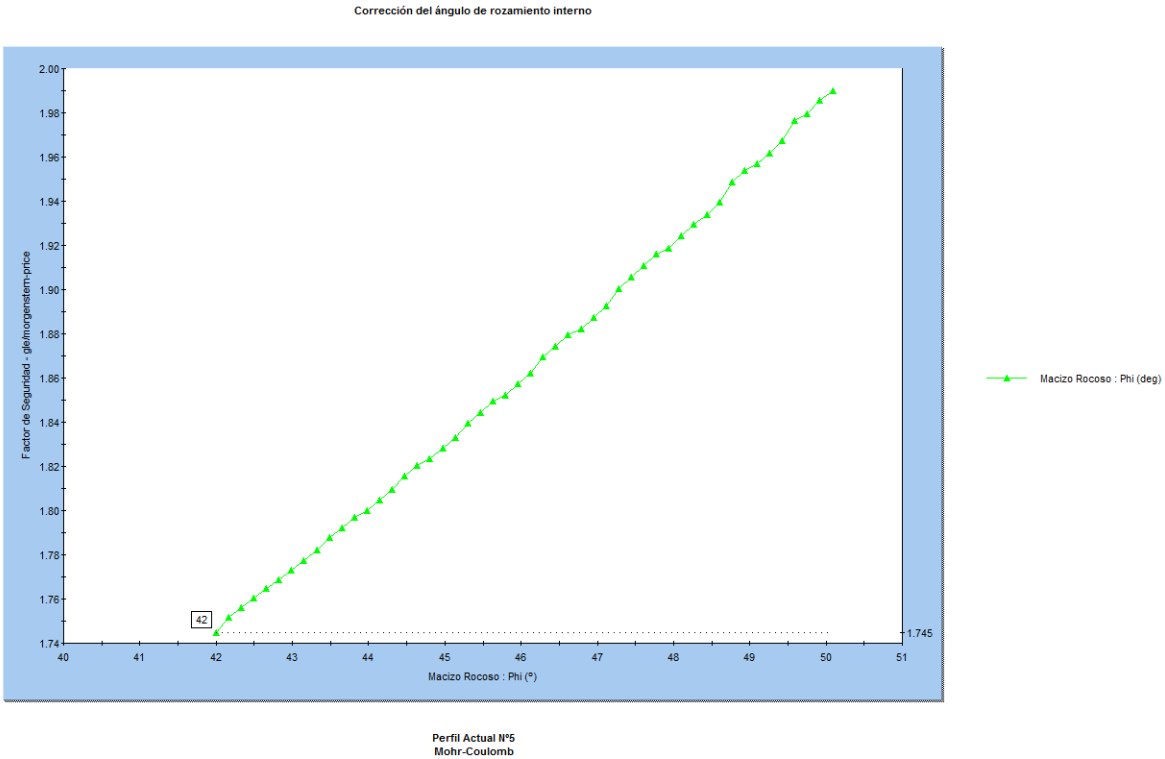


Figura 193.- Corrección del ángulo de rozamiento interno (Mohr-Coulomb). Perfil 5.

Como se desprende, por ejemplo de la cohesión, el valor mínimo regresivo que se obtienes es de 500 KN/m^2, tanto para el perfil 4 como para el 5, esta cohesión garantiza valores de factor de seguridad superiores al de 1,2 establecido reglamentariamente, concretamente

garantizan un factor de seguridad de 1,759 y 1,468 respectivamente. Es por lo expuesto que se toma como valor de cohesión el de 500 KN/m^2, menos de la mitad de la estimada por ROCLAB, por lo tanto un valor bastante conservador para el cálculo de la estabilidad del talud general. Ocurre de igual modo para el valor del ángulo de rozamiento interno, de los corregidos escogemos el más conservador, es decir 42º.

Parámetro corregido	P4	P5	Parámetro Final
Cohesión (KN/m^2)	**500**	**500**	**500**
□(º)	**42,5**	**42**	**42**

Cuadro 61.- Parámetros corregidos.

Una vez corregidos los datos, nuevamente a través de ROCLAB realizaríamos el cálculo a la inversa para obtener los nuevos parámetros base para el cálculo de estabilidad de taludes mediante SLIDE, tal como se verá en el apartado 1.5.5.6. A la izquierda de la figura siguiente se muestran los valores iniciales, y a la derecha de la misma los corregidos.

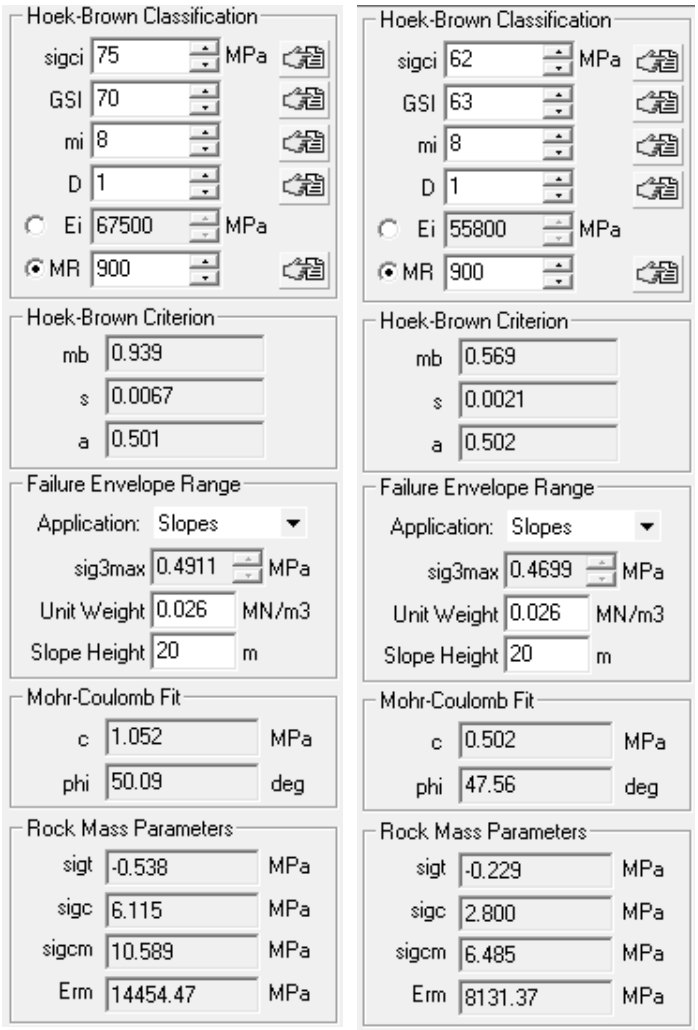


Figura 194.- Comparativa datos originales/finales

Resaltar que el ángulo de fricción mínimo es superior a los 42º del corregido, no obstante y como se viene realizando en este epígrafe para la estimación cinemática de posibles roturas se utilizará el mínimo obtenido, es decir 42º en lugar de 47,56º obtenidos en la regresión paramétrica. Todo ello para situarnos siempre en las condiciones más adversas y garantizar el Factor de Seguridad, y por lo tanto la estabilidad de los taludes actuales y finales.

A continuación se presenta nuevo listado paramétrico de resultados obtenidos en la regresión.

- Hoek Brown Classification
  - sigci 62 MPa
  - GSI 63
  - mi 8
  - D 1
  - Ei 55800
- Hoek Brown Criterion
  - mb 0.569261
  - s 0.00209822
  - a 0.502287
- Failure Envelope Range
  - Application Slopes
  - sig3max 0.469857 MPa
  - Unit Weight 0.026 MN/m3
  - Slope Height 20 m
- Mohr-Coulomb Fit
  - c 0.502215 MPa
  - phi 47.562 degrees
- Rock Mass Parameters
  - sigt -0.228523 MPa
  - sigc 2.80022 MPa
  - sigcm 6.48467 MPa
  - Erm 8131.37 MPa

Estos datos junto con los geométricos, que se muestran a continuación, serán los que se utilicen en el apartado destinado a la estimación de la estabilidad del talud general.

1.5.5.4.2.- Parámetros Geométricos.

Los datos geométricos más desfavorables para el cálculo de estabilidad han sido obtenidos en epígrafes anteriores, éstos se resumen a continuación:

- Perfil Actual Nº4, por su inclinación de 75º, su altura es 138 metros.
- Perfil Actual Nº5, por su altura de 231,80 metros, su inclinación es de 73º.
- Perfil Final Nº5, por su altura de 306,97 metros e inclinación de 67º.
- Estratificación N90ºE (E-W)/35ºN.
- Sistema de Juntas 1: N78ºE/77ºSE.
- Sistema de Juntas 2: N3ºE-72ºE.
- Talud de Trabajo: N350ºW/67ºE.

1.5.5.5.- Determinación del riesgo de inestabilidad. Análisis Cinemático y probabilístico.

En primer lugar, previo al cálculo de la estabilidad general del talud final, se realiza el análisis cinemático, donde se estudian si se dan las condiciones para que se pueda producir un deslizamiento sin tener en cuenta las fuerzas que lo provocan y las que se oponen a él. Si una rotura es cinemáticamente posible puede abordarse a continuación un análisis de estabilidad de tipo determinístico, donde en el estudio se considera el balance de fuerzas desestabilizadoras y estabilizadoras de la potencial superficie de rotura, calculándose de esta forma el coeficiente de seguridad análogo al empleado para suelos. También se aborda el análisis de estabilidad desde el punto de vista probabilístico aplicando a los parámetros de diseño distribuciones probabilísticas. El riesgo de inestabilidad se estima para los casos de vuelco, deslizamientos planares y cuñas.

1.5.5.5.1.- Tipos de inestabilidades en macizos rocosos. Posibilidades cinemáticas.

El tipo de inestabilidad que se produzca en un talud de un macizo rocoso dependerá de:

- Resistencia de la matriz rocosa.
- Grado de fracturación del macizo rocoso.
- Orientación de las discontinuidades con respecto al talud.
- Resistencia a la rotura de las discontinuidades.

La resistencia de la matriz rocosa condicionará el que se pueda desarrollar una superficie de rotura a través del seno de la roca en función del estado de tensiones al que se verá sometida. De esta forma en rocas blandas poco competentes se podrán generar superficies de rotura a través de la matriz rocosa mientras que en rocas duras éstas no se podrán desarrollar, por lo que las inestabilidades se producirán a favor de discontinuidades preexistentes en el macizo rocoso a través de superficies planares.

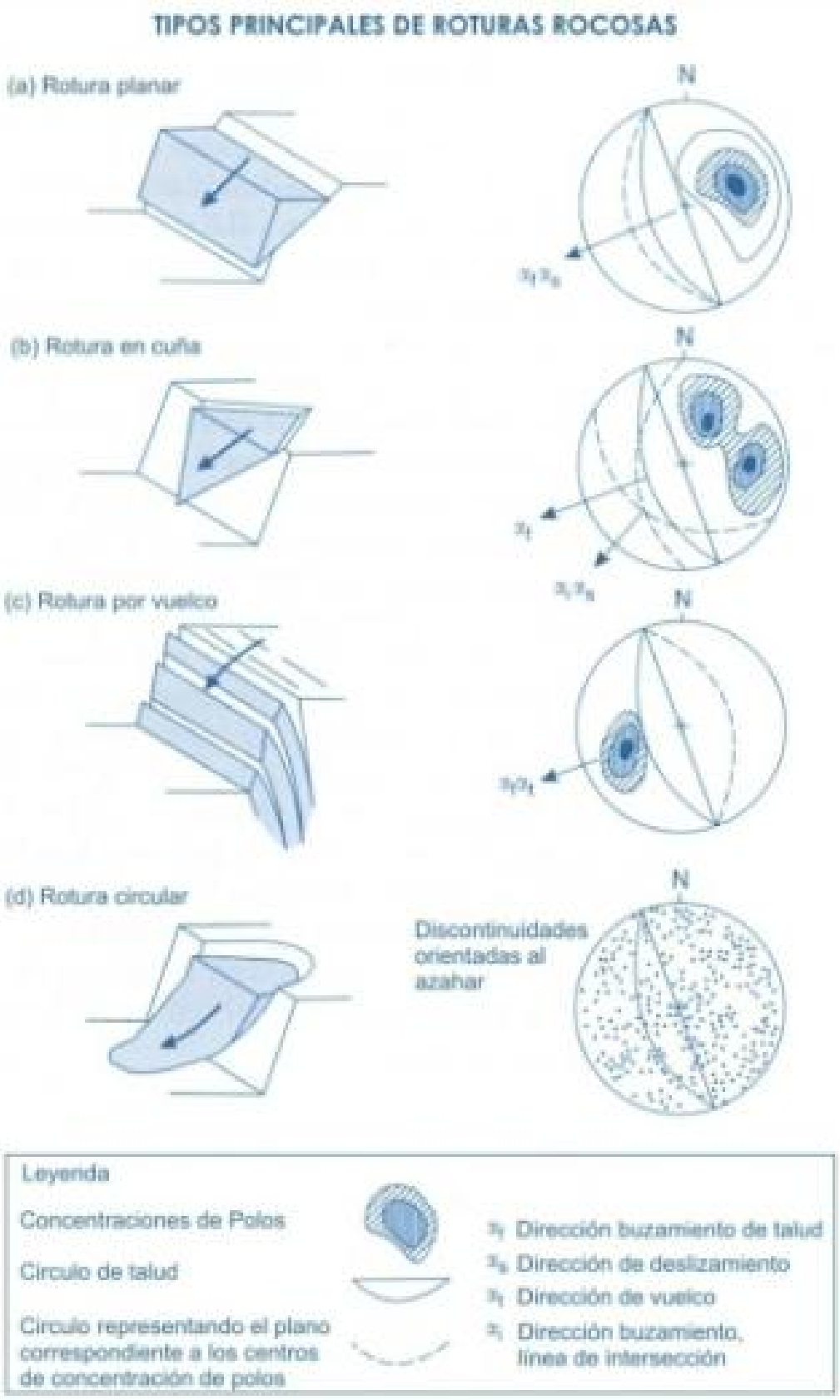


Figura 195.- Tipos principales de roturas en macizos rocosos.

El grado de fracturación también condicionará el tipo de inestabilidad que se pueda producir en el talud, ya que si éste es muy elevado el macizo rocoso se comportará como un agregado de fragmentos “asimilable” a un suelo, habiendo libertad para el desarrollo de superficies de rotura en el seno del macizo rocoso aprovechando la intensa red de fracturas. En esta situación el tipo de rotura que también puede producirse será de tipo curvo.

Si el macizo rocoso donde se encuentra o se proyecta el talud objeto de estudio es de matriz rocosa dura y no está suficientemente fracturado, las roturas de tipo curvo no se producen ya que no hay libertad para que éstas se desarrollen. En este caso las inestabilidades se podrán producir sólo a favor de discontinuidades preexistentes en el macizo rocoso y si éstas presentan una orientación que posibilite el desplazamiento de una masa rocosa a favor de ellas. Por lo tanto la orientación de estas discontinuidades con respecto al talud condicionará el tipo de rotura que pueda producirse distinguiéndose así las **roturas planas, roturas en cuña y rotura por vuelco.**

Por último no bastará que la orientación de las juntas con respecto al talud permita delimitar volúmenes de roca susceptibles de deslizar desde el punto de vista cinemático, sino que además la resistencia a la rotura de estas juntas deberá ser suficientemente reducida como para permitir su rotura y que el deslizamiento de unos volúmenes de roca con respecto a otros se produzca.

A continuación se calculan las posibilidades cinemáticas para cada tipo de rotura de las expuestas anteriormente.

1.5.5.5.1.1.- Rotura Curva.

Como ya se ha comentado, este tipo de rotura se produce en macizos rocosos blandos, muy alterados o fracturados donde el comportamiento del macizo es isótropo y las discontinuidades no controlan el comportamiento mecánico ya que la superficie de rotura o bien se puede desarrollar en el seno de la matriz rocosa por debilidad de ésta o a través de una intensa red de fracturas con cierto grado de isotropía. En estas situaciones el macizo rocoso se comporta como un suelo (agregado de partículas débilmente unidas entre sí).

En los casos en los que la intensidad de la fracturación es muy elevada puede producirse una superficie de rotura curva con una tipología singular condicionada por un cierto grado de anisotropía introducido por la existencia de zonas especialmente débiles, discontinuidades más persistentes que el resto, etc. Así en un macizo de metapelitas con una intensa red de diaclasas se puede producir una rotura curva cuya con desarrollo condicionado por una zona de falla, la foliación o cualquier otro tipo de elemento que introduzca en el macizo un grado de anisotropía.

1.5.5.5.1.2.- Rotura Plana.

En este caso el deslizamiento se produce a través de una única superficie plana. Se produce cuando existe una fracturación dominante en la roca y convenientemente orientada respecto al talud. Este tipo de rotura es difícil que se produzca.

Según Hoek y Bray (1977) para que se produzca este tipo de rotura han de darse las siguientes condiciones previas:

- Los rumbos o trazas horizontales del plano del talud y del plano de deslizamiento deben ser paralelos o casi paralelos, formando entre sí un ángulo de como máximo 20º.
- Los límites laterales de la masa deslizante han de producir una resistencia al deslizamiento despreciable.

Si se representan el plano del talud y las discontinuidades en una proyección estereográfica se pueden tener una rotura de tipo planar cuando existe una familia de discontinuidades de rumbo similar al talud y buzamiento menor que este.

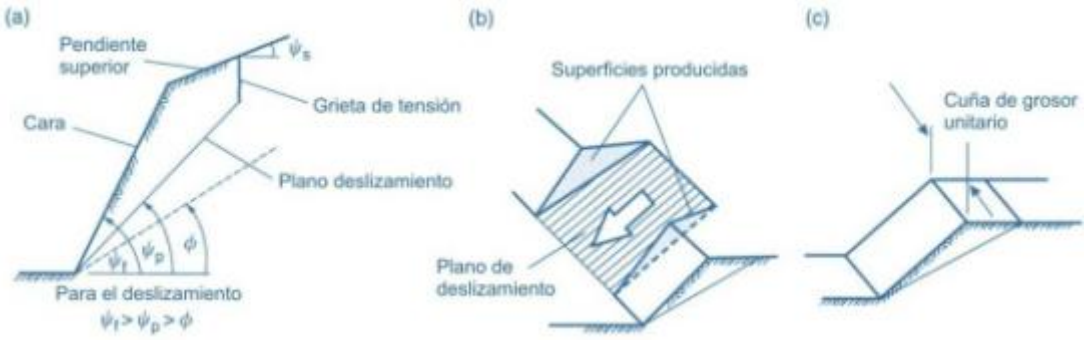


Figura 196.- Condiciones geométricas de roturas planares

En el programa DIPS se genera un círculo relativo a los datos del talud donde los polos que se encuentran dentro son cinemáticamente inestables si desde el punto de vista del ángulo de rozamiento son inestables.

Luego se genera un cono que representa el área donde los planos cuyos polos están dentro de éste área se consideran cinemáticamente estables desde el punto de vista ángulo de rozamiento. Cualquier polo fuera de este cono de fricción que esté dentro del círculo del talud representa un plano en riesgo de deslizar por rotura planar si cinemáticamente es posible.

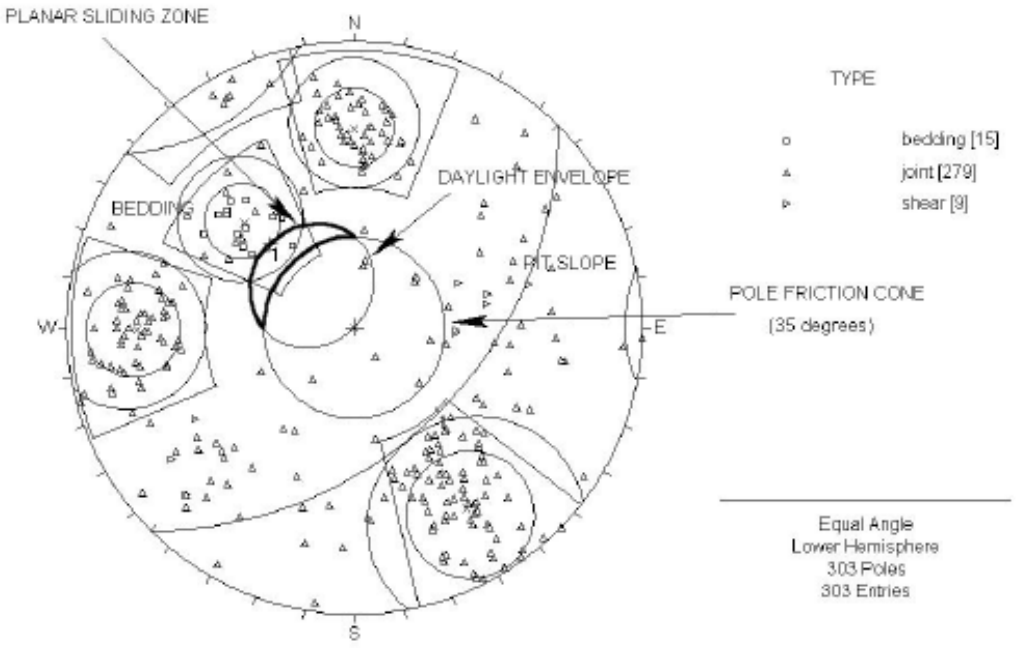


Figura 197.- Rotura planar en DIPS.

1.5.5.5.1.3.- Rotura En Cuña.

La rotura por cuña se produce a través de dos discontinuidades dispuestas oblicuamente a la superficie del talud, con la línea de intersección de ambas aflorando en la superficie del mismo y buzando en sentido desfavorable. Se representa el plano del talud a excavar en el diagrama de proyección estereográfica.

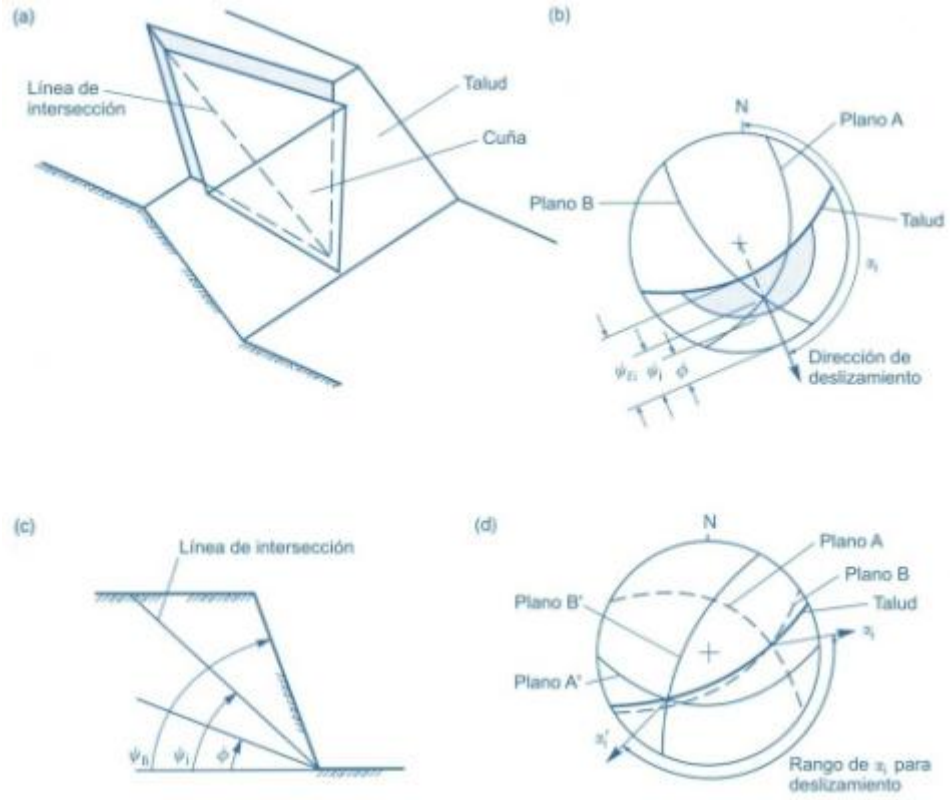


Figura 198.- Rotura en cuña

Dos familias de discontinuidades son susceptibles de generar una cuña cuando sus rumbos son oblicuos al talud, quedando el rumbo de éste entre los de las dos familias de discontinuidades.

La dirección del deslizamiento es la de la intersección de las dos familias de discontinuidades y ha de tener menos inclinación que el talud.

En el programa DIPS representamos los planos de las familias principales de discontinuidad en cada caso. Se proyecta un cono cuyo ángulo es 90º ángulo de rozamiento (círculo con ángulos inferiores al ángulo de rozamiento). La intersección de este círculo con el plano del talud representa la zona de riesgo de rotura por cuña. Cualquier intersección en esta zona es susceptible de generar esta tipo de rotura.

Este tipo de rotura es la que se produce cuando una “cuña” de roca delimitada por dos discontinuidades desliza a favor de la línea de intersección de dichas discontinuidades y hacia la cara del talud.

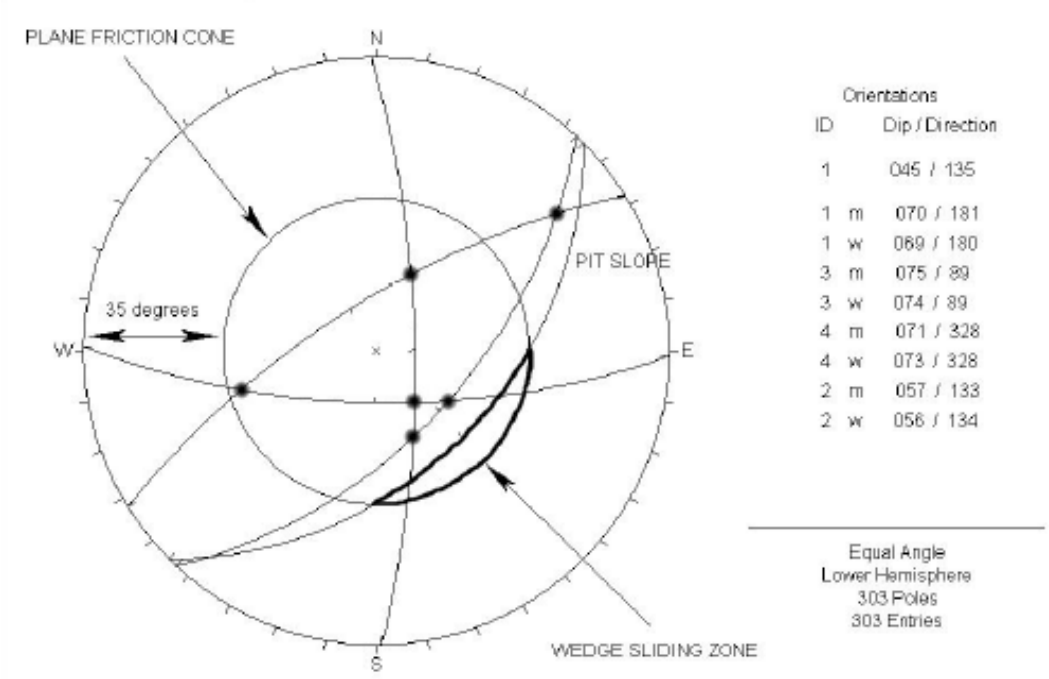


Figura 199.- Rotura en cuña en DIPS

1.5.5.5.1.4.- Rotura Por Vuelco.

La rotura de un talud por vuelco supone la rotación de columnas o bloques de rocas. Se producen cuando dos familias de discontinuidades ortogonales convenientemente orientadas originan un sistema de bloques. El empuje sobre los inferiores origina su desplazamiento lo que permite la rotación de los superiores progresando el fenómeno hasta su rotura definitiva (Hoek y Bray 1977).

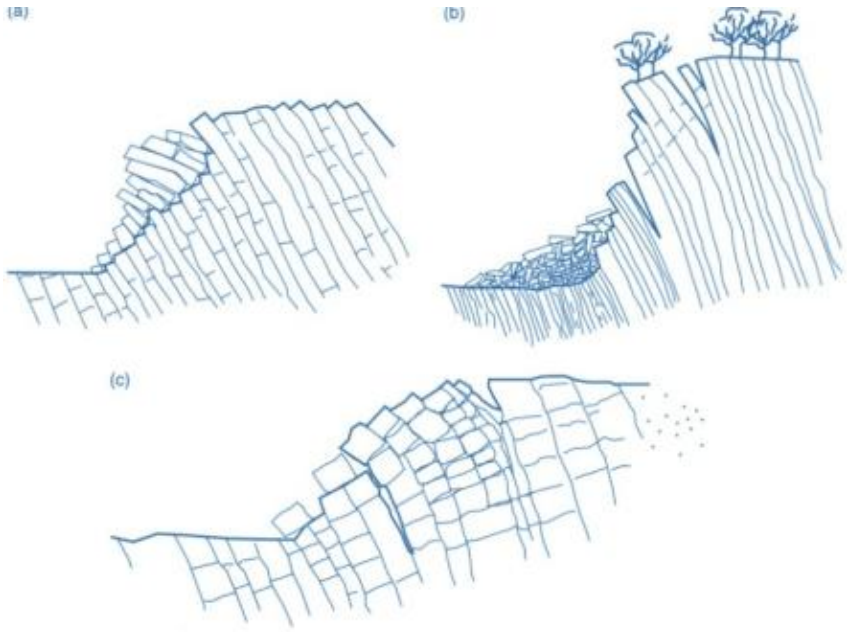


Figura 200.- Rotura por vuelco.

Para el estudio de este proceso se ha realizado el análisis cinemático por medio de la proyección estereográfica, aplicándose el criterio de Goodman & Bray (1977) que permite hallar los polos de los planos en los cuales puede producirse el vuelco. Este criterio considera que **el vuelco solo es posible desde el punto de vista cinemático si la diferencia de rumbos del talud y de la discontinuidad es de como máximo 30º.**

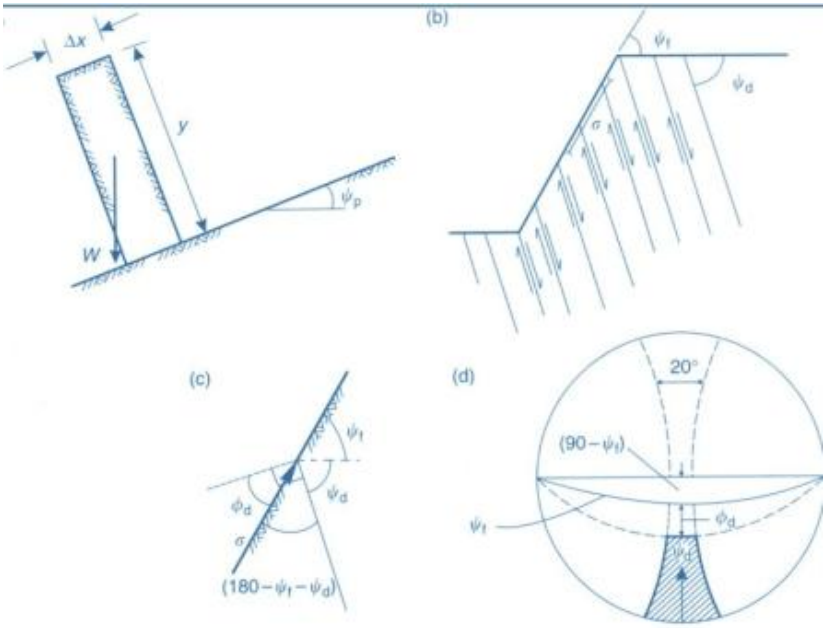


Figura 201.- Condiciones cinemáticas para deslizamiento por vuelco

Según Goodman (1980), los bloques no pueden volcarse si no se deslizan respecto a otro plano (rotura) con dirección de buzamiento igual al del talud y buzamiento que dependerá del ángulo de rozamiento interno. El plano de rotura se obtiene como la diferencia entre el ángulo del talud y el ángulo de rozamiento interno.

El área de polos de planos con riesgo de vuelcos es la delimitada por el plano de rotura, el límite exterior del diagrama y los límites del cono de 60º de amplitud. Este cono delimita un margen de 30º más o menos a la dirección de buzamiento del talud.

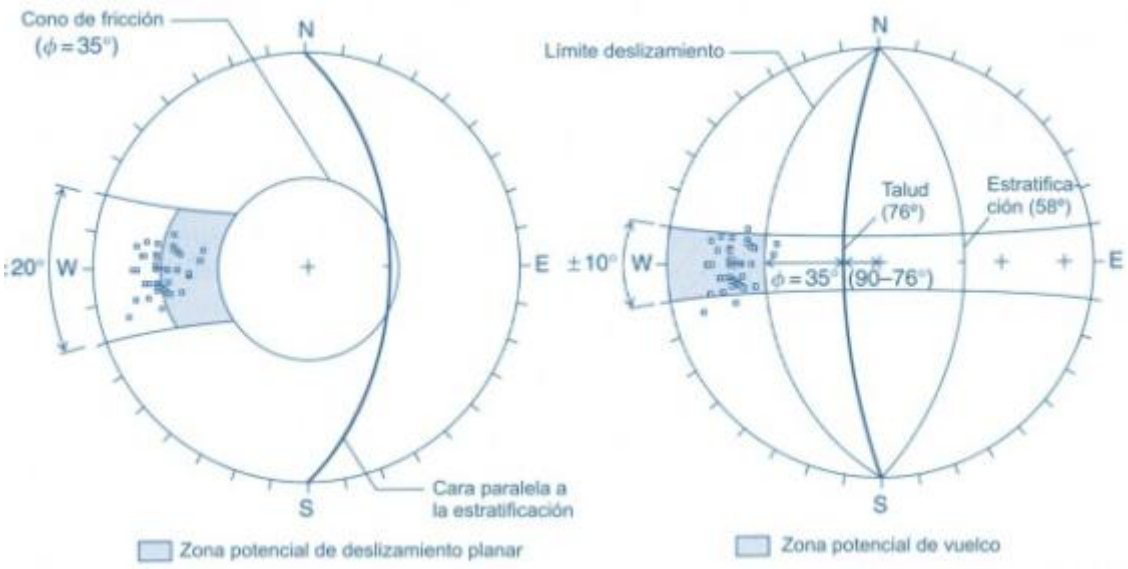


Figura 202.- Zona potencial de deslizamiento planar y de vuelco.

1.5.5.5.1.5.- Rotura por Pandeo.

Por último la rotura por pandeo puede darse en taludes desarrollados en un macizo rocoso con discontinuidades paralelas al talud, persistentes, con reducido espaciado, de forma que se generan láminas suficientemente esbeltas como para poder pandear, y con un buzamiento suficientemente elevado como para que se pueda producir el deslizamiento de unas láminas con respecto a otras al sobrepasar la componente tangencial a la junta de los esfuerzos desestabilizadores, la resistencia de ésta.

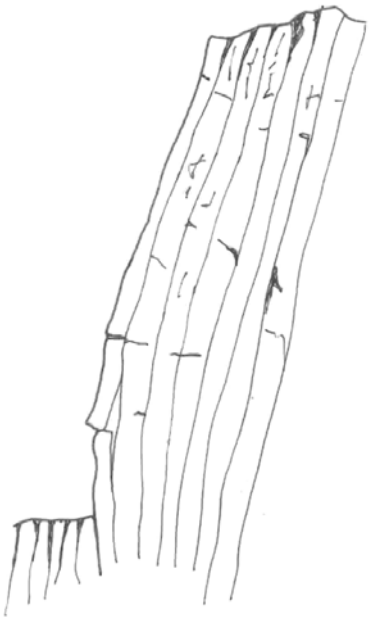


Figura 203.- Rotura por pandeo.

1.5.5.5.2.- Análisis de las posibilidades cinemáticas mediante el Software DIPS.

En este apartado se procede a estimar la posibilidad cinemática de posibles inestabilidades que pudieran presentarse en los frentes actuales de explotación en función de la orientación que poseen, así como la de la estratificación y fracturas principales.

Con la intención de averiguar la estabilidad del frente Oeste se ha representado el talud objeto del estudio, el plano de estratificación y los dos grupos de fracturas considerados.

Una vez estudiada la dispersión correspondiente a los polos de las fracturas, se han representado las tendencias observadas, encontrándose dos agrupaciones de orientaciones aproximadas, N-S (sistema de fracturas B) y E-W (sistema de fracturas A).

Los datos utilizados para estimar las posibilidades cinemáticas son los que se continúan:

- Plano de estratificación de las calizas, N90ºE / 35°N.
- Talud general de explotación, N350ºW / 67°E.
- Sistema de fracturas J1, N78°E / 77°SE.
- Sistema de fracturas J2, N3°E / 72°E.

La proyección estereográfica de las direcciones y buzamientos que se han presentado anteriormente se refleja en la siguiente figura.

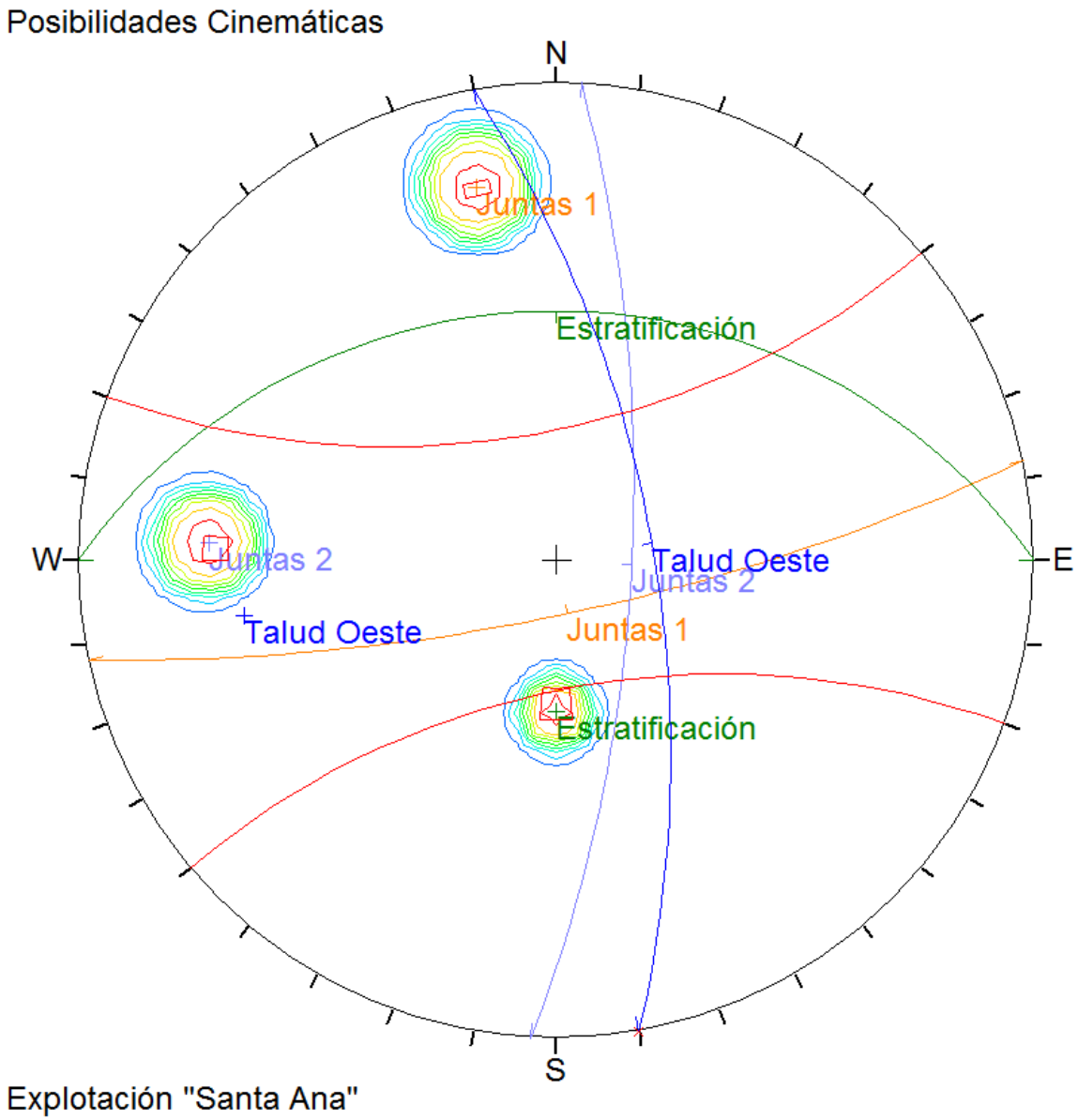


Figura 204.- Proyección estereográfica.

1.5.5.5.2.1.- Posibilidad cinemática de Rotura planar.

En primer lugar creamos la envolvente del Talud Oeste, comprobando que dentro de ella no se sitúa polo alguno de las demás estructuras, por lo que ya a priori podemos estimar que no existirá posibilidad cinemática de rotura planar.

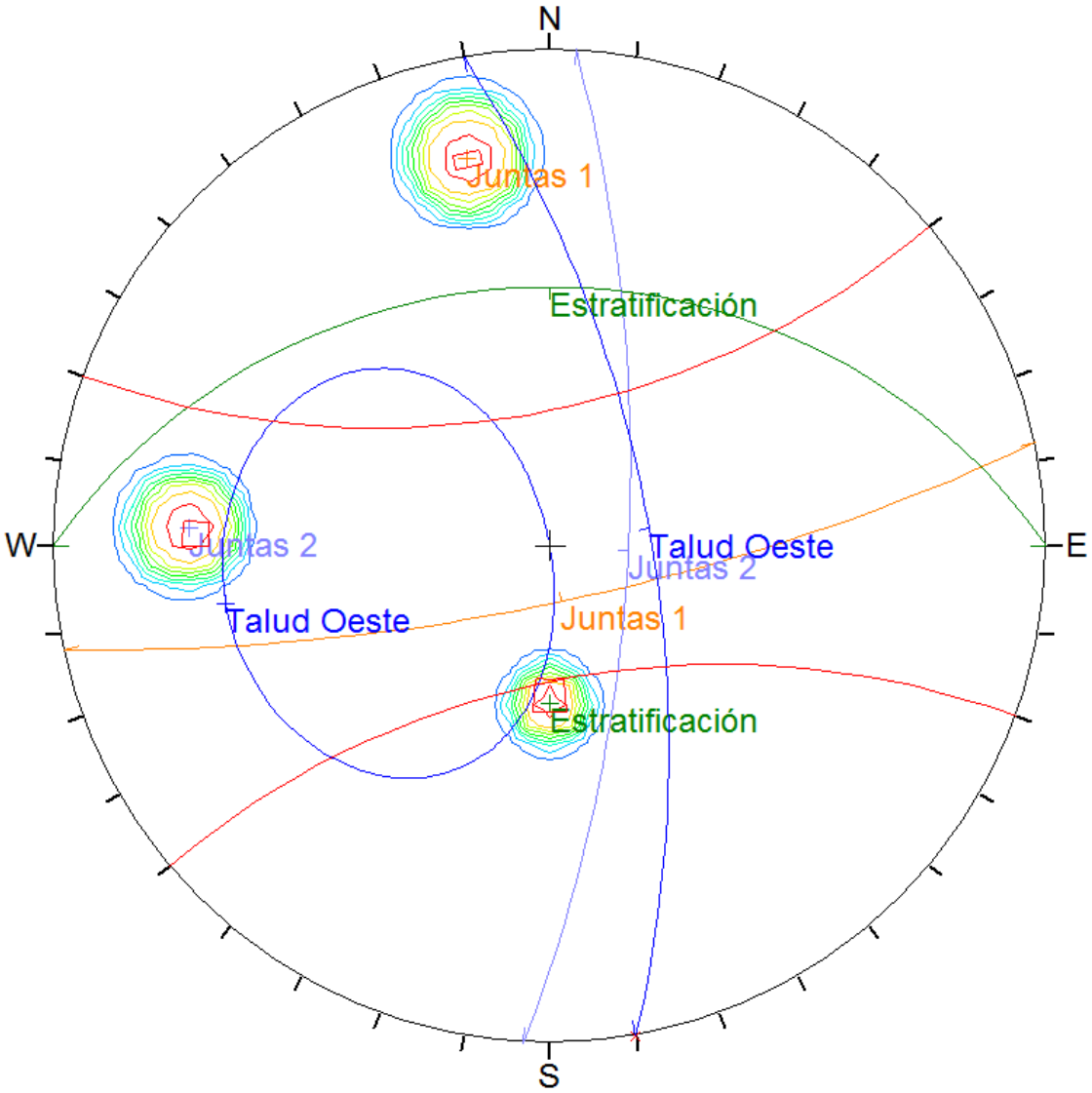


Figura 205.- Envolvente del Talud Oeste.

Creamos un cono de fricción, con el mismo ángulo que el de rozamiento interno, que como recordamos era de 42º.

Existe posibilidad cinemática de rotura planar si algún polo se sitúa en la intersección exterior de la envolvente y el cono de fricción, zona que presentamos sombreada en la siguiente figura.

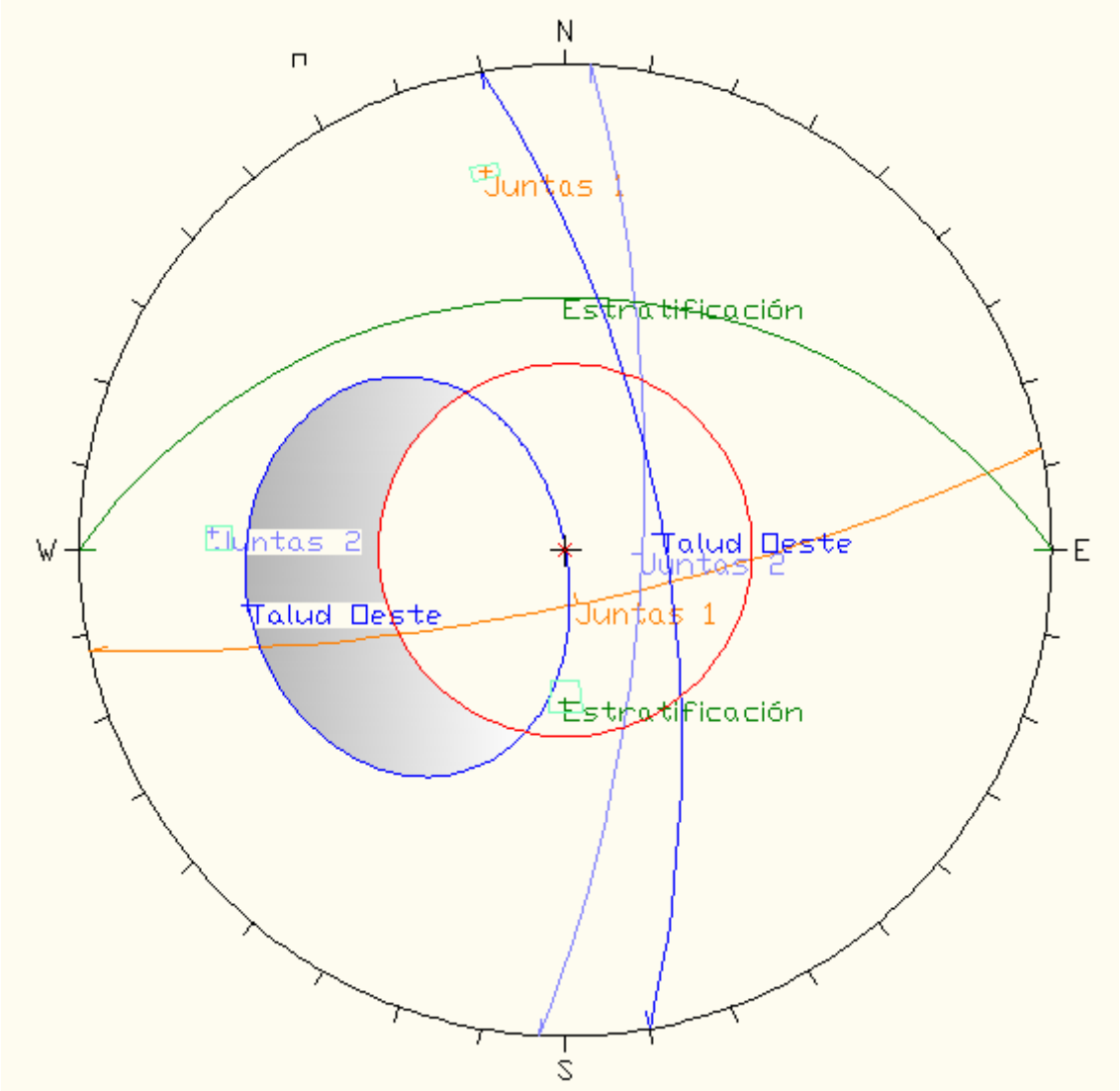


Figura 206.- Zona de influencia de posibilidad cinemática de rotura planar.

A la vista de lo expuesto podemos afirmar que no existe posibilidad cinemática alguna de rotura planar.

En caso de que la hubiera se continuaría el cálculo con el Software ROCPLANE u otro similar.

1.5.5.5.2.2.- Posibilidad cinemática de Rotura en cuña.

En primer lugar creamos un cono de fricción, con ángulo 90º - el de rozamiento interno, que como recordamos era de 42º.

Existe posibilidad cinemática de rotura en cuña si algún polo se sitúa en la intersección exterior del cono de fricción con el plano del talud de trabajo, zona que presentamos sombreada en la siguiente figura.

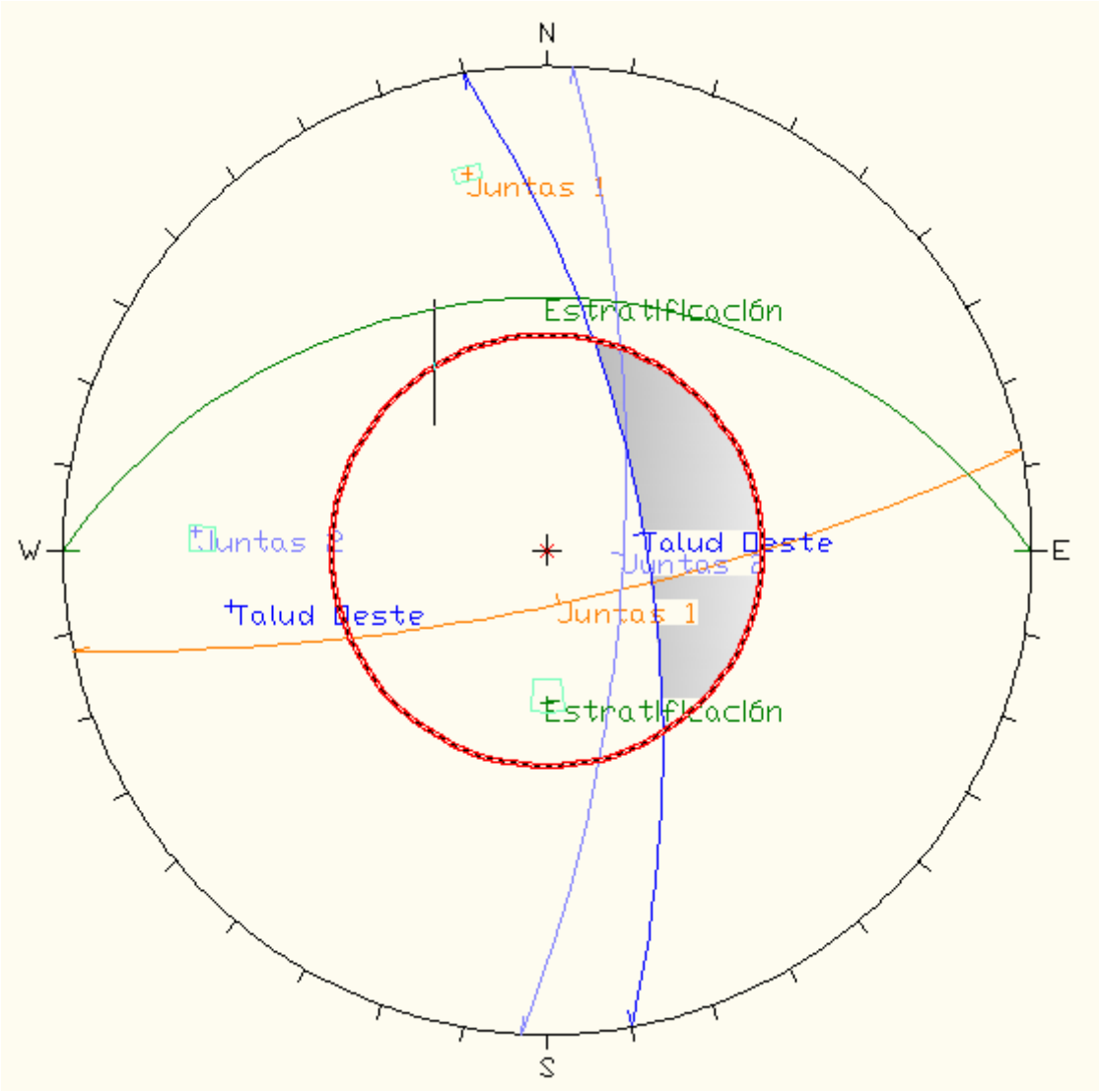


Figura 207.- Zona de influencia de posibilidad cinemática de rotura en cuña.

A la vista de lo expuesto podemos afirmar que no existe posibilidad cinemática alguna de rotura en forma de cuña.

En caso de que la hubiera se continuaría el cálculo con el Software SWEDGE u otro similar.

1.5.5.5.2.3.- Posibilidad cinemática de Rotura por vuelco.

En primer lugar debemos crear un plano, el cual define el límite planar de deslizamiento, éste tiene la misma dirección que el talud de trabajo y tiene un buzamiento resultante del ángulo del talud de trabajo menos el de fricción.

A continuación creamos un cono de fricción con su dirección ortogonal a la del talud de trabajo, con un ángulo de 60 º que en realidad significa que va a marcar dos zonas de 30º.

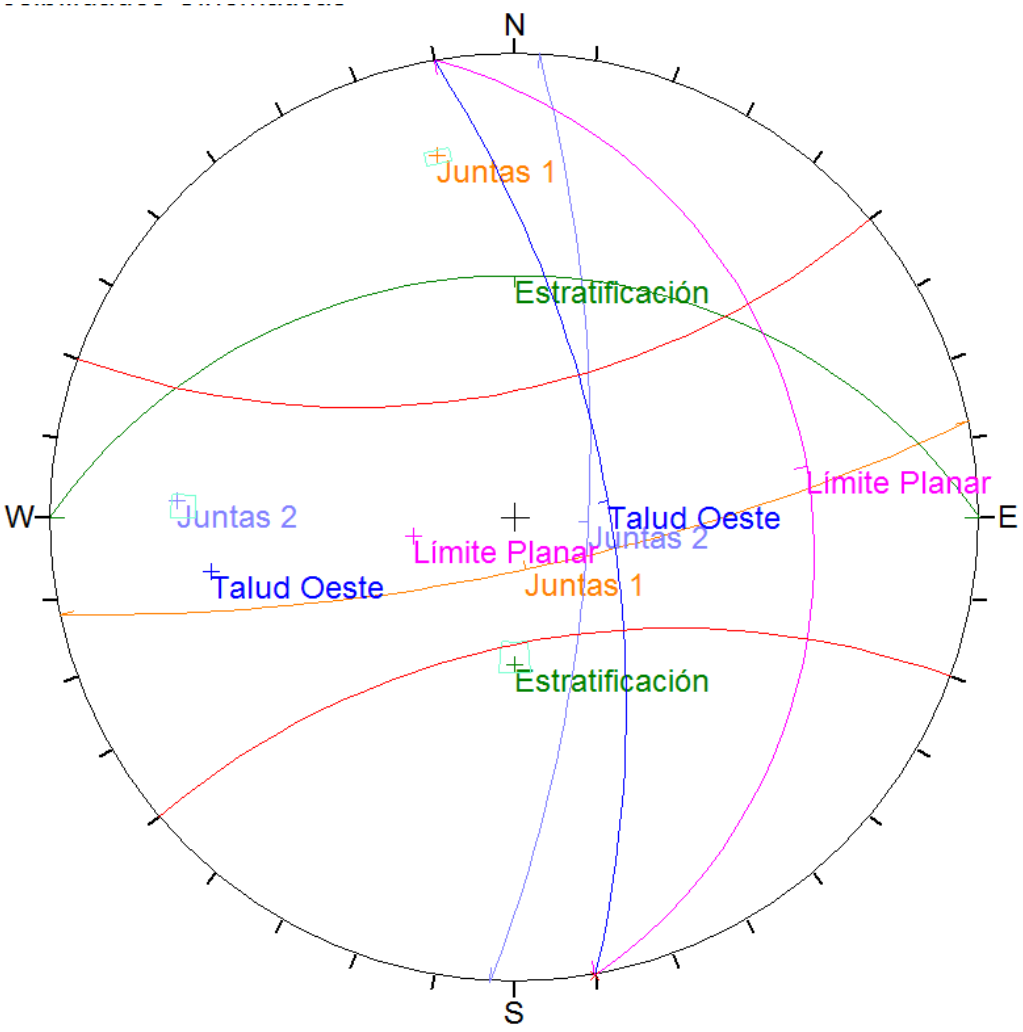


Figura 208.- Límite Planar y Cono de fricción ortogonal al talud de trabajo.

Existe posibilidad cinemática de rotura por vuelco si algún polo se sitúa en la intersección exterior del cono de fricción con el plano del límite planar, zona que presentamos sombreada en la siguiente figura.

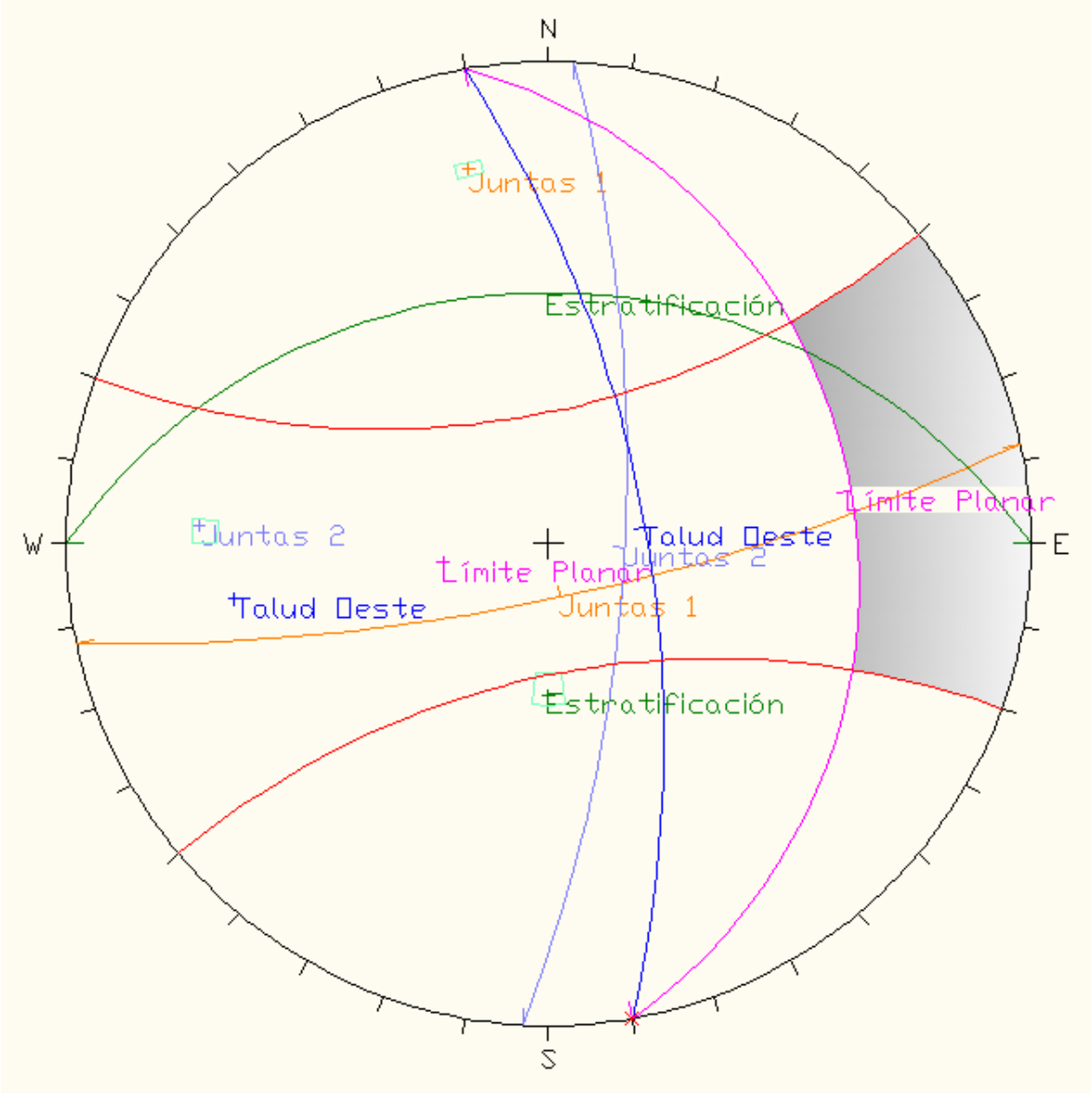


Figura 209.- Zona de influencia de posibilidad cinemática de rotura por vuelco.

A la vista de lo expuesto podemos afirmar que no existe posibilidad cinemática alguna de rotura por vuelco.

En caso de que la hubiera se continuaría el cálculo con el Software ROCTOPPLE u otro similar.

A la vista de que no existe posibilidad cinemática de ningún tipo de rotura, procedemos en el siguiente epígrafe a analizar la estabilidad global de los taludes, tanto de explotación como definitivo.

1.5.5.6.- Estabilidad Global del talud considerado.

Se procede a la verificación de la estabilidad global del talud considerado éste en toda su magnitud, considerando el tipo de rotura más probable, planar o curva.

Se resumen a continuación los datos obtenidos de parámetros corregidos del macizo rocoso, los cuales son base para el cálculo de la estabilidad global.

Clasificación Hoek Brown				
sigci	**62**	**MPa**	**sigci**	**Resistencia a la compresión no confinada de la roca intacta**
GSI	**63**		**GSI**	**Índice de resistencia geológica**
mi	**8**		**mi**	**Parámetro de la roca intacta**
D	**1**		**D**	**Factor de perturbación**
Parámetros Criterio Rotura Hoek Brown				
mb	**0.569261**			
s	**0.00209822**			
a	**0.502287**			
Rango de la Envolvente de Rotura				
Aplicación	**Bancos**			
sig3max	**0.469857**	**MPa**		
Ud. Dens.	**0.026**	**MN/m3**		
Altura banco	**20**	**m**		
Parámetros de resistencia equivalente de Mohr-Coulomb				
c	**0.502215**	**MPa**		
phi	**47.562**	**degrees**		
Otros Parámetros del macizo rocoso				
sigt	**-0.228523**	**MPa**	**sigt**	**Resistencia a tracción del macizo rocoso**
sigc	**2.80022**	**MPa**	**sigc**	**Resistencia compresiva uniaxial del macizo rocoso**
sigcm	**6.48467**	**MPa**	**sigcm**	**Resistencia compresiva global del macizo rocoso**
Em	**8131.37**	**MPa**	**Em**	**Módulo de deformación del macizo rocoso**

Cuadro 62.- Parámetros geomecánicos corregidos.

- Parámetros Geométricos.
- Perfil Actual Nº4, por su inclinación de 75º, su altura es 138 metros.
- Perfil Actual Nº5, por su altura de 231,80 metros, su inclinación es de 73º.
- Perfil Final Nº5, por su altura de 306,97 metros e inclinación de 67º.

Se utilizarán los siguientes métodos de cálculo, tanto para la caracterización Mohr-Coulomb como para la Hoek-Brown:

- GLE/Morgensen-Price.
- Janbu Corregido.
- Spencer.

1.5.5.6.1.- Estabilidad global de los taludes actuales.

Tras haber comprobado que no existen posibilidades cinemáticas y haber corregido los parámetros geomecánicos del macizo rocoso, a continuación se procede a recalcular el factor de seguridad de los Perfiles Actuales más desfavorables, 4 y 5.

PERFIL Nº4

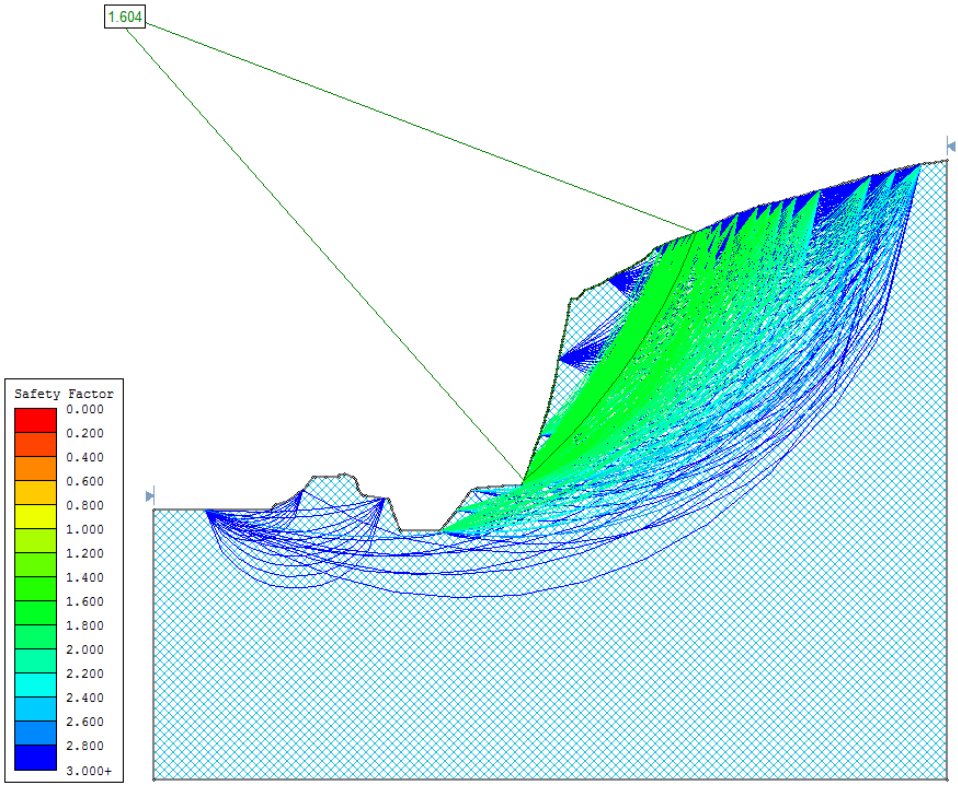


Figura 210.- FS del Talud Actual Nº4, GLE/Morgensen-Price (Parámetros Mohr-Coulomb).

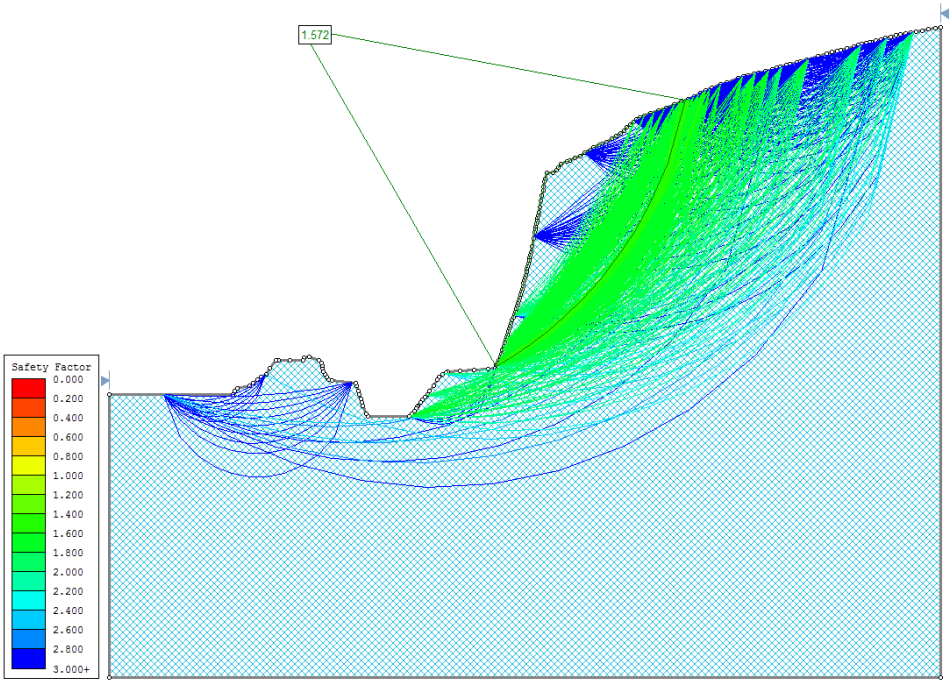


Figura 211.- FS del Talud Actual Nº4, GLE/Morgensen-Price (Parámetros Hoek-Brown).

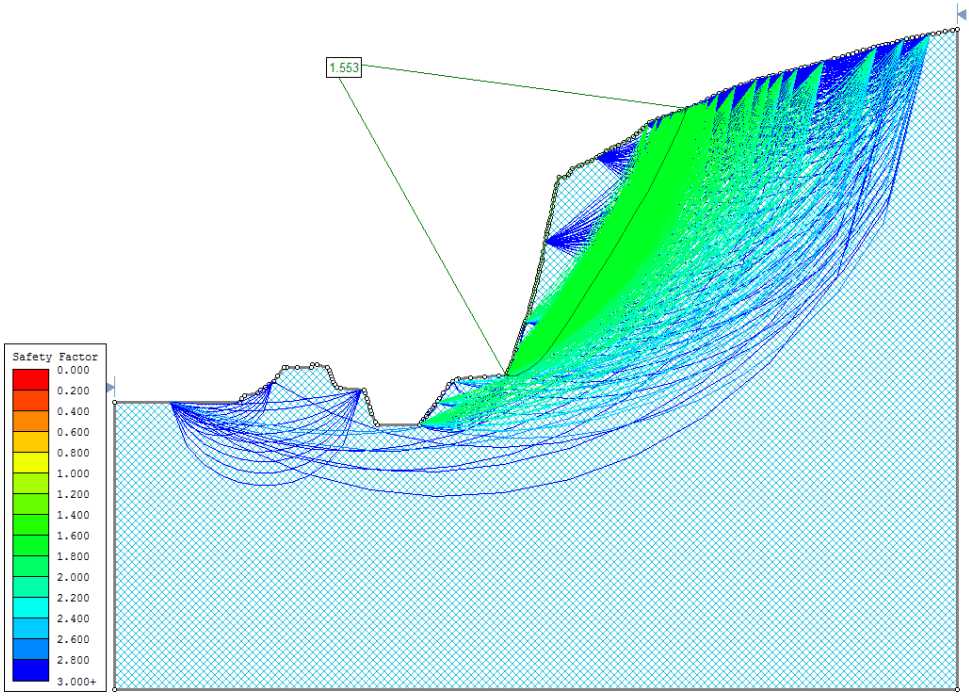


Figura 212.- FS del Talud Actual Nº4, janbu corregido (Parámetros Mohr-Coulomb).

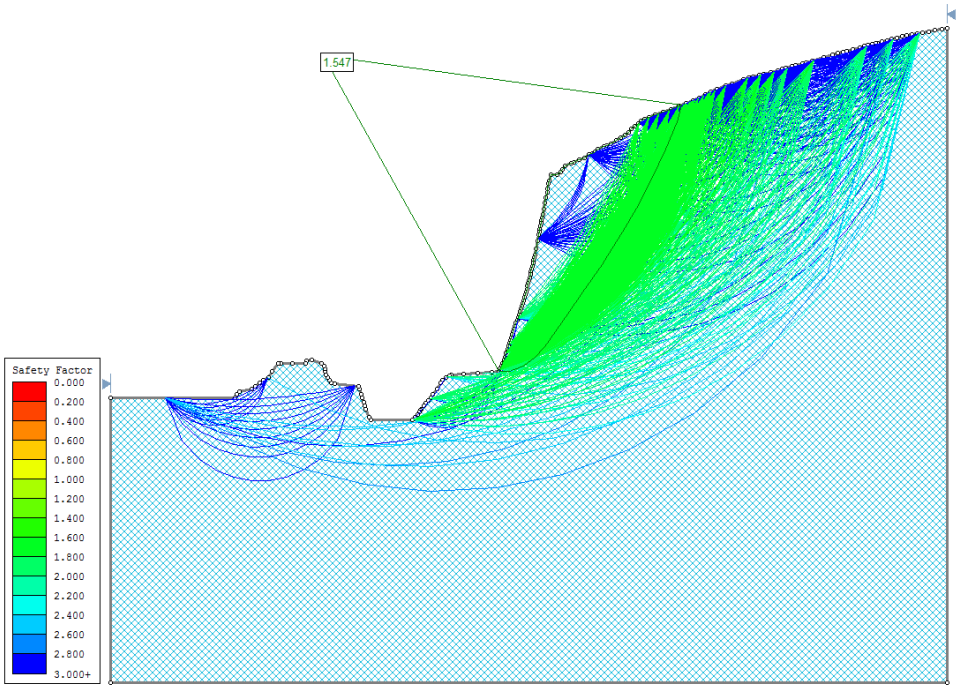


Figura 213.- FS del Talud Actual Nº4, janbu corregido (Parámetros Hoek-Brown).

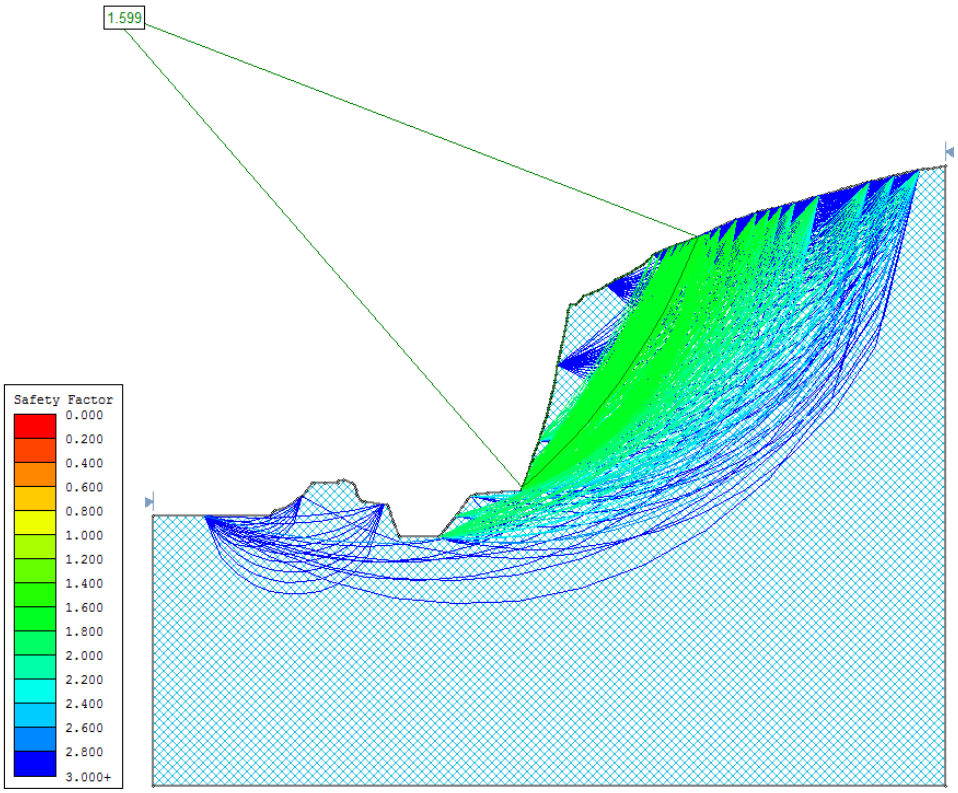


Figura 214.- FS del Talud Actual Nº4, Spencer (Parámetros Mohr-Coulomb).

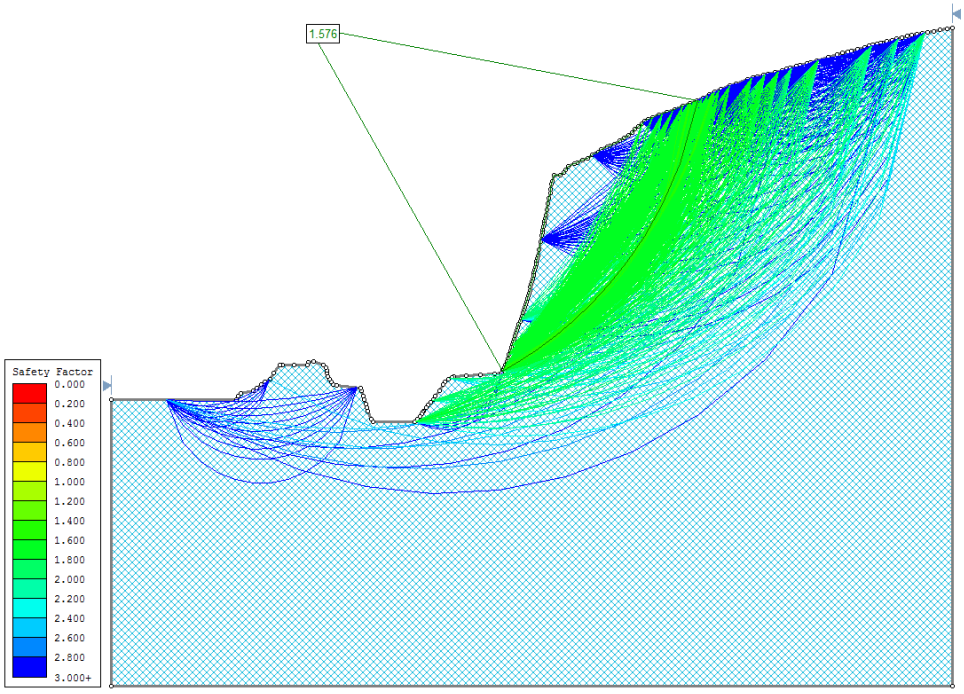


Figura 215.- FS del Talud Actual Nº4, Spencer (Parámetros Hoek-Brown).

Análisis de los Factores de Seguridad para el Talud Actual Nº4		
Método de Análisis	**Parámetros del Macizo Rocoso**	
	Mohr-Coulomb	**Hoek-Brown**
GLE/Morgensen-Price	**1,604**	**1,575**
Janbu Corregido	**1,553**	**1,547**
Spencer	**1,599**	**1,576**

Cuadro 63.- FS para el talud actual Nº4

Como se puede ver todos ellos por encima de 1,2. Por lo tanto se considera que el talud actual, como ya sabíamos, es estable.

PERFIL Nº5

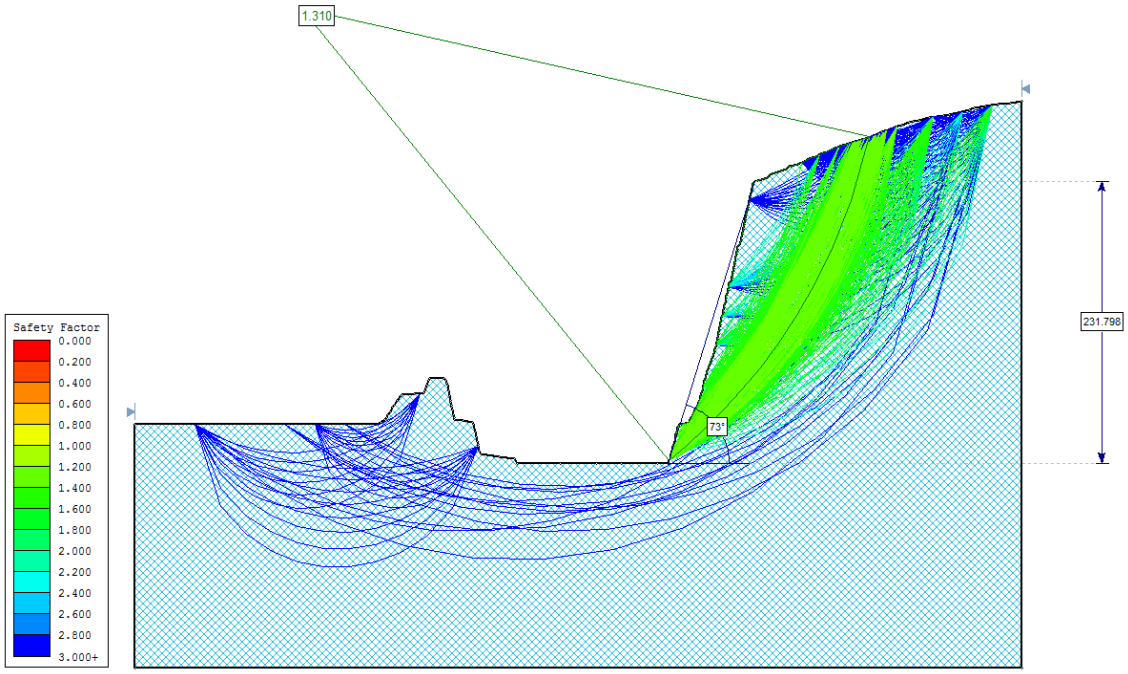


Figura 216.- FS del Talud Actual Nº5, GLE/Morgensen-Price (Parámetros Mohr-Coulomb).

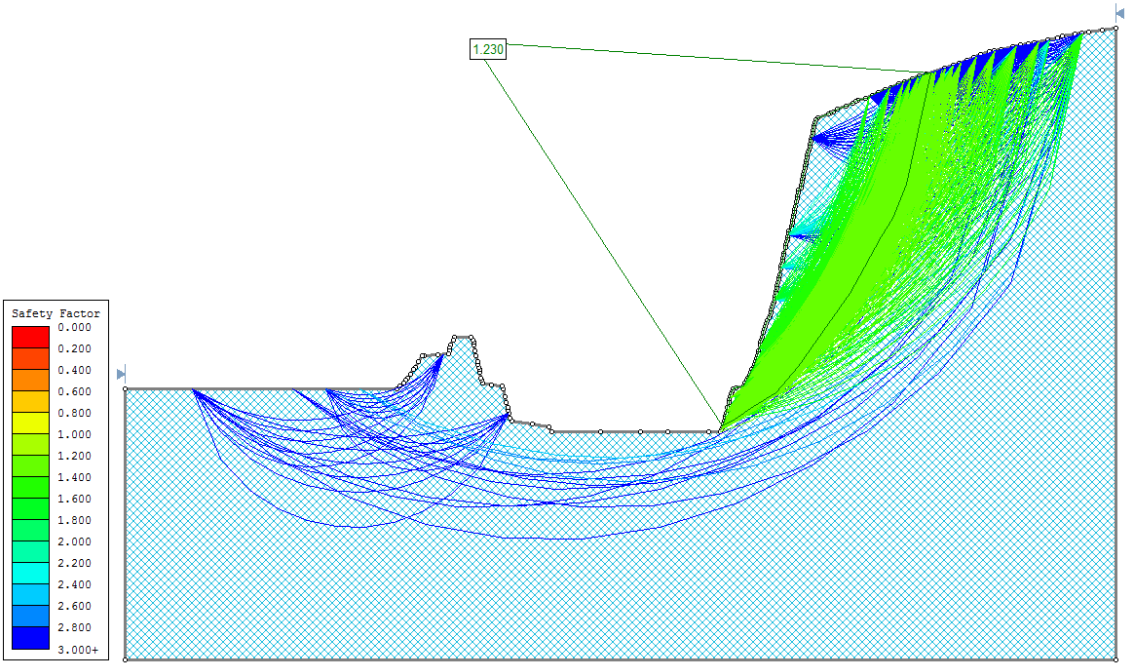


Figura 217.- FS del Talud Actual Nº5, GLE/Morgensen-Price (Parámetros Hoek-Brown).

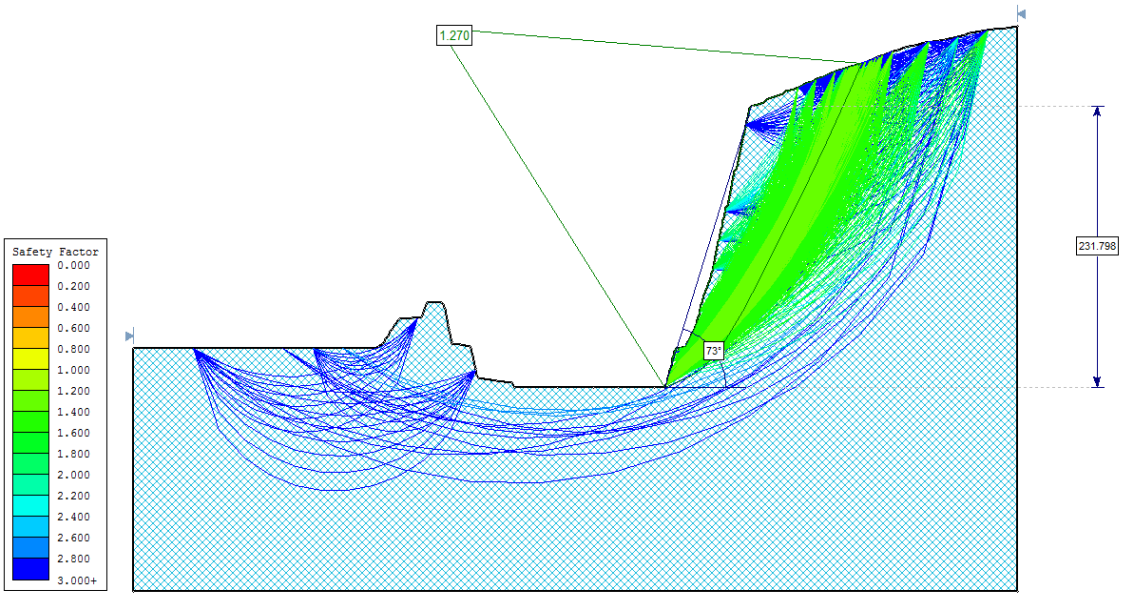


Figura 218.- FS del Talud Actual Nº5, janbu corregido (Parámetros Mohr-Coulomb).

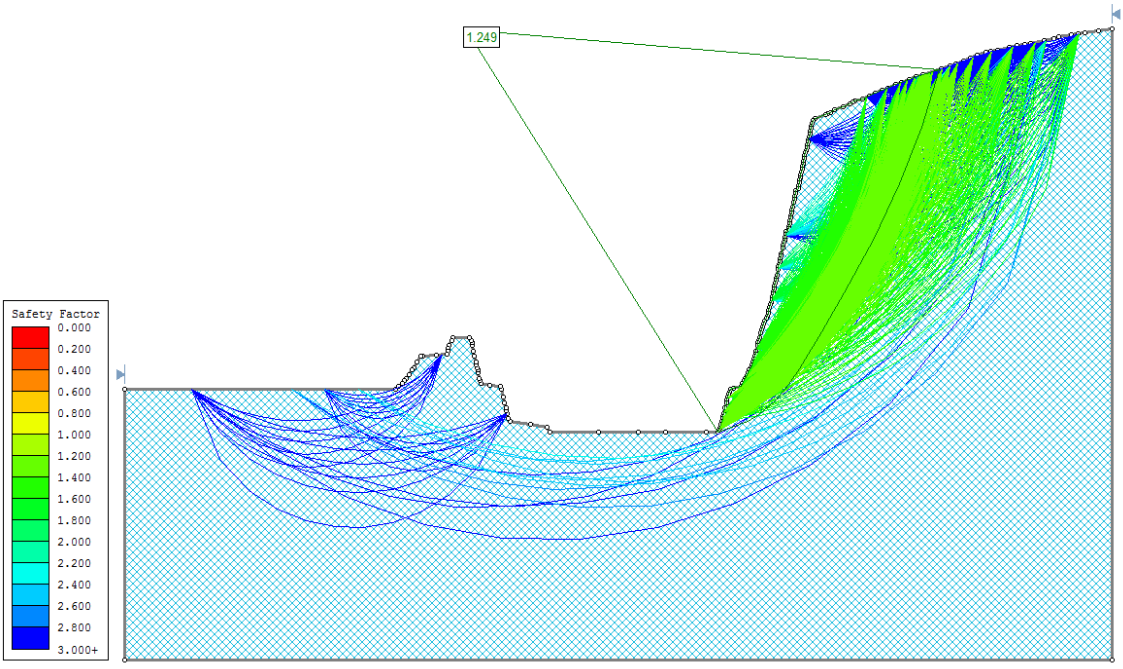


Figura 219.- FS del Talud Actual Nº5, janbu corregido (Parámetros Hoek-Brown).

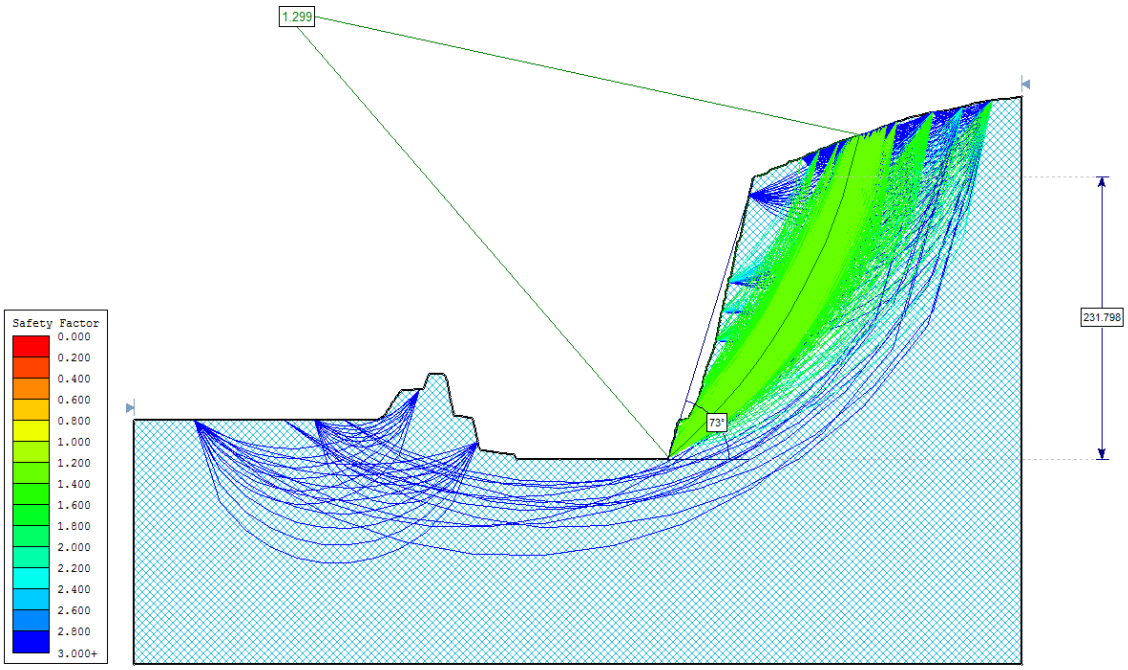


Figura 220.- FS del Talud Actual Nº5, Spencer (Parámetros Mohr-Coulomb).

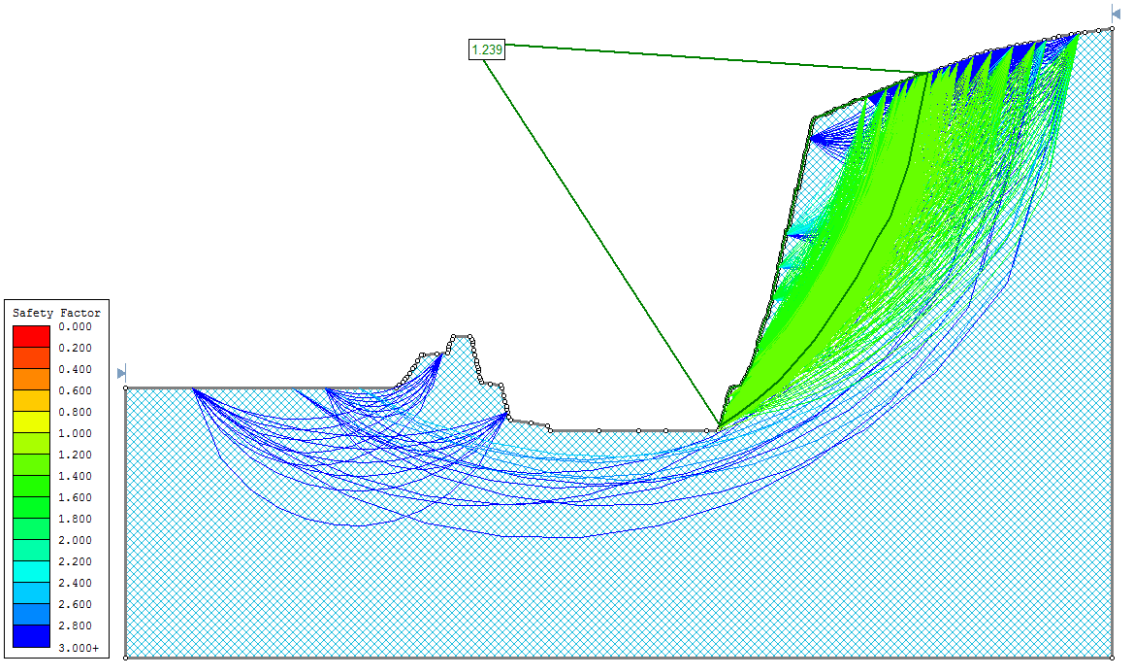


Figura 221.- FS del Talud Actual Nº5, Spencer (Parámetros Hoek-Brown).

Análisis de los Factores de Seguridad para el Talud Actual Nº5		
Método de Análisis	**Parámetros del Macizo Rocoso**	
	Mohr-Coulomb	**Hoek-Brown**
GLE/Morgensen-Price	**1,310**	**1,230**
Janbu Corregido	**1,270**	**1,249**
Spencer	**1,299**	**1,239**

Cuadro 64.- FS para el talud actual Nº5.

Como se puede ver todos ellos por encima de 1,2. Por lo tanto se considera que el talud actual Nº5, como ya sabíamos, es estable.

1.5.5.6.2.- Estabilidad global del talud definitivo.

No obstante lo anterior, lo realmente importante es calcular la estabilidad global del talud definitivo de la explotación, a fin de considerar su viabilidad según lo establecido en el RGNBSM, es decir con un factor de seguridad superior a 1,2. Siendo éste análisis el más importante se va a realizar para todas las posibilidades, incluso las remotas como la rotura circular, que como sabemos se da únicamente en suelos, o rocas tan meteorizadas o diaclasadas que tienden a comportarse como suelos.

Como vimos el talud definitivo más desfavorable se presentaba en el perfil final nº5, del cual de nuevo volvemos a resumir sus características geométricas:

- Altura de 306,97 metros.
- Inclinación de 68º.

Se va a proceder del mismo modo que en el epígrafe anterior, es decir se van a utilizar los parámetros geomecánicos corregidos según Hoek-Brown y se va a analizar la estabilidad de taludes con los mismos métodos de análisis utilizados para los taludes actuales.

1.5.5.6.2.1.- Rotura Circular.

Aun cuando sabemos que la rotura circular es prácticamente imposible, por el tipo de macizo rocoso en el que nos encontramos, sin embargo procedemos a la estimación del Factor de Seguridad.

A. MÉTODO DE BÚSQUEDA DE SUPERFICIES: MALLA DE CENTROS DE RADIO DE SUPERFICIES DE ROTURA.

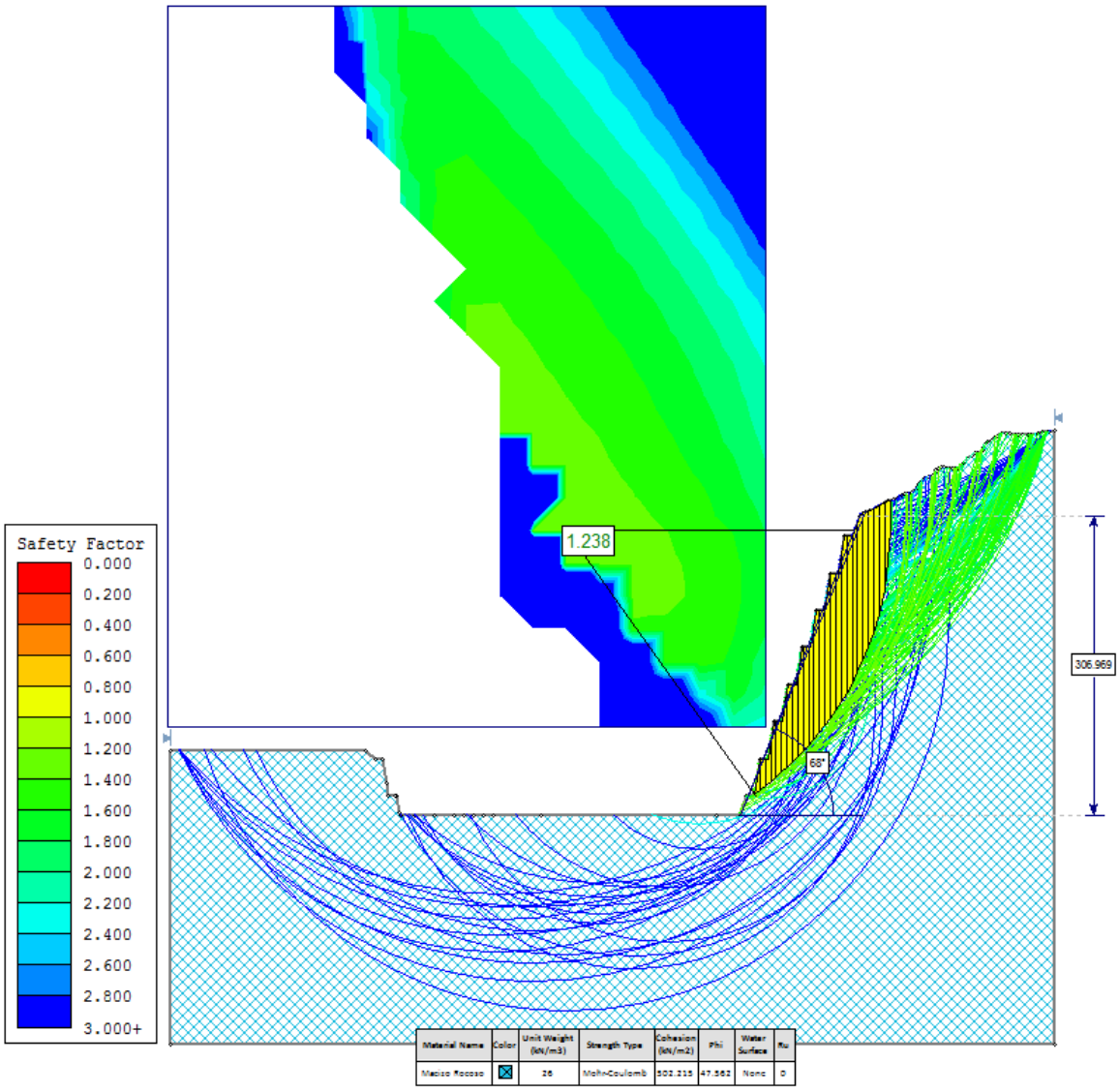


Figura 222.- FS para rotura circular. Método de Análisis GLE GLE/Morgensen-Price.

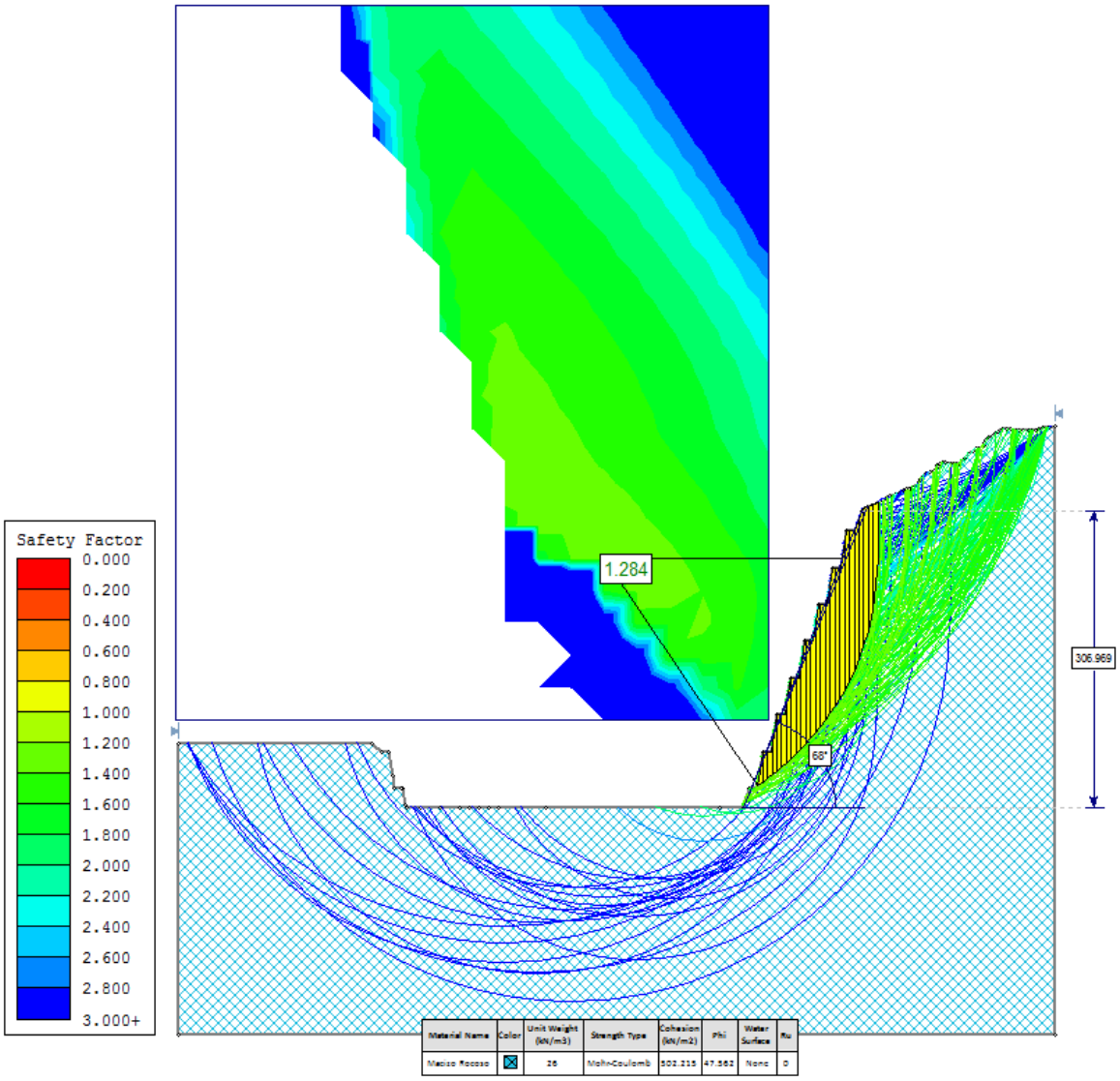


Figura 223.- FS para rotura circular. Método de Análisis Janbu Corregido.

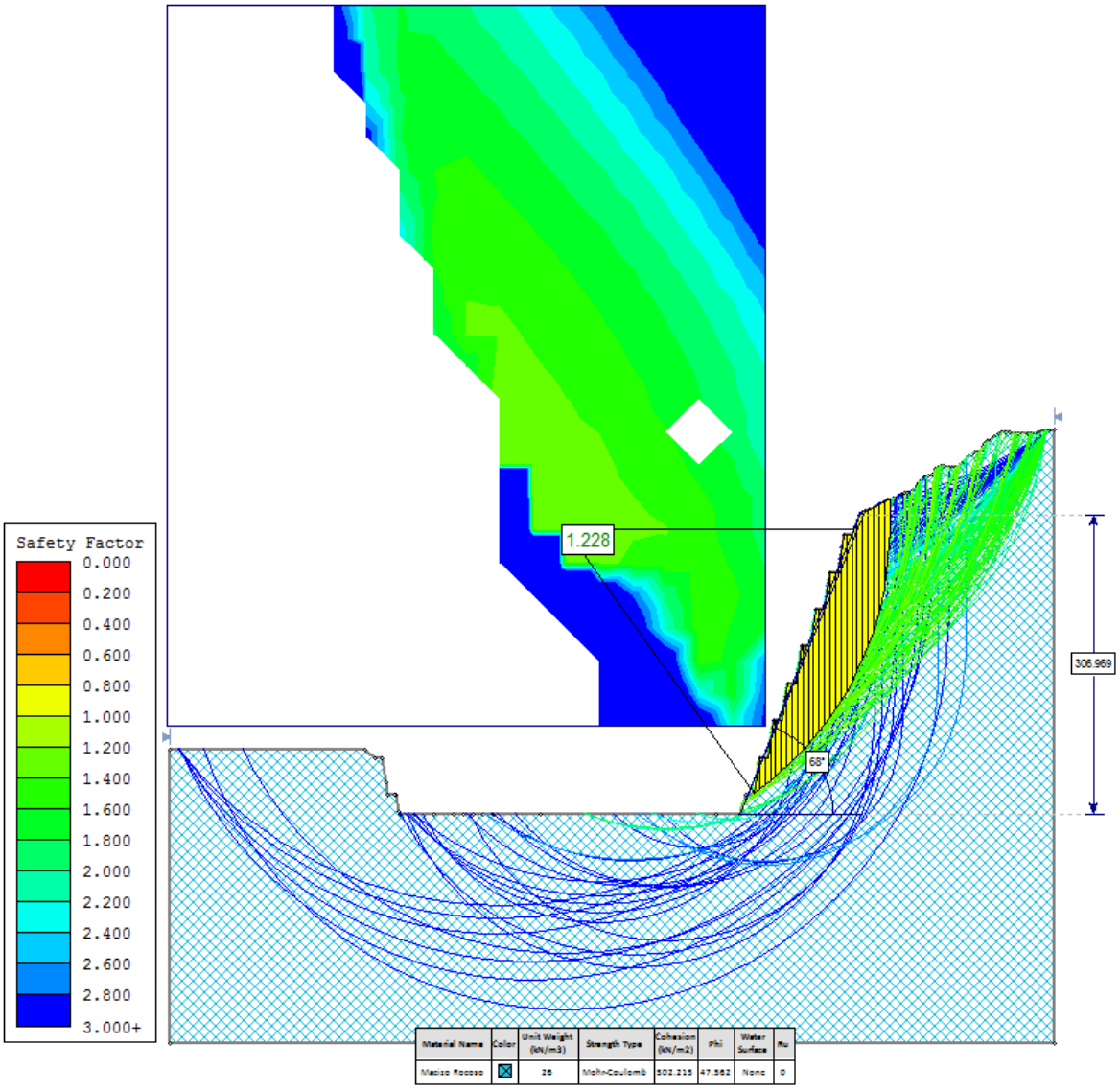


Figura 224.- FS para rotura circular. Método de Análisis Spencer.

B. MÉTODO DE BÚSQUEDA DE SUPERFICIES: TALUD.

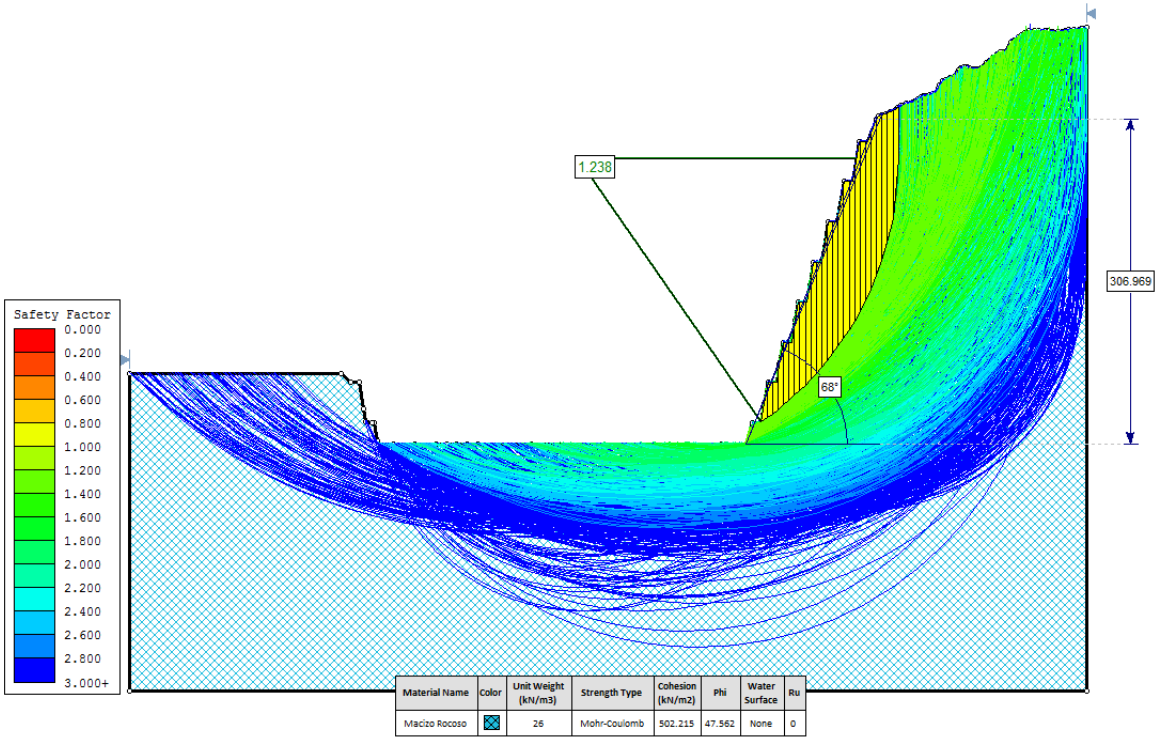


Figura 225.- FS para rotura circular. Método de Análisis GLE GLE/Morgensen-Price.

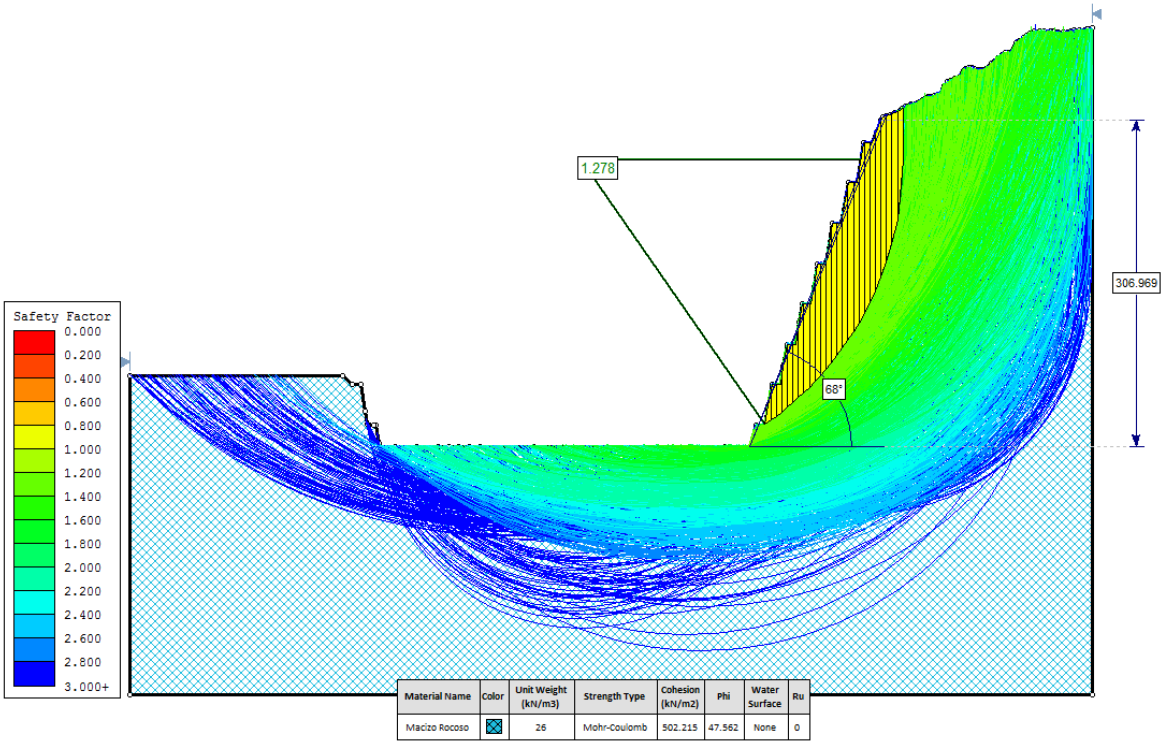


Figura 226.- FS para rotura circular. Método de Análisis Janbu Corregido.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras. Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

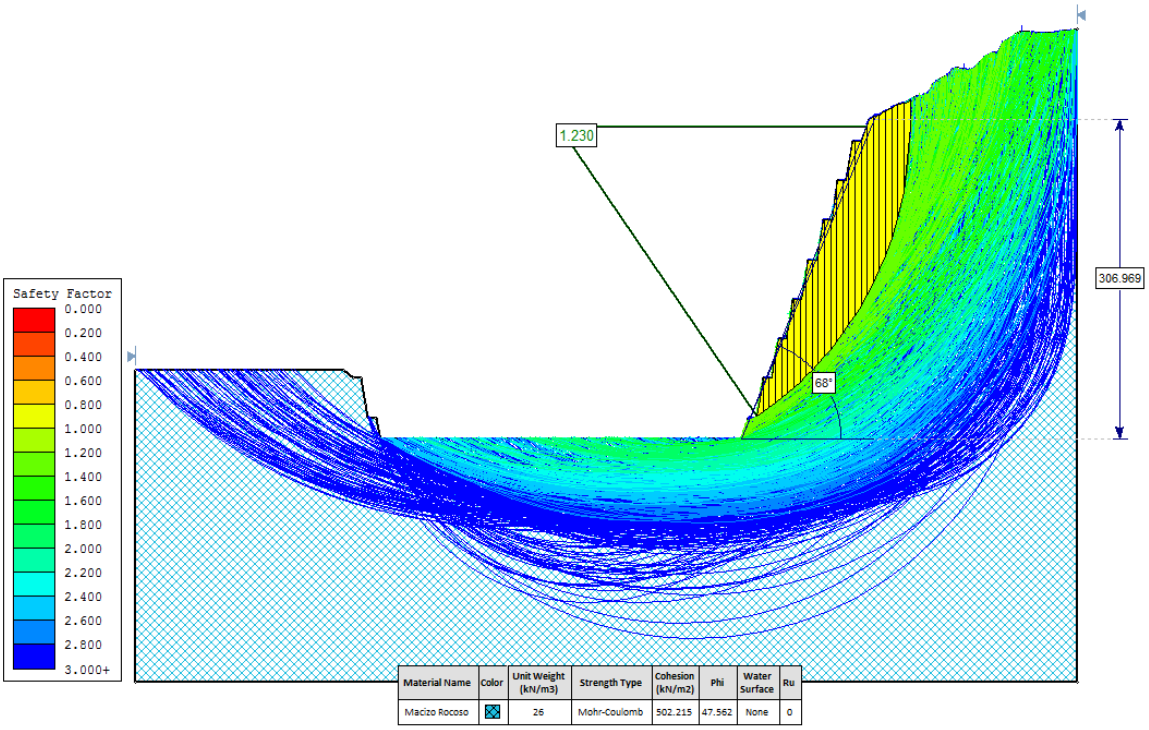


Figura 227.- FS para rotura circular. Método de Análisis Spencer.

C. MÉTODO DE BÚSQUEDA DE SUPERFICIES: AUTOMÁTICA FINA.

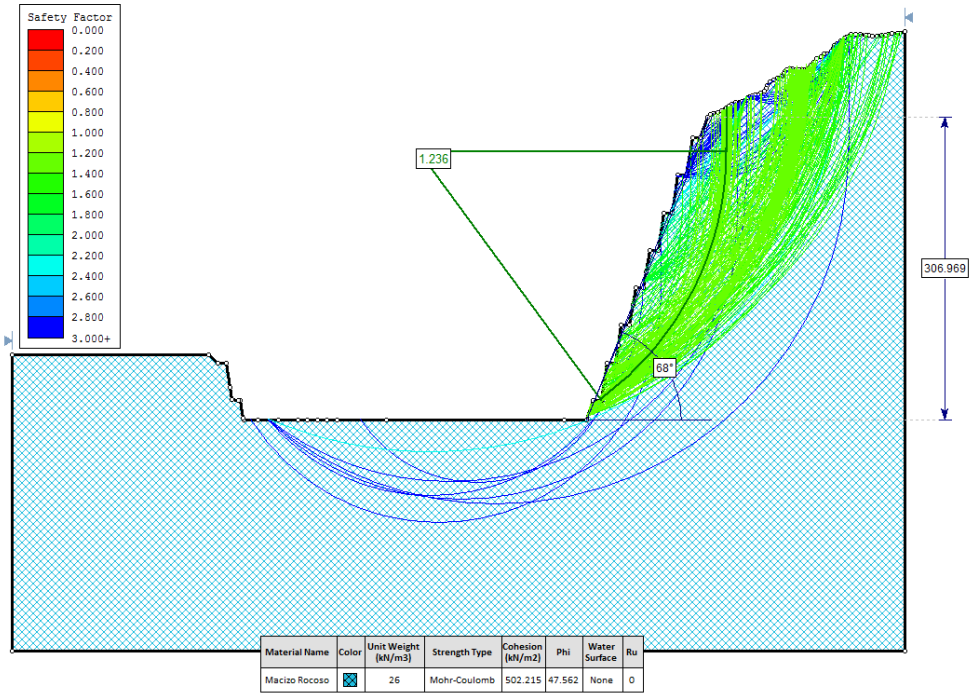


Figura 228.- FS para rotura circular. Método de Análisis GLE GLE/Morgensen-Price.

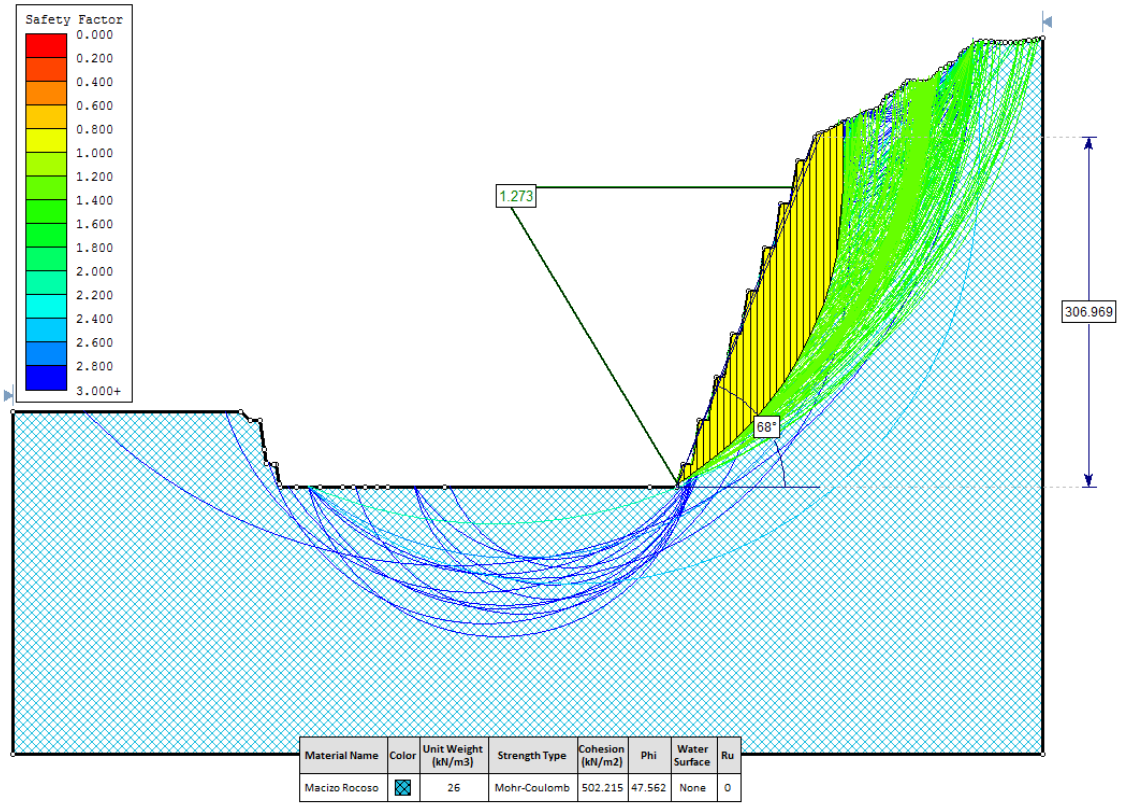


Figura 229.- FS para rotura circular. Método de Análisis Janbu Corregido.

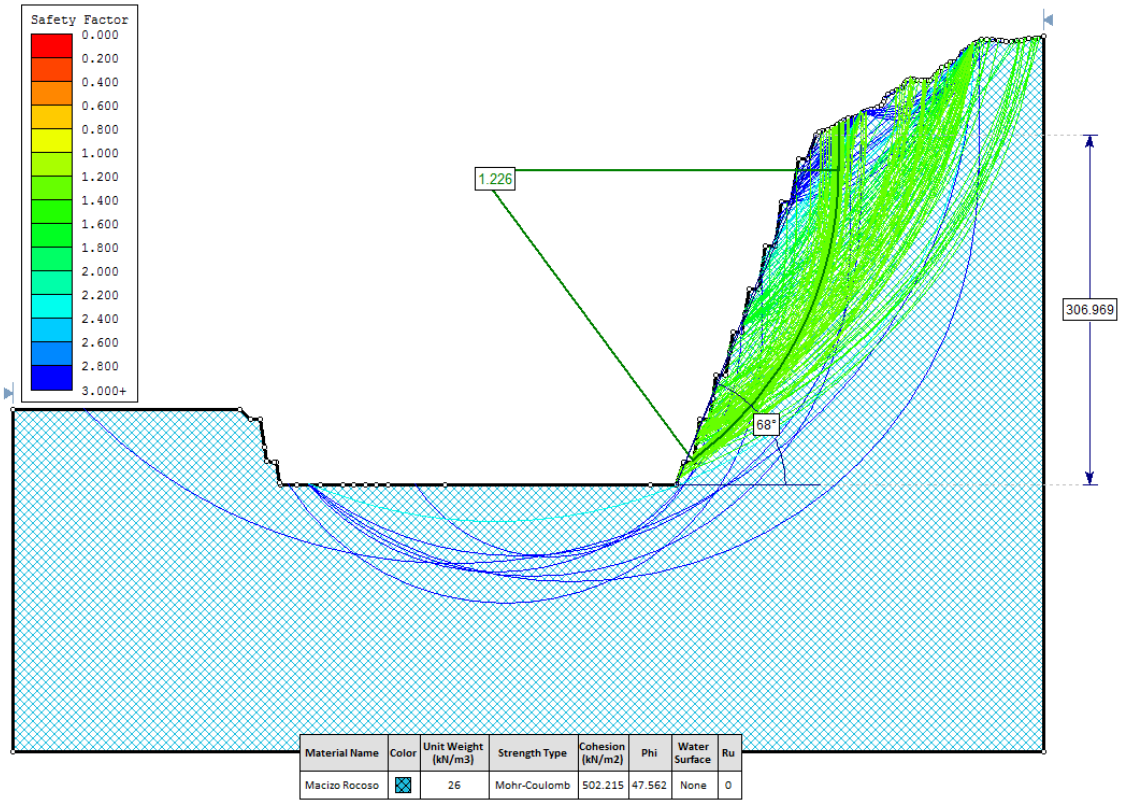


Figura 230.- FS para rotura circular. Método de Análisis Spencer.

A continuación se resumen los resultados de los análisis de estabilidad frente a la rotura circular.

1. Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras.

ROTURA CIRCULAR: Factores de Seguridad para el Talud Definitivo.			
Método de Análisis	**Método de búsqueda de superficies**		
	A	**B**	**C**
GLE/Morgensen-Price	**1,238**	**1,238**	**1,236**
Janbu Corregido	**1,284**	**1,278**	**1,273**
Spencer	**1,228**	**1,230**	**1,226**

Cuadro 64.- FS para rotura circular.

Como se puede ver todos ellos por encima de 1,2. Por lo tanto se considera que el talud definitivo **es estable frente a las roturas circulares**.

1.5.5.6.2.2.- Rotura Planar.

Como se desprende de la lectura de los datos anteriores, el método de búsqueda automática fina es el que menores FS contempla para roturas circulares, por analógica aplicación vamos a aplicar dicho método a las roturas planares del macizo rocoso.

A. MÉTODO DE BÚSQUEDA DE SUPERFICIES: AUTOMÁTICA FINA.

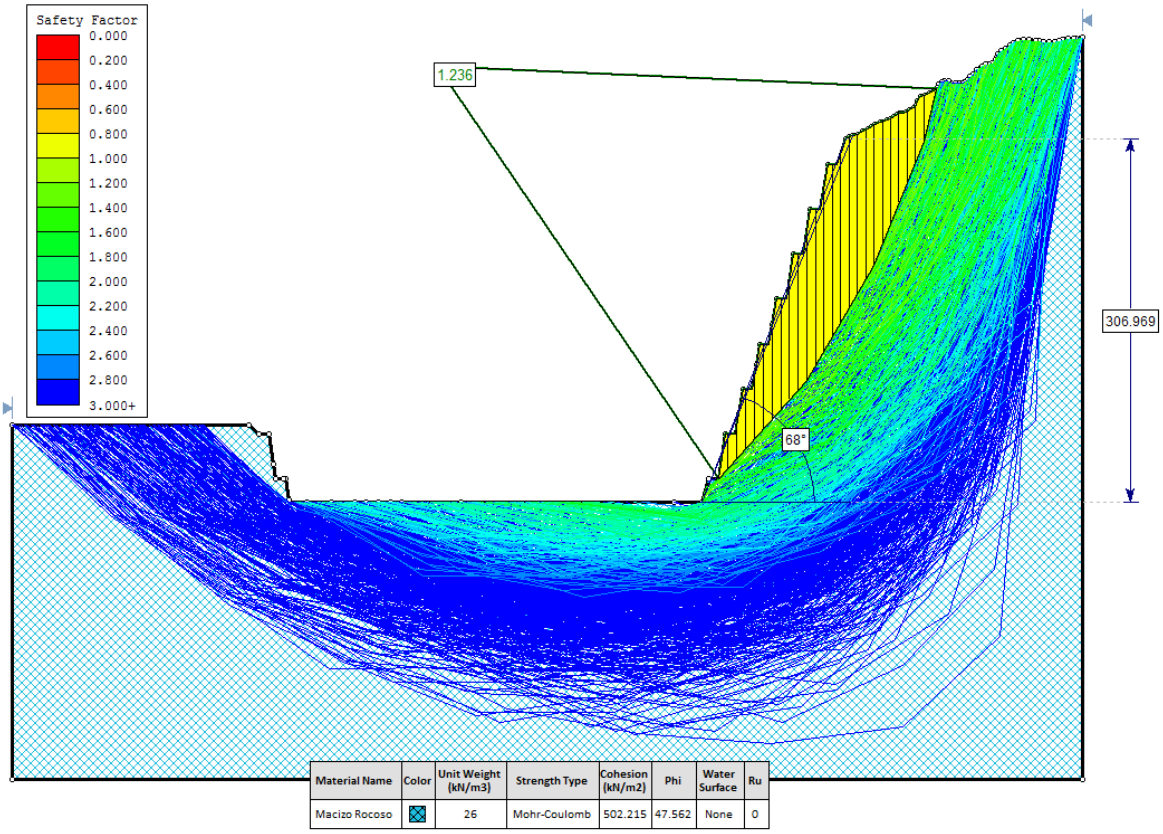


Figura 231.- FS para rotura planar. Método de Análisis GLE GLE/Morgensen-Price.

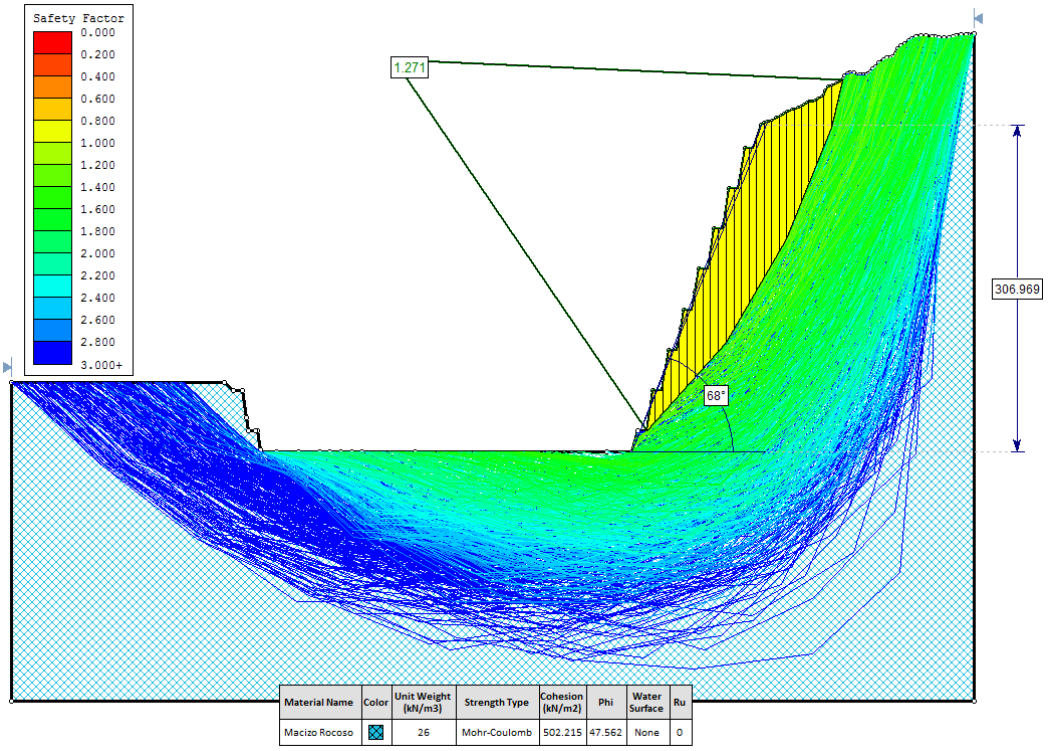


Figura 232.- FS para rotura planar. Método de Análisis Janbu Corregido.

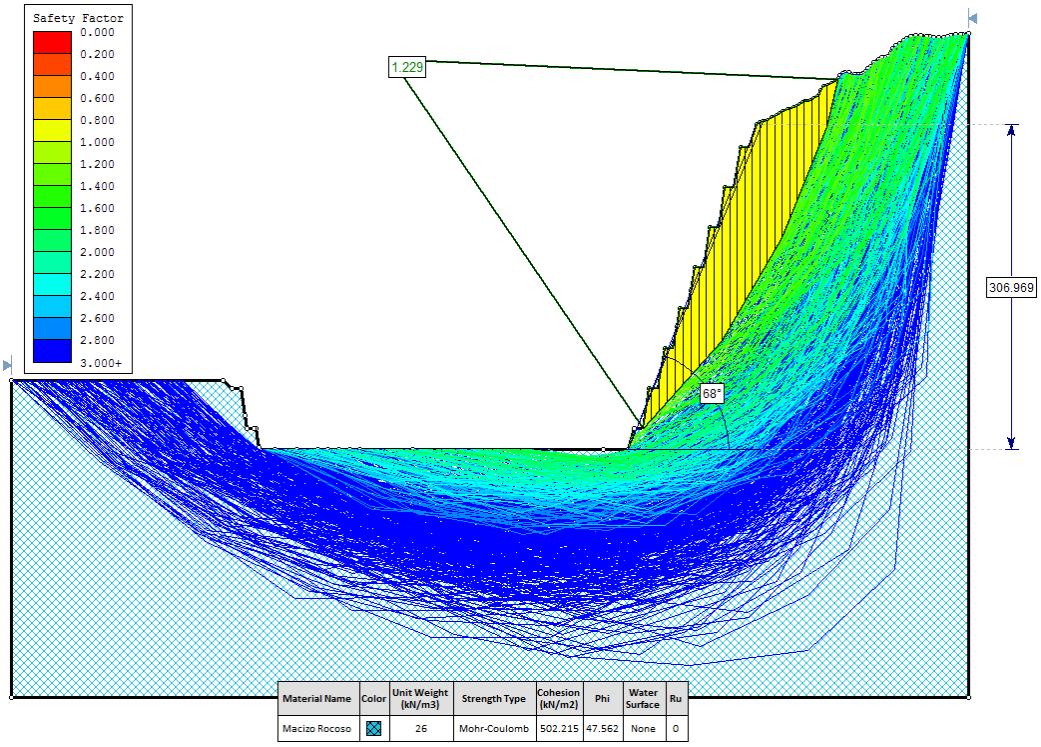


Figura 233.- FS para rotura planar. Método de Análisis Spencer.

A continuación se resumen los resultados de los análisis de estabilidad frente a la rotura Planar.

ROTURA PLANAR: Factores de Seguridad para el Talud Definitivo.	
Método de Análisis	**Método de búsqueda de superficies: Automática Fina**
GLE/Morgensen-Price	**1,236**
Janbu Corregido	**1,271**
Spencer	**1,229**

Cuadro 65.- FS para rotura circular.

Como se puede ver todos ellos por encima de 1,2. Por lo tanto se considera que el talud definitivo **es estable frente a las roturas planares**.

1.5.6.- Residuos Mineros Resultantes.

Los **Residuos** generados serán, fundamentalmente, los siguientes:

- Aceites, Grasas, Baterías y otros Residuos Peligrosos generados por la maquinaria utilizada durante las fases de acondicionamiento, explotación y restauración.
- Suelos orgánicos vegetales que serán reutilizados en La posterior restauración de la zona explotada.
- Materiales no valorizables directamente en la propia explotación, como son materiales subyacentes de naturaleza margosa o arcillosa, estériles inertes, gangas, etc., que se utilizarán para la creación de barreras contra el ruido y el polvo y, con posterioridad, si no pudieran ser reutilizados como relleno en la restauración, serán llevados a vertedero autorizado para R.S.I.

Los **vertidos** generados por la actuación en estudio serán mínimos, reduciéndose estos a los siguientes:

- Aguas pluviales que pudieran atravesar los acopios de material, que no tendrán carácter contaminante, al tratarse de material inerte y presente en la zona previamente a la actuación. No obstante, se realizará el diseño de un sistema de drenaje, el cual conducirá el agua hasta una zona habilitada a tal efecto ubicada dentro de los límites de la explotación, la cual se adecuará para la recogida de las aguas pluviales y de escorrentía. En épocas de alta pluviosidad y para evitar el desbordamiento, el agua se trasladará mediante bomba con sonda de nivel a un depósito estanco, de donde se tomará el agua sobrante para Labores

propias de las instalaciones, tal como riego de pistas, viales y humectación de acopios.

- Respecto a las aguas sanitarias y los efluentes orgánicos procedentes de los servicios higiénicos se almacenarán en Los depósitos de tratamiento bioquímico de que dispone el propio sanitario, para con La periodicidad necesaria y requerida sea retirado por un camión diseñado para ello y transportado hasta depuradora (EDAR) para su tratamiento, por lo que no se realizará vertido alguno.

Las Emisiones de **contaminantes** a la atmósfera estarán provocadas por los vehículos y maquinaria que participan en las diferentes fases que componen este proyecto:

- Emisiones de Partículas, debidas al acondicionamiento de viales, trasiego de maquinaria y operaciones, tanto de extracción, como de carga y descarga de material.
- Emisiones, aunque en muy pequeña concentración, de contaminantes como el Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no quemados, Óxidos de Nitrógeno (NOX), Plomo (Pb) y Dióxido de Azufre (SO2), generados por los motores de vehículos y maquinaria.
- Emisiones de Ruido, provocadas por el trasiego de vehículos, las labores de extracción, operaciones de carga y descarga de material y el funcionamiento de la maquinaria que participa en la explotación.

El Reglamento Europeo 1272/2008 “Clasificación, Etiquetado y Envasado de sustancias y mezclas químicas” (CLP) entró en vigor el 20 de enero del 2009 y en él se establece un nuevo sistema de pictogramas de los productos químicos, entre otros cambios.

El CLP, interactúa con otro Reglamento Europeo, el1907/2006 “Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas” que entró en vigor el 1 de junio del 2007 (REACH).

CLP y REACH tratan de mejorar el sistema de gestión de las sustancias y mezclas químicas, mediante un modelo común, aproximando y unificando las legislaciones existentes.

Con el Reglamento CLP, se pretende aplicar en el marco de la UE, los criterios internacionales adoptados en el Sistema Global Armonizado

de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (SGA o GHS) por Naciones Unidas.

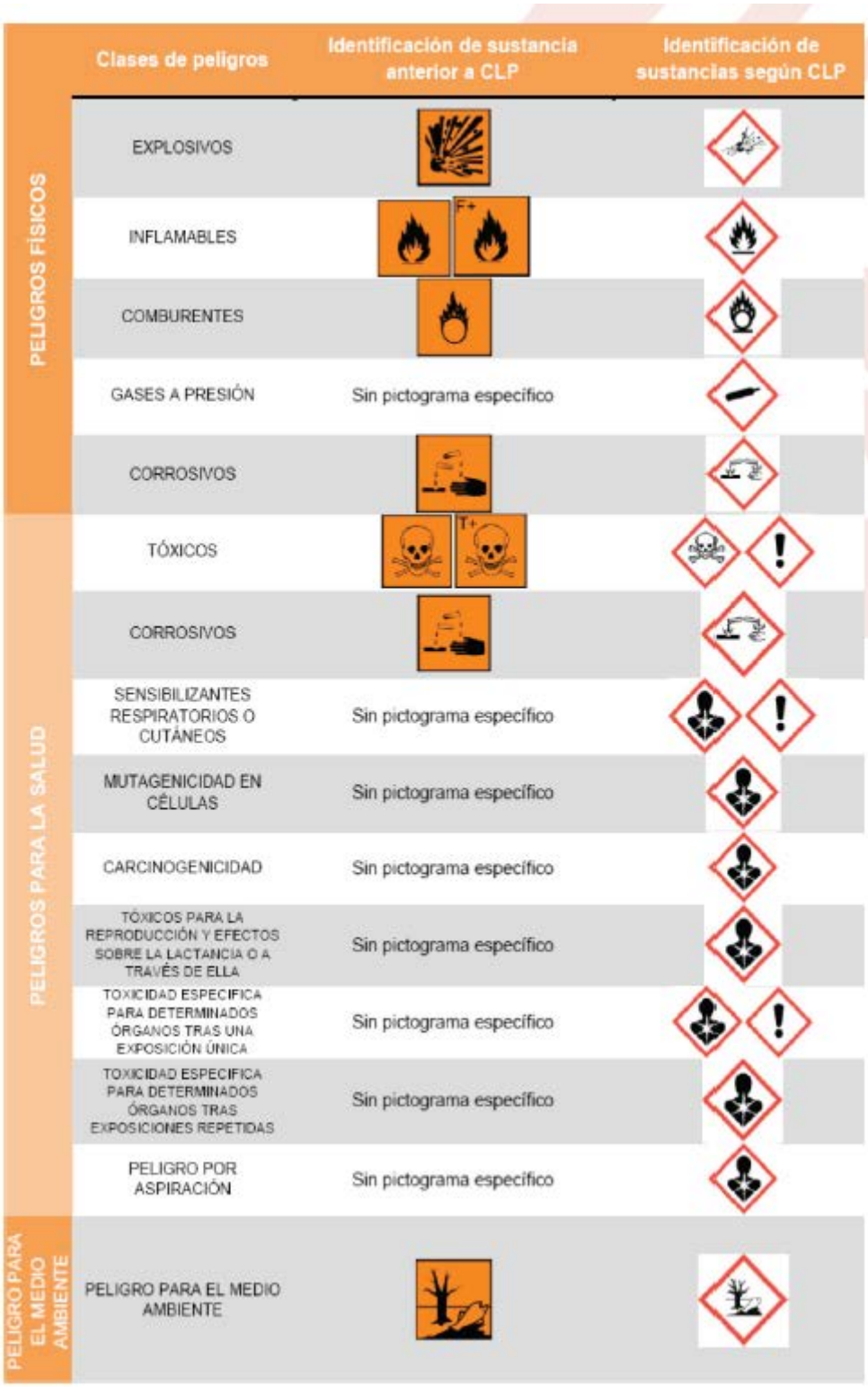
Fechas de aplicación obligatoria de CLP:

- A partir del 1 de diciembre de 2.010, las emprestas deben clasificar, etiquetar y envasar todas las sustancias químicas puestas en el mercado con el nuevo sistema.
- Desde el 1 de junio de 2.015, las empresas deben clasificar, etiquetar y envasar todas las mezclas, conocidas antes como preparados.

Hasta esas fechas CLP y REACH pueden convivir con la normativa a derogar: el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

Los pictogramas anteriores son siete, con forma cuadrada, borde negro y fondo naranja.

Los nuevos pictogramas son nueve, tienen forma de rombo con borde rojo y fondo blanco, y se dividen en peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente:



Figuras 234.- Pictogramas.

La leyenda de los productos productores de residuos se distribuirá a todo el personal de la Explotación.

DOCUMENTO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO.

Este documento constituye el instrumento de seguimiento del Residuo Tóxico y Peligroso (RTP) desde su origen a su tratamiento o eliminación, pero especialmente pretende controlar los procesos de transferencia del RTP entre el centro productor y el centro gestor o entre centros gestores, de manera que la titularidad y responsabilidad del RTP estén perfectamente identificadas.

El documento de control y seguimiento estará constituida por seis ejemplares idénticos en papel autocopiativo que se divide en dos grupos de datos, según que hayan de ser cumplimentados por el remitente (productor o gestor) o por el destinatario (necesariamente un gestor). Estos seis ejemplares serán de distinto color: (1) blanco, (2) rosa, (3) amarillo, (4) verde, (5) azul y (6) amarillo con franja roja.

Las casillas reservadas para las firmas no son autocalcables, debiendo cumplimentarse con carácter individual en cada uno de los seis ejemplares de que se compone el documento.

El proceso seguido será esquemáticamente el siguiente:

- El remitente de una cantidad de un RTP determinado cumplimentará el grupo de datos que le corresponde como tal, en su totalidad, incluida la firma autorizada por la Empresa para ello.
- El remitente conservará para su archivo la copia de color rosa (2).
- El remitente enviará una copia a la Comunidad Autónoma (3) amarilla, donde se encuentre el centro de origen del RTP, que será el que expida el envío; para la Administración Central - Dirección General de Medio Ambiente (DGMA) será la copia blanca (1).
- El remitente entregará las tres copias restantes (4), (5), y (6) al transportista para que acompañen al residuo hasta su destino.
- El destinatario recibirá conjuntamente con el residuo las tres copias del documento y tras la verificación de los datos declarados por el remitente, y sólo en caso de aceptar la transferencia de titularidad del residuo cumplimentará el grupo de datos que le corresponde en su totalidad, incluida la firma autorizada por la Empresa para ello.
- El destinatario conservará en su archivo la copia azul (5) y enviará a la Comunidad Autónoma en que esté ubicado el centro

receptor del residuo la copia amarilla con franja roja (6); para la Administración Central (DGMA) será la copia verde (4).

- El documento a que se refiere el presente anexo estará a disposición de los productores y gestores de residuos tóxicos y peligrosos en la Dirección General del Medio Ambiente del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y en los Órganos de Medio Ambiente de las Comunidades Autónomas.
- Los ejemplares del documento que quedan en poder del productor y gestor para su propio registro deben ser conservados durante un tiempo no inferior a cinco años.

Generalmente los residuos generados en las actividades de la propia extracción del mineral son del tipo “Plantas de machaqueo” y por lo tanto Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas. (Definición extraída del **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

1.5.7.- Superficies afectadas.

La parcela en la cual se enclava la explotación “SANTA ANA”, ocupa 52,8 Hectáreas, de las cuales van a ser afectadas por la explotación 39,8495. A continuación se muestra la tabla resumen de superficies recuperadas:

Fase	Estado explotación	Superficies acumuladas restauración en patio (cota 555 m.s.n.m.m.)	Superficies acumuladas restauración en bermas	Superficies acumuladas restauración en talud de 80º
1	A 5 años	16.051	0	0
2	A 10 años	32.843	0	0
3	A 15 años	67.891	5.940	7.856
4	A 20 años	67.891	9.314	17.977
5	A 25 años	67.891	10.806	17.977
6	A 30 años	67.891	10.806	19.114
7	A 35 años	67.891	15.139	28.830
8	A 40 años	67.891	15.139	28.830
9	A 45 años	67.891	15.139	28.830
10	A 50 años	67.891	19.928	43.467
11	A 55 años	67.891	19.928	43.467
12	A 60 años	67.891	25.798	61.433
13	A 65 años	67.891	25.798	61.433
14	A 70 años	306.900	42.514	102.210

Cuadro 66.- Superficies afectadas por fases quinquenales y acumulado total.

1.5.8.- Medidas correctoras para reducir las emisiones de polvo.

Seguiremos a efectos de cumplimiento la ORDEN ITC/2585/2.007, 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. (BOE Nº 215, de fecha viernes 7 de septiembre de 2.007).

Las medidas correctoras propuestas son las siguientes:

- Se procederá a efectuar riegos periódicos de los caminos de acceso no pavimentados, así como de las zonas de maniobra dentro de la explotación de forma que se evite o minimice la dispersión de polvo a la atmósfera durante las tareas de extracción del material y en el transporte del mismo. En días de fuerte viento se intensificarán estos riegos.
- Reducción de la velocidad de circulación de los vehículos, tanto en el camino principal de acceso como en las pistas interiores.
- Retirada de las pistas del material formado por acumulación de polvo.

- Los camiones encargados del transporte del material irán provistos de lonas que cubran la carga para evitar su dispersión por el aire.
- La Planta de molienda y clasificación móvil y acopios se encontrarán en la fábrica de cerámica, propiedad de la misma empresa, por lo que no aumentaran las concentraciones de polvo. Se continuarán realizando las mismas previsiones que se están realizando en la actualidad.
- Realización de muestreos periódicos de emisiones de polvo conforme a la I.T.C. 2.0.02 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Reducción del tiempo entre las fases de explotación y restauración, para lo cual se llevará a cabo una minería de transferencia, es decir, conforme avance la explotación irá avanzando la restauración.
- Se va a proceder a **crear una pantalla arbórea** en todo el perímetro de la finca. Además se va a crear un caballón con la montera de recubrimiento, para evitar el polvo (también servirá de pantalla visual y acústica), en zonas cercanas a núcleos habitables.

PARTE II: MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO NATURAL AFECTADO POR LA INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES.

El Plan de Restauración es elaborado en orden a conseguir una adecuada restitución del medio natural afectado por la explotación o aprovechamiento del recurso minero y para su ejecución una vez aprobado. Se pretende adecuar e integrar la zona en su entorno y dejarla en condiciones óptimas para un uso recreativo como monte bajo, consiguiendo la total integración de la superficie explotada.

Se pretende adecuar e integrar la zona en su entorno y dejarla en condiciones óptimas para un uso mixto: agrícola-forestal, manteniendo la plaza de la cantera de la finca el aprovechamiento actual y circundante (forestal y agrícola), y consiguiendo la total integración de la superficie explotada con el medio circundante.

Tras plantear la situación final de la zona y objetivos de la restauración, se proponen una serie de labores de restauración, que se realizarán de forma simultánea a la extracción del material de modo que la integración será suave, y no quedará expuesta una gran superficie a procesos erosivos.

Entre las principales labores a efectuar durante la restauración, cabe destacar las siguientes:

- Restauración secuencial de la explotación.
- Aspectos relacionados con la estabilización y nivelación de la superficie afectada por la actividad minera.
- Acondicionamiento edáfico para la posterior revegetación.
- Cultivo de la superficie afectada.

La explotación se ha dividido en 14 fases de superficie media 2,85 Ha, suficiente para desarrollar la actividad y adecuada para restaurar:

La duración media aproximada de cada fase es 5 años, en el cuadro siguiente se resumen las superficies restauradas por fase:

Fase	Estado explotación	Superficies acumuladas restauración en patio (cota 555 m.s.n.m.m.)	Superficies acumuladas restauración en bermas	Superficies acumuladas restauración en talud de 80º
1	A 5 años	16.051	0	0
2	A 10 años	32.843	0	0
3	A 15 años	67.891	5.940	7.856
4	A 20 años	67.891	9.314	17.977
5	A 25 años	67.891	10.806	17.977
6	A 30 años	67.891	10.806	19.114
7	A 35 años	67.891	15.139	28.830
8	A 40 años	67.891	15.139	28.830
9	A 45 años	67.891	15.139	28.830
10	A 50 años	67.891	19.928	43.467
11	A 55 años	67.891	19.928	43.467
12	A 60 años	67.891	25.798	61.433
13	A 65 años	67.891	25.798	61.433
14	A 70 años	306.900	42.514	102.210

Cuadro 67.- Superficies afectadas por fases quinquenales y acumulado total.

La superficie de la propiedad es de 53,6328 Has y la afectada por la explotación minera es de 39,8495 Has, la cual una vez restaurada y a la vista del cuadro anterior quedará distribuida de la siguiente forma:

- Superficie afectada actualmente: 14 Hectáreas.
- Superficie afectada por fase: 2,85 Hectáreas.
- Patio restaurado: 30,69 Hectáreas.
- Bermas restauradas: 4,2514 Hectáreas.
- Taludes restaurados: 10,21 Hectáreas.
- Total superficie ocupada por acopios e instalaciones: 4,9081 Hectáreas.
- Total superficie restaurada: 45,1514 Hectáreas

Aproximadamente y durante las dos primeras fases (10 años) se procederá a banqueo ascendente para conformar las bermas y bancos que se han perdido, para encontrarnos de esa manera dentro del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, a partir de ese momento los bancos finales que se vayan creando se irán restaurando sobre la marcha, siempre que no interfiera en las labores de extracción. Esta plantación debe asegurar la integración de la zona, limitar el impacto visual y los fenómenos erosivos sobre las superficies alteradas.

En aplicación del RD 975/2009 los principales aspectos a desarrollar en este apartado son:

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

- Remodelado del Terreno.
- Procesos de Revegetación.
- Otras posibles actuaciones de rehabilitación.
- Abandono de Labores.

En resumen el objeto de una restauración es el siguiente:

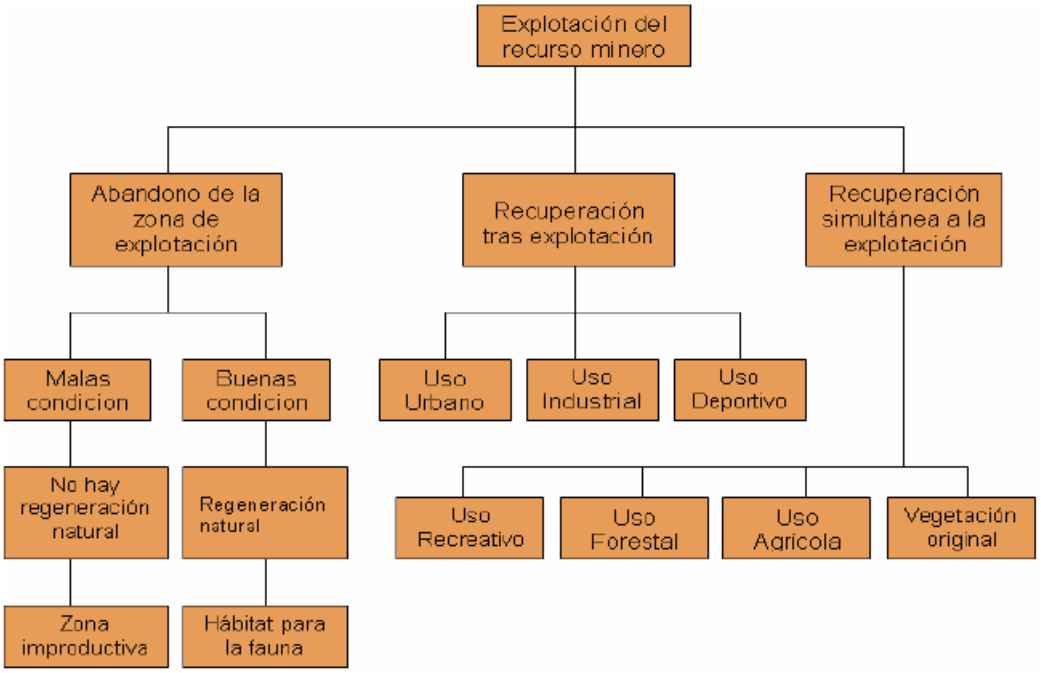


Figura 235.- Objeto de una Restauración.

2.1.- Remodelado del terreno.

Este Proyecto de Restauración/Rehabilitación contempla una remodelación de la superficie afectada por la cantera.

El control de las formas o acondicionamiento topográfico se realizará mediante el estéril y material de rechazo obtenido en la explotación, por lo tanto se trata de material inalterado, que no ha sufrido ninguna transformación, por tanto no tiene carácter de residuo.

Siendo el mismo material extraído los costes de restauración se abaratan, del mismo modo se minimizan los impactos ambientales que se derivaría del relleno parcial mediante material de otra zona. Por tanto, se asegura la instalación de una potencia suficiente para que la vegetación se instaure adecuadamente de 0,50 m, siendo el resto de material opcional y condicionado a la explotación y al desarrollo de las labores.

Se llevará a cabo una restauración del área afectada por la actividad extractiva mediante la restitución de una topografía naturalizada que elimine en lo posible las formas excesivamente geométricas y las aristas vivas, confiriendo a las laderas una pendiente y un modelado adecuados para recuperar un aspecto fisiográfico concordante con el de su uso natural.

Esta explotación, y debido principalmente a la potencia del yacimiento, el laboreo se realizará en varios bancos, obteniéndose distintas geometrías de taludes en función de los condicionantes de seguridad impuestos por la normativa sectorial vigente.

La cota máxima de explotación, será de 698 metros snm, y la plaza de cantera se ubicará a una cota aproximada de 555 metros, por lo que la potencia máxima, en algunas zonas (hacia el oeste de la Explotación) será de 143 metros (Ver Planos y figura al final de este párrafo), que equivale aproximadamente a 14 bancos de una cantera convencional, motivo por el cual va a ser una gran explotación donde se deberán extremar las precauciones en cuanto a Seguridad Minera se refiere. Una vez finalice la explotación se realizará adecuación topográfica de los frentes, suavizando las aristas de los perfiles.

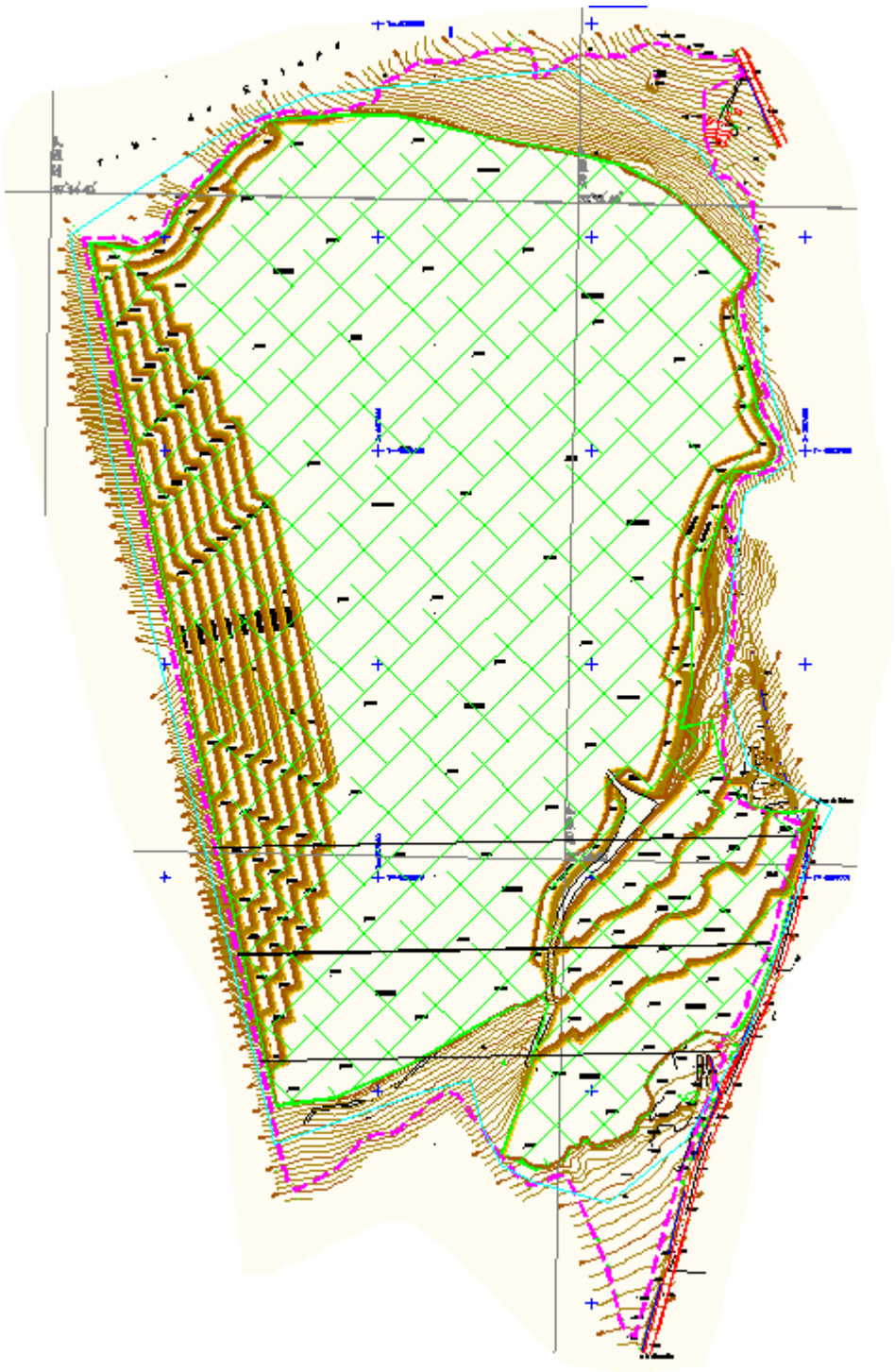


Figura 236.- Situación final de la explotación.

Las posibles geometrías de explotación y restauración se pueden ver en los planos que se acompañan a esta memoria, observándose la existencia de varios bancos en la fase de explotación, que coinciden con los de las labores de restauración.

La geometría de restauración se define de la siguiente forma:

- Se intentará suavizar la topografía resultante de las labores de explotación mediante el relleno de los taludes de explotación en

caída libre hasta su ángulo de rozamiento interno, suavizando así el impacto visual e integrándolo más con el paisaje. El material para relleno serán inertes de la propia explotación, no útiles para la comercialización, no se descarta la posibilidad de realizar el relleno mediante tierras sobrantes de obras públicas/privadas, y desmontes, excavaciones de sótanos. Se crearán taludes finales ascendentes de restauración que como máximo tendrá una pendiente final de 67º.

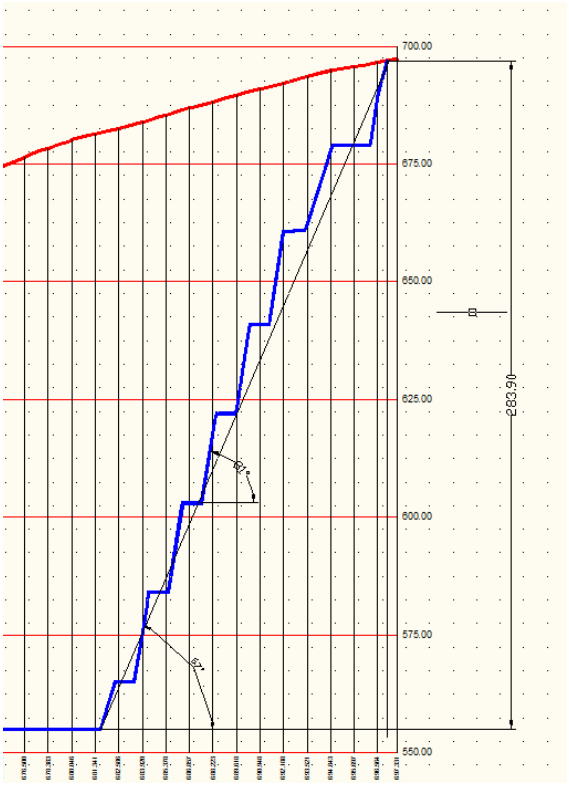


Figura 237.- Esquema de taludes de la explotación.

- Quedarán, con las características descritas, 14 bancos como máximo en la zona Oeste, con una altura media de 19 metros (a excepción del primero que es de 10 metros) y bermas de separación de 8,15 metros de ancho. No obstante, si se dispusiera de suficiente material de relleno de préstamo de tierras inertes para la construcción se podría incluso disminuir las alturas de los bancos.

La restauración topográfica de la plataforma de trabajo se realizará de la siguiente manera:

- Nivelación de pequeños huecos y resaltes originados por las labores extractivas, para ello se empleará estéril procedente del

proceso de explotación o bien inertes procedente de obra pública/privada.

- Durante el proceso extractivo se le proporcionará una leve inclinación hacia el E a la plataforma de trabajo, a fin de garantizar la correcta salida de las aguas de precipitación que caigan sobre la superficie hacia las cunetas y canalizaciones de la carretera comarcal SE-9212, manteniéndose dicha inclinación tras la restauración de la zona.

La superficie generada quedará estabilizada y perfectamente integrada en el entorno.

Este acondicionamiento debe asegurar la estabilidad de la zona, y se crearán formas que no den lugar a la acumulación de agua.

2.2.- Procesos de revegetación.

2.2.1.- Preparación del suelo.

En las zonas donde el subsuelo esté altamente compactado se realizará un pase de subsolado para realizar una descompactación parcial del mismo. Estas labores de subsolado se llevarán a cabo mediante pases cruzados lineal, produciendo cortes perpendiculares en el suelo con profundidad útil del suelo con profundidad de 60 cm mediante ripper. Se favorece de esta forma la profundidad útil del suelo, la capacidad de retención e infiltración a través de los surcos.

2.2.2.- Retirada, mantenimiento y restitución de la tierra vegetal.

Estos trabajos se irán compatibilizando con los de explanación y remodelación de los terrenos, para que una vez concluidos estos trabajos, la tierra vegetal pueda reimplantarse de forma inmediata.

Una vez extraído todo el manto de material aprovechable se va a proceder al acopio de estériles procedentes de la explotación de los frentes de la cantera, no se da un alto porcentaje (sobre un 5% del volumen total de material procedente del tratamiento) de material no interesante de aprovechar. Esto se puede realizar ya que con este tipo de material no existe el riesgo de contaminación de acuíferos.

Una vez que se haya procedido a la explanación, preparación del terreno y adecuación topográfica de los taludes, se procederá al extendido de la tierra vegetal, que tendrá un espesor mínimo de 50 centímetros.

Para la capa de tierra vegetal que se retirará y almacenará se han contemplado algunas metodologías básicas, como las referentes al arranque de esta capa cuando se encuentra seca, a su colocación en puntos donde se evite el paso de maquinaria sobre los mismos, donde los almacenamientos estén protegidos del viento y de la erosión hídrica, en zonas próximas a los frentes de explotación y no situadas sobre terrenos con materiales a explotar, y con pendientes nulas o muy escasas.

La tierra vegetal que se vaya acopiando quedará apilada en cordones de 2 metros de altura máxima y de forma que puedan ser removidas, de vez en cuando, para evitar pérdidas de sus cualidades orgánicas y bióticas. Estas tierras, una vez que proceda ser extendidas, no deberán mezclarse con los materiales acopiados de derribos ó excavaciones. En su reutilización posterior, habrá que cuidar que no se mezcle la tierra vegetal extendida con los estériles.

Durante el tiempo de almacenamiento de estos acopios de tierra vegetal se han de ir realizando unas tareas de mantenimiento de las propiedades físicas y biológicas y de las características de la misma. Estas tareas de mantenimiento consisten básicamente en una remezcla y removimiento de los acopios y una serie de siembras anuales (en primavera) de una formación mixta preparada de especies herbáceas y gramíneas (entre otras Bromus rubens, Anthyllis cistisoides y Brachypodium retusum).

Unos meses antes de la implantación definitiva de la tierra vegetal, que tenemos apilada, en los taludes y terrenos a restaurar, se le realizarán unas labores de enmienda y mejora edáfica que consistirán en:

- Incorporación de enmienda orgánica e inorgánica.
- Removimiento de la mezcla y aireamiento del acopio.
- Última plantación de una formación mixta de herbáceas, gramíneas y leguminosas.

Una vez estén tratadas las capas de cobertera vegetal por los medios antes descritos de mejora, y se vaya a proceder a su recuperación y extensión sobre los terrenos, las capas se depositarán, con un espesor no inferior a 30 centímetros, aunque estará condicionado por el tamaño de

los materiales subyacentes (en nuestro caso estériles procedentes de la cantera o de obra pública que pueda llevarse a cabo en las cercanías de la explotación) y el uso posterior que vaya a tener la zona (cultivo de cereal y/o olivar).

El extendido de la tierra vegetal se realizará sobre el terreno ya remodelado, con maquinaria que ocasione una mínima compactación.

A su vez, se deberá evitar el paso de la maquinaria pesada sobre el material ya extendido, y la tierra vegetal se distribuirá de forma que se consiga un espesor uniforme sobre el terreno.

Con la pala se irá paulatinamente nivelando el terreno, y la tierra vegetal se colocará tal y como se determina posteriormente. Entre estos trabajos preparatorios de los suelos que se han de reimplantar en la zona a restaurar, los objetivos principales a cumplir son los siguientes:

- Proporcionar un buen drenaje, evitando los procesos erosivos.
- Integrar la morfología del terreno en el paisaje circundante.
- Aumentar el suministro de nutrientes en el suelo.
- Acondicionar y descompactar la tierra, previo a la plantación.

La reconstitución de suelo es una operación esencial durante el proceso de restauración, ya que de ella dependerá, en gran medida, el desarrollo de la vegetación que se pretenda implantar.

2.2.3.- Acondicionamiento edáfico.

El acondicionamiento del sustrato para la posterior revegetación estará basado en la siembra para mejora de pasto, consistente en una mezcla de gramíneas y leguminosas.

La cubierta de herbáceas ofrece en primer lugar una cobertura vegetal importante, formando un pastizal natural, que actúa de forma positiva contra los efectos erosivos. Esta consistirá en la siembra de una pradera temporal que mejore el terreno para la posterior puesta en cultivo, para ello se comenzará con la siembra en primavera y otoño de una mezcla de gramíneas (Avena sp.) y leguminosas (Veza sativa) ya que necesitan una capa vegetal importante.

En segundo lugar, aporta el contenido orgánico adecuado, permitiendo la fijación del nitrógeno atmosférico y nitrificación del suelo. Con el fin de mejorar el contenido mineral del suelo, se aplicará un

abonado de fondo a base de 250 kg/ha de abono complejo NPK y 150 kg/ha de abono orgánico (compost).

Esta siembra se realizará mediante voleo con una sembradora centrifugadora, tras lo cual es recomendable la realización de un pase de grada para enterramiento de las semillas. La semilla empleada procederá de viveros autorizados, contando con los correspondientes certificados.

Una vez que estos cultivos mejorantes se hayan desarrollado, mediante un segundo pase de grada se introducirán y mezclarán con el suelo constituyendo un reservorio de materia orgánica. Ésta, como consecuencia de la actividad de los organismos descomponedores se transformará en material inorgánico para el sustento de la plantación venidera.

Previo a la plantación, se procederá a la apertura de hoyos, siendo necesario un aporte extra de tierra vegetal en su interior, debido al reducido espesor de la capa de suelo original, con el fin de garantizar un correcto desarrollo del sistema radicular de los ejemplares a implantar.

2.2.4.- Selección de especies.

La elección de la especie se realizará en función del objetivo previamente establecido y del estado de partida del terreno a repoblar o estación. Dicho proceso se lleva a cabo en tres etapas: las dos primeras seleccionan las especies compatibles con la estación teniendo en cuenta los factores ecológicos y la tercera consiste en la elección a partir de las seleccionadas en las dos fases anteriores, atendiendo a criterios económicos.

Una vez elegida la especie o especies habrá que indicar su ecotipo o procedencia, es decir, de dónde provienen Las semillas, de forma que queden detallados y homologados con la estación de destino los factores ecológicos y que puedan establecerse previsiones sobre las características de La masa a crear.

2.2.4.1.- Primera etapa.

Los factores ecológicos a considerar, siguiendo un proceso selectivo ordenado son: factores fitogeográficos, factores climáticos, factores fisiográficos y factores edáficos. La Fitogeografia o Geografía Botánica

estudia la distribución geográfica de las especies vegetales. Por tanto, el primer paso consistirá en elaborar una lista de especies autóctonas, junto con las exóticas compatibles ecológicamente.

Los factores climáticos a tener en cuenta son: radiaciones, precipitaciones, temperaturas y movimiento del aire. Los efectos de dichos factores sobre la fotosíntesis y, en definitiva, sobre el desarrollo, deben considerarse de forma global y no individual, por lo que es necesario disponer de un índice Climático o Estudio Climático que cuantifique la capacidad de un clima para producir biomasa. El proceso selectivo utilizando el diagrama bioclimático es el siguiente (García Salmerón, 1991):

- La primera selección se hace admitiendo todas las especies cuya IBS (Intensidad Bioclimática Seca) sea igual o mayor que la IBS estacional.
- La segunda selección utiliza el factor térmico, teniendo en cuenta su influencia en la actividad fotosintética. La estación climáticamente óptima, desde el punto de vista térmico, será aquella que tenga una temperatura básica Libre igual a la óptima, habiendo finalizado la selección.

No obstante, esto no es frecuente que ocurra, por lo que se suele proceder de la siguiente forma:

- Se desechan las especies cuando T_{mE}-T_{me}>1 °C, siendo T_{me} la temperatura básica óptima de la especie y T_{mE} la de la estación.
- Es preferible el caso en que T_{me}>T_{mE}, frente a T_{me}<T_{mE}.

Cuando se trata de vegetación forestal, los factores edáficos tiene una menor influencia que los climáticos, salvo en casos extremos, debido a la plasticidad de este tipo de vegetación: las exigencias nutricionales son menores, ya que la madera está compuesta mayoritariamente por los elementos que puede suministrar el aire y el agua y, en el caso de las especies linneanas, el grado de adaptación a las condiciones edáficas es elevado cuando el resto de las condiciones ambientales le son favorables. Las características del suelo que tienen verdadera importancia son aquellas que en cierto modo sustituyen al clima: una alta capacidad de retención de agua y fácil transferencia de humedad de los períodos húmedos a los secos, equivale a La precipitación en el período de transferencia; la profundidad sustituye a la precipitación, ya que permite

extraer agua de mayor profundidad, cuando las capas superiores han alcanzado su punto de marchitamiento. Estas propiedades, capacidad de retención de agua y profundidad, pueden modificarse hasta cierto punto de forma favorable, a través de las labores preparatorias del suelo. No obstante, se estudiará el suelo desde dos puntos de vista:

- Grado de evolución o degradación, para obtener información sobre el impacto de la repoblación, su futura evolución tras la repoblación y la posible mejora de sus propiedades.
- Interpretación de los siguientes parámetros: profundidad, pedregosidad, textura, estructura, contenido en materia orgánica, conductividad eléctrica de La solución del suelo, contenido en caliza activa y reacción (pH).

Una vez conocidas estas características se coteja con las necesidades de Las especies seleccionadas, descartando aquellas para las que el suelo sea limitante. La presencia de caliza activa, la permeabilidad y la salinidad, son las características que con mayor frecuencia resultan determinantes.

2.2.4.2.- Segunda etapa.

Se tendrán en cuenta los factores biológicos, que engloban: factores fitosociológicos, factores de competencia con la vegetación actual, la posibilidad de micorrización, el comportamiento frente a plagas, enfermedades y predadores, e influencias antropozoicas indirectas.

El estudio de los factores fitosociológicos supone el conocimiento de la composición florística actual del terreno, que informa sobre las condiciones estacionales, la asociación vegetal climática y el estado de degradación de La vegetación. Habrá que determinar cuáles de las especies seleccionadas establecerán una competencia inadmisible con la vegetación actual.

Con respecto a la micorrización, ésta viene garantizada por las inoculaciones llevadas a cabo en el vivero.

En cuanto a las plagas y enfermedades, algunas especies pueden ser descartadas por su baja resistencia.

2.2.4.3.- Tercera etapa.

Se aplicarán criterios económicos de selección sobre la lista confeccionada a lo largo de las dos etapas anteriores. En España, dadas las condiciones predominantes de intensa sequía estival conjugada con una gran degradación edáfica, es común que al final de la segunda etapa dicho listado quede reducido a una sola especie.

La aplicación de los mencionados criterios económicos se lleva a cabo en relación directa con el objetivo de la repoblación. Entre los factores económicos que influyen directamente sobre la rentabilidad se encuentran: Los costos de establecimiento y de gestiones técnica y administrativa, las pérdidas por agentes o susceptibilidad a los no considerados en los factores biológicos, la cuantía del crecimiento y la utilidad y el valor de los productos.

De la combinación de las condiciones litológicas, bioclimáticas y biogeográficas del territorio, como se vio anteriormente, la vegetación potencial para el municipio de Estepa, se encuadra en la serie de vegetación climatófila termomediterránea bética basófila de la encina (Quercus rotundifolia).

Se realizará la plantación de matorral mediterráneo, encina, pino carrasco y acebuche en zona de plataforma, bermas y sobre bancos finales perimetrales, las cuales son especies que se encuentran en la serie de vegetación climatófila termomediterránea bética basófila de la encina (Quercus rotundifolia), en la cual se sitúa la explotación.

A continuación se presenta listado de especies compatibles con la restauración y la serie de vegetación donde se enclava la explotación, se presentan a modo de máximo, pudiéndose utilizar cualquiera de ellas para completar una perfecta restauración.

Según los criterios establecidos las especies arbóreas seleccionadas de todas las potenciales se marcan a continuación en negrita (entre paréntesis recomendaciones/usos):

Arboles:

- Quercus rotundifolia (encina) Restauración del encinar. Aprovechamiento (leñas, bellotas, etc.). (Plantación y siembra)
- Quercus faginea (quejigo) Restauración del encinar en facies húmedas y suelos profundos y frescos en verano (utilización puntual). (Plantación)

- Pinus halepensis (pino carrasco) Restauración zonas xéricas y con suelos escasos. (Plantación y siembra)
- Acebuche (Olea Europea var. Silvestrys)

A continuación se muestran toda una serie de arbustivas, las cuales se utilizarán indistintamente dependiendo de la disponibilidad de los viveros acreditados y de las prescipciones de la administración competente.

Arbustos:

- Bupleurum fruticosum (adelfilla) Restauración del encinar, suelos profundos. (Plantación)
- Crataegus monogyna subsp. brevispina (majuelo, majoleto) Restauración del encinar, suelos profundos. (Plantación)
- Juniperus oxycedrus (enebro de la miera) Restauración del encinar, facies xéricas. (Plantación)
- Quercus coccifera (coscoja) Restauración del encinar, suelos profundos, facies xéricas. (Plantación y siembra)
- Daphne gnidium (torvizco) Restauración del encinar. (Plantación y siembra)
- Rhamnus alaternus (aladierno) Restauración del encinar, suelos profundos. (Plantación)
- Rhamnus oleoides (espino negro) Restauración del encinar, suelos profundos en facies xéricas. (Plantación)

Matorral alto:

- Cytisus fontanesii (bolina) Restauración zonas degradadas, suelos profundos. (Plantación y siembra)
- Ephedra fragilis (coyunturera) Restauración del encinar, suelos profundos, facies xéricas. (Plantación y siembra)
- Genista cinerea subsp. speciosa (hiniesta) Restauración del encinar, suelos profundos, facies xéricas. (Plantación y siembra)
- Retama sphaerocarpa (retama) Restauración del encinar, suelos profundos, facies xéricas. (Plantación y siembra)

Matorral bajo:

- Anthyllis cytisoides (albaida) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Capparis spinosa (alcaparra) Restauración zonas degradadas. Control erosión. Aprovechamiento frutos. (Plantación y siembra)

- Cistus albidus (jara blanca) Restauración zonas degradadas. (Siembra)
- Cistus clusii (romero macho) Restauración zonas degradadas. (Siembra)
- Helianthemum syriacum (romerillo, jarilla-romero) Restauración zonas degradadas. (Siembra)
- Lavandula lanata (alhucema) Restauración zonas degradadas, esencial y melífera. (Plantación y siembra)
- Lavandula stoechas subsp. caesia (cantueso) Restauración zonas degradadas. (Plantación y siembra)
- Linum suffruticosum (lino blanco) Restauración zonas degradadas. (Siembra)
- Phlomis purpurea (matagallo) Restauración zonas degradadas. (Plantación y siembra)
- Rosmarinus officinalis (romero) Restauración zonas degradadas, esencial y melífera. (Plantación y siembra)
- Salvia lavandulifolia subsp. vellerea (salvia) Restauración zonas degradadas, esencial y melífera. (Plantación y siembra)
- Santolina chamaecyparissus (abrótano) Restauración zonas degradadas, medicinal. (Siembra)
- Satureja cuneifolia subsp. obovata (ajedrea) Restauración zonas degradadas, esencial y melífera. (Siembra)
- Sideritis foetens (zajareña) Restauración zonas degradadas, esencial y melífera. (Plantación y siembra)
- Thymus longiflorus (tomillo) Restauración zonas degradadas, esencial. (Siembra)
- Thymus mastichina (mejorana) Restauración zonas degradadas, esencial. (Plantación y siembra)
- Thymus membranaceus (tomillo) Restauración zonas degradadas, esencial. (Siembra)
- Thymus zygis subsp. gracilis (tomillo aceitunero) Restauración zonas degradadas, esencial. (Siembra)
- Ulex parviflorus (aulaga) Restauración zonas degradadas. (Siembra)

Hierbas anuales y vivaces:

- Arrhenatherum album Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Avenula bromoides subsp. pauneroi (avena silvestre) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Avenula gervaisii (avena silvestre) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Brachypodium retusum (yesquero) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Dactylis glomerata subsp. hispanica (grama de jopillos) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Festuca scariosa (lastón) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Helictotrichon filifolium (lastón) Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Melica minuta Restauración zonas degradadas, pascícola. (Siembra)
- Stipa tenacissima (esparto, atocha) Restauración zonas degradadas, aprovechamiento fibra. (Plantación)

2.2.4.4.- Características de las especies seleccionadas.

De todas las potenciales enumeradas anteriormente, se describe a continuación las características básicas de las que han sido seleccionadas para realizar la rehabilitación de la zona afectada por la actividad minera.

2.2.4.4.1.- Matorral mediterráneo.

El **matorral** es un elemento indisociable del monte mediterráneo. Dentro de éste puede desempeñar los papeles más variados: como acompañante en el sotobosque o como formación específica y dinámica hasta representar uno de los últimos niveles de regresión ecológica. Una diversidad de situaciones y de especies características que ha sido ampliamente utilizada por el hombre. Los matorrales cumplen, además, funciones ambientales muy similares a las del bosque.

La imagen común sobre el matorral mediterráneo es la de un todo indefinido, en la que apenas se diferencian los matices más groseros.

La variedad de especies que representan cada estado serial es también sumamente rica, tanto como sus funciones ecológicas y los aprovechamientos y utilidades que generan.

El matorral predomina en zonas con precipitaciones inferiores a los 200 milímetros, irregularmente repartidas y con importantes variaciones intraanuales; zonas difícilmente conquistables para el arbolado, que suele refugiarse allí donde puede compensar el déficit hídrico.

Caso aplicable al de una explotación minera es el de estos matorrales potenciales derivados o surgidos como consecuencia de una acción destructora del bosque.

La intervención del hombre es, sin embargo, la principal causa de la degradación de la cubierta arbórea y la consiguiente implantación de estados regresivos, muy variables en función de las características del medio y la intensidad de la intervención.

Sus componentes específicos están constituidos por pies de encina, alcornoque, quejigo, acebuche y a veces algarrobo; mezclados con lentiscos, madroños, majuelos, coscojas, enebros, brezos, laureles, mirtos, etc.

Sobre suelos calizos aparecen los tomillares y retamares con una densidad de cubierta variable, en función de la carga pastante, pero que por término medio dejan sin cobertura más del 50 por ciento del suelo. La riqueza en plantas aromáticas y en recursos pastables hace que sean intensamente aprovechados, siendo muy difícil la reconstrucción de la cubierta arbórea por la competencia con el ganado.

Considerados como un aspecto residual del medio durante muchos años, hoy en día los matorrales han cobrado la importancia que merecían y ello no sólo por su extensión sino por la diversidad de usos posibles.

En determinadas condiciones su papel ecológico como protección del suelo, regulación hídrica y hábitat de comunidades faunísticas, no es muy diferente del bosque denso.

Además de ser un recurso alimenticio para el ganado, los matorrales proporcionan plantas aromáticas, como el romero, la lavanda, los tomillos y también plantas comestibles y medicinales, como el orégano, el poleo, la manzanilla, el mirto, etc. Los matorrales son también lugares idóneos para el desarrollo de la apicultura, favorecida por la floración escalonada en el tiempo de los diferentes arbustos.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

2.2.4.4.2.- Encina (Quercus Rotundifolia).

- Nombre científico o latino: *Quercus ilex* L.
- Nombre común o vulgar: Encina, Carrasca.
- Sinónimo: Quercus rotundifolia.
- Familia: Fagaceae.
- Origen: Región mediterránea.
- Hábitat: Es un árbol muy resistente a fuertes calores y fríos por lo que es un árbol característico de la región mediterránea. Es el árbol más característico de España. En la actualidad está presente en todas las provincias excepto en las Canarias.
- Árbol de 8-12 m, pudiendo alcanzar hasta 30 m de altura, de copa amplia, densa y redondeada, puede tener un porte arbustivo.
- El tronco de las encinas jóvenes es de color negro, el de las más desarrolladas, de color gris oscuro y forma pequeños cuadros superficiales mientras que el de las viejas encinas es de color gris claro y de textura suave.
- Sus hojas perennes presentan un haz áspero y de color oscuro, mientras que su envés es blanco con vellosidades.
- Las hojas nunca son espinosas, aunque algunas veces sus bordes son dentados y las ramitas, aterciopeladas.
- Fruto: su fruto es la bellota (2-3 cm.), apoyada sobre una base de copa de color grisáceo. La bellota es de color pardo-marrón. Los frutos maduran en otoño. La caída de la bellota se puede retrasar hasta pleno invierno.
- Su fruto, la bellota, es comestible, tanto para el aprovechamiento ganadero como para consumo humano en fresco o asadas.
- Es un buen combustible, estimada para fabricar picón o cisco.
- Prefiere zonas soleadas, cálidas y secas, pero también resiste el frío.
- Se asienta en suelos de pH básico a acido sobre diferentes tipos de sustratos, pero en situaciones extremas prefiere sustratos calizos orientados al sur.
- Soporta bien las podas, ya que en estado silvestre rebrota de raíz después de incendios, talas, etc.
- Soporta mal el trasplante en las primeras fases de su vida.

- Puede ser atacado por orugas defoliadoras (Tortrix y Limantria).

2.2.4.4.3.- Pino Carrasco (Pinus Halapensi).

- Nombre científico o latino: Pinus halepensis Mill.
- Nombre común o vulgar: Pino carrasco, Pino de Alepo, Pino Alepensi, Pino blanquillo, Pino borde, Pino carrasqueño.
- Familia: Pinaceae.
- Origen: Región mediterránea.
- Distribución: se le puede encontrar en todas las partes limítrofes del mar Mediterráneo.
- Tamaño: De 15 a 20 m de altura y de 5 a 7 m de diámetro.
- Al hacerse adulto queda desguarnecido en su base y su copa forma una ancha sombrilla de aspecto ligero.
- De forma ovalada o piramidal desde la base que se abre y se vuelve más irregular con la edad.
- Ramas verticiladas al principio aunque en seguida comienzan a aparecer de manera más anárquica sobre el fuste.
- Corteza: Tanto en el fuste joven como en las ramas tiene coloración grisácea o plateada que se torna más oscura, pardo rojiza y con teselas alargadas con la edad.
- Yemas y hojas: Yemas apuntadas con base cilíndrica, sin resina y recubiertas de escamas pardas.
- Hojas: Perennes, agujas finas de 6 a 15 cm de largo, agrupadas de dos en dos, a veces de tres en tres, color verde claro, lisas.
- Flor: Floración a mediados de primavera; sin interés ornamental.
- Frutos: Conos o piñas ovoides, simétricos, de 8 a 12 cm de largo, de pedúnculo corto, color marrón claro amarillento, fructificación en otoño cada dos años. Nacen sobre pedúnculos cortos que se curvan hacia abajo permaneciendo en el árbol vario años.
- Piñones oscuros de unos 5-7 mm con ala de unos 20 mm y membranosa.
- Soporta la sequía mejor que ningún otro pino.
- Resistencias: Soporta la contaminación, el viento, las heladas, la sequía, la cal, pero no la sal.
- Crece rápidamente en todos los terrenos, incluso en los más inhóspitos.

- No tolera los fríos intensos.
- Gran sensibilidad a la Procesionaria del Pino, la cual se puede combatir con Bacillus thuringiensis.
- Las estacas de Pinus son difíciles de enraizar.
- Semillas por gramo: 50, Porcentaje de germinación: 90.
- Si se usan semillas que han sido almacenadas por cualquier lapso, es aconsejable someterlas antes de su siembra a un periodo de estratificación fría, de 1 a 3 meses a temperatura de 0 a 4ºC.
- Las semillas de pino pueden conservarse por mucho tiempo sin que pierdan viabilidad en recipientes sellados y almacenados a temperatura entre -15ºC y 0ºC. No se deben dejar secar.

2.2.4.4.4.- Acebuche (Olea Europea var. Silvestrys).

- Nombre científico o latino: Olea europaea var. sylvestris
- Nombre común o vulgar: Acebuche.
- Familia: Oleaceae.
- Origen: Región mediterránea.
- El acebuche es un árbol de copa redondeada y densa, pero se suele presentar corno arbusto.
- Puede formar matorrales, pero suele acompañar a las encinas y en menor proporción, a los alcornoques y quejigos.
- Altura hasta 10 m de altura, de gran longevidad y lento crecimiento.
- El tronco es corto, irregular, grueso, que se va retorciendo según va envejeciendo.
- Produce pequeñas aceitunas, las acebuchinas, atractivas para las aves en otoño.
- El acebuche es termófilo, resistiendo la sequedad y el calor, pero sensible a heladas frecuentes e intensas.
- Prefiere los suelos ricos y calizos.

2.3.- Método de cultivo.

La vegetación empleada en la totalidad de la superficie, además de estabilizar las pendientes, forman pantallas naturales integradoras.

El método de implantación de la vegetación, en cualquiera de las áreas diferenciadas será mediante plantación. Para ello, se hará un replanteo previo de los puntos donde han de ir las plantas con objeto de alcanzar la densidad indicada y una mejor distribución de la plantación.

Tanto el terreno de la plaza como las bermas de la explotación se destinarán al cultivo de:

- Matorral Mediterráneo: 75%
- Especies Leñosas:
- Encina 50% (600 pies/hectárea)
- Pino Carrasco 25% (1000 pies/hectárea)
- Acebuche 25% (300 pies/hectárea)

2.3.1.- Cultivo del matorral mediterráneo.

En cuanto a la siembra de Herbáceas se empleará una cantidad de 100 Kg por Ha, por lo que resulta una cantidad de 3.900 Kg de semilla.

En cuanto a las especies arbustivas, se empleará una densidad de 1000 pies por ha, por lo que resulta una proporción de 39.000 pies para especies arbustivas repartidas entre las especies dominantes del entorno.

Las especies a emplear deben tener las siguientes cualidades:

- Crecimiento rápido, con un sistema radical profuso que sea capaz de explorar volúmenes importantes de suelo. No deben presentar competencia excluyente con las especies arbóreas objeto de repoblación principal.
- Fácil regeneración natural que les proporcione capacidad de colonización.
- Representatividad dentro de las series de vegetación.
- Capacidad significativa de enriquecimiento del suelo (Leguminosas, especies que aporten abundantes restos orgánicos, etc.).
- Ser susceptibles de aprovechamiento para obtener, en su momento, beneficios suplementarios, como aprovechamientos pascícolas, melíferos, para perfumería, medicinales, etc.

- Los sistemas necesarios para su siembra y plantación, así como el cultivo y el manejo en viveros, han de ser sencillos y económicos.

2.3.2.- Siembra y plantación de la encina (600 p/ha).

2.3.2.1.- Trabajos previos a la reforestación.

Sus objetivos son:

- Disminuir de forma inteligente y controlada la competencia, si la hubiera, de plantas del lugar.
- Mejorar las condiciones del terreno, para el enraizamiento y futuro asentamiento de las plantas.

DESBROCE

Las tierras en donde no se han realizado labores de cualquier tipo desde hace tiempo, presentan, generalmente, una vegetación espontánea de diversas características.

Si han estado sometidas al cultivo agrícola de especies herbáceas, encontraremos probablemente una vegetación predominantemente herbácea. En el caso de que los cultivos anteriores hubieran sido leñosos, la vegetación espontánea puede poseer una amplia gama de grados de lignificación, desde la propia de matorrales hasta la de los vegetales arbóreos.

Las encinas soportan bien la competencia de la vegetación circundante.

Si ésta es herbácea, no es necesaria su eliminación total, pues es mayor el beneficio de la protección que da a la encinita, que la competencia que supone para ésta. Por tanto, tan solo se realizará de forma puntual (en el punto de plantación o siembra, con diámetro de 40 a 80 centímetros), salvo que el laboreo del terreno obligue a realizar un desbroce previo.

Si estamos ante vegetación del tipo matorral, muy espesa, y en algunos casos de altura considerable, la eliminación será necesaria, pues entraña en este caso un verdadero peligro de competencia por la luz, el medio y el agua.

Tras el desbroce podemos enterrar los rastrojos in situ, enriqueciendo así el suelo en materia orgánica, o podemos dejarlos en la

superficie del suelo, protegiéndolo así de la desecación. Nunca deberemos quemarlos.

Las técnicas de desbroce son las siguientes:

- Desbroce manual, que es la forma más eficaz de hacer un desbroce selectivo y puntual: Se realiza mediante: hoz, calabozo o podón y motodesbrozadora para la rozas, y azada, retamero y zapapico para los arranques.
- Desbroce mecanizado, que es menos selectivo y más destructivo: Se realiza con tractores provistos de aperos adaptados a la función de desbroce.
- Desbroce combinado con preparación del suelo, que realiza las dos operaciones de forma simultánea.
- Desbroce por quema y desbroce con herbicidas, que no son nada aconsejables, por los daños ecológicos que producen por destrucción de la microfauna del suelo.

PREPARACIÓN DEL SUELO.

Para alojar la planta o la semilla en el suelo, así como facilitar su arraigo y los primeros pasos de su crecimiento, se deben modificar las condiciones del terreno a reforestar. Contemplamos únicamente los procedimientos físicos, pues el empleo de enmiendas y abonados suele resultar muy costoso, y en reforestación no suele utilizarse.

La preparación del suelo tiene por objeto los siguientes puntos:

- Aumentar la capacidad de retención de agua.
- Facilitar la absorción de los elementos nutritivos por la raíz.
- Facilitar el desarrollo radical, tanto en profundidad como lateralmente.
- Aumentar la infiltración del agua de lluvia en el suelo.
- Disminuir la escorrentía superficial y la velocidad de la lámina vertiente del agua, con lo que se frena la erosión del suelo.

Procedimientos de preparación del suelo.

Los procedimientos pueden ser: manuales o mecánicos.

- Procedimientos Manuales.
- Consisten en realizar hoyos u otro tipo de remonición puntual del suelo con herramientas manuales apropiadas. Los procedimientos manuales de preparación de suelo son inviables en suelos con capas muy compactas o pedregosas.

- Procedimientos mecánicos.
- Apertura mecánica de hoyos: La apertura de hoyos se puede realizar de manera mecánica, mediante equipos manejados por operarios, o mucho más frecuente y más factible, por aperos enganchados a la toma de fuerza del tractor. Este es el caso de los hoyos realizados con barrena helicoidal, ésta necesita de un tractor de 75 CV, como mínimo, al que se le adaptan barrenas de entre 20 y 50 centímetros de diámetro y longitudes de 1 y 1,3 metros. Se puede trabajar en pendientes acusadas, puesto que el tractor circula en el sentido de máxima pendiente. Sin embargo, si existen piedras a la profundidad en que se trabaja o si los suelos son excesivamente arcillosos, el procedimiento puede ser inviable. Se necesita un desbroce previo, preferentemente puntual.
- También se puede realizar mediante una retroexcavadora. El único equipo necesario es una máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 centímetros, de buena estabilidad y potencia de más de 100 CV. La máquina clava el brazo, levanta la tierra y la vuelve a soltar en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones deseadas. Se puede complementar esta operación con la intervención de una azada manual. Se necesita un desbroce previo, preferentemente puntual.

Subsolado lineal.

El subsolado lineal consiste en realizar surcos en el suelo, con distancias entre sí de 2 a 5 metros, de una profundidad de 20 a 100 centímetros, mediante un apero denominado "subsolador". Se realiza con tractores de cadenas con más de 120 CV o con tractores de ruedas de goma de menores CV, esta labor se debe realizar según las curvas de nivel. Se puede actuar sobre terreno previamente desbrozado totalmente o sin desbroce. Se debe ejecutar en tiempo seco, preferiblemente, por ser más efectivo el mullido del suelo en la zona de influencia del subsolador.

Esta labor mejora sensiblemente la capacidad de retención de agua y velocidad de infiltración en los surcos. El desarrollo de las plantas sobre el surco subsolado es más rápido que en ahoyados manuales. Es aconsejable sobre suelos calizos.

Subsolado pleno.

El subsolado pleno se efectúa cuando colocamos en el tractor un subsolador con distancia entre línea de menos de 2 metros, ya que se ocupa toda una franja o banda. Se necesita un tractor de más de 100 CV y presenta unas características físicas y de ejecución similares al subsolado lineal.

Preparación general de suelo para plantación.

La preparación del suelo para plantación se efectuará principalmente con el procedimiento de apertura de hoyos y con el procedimiento de apertura de surcos con subsolado.

La preparación del terreno se realizará antes de las lluvias otoñales, si las hay, para aprovechar éstas, o anteriormente efectuando la práctica de barbecho. En este caso el propósito del barbecho no es dejar descansar la tierra durante un año, sino aprovechar las lluvias y retener la mayor humedad posible en el terreno.

Apertura de hoyos.

La preparación del suelo para plantación se realizará principalmente con el procedimiento de apertura de hoyos.

Para la implantación de plantones en cepellón (envase o contenedor) de un año o una savia de edad, los hoyos serán de entre 60 x 60 x 60, 70 x 70 x 70 y 80 x 80 x 80 centímetros, según la textura del suelo sea arenosa, media o arcillosa, y se efectuará la plantación en ese instante, o se echará de nuevo la tierra al hoyo para evitar la desecación de las capas inferiores expuestas.

2.3.2.2.- Reforestación.

La introducción o cultivo de la encina puede hacerse de dos formas: por siembra, es decir, depositando la semilla directamente sobre el terreno, o por plantación, colocando las plantas previamente criadas (vivero o semillero) en el terreno definitivo.

Al tratarse de una explotación minera, se contempla como más viable la plantación, incluso con la reposición de marras del 10% a la que anualmente obliga la administración medio ambiental.

2.3.2.2.1.- Plantación.

Para una correcta plantación se deberán seguir los siguientes consejos:

- Época de plantación. Esta deberá hacerse en otoño, lo antes posible, y en lugares con riesgo de heladas deberá retrasarse.
- Se utilizarán plantas en envase o contenedor, nunca a raíz desnuda, pues la raíz desnuda fracasa casi siempre.
- La profundidad de los envases utilizados normalmente en vivero oscila entre los 18 y 22 centímetros, aunque esto es ínfimo en comparación con lo que la raíz de la encina llega a alcanzar. Como norma general, siempre se debe buscar la mayor profundidad de envase posible.
- El envase debe evitar el enroscamiento de la raíz principal, es decir que la raíz no se enrolle, y que al salir por debajo del envase, se seque (o se efectúe el corte), lo que lleva a la formación de un sistema radical amplio y bien fasciculado.
- Las encinas se plantarán preferentemente con un año o una savia de edad.
- Se suprimirán las hojas o ramas dañadas, etc, con utensilios (tijeras) bien desinfectados.
- Las plantas deberán estar frescas.
- La plantación se realizará a mano.
- El suelo deberá estar preferentemente fresco, pero no muy húmedo, ni empapado.
- Se deberá tener especial cuidado con las raíces, al extraer el cepellón del envase y al instalar éste en el hoyo, y si existen problemas de enroscamiento se deberá efectuar la práctica del repicado, cortando la parte afectada.
- Se colocará la planta en el hoyo o surco lo más vertical posible.
- Habrá de situar el cuello de la planta a ras del suelo o sobresaliendo unos centímetros, sin enterrarlo.
- Después de la colocación del plantón se pisará suavemente la tierra alrededor de éste para que el nivel de la zona quede a 5-10 centímetros por debajo del nivel de terreno, y se efectuará, si es posible, un riego puntual de asentamiento.
- Instalar una protección individual.

2.3.2.2.2.- Encinas y Pinos.

La protección que da el pino a la encina es de tipo táctico y consecuencia de la propia estrategia de las encinas en su crecimiento. En sus primeros 3 o 4 años de vida las encinas desarrollan su sistema radicular, mientras que la parte aérea tiene en muchas ocasiones un aspecto raquítico y deteriorado, cuando no seco, aunque la planta está perfectamente. La consecuencia de todo ello es que el aspecto general de la reforestación es muy malo, lo que lleva a su abandono. Al introducir un porcentaje de pino, las reforestaciones en sus primeros años de vida son más visibles y tienen mejor aspecto, con lo que se evita el problema anterior. Caso éste que se produce en esta reforestación, ya que es combinada Pino/Encina.

2.3.2.2.3.- Mantenimiento de la Reforestación.

INSTALACIONES DE PROTECCIÓN.

Los animales son una realidad y su presencia puede ser un obstáculo para la supervivencia de los vegetales. Ha de tenerse también especial cuidado en proteger las plantas contra el excesivo sol, el viento fuerte, etc.

Por tanto, nuestra reforestación deberá protegerse a nivel global o individual, según casos, y también mediante la protección natural, empleando de forma idónea la vegetación y el medio circundantes.

- Protección a nivel individual.
    - Protección ante la fauna: Se efectúa con la ayuda de cilindros de rejilla, metálicos o de material plástico flexible. Estos cilindros deben ser sostenidos con estacas o
    - Protección ante el clima. Se puede proteger a la planta contra el viento y el excesivo sol mediante:
        - La ayuda de cilindros.
        - Aportando tierra alrededor de la planta a unos 40-50 centímetros, formando una especie de muralla de 10 a 20 centímetros de alto. Para realizar la operación se utilizará tierra del interior y exterior.
        - Con la aplicación de sombra artificial mediante toldos
- Protección global: Para este efecto se utiliza el cercado. La cerca debe estar enterrada en su base y ser de malla fina, para evitar que los roedores pasen bajo, o a través de ella. Tendrá una

altura mínima de 1,5 metros, para evitar el paso de otros animales.

- Protección natural: Ésta consiste en un uso inteligente de las plantas que nacen de forma espontánea, realizando un desbroce puntual y selectivo. Estas dan sombra, protección, mantienen la humedad y crean un microclima característico, ayudando mucho a la buena marcha de la reforestación en los primeros dos o tres años de vida, previos a su total establecimiento. Evitan también que los animales se ceben con las plantas de nuestra reforestación.

REPOSICIÓN DE MARRAS.

Consiste en la sustitución de plantas muertas en los años inmediatos a la siembra o plantación.

Las marras se pueden reponer hasta el tercer o cuarto año de la reforestación.

Debe tenerse muy presente también, que en el lugar donde una plántula ha fracasado, es muy probable que fracase también su sustituta. Por eso suele ser bueno, desplazar algo el lugar inicial de la plantación.

Hay que vigilar muy bien y cerciorarse de que verdaderamente la planta ha muerto, pues aunque el tallo parezca muerto, es posible que rebrote.

RIEGOS.

El riego se efectuará solamente, si es posible y absolutamente necesario, cuando ocurran largas sequías estivales que puedan hacer fracasar la reforestación.

RECALCE O APORCADO.

Cuando el viento azota con frecuencia e intensidad, el movimiento oscilatorio del tallo, presionando sobre el terreno recientemente movido, provoca un hueco en forma de cono invertido alrededor del cuello de la raíz. Esto resulta inconveniente por producirse desecaciones más intensas del suelo en la zona más cercana al sistema radical, y sobre todo, por los daños que la insolación y el calentamiento provoca en el cuello de la raíz.

Se resuelve aporcando tierra con azada sobre la zona afectada, operación a la que se denomina como "recalce o aporcado".

DESBROCES.

Si la vegetación es herbácea, no será necesario eliminarse de alrededor de la joven encina, tan solo unos centímetros, así disminuiremos su competencia y nos beneficiaremos de su protección y sombra.

Si se trata de matorral, deberá mantenerse una distancia cauta entre éste y las plantitas, pero sin su total eliminación para que siga ofreciendo protección y sombra, sin entrañar competencia por la luz y el agua.

En la primavera de los dos primeros años, y en general, limpiar 40 centímetros alrededor de la plántulas (porque si limpiáramos toda la vegetación no nos beneficiaríamos de su protección y sombra, y acabaríamos concentrando sobre las encinitas los ataques de la fauna), dejando los restos para proteger el suelo. Tras el desbroce podemos enterrar los rastrojos in situ, enriqueciendo así el suelo en materia orgánica, o podemos dejarlos en la superficie del suelo, protegiéndolo así de la desecación (a unos 20-30 centímetros alrededor de la planta, nunca al pie). Nunca deberemos quemarlos.

Un sólo desbroce suele bastar, aunque a veces en terrenos pesados se necesitan dos. Si la vegetación es del tipo "colonizadora" habrá de tener cuidado y observar de vez en cuando el nivel de colonización, y aumentar si fuera necesario la frecuencia de los desbroces, según sea el caso.

No suele hacer falta más limpieza tras estos dos primeros años, ya que las encinas resisten mejor la competencia que otras especies de reforestación, pero si se prolongan los desbroces hasta los tres años (un año más) sería más beneficioso para la reforestación y su establecimiento.

2.3.3.- Plantación del pino carrasco (1.000 ud/hectárea).

La plantación se debe realizar cuando la planta tiene 30-40 cm de altura durante el establecimiento de las lluvias (junio-julio). Las plantas producidas a raíz desnuda deben tener 1.5 años de edad, mientras que la obtenida en envase necesita de 10 a 12 meses.

PREPARACIÓN DEL TERRENO.

- Rastreo: Previo a la plantación y cuando el suelo es profundo y con pendientes menores al 25%, se aconseja dar un paso superficial de rastra en la época de lluvias, para asegurar la supervivencia y desarrollo de las plantas.

- Limpieza: Al inicio de la plantación se debe deshierbar lo más posible el sito, especialmente las gramíneas en el área cercana a la planta, para evitar problemas por competencia por humedad, nutrientes o luz.
- Subsolado: Aplicar donde el suelo es demasiado somero.
- Trazado: Se recomienda trazar el terreno en forma regular con espaciamientos de 2x3 m entre planta, utilizando los diseños de "tresbolillo".
- Apertura de cepas: hoyos de 40x40x40 cm.

PROTECCIÓN.

- Cercado del terreno: Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo de ganado o que sea roído por el mismo, se recomienda colocar una cerca perimetral a la plantación durante los tres primeros años de edad.

MANTENIMIENTO.

- Deshierbe: Se deben realizar deshierbes alrededor de la planta durante los tres primeros años en forma de caja de un metro de diámetro alrededor de la planta.
- Preaclarados, aclarados y cortas intermedias: Al inicio de la plantación es conveniente realizar cortas para eliminar individuos plagados, enfermos, muertos o dañados.
- Reapertura de cepas y reposición de la planta: Con la finalidad de aprovechar el máximo potencial productivo de la plantación, se aconseja que después de uno o dos meses de colocada la planta se reponga las pérdidas. Igualmente se puede sustituir plantas que no sean vigorosas.

2.3.4.- Siembra y plantación del acebuche (300 uds/hectárea).

- Para la implantación de la zona de olivar se hará un replanteo previo de los puntos donde han de ir las plantas con objeto de alcanzar la densidad adecuada y una buena distribución
- Los árboles se plantan en hoyos realizados manual o mecánicamente (ahoyadora con barrera helicoidal o con retroexcavadora) que deben tener unos 60 x 40 cm (para los hoyos hechos a mano) ó 20 x 30 cm (para los realizados con métodos mecánicos).

- El olivo debe quedar enterrado en el hoyo como máximo unos 5 cm. Al tapar el hoyo se debe apisonar la tierra para que no queden bolsas de aire. Estos olivos tendrán que ser regados al menos con 50 litros por pie.
- La época de plantación se recomienda en otoño. La planta procederá de vivero, con garantías en calidad y originada de semilla certificada. Se realizará las prácticas culturales necesarias post-plantación (control de malezas, riegos de mantenimiento, control fitosanitario, podas de formación....).
- Finalmente sobre las plantas deberá colocarse protector de polipropileno, para que las unidades recién plantadas no sirvan de alimento a los micromamíferos de la zona.
- La reposición de marras será justificada cuando las pérdidas sean superiores al 15%, una vez que la plantación ha superado el primer año y en el caso de frondosas el segundo. La reposición de marras se realizará con la misma especie. Además será necesario considerar medidas de protección contra incendios.
- Los árboles jóvenes deben regarse regularmente durante los 2-3 primeros años, y recibir fertilizante con nitrógeno una vez al año. Hay que controlar las malas hierbas a tiempo y tomar medidas de protección contra las plagas y otras enfermedades que puedan afectar al cultivo.
- Habrá que tener en cuenta la poda de formación que se realiza para crear la estructura del árbol y es muy importante en los primeros años de vida.

2.4.- Normas generales de vigilancia y mantenimiento.

2.4.1.- Protección.

Todas las plantaciones, especialmente las recién establecidas, están expuestas a daños causados por varios factores, por lo que en general será necesario protegerlas con el fin de que alcancen los objetivos para los cuales fueron creadas.

Las principales causas de daños a las plantaciones son:

- Condiciones climáticas

- Fauna silvestre o ganado
- Incendios
- Plagas y enfermedades

Para reducir al mínimo los efectos de estos factores se pueden realizar algunas labores preventivas.

Protección contra daños producidos por animales

La fauna doméstica o cinegética puede acabar en poco tiempo con la totalidad de las plantas colocadas en el terreno, como ha ocurrido en repoblaciones en las que no se han tomado precauciones al respecto. Donde se ha comprobado la presencia de animales en un número suficiente para suponer un riesgo a la repoblación es necesario asegurar su protección. Existen básicamente dos sistemas, los cerramientos lineales o los protectores individuales.

2.4.1.1.- Cerramiento.

Es un sistema efectivo, pero caro en su construcción y mantenimiento. Este coste puede reducirse eligiendo adecuadamente los materiales (por ejemplo, postes de madera creosotada para cerramiento de media duración) o bien apoyándose en cerramiento ya existentes que pueden ser mejorados. El coste por hectárea de los cerramientos disminuye a medida que aumenta la superficie y el optar por este sistema o por tubos cinegéticos dependerá del área a repoblar y de la densidad de plantación. Como un criterio general puede decirse que los cerramientos son normalmente más baratos en superficies superiores a las 2 a 5 ha. En nuestro caso, al tener 54 ha, se usará este sistema de cierre.

El cerramiento debe estar cuidadosamente realizado, ya que un sólo fallo puede comprometer el éxito de toda una repoblación. Para conejo se recomiendan cerramiento de 75 a 90 cm de altura, con malla hexagonal de 31 mm con la base doblada 150 mm hacia la zona exterior y firmemente sujeta al suelo con clavijas. Si existe un cerramiento anterior puede añadirse simplemente la malla. En el caso de ganado servirán los cerramiento convencionales de tres hilos de con tensores o doble hilo en la línea inferior. Para cérvidos debe aumentarse la altura a 1,8 a 2 m con malla cinegética de acero, que puede llevar en la parte inferior protección contra conejos.

2.4.1.2.- Tubos cinegéticos.

Se trata en general de tubos de malla plástica o metálica, de hasta 2 metros de altura, que se entierran parcialmente en el suelo y se sujetan con un tutor, para evitar que el ganado o la fauna silvestre dañe la planta, bien por ramoneo de sus hojas o tallos o por daños físicos al apoyarse sobre el árbol. Conviene seleccionar el más adecuado a las condiciones de nuestra plantación, ya que existe una variada gama de formas y tamaños.

Se han utilizado frecuentemente con bastantes buenos resultados, para la protección de plantaciones contra conejos, tubos de malla plástica de alrededor de 60 cm de altura. En el caso de fauna mayor se deberá aumentar su altura, aproximadamente 1,20 para ganado ovino y por encima de 1,80 para bovino y caza mayor.

Estos tubos, a diferencia de los tubos invernadero, no suponen una mejora significativa de las condiciones de crecimiento, sino que se limitan a crear una barrera de protección contra los animales. Una vez que la plantación se ha asegurado conviene eliminar las mallas, ya que pueden dañar al árbol incrustándose en las ramas y el tronco.

Al igual que en el caso de los tubos invernadero será necesario colocar un tutor, sobre todo para tubos de más de 60 cm de altura, para así evitar su caída.

2.4.1.3.- Tubos invernadero.

Los tubos invernadero suponen una mejora respecto al tipo anterior ya que además de dar protección a la planta frente a los animales, crean unas condiciones más favorables para su desarrollo. Se trata de tubos plásticos traslúcidos que se colocan alrededor de la planta, sujetos con un tutor y cuyos beneficios más importantes son:

- Un aumento importante del crecimiento inicial tanto en altura como en grosor.
- Aumento de la resistencia a períodos secos, vientos y fuertes insolaciones directas sobre tronco y hojas.
- Mejora la localización de las plantas, lo que facilita su visualización y evita los daños que pueden ser causados durante las labores de mantenimiento.

- Suministran protección contra los daños producidos por animales.

Existen en el mercado una variada gama de tubos invernadero, fabricados en diferentes materiales, formas y tamaños. En definitiva, consisten en tubos de sección circular o cuadrada, abiertos o cerrados lateralmente, que se colocan alrededor de la planta sujetos mediante un tutor de madera u otro material. Para que estos tubos sean utilizados de forma adecuada deben tenerse en cuenta algunas consideraciones:

- Son preferibles los fabricados con material plástico de pared doble, de polipropinilo que permiten una mejor refrigeración, y que sean flexibles, lo que ayuda a su manejo y posterior degradación.
- Todos los modelos requieren tutor, sujetos mediante abrazaderas de plástico, fáciles de abrir, lo que permite quitar el tubo y reponer marras. Los tutores se clavarán al menos 20 cm en el suelo y no deben sobresalir por encima del tubo para evitar daños.
- Deben incorporar algún tipo de modificación en el diseño en la parte superior (forma o material) para evitar daños por abrasión del tronco.
- Los protectores no deben retirarse hasta que la planta esté suficientemente desarrollada como para soportarse sin ayuda del tutor y se mantendrán un mínimo de cinco años. Si el plástico no se degrada conviene eliminar los restos una vez garantizado el establecimiento, para evitar daños en el crecimiento de la planta.
- La altura del tubo debe ser la adecuada según el tipo de daño que se prevé, y también debe adecuarse el tipo de tutor, debiendo ser más resistentes a mayor tamaño de la fauna cinegética o doméstica (por ejemplo, para ganado bovino el tutor ha de ser de al menos 50 mm de diámetro).

Siempre que una especie haya sido adecuadamente seleccionada puede esperarse que los árboles plantados con tubo protector tengan una buena supervivencia y desarrollo, pero el uso de tubos no resuelve el problema de una mala elección de especie, o de un cuidado insuficiente de la plantación, por los que el resultado final será el producto de una adecuada ejecución y cuidado de la repoblación.

En cuanto a la viabilidad económica de los tubos, la diferencia en el costo entre el uso de cerramiento lineales y protectores individuales, viene a ser casi el mismo que en el caso de tubos invernadero, con la diferencia de un costo algo mayor de éstos últimos. La decisión final estará condicionada, por tanto, por la superficie, existencia de cerramiento anteriores, forma de la parcela, etc., pero no debe olvidarse el conjunto de beneficios que supone el uso de tubos (crecimiento, mantenimiento, etc.), y el hecho de que si una valla se rompe en un sólo punto todos los árboles peligran, mientras que si se daña un protector sólo un árbol queda expuesto al peligro. Esto puede suponer que, aunque comparativamente sea más barato el cerramiento lineal, la valoración en conjunto haga más recomendable el uso de tubos protectores.

Por último, conviene siempre hacer algunas labores de mantenimiento de los tubos, comprobando que conserven su posición vertical, el buen estado de los tutores y anclajes, daños producidos por animales, etc., y en última instancia retirar los restos de tubos, cintas o cualquier objeto que pueda limitar el desarrollo posterior del árbol.

2.4.1.4.- Plagas y enfermedades.

Es difícil prever en este momento las posibles plagas y enfermedades que puedan desarrollarse en la futura repoblación, aunque el incremento significativo de la superficie forestal, hace pensar que este riego va a existir. En el momento actual solo puede hacerse algunas recomendaciones de carácter muy general:

- Eliminar previamente a la plantación, todas aquellas plantas que presenten daños de hongos o insectos, cuando existan dudas razonables de que estén infectadas.
- En repoblaciones realizadas próximas a zonas forestales que presenten alguna plaga (Por ejemplo, procesionaria del pino), debe vigilarse periódicamente la plantación, eliminándose rápidamente cualquier brote de la plaga. Esto, dada la baja densidad del arbolado, será relativamente sencillo durante los primeros años de la plantación.
- En el caso de producirse una mortandad importante, sin causa aparente o por alguna enfermedad o plaga no identificada, debe consultarse lo antes posible al servicio de plagas de la

Consejería de Agricultura, para que haga las recomendaciones pertinentes.

Aún cuando en la plantación se hayan tomado todas las precauciones necesarias siempre hay algunos árboles que se mueren debido a daños en las raíces, mala plantación, planta de mala calidad o inadecuada, variaciones en la calidad del sitio, etc. Hay que tratar de reducir al mínimo las marras ya que la reposición es siempre costosa al requerir de una plantación más cuidados.

La reposición de marras no debe hacerse en todos los casos, justificándose sólo cuando las pérdidas sean superiores al 5-10%. Si el número es mayor, conviene reponerlas oportunamente a fin de tener una masa más homogénea.

La época más adecuada de hacer la reposición de marras es cuando la plantación ha superado el primer año, en el caso de coníferas, y el segundo año, en el caso de frondosas (especialmente las del género Quercus). Lo más recomendable es hacer una inspección general de la plantación, sobre todo cuando son de pequeñas superficies, para determinar el número y distribución de las marras. Si el porcentaje supera el admisible, debe procederse a la reposición de la planta muerta, procurando utilizar planta de la mejor calidad disponible en el vivero, para evitar desfases en el crecimiento, principalmente con coníferas.

Debe procurarse en todos los casos mantener las densidades previstas para cada edad, ya que pueden producirse daños o pérdidas imprevistas. Finalmente, conviene señalar que siempre debe hacerse la reposición de marras con la misma especie, a menos que el cambio sea previamente autorizado por la administración competente.

2.4.2.- Control de la vegetación.

La importancia del control de la vegetación en terrenos agrícolas ha sido puesta de manifiesto en numerosos trabajos, y es una práctica recomendada en casi todos los casos.

Con ello se garantiza una buena supervivencia y un rápido crecimiento de los árboles. Esto ha llevado a afirmar a algunos autores que el adecuado control de la vegetación, tanto herbácea como leñosa, es la clave del éxito de las repoblaciones forestales en terrenos agrícolas.

Como ya se mencionó a la hora de hablar de los tratamientos de la vegetación existente, se produce una competencia entre ésta y las plantas recién instaladas por la luz, los nutrientes, y principalmente por el agua, particularmente en climas secos como es el caso de nuestra zona. Conviene recordar la vieja afirmación de que una labor equivale a un riego.

Existen diferentes métodos de control de la vegetación, de los cuales vamos a citar los cuatro que continúan en los siguientes epígrafes.

2.4.2.1.- Escardas.

En terrenos de vocación forestal, donde existen limitaciones para el acceso de equipos, y con condiciones del matorral que hacen difícil realizar un control mecanizado del mismo, va a ser necesario recurrir a prácticas manuales de control de la vegetación como son las escardas. Esta labor consiste en el cavado con un azada de la zona alrededor de la planta en un diámetro de aproximadamente 1 m., para reducir la competencia de la vegetación., fundamentalmente herbácea, que haya podido instalarse.

Es una práctica costosa, y penosa de realizar, pero en terrenos donde la vegetación se desarrolla con rapidez (suelos con preparaciones poco intensas, climas mediterráneos subhumedos, etc.) es muy aconsejable, y debe considerarse dentro de los trabajos de mantenimiento.

2.4.2.2.- Laboreo o gradeo (binas).

Es el método más sencillo de control de malezas en terrenos agrícolas. Además de controlar la competencia, ayuda a mejorar las condiciones hídricas de las plantas al reducir las pérdidas de agua del suelo. Se realiza mediante el pase de una grada ligera o rastra entre las líneas de plantación, procurando dar dos pases cruzados para lograr una mayor uniformidad del tratamiento. Las ventajas de este sistema son evidentes: su bajo coste, el poder realizarla con aperos agrícolas convencionales, y ser una práctica conocida por los agricultores. Sin embargo, presenta algunas limitaciones, tales como la necesidad de repetir el tratamiento durante el período de crecimiento, favorecer la erosión en suelos con pendientes fuertes, y el riego de daños a las raíces

de árboles con sistemas radicales muy superficiales. No obstante, sigue siendo un método muy recomendable de control de la vegetación, sobre todo en terrenos de poca pendiente (<15%), de fácil acceso y movilidad de equipos, y cuando se disponga de aperos adecuados. En general debe ir acompañado de una escarda ligera para repasar el trabajo en cada pie, ya que el paso muy próximo de la grada puede dañar los árboles. En estas circunstancias puede considerarse el método más sencillo y eficaz.

2.4.2.3.- Herbicidas.

La experiencia en el uso de herbicidas en plantaciones forestales no es tan amplia como en cultivos agrícolas, y todavía existen, al menos en España, una falta de pruebas contrastadas. No obstante, las pocas experiencias que se conocen han demostrado un efecto evidente no solo sobre la supervivencia, sino también sobre el crecimiento de las plantas, que llega a ser superior incluso que en los terrenos labrados. La eliminación de la competencia mediante el uso de herbicidas supone la aplicación de productos tóxicos que evitan intervenciones repetidas mediante el laboreo de la capa superficial del terreno. La gama de productos es bastante amplia tanto en la forma de actuar (desecación temporal, toxicidad, etc.) como en su acción (residual, foliar). Sin embargo, todavía no parece conveniente generalizar el uso de herbicidas salvo en aquellos casos que pueda contarse con el asesoramiento técnico adecuado. La mala elección del producto o una dosis inadecuada puede suponer un daño importante a la plantación.

Algunas recomendaciones de carácter general son:

- A priori parece más conveniente en repoblaciones forestales el uso de herbicidas residuales, sobre todo si es necesario repetir las aplicaciones, y las plantas no están adecuadamente protegidas.
- Dada las condiciones de precipitación en la mayor parte de Andalucía debe cuidarse especialmente el momento de la aplicación, que debe hacerse durante el período de crecimiento pero antes de que comience la época de más calor primaveral.
- Una práctica muy aconsejable es combinar un laboreo previo del suelo con un tratamiento posterior de un herbicida residual, con

ello se reduce considerablemente la colonización posterior de malas hierbas.

- Debe tenderse a aplicaciones lineales por fajas, para facilitar el tratamiento y reducir costos.

En general puede afirmarse que todavía no existe experiencia suficiente en el uso de herbicidas en plantaciones forestales, por lo que los riesgos de daños a la plantación son altos. Si es posible recurrir a otras prácticas de control, parece más conveniente evitar su uso hasta que se disponga de más experiencia.

2.4.2.4.- Mulches (coberturas plásticas o de otro material).

Algunas casas comerciales empiezan a ofrecer productos que consisten en piezas de plástico o material textil de forma cuadrada o rectangular que son colocadas alrededor de la planta, con el fin de retener la humedad del suelo, además de controlar el desarrollo de malezas. Sin embargo, no está muy claro su efecto beneficioso en todos los casos, presentando algunas limitaciones en suelos pesados, y pudiendo servir de refugio a pequeños animales que dañan los árboles. Lo anterior, unido a su costo y dificultad de instalación, no lo hace muy aconsejable en repoblaciones forestales, salvo, como se ha mencionado con otras prácticas, se trate de repoblaciones intensivas que justifiquen su uso.

2.4.3.- Riegos.

Las plantas sólo van a poder arraigar y desarrollarse cuando exista suficiente humedad en el suelo. En Andalucía, por sus especiales condiciones climáticas, con un largo período seco y con una acusada irregularidad que favorece períodos anormales de sequía, va a ser conveniente en muchos casos considerar la posibilidad de un riego a las plantaciones. Esta práctica, inusual en las repoblaciones forestales salvo casos especiales como las choperas, está muy limitada por la disponibilidad de agua y la accesibilidad y por tanto por los costos. Si se elige adecuadamente la especie de acuerdo a las condiciones del lugar y se planta en la época apropiada con planta de calidad no será necesario regar. A medida que se utilicen especies de temperamento más delicado, fundamentalmente frondosas, las necesidades de agua por parte de la

planta serán mayores y habrá que recurrir a riegos. No obstante, en terrenos agrícolas puede que sea viable abordar riegos en parcelas de tipo medio a un costo razonable.

En cualquier caso, hay que tener presente que el riego solo sirve para ayudar a la plantación en los primeros años, y no debe planificarse mantener los árboles regados permanentemente, salvo circunstancias muy especiales como plantaciones productoras de nogal, que no es el caso que nos ocupa. En el caso más general será solo necesario un riego de establecimiento, que a lo sumo se repetirá durante el segundo y tercer año, hasta que la raíz de la planta se haya desarrollado lo suficiente para que ésta pueda sobrevivir de forma independiente. Este riego se realizara solo en aquellos casos que sea posible acceder al terreno fácilmente, con un tractor y cuba para realizar riegos pie a pie o mediante riegos a manta en los lugares donde sea posible. La dosis de riego puede ser muy variada, pero en general serán suficientes volúmenes de 10/20 litros por planta, repitiéndose el riego durante los meses más secos, Agosto, Septiembre y excepcionalmente Julio.

Esta práctica, por su relativo alto costo y dificultad, debe evitarse siempre que se pueda mediante la realización de labores (binas, escardas, etc), pero no debe descartarse totalmente en aquellos casos en que la supervivencia de la plantación lo requiera.

2.4.4.- Podas.

La poda es un tratamiento cultural mediante el cual se busca que el árbol tenga el porte más adecuado según los objetivos que se hayan establecido en el momento de la plantación, tales como la producción de fruto, corcho, madera o semilla.

Existen varios tipos de podas dependiendo de los fines que se persiguen, así puede hablarse de podas de formación, podas de saneamiento, podas de rejuvenecimiento, podas de fructificación, etc.

Las podas de formación se realizan en edades tempranas y medias del arbolado. Su objetivo es mejorar la forma final del fuste y evitar ramificaciones inadecuadas para la producción, favoreciendo un buen guiado del árbol, y facilitando en algunos casos la mecanización de las labores.

En especies productoras de madera como el nogal o los chopos el objetivo fundamental de la poda será aumentar la proporción de madera útil, así como mejorar la calidad de la misma. En este sentido, las podas buscarán la formación de fustes rectos y evitar la formación de nudos vivos que reducen considerablemente el valor de los productos finales. Por otro lado, la aplicación de una poda adecuada facilitará las tareas de derrame y descortezado de los fustes haciendo más fácil la ejecución de los aprovechamientos.

Otras especies como el pino carrasco y el piñonero tienen tendencia en edades juveniles a formas globosas con numerosas ramas bajas, especialmente cuando se plantan a baja densidad. Por lo que si no se actúa sobre ellos, tanto su porte como su crecimiento se verán perjudicados. Estas podas, en ambientes mediterráneos, tiene además la función de equilibrar la parte aérea y radicular que ayudan a controlar la pérdida de agua en la época estival. Serían recomendables para estas especies una primera poda al tercero o cuarto año dependiendo de su crecimiento.

En general, las podas de formación, son bastante recomendables, y algunas especies como el pino piñonero, la encina o el alcornoque responden bastante bien a ésta práctica, evitándose crecimientos inadecuados, y mejorando su porte.

De forma general para todas las especies se recomienda la realización de las podas en la época de parada vegetativa del árbol, es decir, en los meses de invierno y preferiblemente a mediados de la estación.

Para favorecer la rápida cicatrización de las heridas y para evitar la formación de muñones y nudos grandes, es conveniente cortar las ramas a ras de tronco. Asimismo, debe evitarse la producción de heridas innecesarias al árbol mediante una cuidadosa ejecución en la poda.

Se recomienda limpiar con frecuencia las herramientas de poda con productos funguicidas para evitar la transmisión de enfermedades de unos árboles a otros.

Los cuidados culturales a las plantaciones forestales deben ser previstos con anterioridad, y presupuestados convenientemente. Los beneficiarios de estas ayudas deben pensar que una parte importante del éxito de estos trabajos está en un cuidado apropiado a la plantación

durante los primeros años. Pretender que los árboles recién instalados puedan sobrevivir y desarrollarse sin ningún tipo de cuidado, dadas las condiciones de clima de Andalucía, y la calidad de los suelos de muchos de los terrenos, es un error.

2.4.5.- Conclusión de la reforestación.

Una vez concluida la reforestación se llevará un mantenimiento de la misma durante un plazo de 5 años. El seguimiento y control durante la reforestación se centrará en la recepción y almacenaje de materiales (semillas y accesorios), el control de su calidad y distribución, etc.

2.5.- Herramientas utilizadas.

Se presentan a continuación las herramientas susceptibles de ser utilizadas en la reforestación.

Hoz y podón	Desbroce manual. Selección de brotes.
Laya o pala recta Plantamón Azada Barrilla de plantación o "pincho"	Preparación del terreno para la repoblación: Apertura de casillas y hoyos. Implantación vegetal a raíz desnuda y en envase. Fertilización forestal.
Tijera de una mano. Tijeras de mango largo y dos manos. Cizalla podadora. Serrucho cola de zorro. Sierra de arco de una mano.	Poda de formación. Poda baja y alta de mantenimiento. Selección de brotes de cepa.
Hachas. Sierras.	Explotación forestal: Apeo, desramado, tronzado y descortezado.
Palín. Poulaski. Rastrillo McLeod. Bate fuego.	Extinción de incendios forestales por corte, cavado, raspado o sofocación.

Cuadro 68.- Herramientas utilizadas en reforestación.

2.6.- Factores de Riesgo y Medidas Preventivas.

Se presenta a continuación, en sendas fichas, los posibles riesgos que pueden aparecer durante la revegetación y las medidas preventivas que se deben tomar. Dichas fichas serán incluidas en las Disposiciones Internas de Seguridad y se le dará difusión a todo el personal que efectúe labores de revegetación durante la restauración del espacio afectado por la explotación

Factor de riesgo: TALA DE ÁRBOLES	
Definición	Es el riesgo derivado de la ejecución de la tala de árboles con herramientas manuales.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos. Choques y golpes. Atrapamientos. Cortes. Proyecciones. Pisada de objetos. Sobresfuerzos. Contactos eléctricos y térmicos. Incendios Seres vivos. Naturales y biológicos.	Elegir y usar la herramienta adecuada al trabajo. Verificar su buen estado. Utilizar la herramienta de forma segura. Mantener la adecuadamente y sustituir la deteriorada. Almacenamiento y transporte correcto.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Golpes o aplastamiento por caída de árboles	Respetar la distancia de seguridad, en el radio de acción de la caída del árbol (doble de su altura aproximadamente) Hacer el corte correcto para dirigir su caída. Observar si hay personas cerca del árbol y avisar. Utilizar cuñas, tractiles, etc. Para asegurar la dirección de caída. Con vientos fuertes, suspender el trabajo. Con niebla extremar precauciones.
Cortes con motosierra	Encenderla correctamente. Respetar todos los métodos de corta (manual). No utilizar el freno. Desplazamientos con la máquina apagada.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Material de señalización y delimitación. Correcto almacenamiento.
INDIVIDUALES	Casco, motosierra con pantalla y auriculares. Pantalón y chaqueta anticorte, funda, botas de seguridad: guantes, riesgo mecánico.

Factor de riesgo: DESRAMADO Y TROCEADO

Definición

Es el riesgo derivado de dejar el árbol, una vez derribado, sin ramas (usando como herramienta motosierra o hacha).

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos Choques y golpes. Atrapamientos. Cortes. Proyecciones. Pisada de objetos. Sobresfuerzos. Incendios Seres vivos. Naturales.	Elegir y usar la herramienta adecuada al trabajo. Verificar su buen estado. Utilizar la herramienta de forma segura. Mantener la adecuadamente y sustituir la deteriorada. Almacenamiento y transporte correcto.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Cortes por motosierra	Encenderla correctamente. Respetar todos los métodos de corta (manual) No utilizar el freno. Desplazamientos con la máquina apagada.
Cortes por hacha	Verificar su buen estado, tanto de filo, como de mango. Utilizar la herramienta de forma segura (no lanzarla, no exponer las manos, etc.) Almacenamiento y transporte correcto (funda y fuera del alcance del personal).
Atrapamientos	Ver situación del árbol (desniveles, rocas, hoyos, etc.) Desramado/troceado en sentido contrario de giro y de asentamiento del árbol.
Aplastamientos	Ver situación del árbol (desniveles, rocas, hoyos, etc.) Desramado/troceado en sentido contrario de giro y de asentamiento del árbol.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Material de señalización y delimitación. Correcto almacenamiento.
INDIVIDUALES	Casco, motosierra con pantalla y auriculares. Pantalón y chaqueta anticorte, funda, botas de seguridad: guantes, riesgo mecánico.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Factor de riesgo: REUNIÓN Y APILADO

Definición

Es el riesgo derivado de una vez troceados los árboles, ejecutar la reunión de piezas o apeas en grupos o pilas, para su posterior carga.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos Choques y golpes. Atrapamientos. Cortes. Sobresfuerzos. Seres vivos. Naturales.	Valorar la aptitud física. Inspección de la carga y características. Levantar el peso haciendo el esfuerzo con las piernas y manteniendo la espalda recta. No girar exclusivamente el tronco, sino todo el cuerpo sobre los pies. No superar 25/50 kgs. los hombres, ni 25 kgs. las mujeres en caso de ser imprescindible. Valorar las irregularidades del terreno. No realizar el trabajo en el radio de acción de caída de árboles. Utilizar ganchos para ayudar a rodar o arrastrar las toradas.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Atrapamientos	No meter los pies o las manos entre dos troncos. Evaluar las características del terreno, desniveles, rocas, hoyos, maleza, etc.
Choques o golpes	Evitar la realización del trabajo en proximidades a taludes que se comuniquen con vías de circulación (Desprendimiento de troncos y maleza, etc.) Separarse el personal unos de otros, con el fin de que la distancia evite los golpes. Usar calzado reforzado y antideslizante.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Material de señalización y delimitación. Correcto almacenamiento.
INDIVIDUALES	Casco, motosierra con pantalla y auriculares. Pantalón y chaqueta anticorte, funda, botas de seguridad: guantes, riesgo mecánico.

Factor de riesgo: ARRASTRE

Definición

Es el riesgo derivado de acarrear troncos o paquetes de madera, generalmente en zonas de pendiente, alejadas de los lugares de acopio (se realiza generalmente con tractor o Skidder).

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos Choques y golpes. Atrapamientos. Cortes. Sobresfuerzos. Naturales.	Valorar actividad física. Inspección de la zona de trabajo y valoración de obstáculos. Verificar el buen estado de cable (que no esté deshilachado ni tenga n nudos que dificulten el trabajo). Verificar el correcto enganche tanto de cables como de paquetes.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Golpes o atrapimientos por cables	Una vez verificado el correcto enganches y antes de que se ponga el cable en tensión, alejarse de la zona de influencia de la posible rotura del cable, cadena, eslingas o chokers. Procurar estar siempre dentro del campo de visión del maquinista.
Caídas de personal al mismo o distinto nivel	Poner máxima atención a las irregularidades del terreno (pendientes, piedras, hoyos, etc.). En caso necesario, se usarán cuerdas de sujeción.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Material de señalización y delimitación. Correcto almacenamiento.
INDIVIDUALES	Guantes apropiados, botas de seguridad antideslizantes, casco, fundas, fajas dorsolumbares, arnés y cuerdas (si es necesario).

Factor de riesgo: DESEMBOSQUE

Definición

Es el riesgo derivado de trasladar los troncos o apeas desde el lugar de apilado al cargadero de camión (se realiza con tractor o autocargador).

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos Choques y golpes. Atrapamientos. Contactos eléctricos Pisadas sobre objetos. Sobresfuerzos. Naturales. Atrapamientos por vuelco de maquinaria. Atropellos	Inspección de carga y características. Inspección de la zona de trabajo (desniveles, pendientes, cables eléctricos, etc.) Valoración de los viales o caminos para evitar vuelcos. Se cargará siempre en sentido contrario a las curvas de nivel, valorando su grado. No habrá personal en el radio de acción del giro de la grúa. Conducción del vehículo por personal con el permiso adecuado. Mantenimiento adecuado del vehículo ITV, revisiones, etc.) No hacer acopio de madera debajo o en proximidad a líneas eléctricas. Desplazamientos cortando las curvas de nivel. Las trozas de mayor envergadura siempre en las zonas bajas y laterales de las pilas. No subirse nunca a las pilas de madera.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Aplastamiento por vuelco de maquinaria	Respetar en todo momento el grado de pendiente del terreno y que no será superior al aconsejado en la ficha técnica del vehículo. Trabajar siempre con la maquinaria en sentido contrario a las curvas de nivel usando si es necesario cables o el cazo de la maquinaria, como apoyo. Usar siempre el cinturón de seguridad. La cabina deberá estar dotada de refuerzos homologados para evitar aplastamientos. Inspeccionar siempre el terreno para salvar los obstáculos que puedan producir vuelco.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Señales acústicas. Material de señalización (en caso necesario).
INDIVIDUALES	Cinturón de seguridad, casco, funda, guantes, calzado adecuado.

Factor de riesgo: CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN CA MINOS

Definición

Es el riesgo derivado de la construcción o reparación, por medios manuales o mecánicos de caminos para facilitar el desembosque.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Caída de personas a distinto nivel. Golpes por objetos o herramientas. Atrapamientos. Sobresfuerzos. Por seres vivos. Naturales. Pisadas sobre objetos. Atrapamientos por vuelco de maquinaria. Atropellos. Proyecciones.	Inspección de la zona de trabajo, eliminación de maleza. Elección correcta de herramientas a utilizar. En trabajo mecanizado (palas, buldozers, etc.), mantenerse fuera del radio de acción de la maquinaria. Cuando haya peligro de desprendimiento de objetos debido a desniveles, totalmente prohibido realizar trabajos por debajo del radio de acción de la maquinaria. En caso de voladuras seguir instrucciones del personal especializado.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Golpes por objetos o herramientas	Se trabajará lo suficientemente separado. No realizar estos trabajos en zona de corta. Las herramientas estarán en perfecto estado de utilización. No trabajar en zona de posibles desprendimientos.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	No procede.
INDIVIDUALES	Casco, botas de seguridad, guantes, fundas.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Factor de riesgo: SEGURIDAD VIAL: CONDUCTORES

Definición

Es el riesgo derivado de la utilización de cualquier vehículo (como conductor o pasajero), tanto en conducción como en situaciones de estacionamiento o parada.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Choques y golpes. Atrapamientos. Contactos térmicos. Tráfico. Vibraciones. Carga mental. Condiciones ambientales del puesto.	Utilización cinturón de seguridad del vehículo. Respetar señalización. Atención a las maniobras de otros vehículos y peatones. Indicar las maniobras propias con antelación. Mantener distancias de seguridad. Evitar fatiga, conduciendo cómodo y descansado. En viajes largos descansar cada 2 horas bajando del vehículo. Evitar sueño, comiendo ligeramente, no tomando alcohol ni medicamentos que produzcan sueño.... Prestar atención al conducir, evitando actuaciones que dispersen la atención (uso del teléfono móvil...). Falta de iluminación: ▮ No deslumbrar (luces largas sólo sin tráfico). ▮ Evitar ser deslumbrado (mirar al borde derecho de la carretera y reducir la velocidad). Adoptar la velocidad adecuada a la situación (visibilidad, vía en mal estado, curvas). Situaciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, niebla,...): ▮ Reducir velocidad y frenar poco y suavemente. Poner cadenas si fuera necesario. ▮ Encender las luces de cruce para ser vistos. ▮ Aumentar la distancia de seguridad a otros vehículos. Revisar periódicamente el estado del vehículo (ruedas, luces, frenos, dirección...) Solo utilizar (como conductor o pasajero), por personal autorizado.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Desplazamientos en autovías	Utilizar retrovisores. Atención a los ángulos muertos. Respetar distancias y señales
Paradas	Nunca en curvas, intersecciones, cambios de rasante, túneles, puentes, zonas de donde se impida la visibilidad de terceros, etc... Utilizar el freno de mano y una marcha (ascendente-1ª, descendentemarcha atrás). Al volver a circular, atención a los vehículos en ambos sentidos.
Adelantamientos	Utilizar retrovisores. Atención a los ángulos muertos. Respetar distancias y señales.
Transporte de cargas	Estables y bien sujetas. Sin impedir la posibilidad de señalizar maniobras. Peso, dimensiones y señalización respetando la normativa. Carga y descarga fuera de la vía pública o en su defecto por el lado más alejado de ella y señalizándola. Separación entre carga y conductor.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Cinturón de seguridad, luces de repuesto, linterna, herramienta para cambio de luces y ruedas, calzos y dispositivos triangulares reflectantes. En vehículos de transporte y de brigadas, botiquín, extintor.
INDIVIDUALES	Casco, motosierra con pantalla y auriculares. Pantalón y chaqueta anticorte, funda, botas de seguridad: guantes, riesgo mecánico.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Factor de riesgo: APERTURA DE HOYOS Y PLANTACIÓN.

Definición Es el riesgo derivado de las operaciones de ahoyado y colocación de la planta.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel. Choques con objetos inmóviles. Cortes o pincahzos Golpes en extremidades con Herramientas manuales. Proyección de partículas de tierra o metálicas. Lumbalgias posturales.	Se tomará una posición correcta de trabajo, con la espalda recta y flexión de las piernas, en todas las operaciones de manejo o levantamiento de cargas. Se usarán herramientas con mangos lisos y sin desperfectos, rebabas ni fisuras. Se pondrá especial atención a las irregularidades del terreno. Se hará uso correcto de los Equipos de Protección Individual (gafas, guantes, cinturón lumbar, botas de seguridad con suela antideslizante y casco integral).

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Idem riesgos derivados	Idem riesgos derivados

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	No proceden.
INDIVIDUALES	EPI´s anteriormente diferenciados.

Factor de riesgo: PODA Y SELECCIÓN DE BROTES

Definición Es el riesgo derivado de las operaciones de cortes de ramas y nuevos brotes de árboles.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel y terrazas de menor cota. Choques con objetos inmóviles. Cortes en manos en el mantenimiento y afilado de herramientas. Golpes con ramas en cabeza, ojos y cara. Proyección de partículas. Lumbalgias posturales.	Se tomará una posición correcta de trabajo, con la espalda recta y flexión de las piernas, en todas las operaciones de manejo o levantamiento de cargas. Se mantendrá una distancia de seguridad al punto de corte. Se pondrá especial atención a las irregularidades del terreno Se procurará caminar alejado del borde de las terrazas. Se hará uso correcto de los Equipos de Protección Individual (gafas, guantes, cinturón lumbar, botas de seguridad con suela antideslizante y casco integral). En los desplazamientos las herramientas irán con los elementos de corte protegidos.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Idem riesgos derivados	Idem riesgos derivados

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Se organizará la operación para mantener una distancia de seguridad entre trabajadores.
INDIVIDUALES	EPI´s anteriormente diferenciados.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Factor de riesgo: DESBROCE DE MATORRAL.

Definición

Es el riesgo derivado de la ejecución de la tala de árboles con herramientas manuales.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas al mismo nivel y terrazas de menor cota. Choques con objetos inmóviles. Cortes en manos, brazos y piernas en el manejo, mantenimiento y afilado de herramientas. Golpes en miembros inferiores y superiores. Golpes por proximidad de miembros de la cuadrilla. Proyección de partículas de madera. Lumbalgias posturales.	Se tomará una posición correcta de trabajo, con la espalda recta y flexión de las piernas, en todas las operaciones de manejo o levantamiento de cargas. Las operaciones de mantenimiento y afilado se harán siempre con la máquina apagada. Los discos de la desbrozadora serán homologados. No se retirarán, en ningún momento, los elementos de protección de la misma. Se mantendrá una distancia de seguridad al punto de corte. Se pondrá especial atención a las irregularidades del terreno. Se procurará caminar alejado del borde de las terrazas. Se hará uso correcto de los Equipos de Protección Individual (gafas, guantes, cinturón lumbar, botas de seguridad con suela antideslizante y casco integral). En los desplazamientos las herramientas irán con los elementos de corte protegidos.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Idem riesgos derivados	Idem riesgos derivados

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Se organizará la operación para mantener una distancia de seguridad entre trabajadores.
INDIVIDUALES	EPI´s anteriormente diferenciados.

Factor de riesgo: TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS

Definición

Es el riesgo derivado de las operaciones de mantenimiento de las calles de las líneas eléctrica aéreas de alta tensión.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Contactos eléctricos con líneas eléctricas Caidas al mismo y a distinto nivel	Nos cercioraremos en cada momento de nuestra posición respecto a las líneas conductoras de electricidad. La distancia mínima de seguridad desde la parte más alejada del cuerpo o de la herramienta que el trabajador sostenga será como mínimo: Para 380 kV 4 metros Para 220 kV 3 metros Para 132 kV 2 metros Para 110 kV 1,8 metros Para 66 kV 1.4 metros En caso de tormenta eléctrica o fuertes vientos, se suspenderán los trabajos. En los casos en los que llueva o haya un ambiente húmedo se aumentarán las distancias de seguridad. Se hará uso correcto de los Equipos de Protección Individual (gafas, guantes, cinturón lumbar, botas de seguridad con suela antideslizante y casco integral).

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Idem riesgos derivados	Idem riesgos derivados

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Se organizará la operación para mantener una distancia de seguridad entre trabajadores.
INDIVIDUALES	EPI´s anteriormente diferenciados.

Factor de riesgo: TRABAJOS CON PROCESADORA

Definición

Es el riesgo derivado de las operaciones de manipulación de máquina procesadora, haciendo labores de desramado, tronzado y apilado mecánico.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Caída de personas a distinto nivel. Choques con objetos inmóviles. Contacto con superficies calientes Pisadas sobre objetos. Caídas de herramientas por manipulación manual en labores de mantenimiento.	Se usarán botas de seguridad con suela antideslizante. Se mantendrá libre de barro y tierra la zona de acceso a la máquina. Las operaciones de mantenimiento se harán siempre con la máquina apagada y se usarán guantes. Se usará el casco siempre, al abandonar la cabina. Se pondrá especial atención a las irregularidades del terreno. Se procurará caminar alejado del borde de las terrazas. Se hará uso correcto de los Equipos de Protección Individual (gafas, guantes, cinturón lumbar, botas de seguridad con suela antideslizante y casco).

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Atrapamientos por vuelco de máquinas. Caída de máquina por desplome del terreno. Incendios Daños por falta o no utilización de EPI´S Primeros auxilios	La máquina no sobre pasará en ningún momento los límites de las condiciones de terreno indicados en el Libro de Instrucciones entregado por el fabricante. Nunca se anulará ninguno de los dispositivos de seguridad de la máquina. Comprobar siempre las características del terreno. No trabajar en las proximidades de bordes y terraplenes. Observar si existen elementos desiizantes que puedan desestabiiizar ia máquina. Los repostajes se harán en zonas convenientemente despejadas de elementos de propagación de fuego. Se trabajará siempre con el buzo y las botas de seguridad. En el momento de abandonar la cabina se colocará el casco. La máquina deberá estar equipada con un botiquín de primeros auxilios. La máquina tendrá un extintor en la cabina de mando.

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Se organizará la operación para mantener una distancia de seguridad entre trabajadores y la máquina.
INDIVIDUALES	EPI´s anteriormente diferenciados.

2. Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la investigación y explotación de recursos minerales.

Factor de riesgo: DE INFORMACIÓN DE RIESGOS PARA DIRECTORES, JEFES, TÉCNICOS Y ENCARGADOS	
Definición	Es el riesgo derivado de la ejecución de la tala de árboles con herramientas manuales.

Principales riesgos derivados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Contactos eléctricos. Caídas al mismo nivel. Iluminación: Reflejos. Caídas de objetos. Atrapamientos en vehículos. Fatiga Mental.	Nunca manipular un cable o un enchufe que esté en mal estado. Mantener el orden y la limpieza en el puesto de trabajo. Se usaran en trabajos de monte, botas de caña alta, para minimizar el riesgos de torceduras. Colocar la pantalla evitando los reflejos producidos por luz natural. En los trabajos de monte, se utilizará el casco. Para evitar accidentes de circulación, se respetará el código de la circulación, prestando especial atención al exceso de velocidad, el consumo de alcohol y el uso de teléfonos móviles. Se realizarán descansos puntuales a lo largo de la jornada laboral. Descansará unos minutos antes de emprender la marcha. Si el viaje Antes de emprender un viaje se es largo se realizarán descansos cada 2 horas.

Principales riesgos asociados	Medidas preventivas a adoptar según proceda
Idem riesgos derivados	Idem riesgos derivados

Protecciones a utilizar según proceda	
COLECTIVAS	Se usarán sillas con regulación lumbar y en altura.
INDIVIDUALES	EPI´s: Casco y botas de caña alta.

A continuación se presenta tabla con los EPI,s mínimos que se deben utilizar durante la operación de revegetación o reforestación.

		EPI
HERRAMIENTAS MANUALES	Azada Maza	Mono de trabajo. Casco protector. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.
	Hacha Pico	Zahones protectores. Casco protector con pantalla facial antiproyección. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.
	Pala	Mono de trabajo. Casco protector. Gafas de protección ocular. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.
MAQUINARIA PORTATIL	Motosierra	Zahones protectores. Casco protector con pantalla y protector acústico. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.
	Motodesbrozadora Ahoyadora	Peto protector. Casco protector con pantalla y protector acústico. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.
MAQUINARIA AUTOMOTRIZ	Bulldozer	
	Tractor forestal (skidder y autocargador) Tractor agrícola adaptado Procesadora Retroexcavadora Retroaraña	Mono de trabajo. Casco protector (cuando se sale de la máquina). Protector de oidos. Botas de seguridad. Guantes de seguridad.

PARTE III: MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LOS SERVICIOS E INSTALACIONES ANEJOS A LA INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES.

3.1.- Instalaciones y servicios auxiliares.

Destacar que el contenido de este documento es una previsión de lo que se realizará una vez finalizada la explotación, por lo que puede sufrir variaciones con respecto al documento definitivo, el cual será presentado en el momento oportuno y con suficiente antelación ante el Departamento de Minas de Sevilla.

Estas actuaciones se realizarán con anterioridad a la aplicación de la Parte II, con lo cual quedarán completamente integrados con el Paisaje.

De manera general se procederá como se describe a continuación. La obra se ha planificado en varias fases, que se solapan en el tiempo, sin socavar la seguridad, y que comprenden de forma general:

- Desconexión de instalaciones y acometidas por Empresas suministradoras
- Delimitación del perímetro de trabajo y vallado provisional de obra.
- Cese de la actividad en la nave almacén.
- Demolición de los edificios y estructuras.
- Demolición del Centro de transformación.
- Desmantelamiento de las oficinas.
- Demolición de revestimientos interiores, instalaciones y mobiliario del edificio principal de oficinas
- Carga, transporte y gestión de los escombros generados.
- Limpieza y terminación de obra.

3.1.1.- Desmantelamiento y rehabilitación de zonas de instalaciones y plantas.

La Demolición tradicional por medios manuales se realizará con personal altamente cualificado.

Se utilizarán sistemas para demoliciones mixtas, mecánicas y manuales:

- Sistemas de demolición con pequeña maquinaria.
- Equipos móviles para realizar demoliciones por compresión, cizalladura y percusión.
- Pinzas, cizallas y martillos hidráulicos, en maquinaria de 3 a 80 tm. Con alcances de hasta 46 m. de altura.

- Maquinaria de corte y perforación así como herramientas diamantadas que permitirán la realización de los siguientes trabajos: corte de muros, losas y estructuras de hormigón armado.

Desmontaje de estructuras, con recuperación y reciclado de elementos susceptibles de reutilización.

Reciclado de escombros mediante plantas móviles y fijas, obteniendo áridos artificiales de machaqueo cumpliendo el PG3 con los mismos parámetros. Los materiales que se obtienen son:

- Precribado 0-40 (equivale a un suelo seleccionado).
- Zahorra 0-40 y Grava 40-80 (Cumple la normativa CE).
- Arenas 0-6, gravilla 6-20 (Utilizada para hacer hormigones) y Grava 20-40.
- Asfaltos: precribado 0-40, grava 40-80 y zahorra 0-40.
- Aplicaciones en rellenos, para caminos, sub-bases y bases de calzadas, soleras, rellenos de trasdós de muros.

3.1.2.- Desmantelamiento y rehabilitación de zonas de instalaciones auxiliares.

- Desguace y achatarramiento de estructuras metálicas, maquinaria de trituración-clasificación y edificios industriales.
- Caracterización de residuos, para su acopio en obra de manera selectiva mediante el empaquetado y encapsulado según tipo de residuos.
- Limpieza de instalaciones de fuel
- Inertización de depósitos de combustible.
- Desmontaje manual de tubos fluorescentes, lámparas de descarga de gas e inertización.
- Retirada de neumáticos, pinturas y disolventes.
- Desmontaje y recuperación de materiales de contenido de amianto en chapas de fibrocemento, recubrimiento de estructuras y aislamientos industriales, con retirada a un vertedero o depósito autorizado.
- Seguimiento y control de retirada final por gestor autorizado de residuos, con obtención y entrega de documentos del seguimiento y gestión final.

3.1.3.- Control ambiental.

Con el objetivo de tener un control de la posible contaminación ambiental, ya sea física, por la generación de polvo resultante de los procesos de demolición, como acústica, con la generación de ruido se preparará una red de riego con mangueras para minimizar el polvo de la demolición.

Como medida excepcional se utilizarán mangueras desde plataformas elevadoras para eliminar el polvo en origen, donde está actuando el demoledor, además de un riego intensivo de los escombros en acopios y durante la carga de los mismos sobre camión.

Además, se marcaran un horario de obra que procure minimizar las molestias acústicas que se puedan ocasionar a las parcelas aledañas ajustando la jornada de trabajo al siguiente horario:

- De 8 de la mañana a 7 de la tarde, teniendo una hora a mediodía para la comida.

3.2.- Instalaciones de residuos mineros.

3.2.1.- Pliego de condiciones técnicas.

3.2.1.1.- Introducción.

Este pliego de prescripciones tiene por objeto definir la solución técnica adoptada para el desmantelamiento de las instalaciones de la explotación, tanto de las estructuras metálicas, como de las oficinas y por último del centro de transformación, que garantice la seguridad del personal que lo ejecute y la conservación en perfectas condiciones, de la zona a restaurar.

En éste proyecto y atendiendo a las unidades de obra expresadas en el presupuesto y medición de la obra, se desarrollan varias fases, para la adecuación de la parcela para la renovación paisajística, diferenciadas.

Uno de ellos es el desmantelamiento del edificio de oficinas y el otro lado las fases de la demolición de los edificios/instalaciones anexos, por lo que la definición de las prescripciones técnicas se diferenciará en varias partes, además del apartado de preparación de las edificaciones de carácter general.

3.2.1.2.- Preparación de las edificaciones/instalaciones.

Antes del inicio de la demolición se neutralizarán las diferentes acometidas de las diferentes instalaciones de electricidad, agua, teléfono, y se taponará la conexión al alcantarillado municipal/fosa séptica. En el caso de instalaciones de alumbrado público, electricidad y teléfono de cableado por fachada, si las hubiere, se procederá a la retirada o desvío de acuerdo con las compañías suministradoras.

Se revisarán todas las instalaciones, comprobando que no existe almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos, habiendo desmantelado con anterioridad los transformadores y condensadores con riesgo de contaminación por piraleno, situados en el centro de transformación.

Si existiera algún depósito, material peligroso oculto o que no hubiera sido identificado y pueda suponer un riesgo, se procederá a su inertización y transporte a vertedero autorizado por empresa gestora autorizada.

En los andamios de protección y en el cerramiento de obra se situarán las señales preceptivas de prohibición de acceso a las personas ajenas a la obra y la obligación de uso de los Equipos de protección individual y demás señales especificadas en el Estudio de Seguridad.

Se instalarán las casetas de obra y sanitarias, para uso del personal.

Así mismo se cesará la actividad EXTRACTIVA con el objetivo de garantizar la seguridad de los trabajadores de desmantelamiento.

3.2.1.3.- Desmantelamiento del edificio oficinas.

Para proceder al desmantelamiento del edificio principal, además de la preparación general, que se ha explicado en el apartado anterior, se debe preparar, de manera particular en el edificio, la protección de los elementos de valor a conservar.

Se procederá, por tanto, a proteger los elementos de balaustrada, con las medidas adoptadas por la dirección facultativa que se consideren oportunas con tal fin.

Se realizará en primer lugar al desmantelamiento de los elementos de mobiliario, tales como estanterías metálicas, escaleras de gato, etc.

Se procederá también a la retirada de las mamparas y garitas así como se realizarán los trabajos previos de retirada de tubos fluorescentes de las luminarias, detectores de humos, extintores, bies y aparatos sanitarios. Se procederá a realizar el acopio de las luminarias ornamentales.

Posteriormente se procederá a la retirada de las puertas de todo el edificio, parte de ellas se tratarán como residuos y parte de ellas se procederá a su acopio dentro del edificio para su reutilización en otras construcciones.

Se procederá al desmantelamiento de los marcos de las puertas que se desechan.

Es decir las puertas que NO SON OBJETO DE ACOPIO se desmantelarán completas incluyendo los marcos de las mismas.

Una vez instalada las protecciones necesarias para la buena conservación de todos los elementos a mantener y de hacer toda la serie de trabajos previos de retirada de mobiliario, puertas, etc. Se comenzará el desmantelamiento propiamente dicho.

El proceso de desmantelamiento se realizará en orden inverso al proceso de construcción con maquinaría tipo mini, utilizando las plataformas elevadoras necesarias.

Se empezará por el desmantelamiento de todos los techos en cada planta. A continuación se eliminará los revestimientos verticales que sean de madera, ya que se mantendrán los alicatados en todas las plantas. Por último se desmantelarán los pavimentos de madera de todas las plantas permaneciendo los pavimentos de hormigón y pavimentos cerámicos.

Por último se procederá al desmantelamiento de todas las instalaciones existentes en el edificio.

Eliminando las redes de instalaciones, tanto su recorrido horizontal como vertical, además de todos los elementos asociados a ellas, es decir cuadros eléctricos, depósitos, etc.

Se realizará también en el exterior del edificio el desmantelamiento de las marquesinas de la zona actual de carga y de la zona de aparcamiento.

3.2.1.4.- Normas generales de demolición.

El orden de demolición se efectuará en general, de arriba a abajo, de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que abatan o vuelquen.

El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante mecanismos que trabajen por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.

Las grúas no se utilizaran para efectuar esfuerzos horizontales u oblicuos.

Se evitará la formación de polvo regando con agua reciclada los elementos y/o escombros.

En todos los casos el espacio donde cae el escombro estará acotado, señalizado y vigilado y como medida auxiliar se utilizará una pantalla de neopreno suspendida de grúa autoportante.

No se acumulará escombro ni se apoyaran elementos del edificio en estado inestable que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia mediante lonas plásticas las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectadas por aquellas.

3.2.1.5.- Demolición del centro de transformación y cuarto de bombas.

Esta fase se solapará en tiempo con la demolición de las oficinas y estructuras para conseguir acortar los tiempos de ejecución de esta parte del proyecto de restauración.

Se realizará una demolición completa del edificio de transformación sobre rasante, manteniendo la solera.

Se procederá, antes de comenzar la demolición, a realizar un desmantelamiento por medios manuales del mobiliario, carpinterías interiores y exteriores e instalaciones.

Se realizará la demolición en orden inverso al orden de construcción, por lo que se comenzará por demoler las cubiertas, habiendo eliminado todos los elementos de impermeabilización de la misma, dejando las vigas de estructura para garantizar la estabilidad estructural del conjunto en el proceso de demolición.

Posteriormente se procederá a demoler los paramentos de hormigón junto con la estructura completa del edificio, con un sistema de demolición mecánica.

3.2.1.6.- Demolición de edificios industriales.

Otra de las fases demolición que se ejecutará de manera solapada con el resto de las fases de éste proyecto, en tiempo, será la demolición de los edificios industriales.

Antes de comenzar con la demolición y tal como se hace en el centro de transformación, se realizará un desmantelamiento por medios manuales del mobiliario, carpinterías interiores y exteriores e instalaciones del edificio.

Se comenzará la demolición desde plataformas o andamios homologados elevadoras de la cubrición, para continuar con las correas y entrevigados con el objeto de dejar los pórticos libres de sus cargas.

Una vez que los pórticos sean independientes se eliminarán las vigas principales por procedimiento manual por planta, siempre manteniendo las condiciones de estabilidad estructural del resto del edificio.

Para la demolición de muros de medianería realizados con hormigón en masa, se demolerán desde la plataforma elevadora o bien mediante andamio homologado, demoliendo desde la parte superior hasta la inferior del mismo manteniendo las condiciones de estabilidad del resto del muro, y evitando la caída de cascotes o escombros en el edificio medianero, ya sea sobre cubierta o dentro del edificio,

Se demolerán los entrevigados en retirada, es decir, el operario demolerá el entrevigado que tiene frente a él, retirándose hacia atrás, con lo cual siempre se encuentra del lado de la seguridad. A continuación del entrevigado se cortarán con sopletes de oxicorte o se desalojarán las viguetas en sus apoyos, para continuar con el siguiente entrevigado y vigueta.

Una vez finalizada la fase de demolición manual del edificio industrial, se procederá a la demolición mecánica del resto del edificio.

El proceso de demolición mecánica comienza con la demolición de los paramentos de fachada para acceder al interior de la planta y demoler las tabiquerías y divisiones interiores. A continuación se demolerán las

vigas y pilares de la planta, hasta el nivel de solera, dejando al descubierto el muro medianero que se demolerá de manera mecánica evitando cualquier vibración que pueda afectar a la estabilidad del muro anexo. La demolición del muro se realizará completamente sobre el nivel de rasante.

Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos quedaran en perfecto estado de servicio.

En la superficie del solar se mantendrá el desagüe necesario, para impedir la acumulación de agua de lluvia o nieve, que pueda perjudicar a los locales o cimentaciones de fincas colindantes.

Cuando se aprecie alguna anomalía en los elementos colocados y/o en su funcionamiento, se estudiara la causa por Técnico competente que dictaminará importancia en su caso, las reparaciones que deban efectuarse.

3.2.1.7.- Estudio de gestión de residuos de la demolición.

3.2.1.7.1.- Medidas para la separación de los residuos

Se deben separar los residuos que vayan a vertedero

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

Este tipo de RCD,s separarán en las siguientes fracciones:

- Hormigón.
- Ladrillos, tejas, cerámicos.
- Metal.
- Madera.
- Plástico.
- Papel y cartón.

La separación en fracciones y su almacenaje provisional (acopio) se llevará a cabo dentro de la propia obra.

En caso de residuos peligrosos:

- Deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice y debidamente protegida de la lluvia.

- Se ha de impedir que un eventual vertido de estos materiales llegue al suelo, ya que de otro modo causaría su contaminación. Por lo tanto, será necesaria una impermeabilización del mismo mediante el aprovechamiento de zonas de soleras de hormigón o zonas asfaltadas.
- Los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y cerrar perfectamente, para evitar derrames o pérdidas por evaporación.
- Los recipientes en sí mismos también merecen un manejo y evacuación especiales: se deben proteger del calor excesivo o del fuego, ya que contienen productos fácilmente inflamables.

3.2.1.7.2.- Instalaciones previstas para el almacenamiento de residuos, manejo, separación y otras operaciones.

Se dispondrán en la parcela para el almacenamiento de los residuos generados los siguientes elementos, como mínimo, de almacenamiento:

- Un contenedor para residuos pétreos.
- Un contenedor y/o un compactador para residuos banales.
- Uno o varios contenedores para materiales contaminados.

3.2.1.7.3.- Pliego de prescripciones técnicas de la gestión de residuos.

En relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCD,s valorizables (maderas, plásticos, chatarra....), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos,

al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.

Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD,s, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos /Madera……) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD,s deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

Para aquellos RCD,s (tierras, pétreos…) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo, serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas séptica…), serán gestionados acorde con los preceptores marcados por la legislación y autoridad municipal.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.

El contratista realizará la gestión y seguimiento de los residuos, conservando un archivo de las entregas de materiales de residuos, que será entregada a la Dirección Facultativa, incluyendo al menos los siguientes datos:

- Materiales y origen (situación física en la obra)
- Nombre del Gestor especializado
- Destino y tratamiento
- Volumen

La mayor parte de los residuos que se generan en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Como se especificaba en apartados anteriores se separaran y almacenan los residuos de la misma naturaleza juntos. Se separaran por tanto los residuos pétreos o inertes que se genera que son hormigón, ladrillo, etc. y por otro lado los no peligrosos, tales como metales, madera, papel, cartón o plásticos.

Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida de seguridad específica de prevención más allá de las que implican un manejo cuidadoso de los mismos.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y se retirarán de la obra a medida que se vayan generando. El contratista se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente.

En el caso de la gestión del fibrocemento, se hará entrega de este residuo peligroso a una empresa gestora que figure inscrita en el Registro Preceptivo.

3.2.1.8.- Plazo de ejecución de las obras de desmantelamiento y demolición.

El plazo de ejecución de los trabajos de demolición anteriormente descrito está fijado en 12 semanas.

PARTE IV: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

La minería de rocas y minerales industriales constituye un caso especial en lo que a generación de residuos mineros se refiere pues en su gran mayoría son residuos inertes que se emplean directamente en las labores de restauración.

La problemática se deriva más de la necesidad de realizar una gestión integrada con la extracción y la restauración, que por la generación de materiales peligrosos.

En líneas generales, para obtener la materia prima es necesario extraer una cantidad variable de materiales estériles. Adicionalmente, para alcanzar los requisitos de calidad necesarios para la puesta en mercado del producto deseado, se precisa someter la masa mineralizada extraída a una serie de procesos, precribados, lavado, etc., en los que también se generan residuos.

4.1.- Normativa aplicable.

En relación a posibles residuos generados se acatará lo dispuesto en la normativa de aplicación y concretamente:

- Ley 10/1.998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 833/1.988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Ley 11/1.997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Decreto 283/1.995, de 21 de noviembre, Reglamento de Residuos.
- Decreto 104/2.000, de 21 de marzo, por el que se regulan las autorizaciones administrativas de las actividades de valorización y eliminación de residuos y la gestión de residuos plásticos agrícolas.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 134/1998, de 23 de junio, por el que se aprueba el Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.
- Resolución de 27 de octubre de 2003, de la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental, por la que se emplaza para

información Pública a todos aquellos interesados en el Borrador inicial del Anteproyecto de Revisión del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.

Más recientemente se ha aprobado y publicado la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE. Esta Directiva, que debería haber sido transpuesta al derecho español antes del 1 de mayo de 2008, y que lo será próximamente, contiene prescripciones específicas para la gestión de estos residuos y la recuperación de los depósitos y emplazamientos antiguos abandonados.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio está ha finalizado la transposición de dicha Directiva, mediante un Real Decreto (975/2009) sobre protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades extractivas que refunde la normativa antes mencionada, derogándola en lo relacionado con los residuos de industrias extractivas.

Asimismo el Plan Nacional de Residuos integra en uno de sus Anexos los residuos de las industrias extractivas.

Cada empresa ha de caracterizar los diferentes tipos de residuos mineros que produce, de forma que pueda asignarlos a cualquiera de los tipos que se indican a continuación:

- Suelo no contaminado es aquel que se retira de la capa superior del terreno durante la investigación y aprovechamiento y que se supone no está contaminado con arreglo a las disposiciones vigentes. Generalmente comprende la tierra vegetal y la cobertera previa al estéril de mina.
- Residuos mineros son aquellos residuos sólidos o aquellos lodos que quedan tras la investigación y aprovechamiento de un recurso geológico, tales como son los estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal y cobertera en determinadas condiciones, siempre que constituyan residuos tal y como se definen en la Ley 10/1998, de Residuos.
- Residuos mineros peligrosos son aquellos que así están definidos en la legislación vigente de residuos.
- Residuo minero inerte es aquel que no experimenta ninguna transformación física, química o biológica significativa.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto, de forma que puedan provocar la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana.

En los residuos inertes, la lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes en ellos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y, en particular, no deberán suponer riesgo para la calidad de las aguas superficiales ni subterráneas.

Los criterios básicos para determinar si un residuo minero es inerte son:

- No tiene el potencial de experimentar ningún cambio significativo a corto o a largo plazo.
- Su impacto a corto o largo plazo sobre el medio ambiente es insignificante.

Se considera que cumplen con las condiciones anteriores, es decir que son inertes, los residuos mineros procedentes de los mismos tipos de rocas o de suelos que se emplean directamente como materiales para la edificación y la obra civil, como es el caso de la explotación objeto de este Plan de Restauración.

No será necesario realizar ensayos para corroborar lo anterior siempre que se pueda acreditar satisfactoriamente - por medio de estudios geológicos, sistemas de certificación, normas europeas o nacionales, etc. -, que han sido tenidos en consideración los siguientes criterios:

- Durabilidad: los residuos inertes no experimentan procesos de desintegración o disolución significativos.
- Contenido en sulfuros: los residuos inertes tendrán un contenido en sulfuros inferior al 0,1 %, o bien, el índice de neutralización potencial será superior a tres con el contenido en sulfuros mayor que 1 %.
- Materia orgánica: los residuos inertes no presentan riesgo de autocombustión y no son combustibles.
- Contenido en sustancias nocivas para el medio ambiente o la salud humana: en particular As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V y Zn, en las partículas finas, será lo suficientemente bajo para que el riesgo que se derive, a corto o largo plazo, sea

despreciable y, en todo caso, se encontrará por debajo de los límites establecidos por la legislación.

- Sustancias utilizadas en los procesos de extracción o de tratamiento: los residuos inertes estarán libres de sustancias empleadas en la extracción o el tratamiento que puedan resultar perjudiciales para el medio ambiente o la salud humana.

En la mayoría de los casos, los residuos de una explotación minera no cumplen la premisa de que “su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse”, pues forman parte del proceso de producción, en lo que a restauración de los terrenos se refiere.

La Lista Europea de Residuos – LER -, recogida en la Orden MAM/304/2002, dedica el capítulo uno a los residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales.

Dentro de la Lista Europea de Residuos, que se recoge a continuación, los residuos de la extracción de rocas y minerales industriales a cielo abierto de las extracciones son, en la gran mayoría de los casos, los designados con los códigos 01 01 02; 01 04 08; 01 04 09; 01 04 10; 01 04 12; 01 04 13 y 01 05 04.

01 01 Residuos de la extracción de minerales
01 01 01 Residuos de la extracción de minerales metálicos
01 01 02 Residuos de la extracción de minerales no metálicos
01 03 Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos
01 03 04* Estériles que generan ácido procedentes de la transformación de sulfuros
01 03 05* Otros estériles que contienen sustancias peligrosas
01 03 06 Estériles distintos de los mencionados en los códigos 01 03 04 y 01 03 05
01 03 07* Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos
01 03 08 Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 03 07
01 03 09 Lodos rojos de la producción de alúmina distintos de los mencionados en el código 01 03 07
01 03 99 Residuos no especificados en otra categoría
01 04 Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos
01 04 07* Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos
01 04 08 Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 09 Residuos de arena y arcillas
01 04 10 Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 11 Residuos de la transformación de potasa y sal gema distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 12 Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales, distintos de los mencionados en los códigos 01 04 07 y 01 04 11
01 04 13 Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 03 99 Residuos no especificados en otra categoría
01 05 Lodos y otros residuos de perforaciones
01 05 04 Lodos y residuos de perforaciones que contienen agua dulce
01 05 05* Lodos y residuos de perforaciones que contienen hidrocarburos
01 05 06* Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sustancias peligrosas
01 05 07 Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sales de bario distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06
01 05 08 Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen cloruros distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06
01 05 99 Residuos no especificados en otra categoría

Figura 238.- Listado Europeo de Residuos.

Cada entidad explotadora deberá realizar un Plan de Gestión de Residuos Mineros enfocado a su reducción, tratamiento, recuperación y eliminación teniendo en cuenta el principio de desarrollo sostenible.

En el Plan de Gestión de Residuos Mineros la entidad explotadora garantizará que estos residuos se gestionen de un modo que no suponga peligro para la salud de las personas y sin utilizar procesos o métodos que puedan dañar el medio ambiente y, en particular, suponer riesgos para el agua, el aire, el suelo, la fauna o la flora, sin causar molestias debidas al ruido o los malos olores y sin afectar negativamente al paisaje ni a lugares que representen un interés especial.

4.2.- Técnicas básicas de gestión de residuos mineros integradas en el proyecto minero.

En general, el proceso de extracción y tratamiento de rocas y minerales industriales, debido a las características de los yacimientos en explotación, tiene rendimientos elevados en cuanto al ratio materia útil / material estéril, siendo poco importantes, en general, los volúmenes de estériles inertes adecuados y de material no apto como producto, lodos, finos, etc., respecto al material aprovechable.

Como ya se ha citado, en general, los residuos de las industrias extractivas de calizas son del tipo inerte, procedentes del proceso de extracción y tratamiento de rocas y minerales industriales.

4.2.1.- Gestión del suelo vegetal y de los materiales de cobertera.

En la primera etapa del proceso, que consiste en la descubierta de las zonas superficiales no explotables, se retiran selectivamente y acopian por separado los materiales reutilizables a posteriori para el reacondicionamiento de los terrenos: cubierta vegetal, estériles y rocas alteradas. La cubierta vegetal, de mayor riqueza orgánica, se almacena en cordones de pequeño volumen máximo (horizonte A) dos metros de altura), para conservar sus características.

Con este proceso, integrado dentro del proyecto de explotación, estos materiales se destinan para relleno de áreas ya explotadas o se acumula en cordones o escombreras temporales o, de manera poco frecuente, definitivas. Es importante señalar que estos materiales, en general, son inertes y no son sometidos a ninguna transformación de importancia - normalmente de tipo geométrico- que afecte a sus características.

Estos materiales no aptos para la venta son reutilizados dentro del propio proceso productivo para las labores de restauración de los terrenos, no generándose apenas residuos mineros. En cualquier caso, todos ellos se gestionan de acuerdo con el proyecto aprobado por la autoridad competente.

La capa de tierra vegetal (horizonte A) y la capa mineral alterada (horizonte B) deben necesariamente retirarse (decaparse) de forma apropiada. Esta reserva temporal de suelos fértiles se deberá emplear en la restauración final. En el caso de que esta reserva no asegure la creación de una capa de, al menos, 1 m de espesor en la restauración final, deberá preverse una aportación exterior de suelos fértiles.

La correcta manipulación del suelo requiere aplicar, en la medida de lo posible, unas medidas preventivas para conservar sus características iniciales, que se exponen a continuación:

- En caso de duda sobre la capacidad portante de un suelo, se calculará la fuerza de succión para prevenir compactaciones excesivas por el peso de los equipos.
- Evitar trabajar sobre suelos húmedos ya que los suelos secos tienen unas características portantes más adecuadas para el tránsito de equipos móviles, y se previene la compactación.
- Recogida de los vegetales (arbustos, praderas, etc.) del terreno, junto con la capa de tierra vegetal, para que ésta se enriquezca con su materia orgánica.
- Adopción de métodos de trabajo en avance para el decapado de la tierra vegetal, de forma que los equipos no circulen sobre ella.
- Retirada por capas: tras retirar las primeras paladas, se coloca la retroexcavadora sobre el horizonte C, desde donde puede retirarse por separado la capa de tierra vegetal (horizonte A) y la cobertera o capa mineral alterada (horizonte B). Esta retirada se realiza alternativamente, en tandas marcadas por el alcance del brazo del equipo.

Retirada en paralelo de los horizontes A y B

Retirada de los horizontes A y B consecutivamente

Figura 239.- Retirada de la cobertera vegetal.

Cada tipo de suelo debe acopiarse por separado para preservar sus características originales. Esta operación es especialmente importante ya que de su éxito dependerá poder disponer de materiales adecuados para la futura restauración.

4.2.1.1.- Acopio de la tierra vegetal.

Lo ideal es que el tiempo entre la retirada del suelo y su reconstitución sea el mínimo posible y, si fuera posible, que se recompusiera directamente en las áreas en restauración. Esto evidentemente no es posible en muchas explotaciones.

Figura 240.- Acopio de la tierra vegetal.

Por ello, debe planificarse el acopio en el proyecto de explotación, considerando el tiempo que habrán de conservarse los suelos antes de su utilización, aplicando los siguientes principios básicos:

- Almacenamiento de cada tipo de suelo (horizonte A, horizonte B y horizonte C) por separado.
- Colocación en un lugar alejado del tránsito de equipos móviles y prohibición de circular sobre ellos, así como en zonas relativamente llanas para garantizar la estabilidad. Se realizará un acopio selectivo teniendo en cuenta las diferentes características del material.
- Deposición de los materiales sin compactación para preservar la actividad biológica y los intercambios gaseosos. Los procedimientos de trabajo y los equipos empleados insistirán en este aspecto, tanto para evitar la compactación en la operación de deposición del suelo como para prevenir que las ruedas o las cadenas de los equipos afecten a las partes inferiores.

- Elección de un emplazamiento que tenga cubierta vegetal ya que reduce en cierta medida la compactación y mejora la composición orgánica del suelo.
- Conformación del depósito de modo que:
- La pendiente sea de, al menos, el 4 % y que permita la evacuación del agua sobrante en caso de lluvias, por lo que no se realizarán en huecos, sino en zonas de pequeñas pendientes o llanas y, en su caso, se preverá un sistema de drenaje.
- La altura del depósito no sobrepase la profundidad de enraizado, esto es entre 2- 2,5 metros.
- Si el periodo de almacenamiento es superior a 6 meses, es muy importante la siembra y el abono anual del acopio con especies que permitan mantener las características biológicas y la aireación del suelo vegetal a lo largo del tiempo. Si se acopia por espacio de más de un año, este proceso se repetirá anualmente.

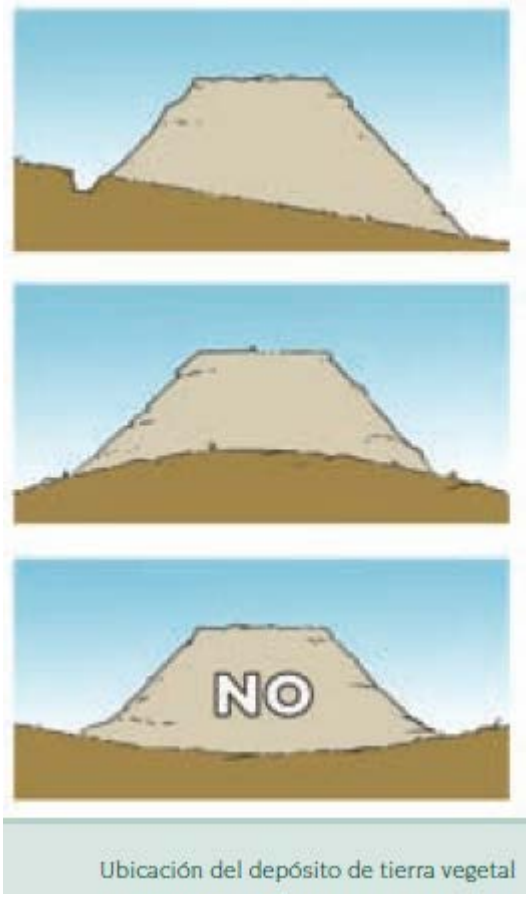


Figura 241.- Ubicación del depósito de tierra vegetal.

Estos acopios de tierra vegetal se pueden disponer a modo de caballones en los límites de la autorización de explotación al objeto de impedir el riesgo de caída de altura y el acceso.

En este sentido y por lo que se refiere a esta Explotación, hay que mencionar que, en general, se establece un límite o distancia mínima de seguridad desde los linderos y tierras colindantes, mínimo de 5 metros.

4.2.1.2.- Acopio de la cobertera o capa mineral alterada (horizonte B) y de los rellenos.

Para estos elementos del suelo que tienen un menor valor biológico es necesario tomar menos precauciones que en el caso de la tierra vegetal y no requieren necesariamente mantenimiento, ya que son más pobres en humus y elementos minerales.

Aún así deben acopiarse por separado, previniendo el paso de vehículos y su posible mezcla con otros materiales.

Su acopio se realiza, bien en escombrera temporal o permanente, bien directamente como material de relleno del hueco en la fase de restauración.

La ubicación de las escombreras ha de estudiarse cuidadosamente, atendiendo a:

- Su forma y su tamaño previsto, considerando la mínima afección en superficie.
- La prevención de los efectos sobre el medio ambiente.
- Las características geológicas del emplazamiento.
- La capacidad de drenaje.
- La minimización de los costes de transporte y de vertido.
- La integración paisajística y, si fuera una escombrera definitiva, su posterior restauración.

Las escombreras pueden clasificarse en función de la secuencia constructiva en:

- Vertido libre, método para escombreras de pequeñas dimensiones, y siempre que el estudio de riesgos lo permita, pues geotécnicamente es muy desfavorable, pues:
    - Su talud depende del ángulo de reposo de los estériles.
    - Se produce una importante segregación de tamaños.
- Vertido por fases adosadas, tienen una mayor seguridad estructural intrínseca y los taludes medios finales son más bajos.
- Dique de retención en pie, formado por materiales más gruesos, que se emplea cuando los materiales son muy heterogéneos

cuando los apoyos no tienen buenas condiciones, pues minimiza el riesgo de deslizamiento.

- Fases ascendentes superpuestas y retranqueadas, que aportan gran estabilidad y mayor compactación de los materiales almacenados.

Los cálculos constructivos de cualquier escombrera tienen que realizarse concienzudamente, para asegurar su estabilidad en todo momento, desde la fase inicial, hasta su abandono, pasando por la fase de operación.

Por otro lado, los residuos en forma de bloque de gran tamaño pueden aplicarse como elemento de seguridad en las pistas de transporte interno, del tipo de barrera de contención, o como elemento para reforzar la estabilidad estructural de determinados taludes.

4.2.2.- Gestión de los materiales de rechazo del proceso.

En términos generales, el rendimiento del proceso de tratamiento del todo uno en la planta se puede calificar de elevado, rechazándose como estéril inerte una pequeña parte del material extraído.

En la planta de tratamiento, se disponen habitualmente una serie de etapas de separación previa de los estériles que acompañan al material apto para el procesado, como son entre otros, los equipos de precribado, las cribas de malla elástica, etc. Esta separación se realiza en seco o en húmedo, en función de las características de la instalación.

Estos materiales de rechazo pasan, en la mayoría de los casos, a ser utilizados en las etapas de restauración bien directamente, bien tras almacenarlos temporalmente en escombrera.

Además de los lodos que se abordan en un epígrafe posterior, los materiales de rechazo pueden provenir de:

- Etapa de precribado.
- Etapas posteriores.
- Derrames de materiales.
- Materiales procedentes de los sistemas de control del polvo, bien en vía seca (partículas tipo filler), bien en vía húmeda (como lodo o pulpa, en su caso).
- Productos no conformes con las especificaciones técnicas.
- Restos del acabado de los productos finales.

Los métodos más habituales de gestión de estos residuos mineros se recogen en la siguiente tabla:

ORIGEN	GESTIÓN
Etapa de precribado.	· Reprocesado. · Restauración directa de los terrenos (huecos y taludes).
Etapas posteriores.	· Restauración de los terrenos (huecos y taludes) tras acumularlo en escombrera. · Materia prima para otro proceso.
Derrames de materiales.	· Empleo como subproducto. · Depósito definitivo en escombrera.
Materiales procedentes de los sistemas de control del polvo, bien en vía seca (partículas tipo filler), bien en vía húmeda (como lodo o pulpa, en su caso).	· Valorización como producto de valor añadido. · Materia prima para otro proceso. · Empleo como subproducto. · Restauración directa de los terrenos.
Productos no conformes con las especificaciones técnicas.	· Reprocesado. · Materia prima para otro proceso. · Empleo como subproducto. · Restauración directa de los terrenos (huecos y taludes). · Depósito definitivo en escombrera.
Restos del acabado de los productos finales.	· Materia prima para otro proceso. · Restauración. · Depósito definitivo en escombrera.

Cuadro 69.- Gestión de materiales de rechazo.

4.2.3.- Tratamiento de lodos.

Un tipo de residuos mineros que habitualmente se vincula con los procesos de tratamiento que incluyen el lavado de los materiales son los lodos. Pero también se producen este tipo de residuos en forma de líquido o de pulpa por otras causas como son la recogida de aguas procedentes de:

- Redes de drenaje y desagüe de las aguas superficiales y subterráneas.
- Sistemas de limpieza de la planta de tratamiento y de los equipos.
- Sistemas de tratamiento y acabado de los productos finales.
- Sistemas de transporte del recurso minero.

Dispositivo para el lavado de camiones con recogida del agua sucia y sistema de separación de hidrocarburos

Sistemas de ciclonado

Figura 242.- Ejemplos de tratamiento de lodos.

Zona de repostaje con sistema de recogida de derrames de aceites e hidrocarburos. Esta zona debe estar asfaltada para proteger, asimismo, el suelo de la posible contaminación

Lavadero y fosa de mantenimiento de maquinaria, con tratamiento de aguas residuales

Figura 243.- Ejemplos de tratamientos de lodos.

4.2.4.- Relleno de huecos.

En las explotaciones mineras resulta generalmente inviable el relleno total de los huecos producidos ya que el volumen de material no apto utilizado para este fin es normalmente pequeño.

En los trabajos de restauración, cuando sea necesario rellenar los huecos producidos por la explotación, hasta la cota especificada en el Plan, generalmente suelen emplearse residuos mineros: estériles, lodos de lavado y rechazos del proceso de tratamiento.

Con este proceso, integrado dentro del proyecto de explotación, estos materiales se destinan para relleno de áreas ya explotadas o se acumula, como se ha visto, en cordones o escombreras temporales o, de manera poco frecuente, definitivas.

4.3.- Caracterización de residuos, vertidos y emisiones.

En este apartado se describen los residuos, vertidos y emisiones que se producirán en las diferentes fases que componen la actuación en estudio.

4.3.1.- Residuos.

Los Residuos generados serán, fundamentalmente, los siguientes:

- Aceites, Grasas, Baterías y otros Residuos Peligrosos generados por la maquinaria utilizada durante las fases de acondicionamiento, explotación y restauración.
- Suelos orgánicos vegetales que serán reutilizados en La posterior restauración de la zona explotada.
- Materiales no valorizables directamente en la propia explotación, como son materiales subyacentes de naturaleza margosa o arcillosa, estériles inertes, gangas, etc., que se utilizarán para la creación de barreras contra el ruido y el polvo y, con posterioridad, si no pudieran ser reutilizados como relleno en la restauración, serán llevados a vertedero autorizado para R.S.I.
- Durante todo el proceso, el personal operante en la explotación, produce Residuos Sólidos Urbanos y Asimilables, ello establece la obligación de mantenerlos en condiciones adecuadas para que no produzcan molestia alguna ni riesgo, hasta que se proceda a su recogida por la empresa encargada de su gestión. No obstante, queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos y la mezcla o dilución que dificulte su recogida.

En relación a los residuos catalogados como Peligrosos en la normativa y que se puedan producir durante la explotación, como trapos usados, aceites, etc, o durante la restauración como envases de fitosanitarios, se acatará lo preceptuado en el Real Decreto 833/1.988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos:

- Inscripción en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos en la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (RD 833/88, Art. 22), y

disponer de un libro de registro para remitir a la Delegación Provincial de la Consejería de Medio ambiente de la Junta de Andalucía anualmente sobre cantidades, tipos y destino de los residuos peligrosos generados.

- Obligación de presentar la Información Anual de Productores de Residuos Peligrosos. Es preciso separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos con residuos urbanos o con otros residuos que dificulten su gestión. Es de obligación envasar o etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma reglamentaria establecida.

Se prevé que la actividad produzca los siguientes tipos y cantidades de residuos:

DESCRIPCIÓN	CÓDIGOS CER	CANTIDAD	ENVASE
Envases que hayan contenido residuos peligrosos	15 01 08	500 KG/AÑO	CONTENEDOR
Trapos impregnados de grasa	15 02 02	50 KG/AÑO	CONTENEDOR
Filtros de aceites usados	15 02 02	20 KG/AÑO	CONTENEDOR
Baterías	16 06 01	4 BATERÍAS/AÑO	CONTENEDOR
Aceites	03 02	800 KG/AÑO	BIDONES
Tierras contaminadas	17 05 03	600 KG/AÑO	CONTENEDOR

Cuadro 70.- Estimación de residuos que se generarán anualmente en la explotación.

Respecto a los posibles residuos de envases que se produzcan durante el funcionamiento, aunque no se prevé que existan muchos, se aplicara lo estipulado en el artículo 15 del Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.

Así, antes del 31 de marzo de cada año, se deberá informar al órgano competente de la Comunidad Autónoma donde tengan su razón social, el destino final de los residuos de envases. En Andalucía es la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente.

En cuanto a los Residuos de Construcción y Demolición, la actividad generará una partida debido a las demoliciones en la fase preparatoria,

dichas demoliciones se realizarán de forma progresiva al avance de la explotación. Se acatará todo lo preceptuado en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, obteniendo la correspondiente Licencia de Ayuntamiento y gestionándolos de modo adecuado a la ley y a la naturaleza del Residuo tal y como ha quedado desarrollado en la Parte III. Todo ello ha quedado recogido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Demolición firmado por el técnico competente que suscribe, dicho proyecto se presentará y tramitará en el Excmo. Ayuntamiento del Municipio donde se enclava la explotación.

4.3.2.- Residuos mineros.

No existen residuos mineros en la actividad. En cuanto al estéril obtenido y cuantificado teóricamente en menos de un 5%, se acopiará en zonas aledañas a la Planta, y será utilizado para la restauración. Se trata de un material natural, obtenido del frente de explotación, que no va a sufrir alteraciones físicas o químicas, y que va a ser utilizado para la regularización topográfica posterior, no se considera por tanto residuos, aunque se especifica en el presente apartado para aclarar su naturaleza.

No se considera escombrera, ya que no es un residuo, el acopio será de corta temporalidad no existiendo problemas de inestabilidad en el mismo, debido a la limitación en altura y volumen.

El acondicionamiento topográfico será progresivo limitando el tiempo de acopio. Por tanto el volumen de estéril se limitará al de un sector.

4.3.3.- Vertidos.

Los vertidos generados por la actuación en estudio serán mínimos, reduciéndose estos a los siguientes:

Aguas pluviales que pudieran atravesar los acopios de material, que no tendrán carácter contaminante, al tratarse de material inerte y presente en la zona previamente a la actuación. No obstante, se realizará el diseño de un sistema de drenaje, el cual conducirá el agua hasta una zona habilitada a tal efecto ubicada dentro de los límites de la explotación, la cual se adecuará para la recogida de las aguas pluviales y de escorrentía. En épocas de alta pluviosidad y para evitar el desbordamiento, el agua se trasladará mediante bomba con sonda de nivel a un depósito estanco, de

donde se tomará el agua sobrante para Labores propias de las instalaciones, tal como riego de pistas, viales y humectación de acopios.

Respecto a las aguas sanitarias y los efluentes orgánicos procedentes de los servicios higiénicos se almacenarán en Los depósitos de tratamiento bioquímico de que dispone el propio sanitario, para con La periodicidad necesaria y requerida sea retirado por un camión diseñado para ello y transportado hasta depuradora (EDAR) para su tratamiento, por lo que no se realizará vertido alguno.

4.3.4.- Emisiones.

Las Emisiones de contaminantes a la atmósfera estarán provocadas por los vehículos y maquinaria que participan en las diferentes fases que componen este proyecto:

- Emisiones de Partículas, debidas al acondicionamiento de viales, trasiego de maquinaria y operaciones, tanto de extracción, como de carga y descarga de material.
- Emisiones, aunque en muy pequeña concentración, de contaminantes como el Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no quemados, Óxidos de Nitrógeno (NO_X), Plomo (Pb) y Dióxido de Azufre (SO_2), generados por los motores de vehículos y maquinaria.
- Emisiones de Ruido, provocadas por el trasiego de vehículos, las labores de extracción, operaciones de carga y descarga de material y el funcionamiento de la maquinaria que participa en la explotación.

PARTE V: CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y COSTE ESTIMADO DE LOS TRABAJOS DE REHABILITACIÓN.

5.1.- Cronograma de actuaciones.

Los trabajos de extracción y restauración van ligados, de manera que la restauración se ha planificado progresiva a la explotación, de modo que cada sector, una vez concluido será acondicionado según el Plan de Restauración.

Asimismo los bancos perimetrales serán revegetados cuando ya no se trabaje sobre ellos y sea seguro totalmente.

Se prevé el tiempo de duración de la explotación de 70 años, incluyendo los 3 años necesarios para concluir la restauración y el abandono de la zona.

Salvo en el caso de las dos primeras fases, en las que se recuperarán los bancos y las bermas, en el último año de explotación de cada sector, ya se comenzarán a realizar las labores de restauración, adecuando topográficamente la zona, y realizando las enmiendas correspondientes, una vez que comience la explotación en el siguiente sector, se realizará la plantación. Por tanto nunca quedará en afección una superficie mayor a la de un sector de explotación.

A continuación se presenta:

- Tabla de superficies a restaurar.
- Cronograma de actuaciones.

Fase	Estado explotación	Superficies acumuladas restauración en patio (cota 555 m.s.n.m.m.)	Superficies acumuladas restauración en bermas	Superficies acumuladas restauración en talud de 53º
1	A 5 años	16.051	0	0
2	A 10 años	32.843	0	0
3	A 15 años	67.891	5.940	7.856
4	A 20 años	67.891	9.314	17.977
5	A 25 años	67.891	10.806	17.977
6	A 30 años	67.891	10.806	19.114
7	A 35 años	67.891	15.139	28.830
8	A 40 años	67.891	15.139	28.830
9	A 45 años	67.891	15.139	28.830
10	A 50 años	67.891	19.928	43.467
11	A 55 años	67.891	19.928	43.467
12	A 60 años	67.891	25.798	61.433
13	A 65 años	67.891	25.798	61.433
14	A 70 años	306.900	42.514	102.210

Cuadro 71.- Superficies por fases y acumulado.

5. Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de rehabilitación.

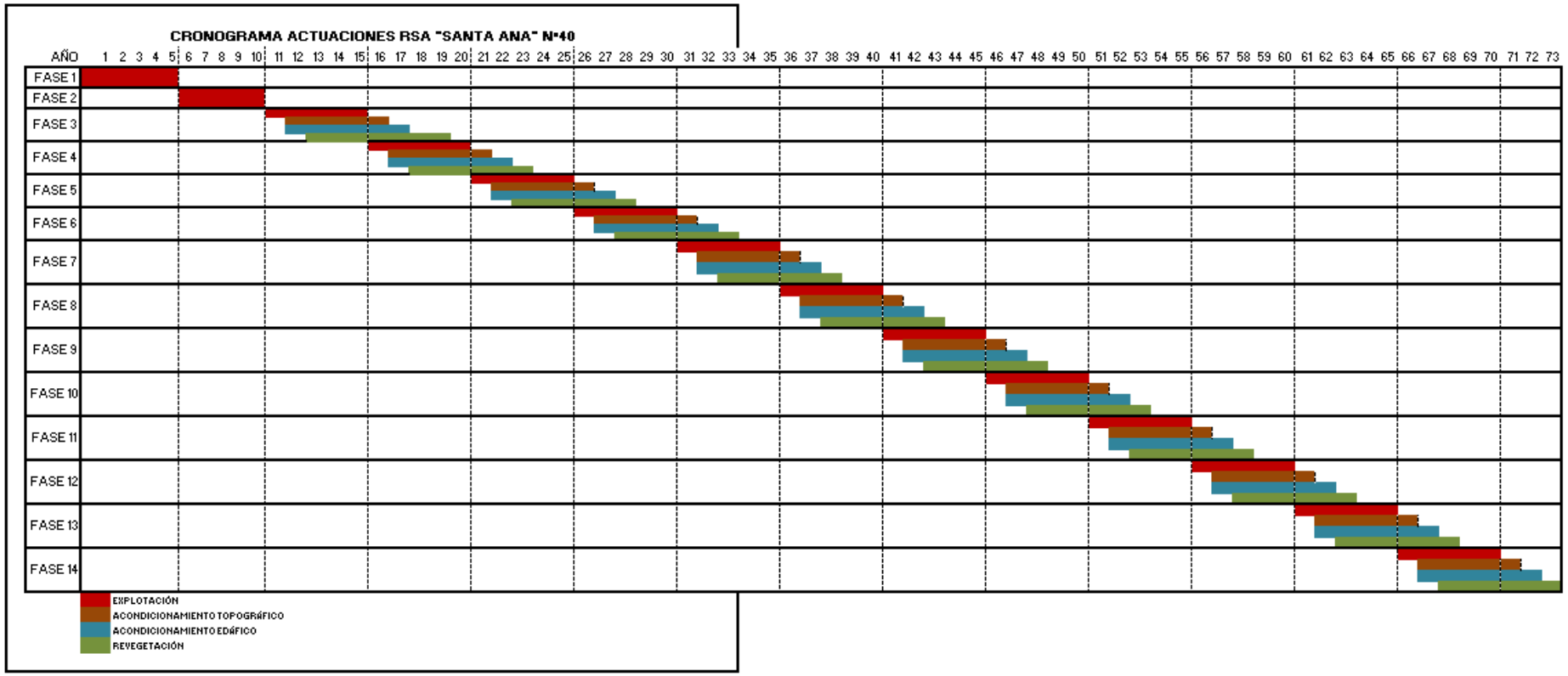


Figura 244.- Cronograma de actuaciones mineras.

5.2.- Coste total estimado de los trabajos de rehabilitación.

CAPÍTULO I.-PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DE SUPERFICIES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
1.1.	Extendido de tierra vegetal en plaza de cantera, bermas, zona de instalaciones auxiliares y zona planta de tratamiento y clasificación, etc., comprada, con medios propios mediante pala cargadora de ruedas de 60 CV, formando una capa uniforme con profundidad media de 30-50 cm, incluidos remates realizados de forma manual, medido el volumen extendido. (m^3)	0,75	783.790,50	587.842,88 €
1.2.	Escarificado profundo en terreno compacto pedregoso, consistente en dos pases cruzados de subsolador acoplado a Bulldozzer de 250 CV de potencia, alcanzando una profundidad de labor de al menos 60 cm, medida la superficie ejecutada. (ha)	75,00	34,94	2.620,50 €
1.3.	Apertura mecánica de hoyo de dimensiones 40 x 40 x 40 cm, con retroexcavadora cadenas de al menos 90 CV de potencia, para plantación de especies forestales, medida la unidad ejecutada. (Olivar)	0,89	13.270	11.810,30 €
				602.273,68 €

CAPÍTULO II.-SIEMBRA Y PLANTACIÓN

		Precio Unitario	Cantidad	Total
2.1.	Aviverado de plantas recibidas, con preparativos de sombreado y protección contra el viento incluyendo riegos periódicos, o de invernadero propio. (Especies Arbóreas)	0,15	13.270	1.990,50 €
2.2.	Distribución en cantera, desde vehículo, de planta forestal suministrada en envase, en suelos con horizontal, medida la unidad ejecutada.	0,05	13.270	663,50 €
2.3	Plantación manual de planta forestal, presentada en envase, realizada con azada, en suelo compacto previamente preparado, incluido formación de pequeño alcorque y ligero aporcado, medida la unidad de millar ejecutada. No se incluye apertura del hoyo ni distribución de las plantas.	1,25	13.270	16.587,50 €
2.4	Siembra manual a voleo de especies herbáceas en terreno desbrozado o desprovisto de vegetación consistente, previamente laboreado, con cobertura del 100 %, no incluye semillas. Medida en planta la superficie. (Cereales y Matorral Mediterráneo))	57,75	34,94	2.017,79 €
				21.259,29 €

CAPÍTULO IV.- MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
4.1.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Especies Arbóreas).	0,75	13.270	9.952,50 €
4.2.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Especies Árboreas).	1,55	1.327	2.056,85 €
4.3.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Matorral y Arbustos).	0,75	26.000	19.500,00 €
4.4.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Matorral y Arbustos).	1,55	2.600	4.030,00 €
				35.539,35 €

CAPÍTULO IV.- MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
4.1.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Especies Arbóreas).	0,75	13.270	9.952,50 €
4.2.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Especies Árboreas).	1,55	1.327	2.056,85 €
4.3.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Matorral y Arbustos).	0,75	26.000	19.500,00 €
4.4.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Matorral y Arbustos).	1,55	2.600	4.030,00 €
				35.539,35 €

GENERAL

I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	602.273,68 €
II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	21.259,29 €
III	PLANTAS Y SEMILLAS	58.301,68 €
IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	35.539,35 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**717.373,99 €**

5.3.- Presupuesto por fase quinquenal para la restauración.

FASE	I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	50.189,47 €
	II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	1.771,61 €
	III	PLANTAS Y SEMILLAS	4.858,47 €
	IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	2.961,61 €
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**59.781,17 €**

5.4.- Presupuesto anual para la restauración.

ANUAL	I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	10.037,89 €
	II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	354,32 €
	III	PLANTAS Y SEMILLAS	971,69 €
	IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	592,32 €
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**11.956,23 €**

5.5.- Presupuesto para la primera fase restaurativa (5 años).

Teniendo en cuenta que el factor importante para el cálculo del presupuesto de restauración es la superficie y aplicando el valor total del presupuesto por el número de periodos (14) obtenemos el valor de la restauración por fases:

El **Presupuesto Prorrateado** para la primera fase del presente proyecto de Restauración de la explotación del Recurso de la Sección A) “SANTA ANA”, sita en Estepa (Sevilla), asciende a la cantidad de SETENTA Y CINCO MIL, QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS DE EURO (75.562,27 €).

En Linares, a 13 de Junio de 2.014

Antonio González López

Ingeniero Técnico de Minas

Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares

Universidad de Jaén

PARTE VI: PROPUESTA DE GARANTÍAS FINANCIERAS.

6.1.- Propuesta de garantías financieras.

Teniendo en cuenta que no se puede asegurar el verdadero ritmo de la explotación, se propone garantizar la restauración por un periodo de diez años, revisable junto con el plan de Labores. Por ese motivo la se propone a la autoridad minera constituir provisionalmente un aval provisional y revisable, para garantizar la rehabilitación de los terrenos afectados por la actividad extractiva, correspondiente a dos fases de restauración (10 años).

Ascendiendo, por lo tanto, la propuesta de la cantidad a depositar en forma de garantía financiera a 119.562,34 €.

En Linares, a 13 de Junio de 2.014

Antonio González López

Ingeniero Técnico de Minas

Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares

Universidad de Jaén

PARTE VII: CONCLUSIONES.

En el presente documento se han definido las labores de restauración proyectadas en la explotación minera “Santa Ana”, sita en el término municipal de Estepa (Sevilla), en riguroso cumplimiento del 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.

Se considera una restauración suficiente y que integra la parcela en el medio en el que se ubica, devolviéndole el uso forestal y agrícola original.

En Linares, a 13 de Junio de 2.014

Antonio González López

Ingeniero Técnico de Minas

Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares

Universidad de Jaén

PARTE VIII: BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS Y MANUALES.

- Luis I. González de Vallejo, Mercedes Ferrer, Luis Ortuño, Carlos Oteo. “Ingeniería Geológica” Pearson Educación. Madrid 2002.
- Duncan C Wyllie & Christopher W Mah. “ROCK SLOPE ENGINEERING Civil and Mining”. 4th edition. Spon Press. London 2004.
- Goodman, R.E(1989). “Introduction to rock mechanics”. Ed. Jon Wiley & Sons.
- M. Bustillo Revuelta y C. López Jimeno. (1997). “Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras”.
- Ordóñez, S. U. A. “Estabilidad de vertientes naturales y taludes”.
- Herrera Rodríguez, F. (2000). “Análisis de estabilidad de taludes”.
- Anna Laura L. S. Nunes, Ph D. Hernan Gavillanes Jiménez, MSc. Sergio A. Fontoura, Ph. D. “Análisis de la estabilidad de taludes mineros por métodos numéricos”.
- Roberto Tomás Jover. Ignacio Ferreiro Prieto. Irene Sentana Gadea. Mª Carmen Díaz Ivorra. (2002) U.A. “Aplicaciones de la proyección estereográfica en ingeniería geológica”.
- Pernía, J. M.; Lambán, L. J.; Molinero, A. (2005). J.A. López-Geta, J. C. Rubio y M. Martín Machuca (Eds.), VI Simposio del Agua en Andalucía. IGME. pp 843-853. “Indicadores e índices sobre el estado cuantitativo de las aguas subterráneas en función del nivel piezométrico. Aplicación al acuífero de la Sierra de Estepa”.
- P. Ortiz, E. Mayoral, M.A. Guerrero y E. Galán (1995). “Caracterización petrográfica y geoquímica de las calizas de la Sierra de Estepa (Sevilla) y evaluación de la calidad técnica como materiales de construcción”.
- J. M. Castro y P. A. Ruiz-Ortiz. (1991). “Nivel condensado con estromatolitos pelágicos en el Cretácico de la Sierra de Estepa (Subbético externo, provincia de Sevilla)”.
- Información de la hidrogeología de la zona junto con registros de sondeos (IGME).
- Barettino, D, Espi, J.A. y Obis, J. 2005. La industria extractiva no energética y el medio ambiente en el marco del desarrollo

sostenible. Instituto Geológico y Minero de España. IGME. Serie Medio Ambiente, nº9. 335 pp.
- Block, M.R.2000. Identificación de aspectos e impactos medioambientales. AENOR. Madrid.
- Brodkom, F. 2002. Guía de buenas practices medioambientales en la industria extractiva europea. Dirección General de Empresas de la Comisión Europea.
- Calvo Pérez, Benjamín (2006) "Tecnología de los áridos". Cátedra "ANEFA" de tecnología de áridos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
- Carretero Peña, A.2002. Aspectos medioambientales: identificación y evaluación. AENOR. Madrid
- Conesa Fernández-Vitoria Vicente. 1995.- "Auditorías medioambientales. Guía metodológica". España Ed. Mundi-Prensa.
- López Jimeno, Carlos, García Vázquez, Ángel., et al (1994) "Áridos. Manual prospección, explotación y aplicaciones" ETS de Ingenieros de Minas de Madrid. LOEMCO, Ed. Entorno Gráfico.
- García Conesa, C., Álvarez Rogel, Y., Martínez Guevara, J.B. (2005). "Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales. Análisis mediante Tecnología SIG y Teledetección". Universidad de Murcia. Departamento de Geografía.
- García Conesa, C. (2005). "El empleo de los SIG y la teledetección en planificación territorial". Editum.
- Laín Huerta, L. (1999). "Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente". IGME.
- Rodríguez Ortiz, J.M, González de Vallejo, L. "Manual de Ingeniería Geológica". IGME.
- Ayala Carcedo, Francisco Javier (2006). "Manual de ingeniería de taludes". IGME.
- Ayala Carcedo, Francisco Javier, Vadillo, L. (2004). "Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería (nueva edición)". IGME.
- Varios Autores (1990). "Cálculo y diseño de voladuras: manual del usuario".IGME.

- Varios Autores (1994). Manual de perforación y voladura de rocas 2ª ed. IGME.
- Felicísimo, Ángel M. (1994). “Modelos digitales del terreno: introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales”. IGME.
- Fernández Tomás, Delgado Jorge, Cardenal F. Javier, Jiménez Jorge, Rachid el Hamdouni, Irigaray Clemente y Chacón José (2010). “Análisis de riesgos naturales a partir de infraestructuras de datos espaciales”. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- González Márquez Fco. Javier y Romero Macías, Emilio M. (2006). “Actuaciones de restauración ambiental en la balsa de cenizas de las instalaciones mineras de Almagrera, Calañas (Huelva)”. IGP nº142.

PRINCIPAL NORMATIVA APLICABLE EN LA INDUSTRIA EXTRACTIVA

- Ley 22/1.973 de 21 de julio de Minas.
- Ley 54/1.980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos.
- Ley 6/1.977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería.
- Real Decreto 2.857/1.978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Real Decreto 107/1.995 de 27 de enero por el que se fija criterio de valoración para configurar la Sección A) de la Ley de Minas.
- Real Decreto 1167/1.978, de 2 mayo, por el que se desarrolla el título III, capítulo II, de la Ley 6/1.977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería.
- Real Decreto 863/1.985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 150/1.996 de 2 de febrero por el que se modifica el art. 109 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 13 de septiembre de 1.985 por la que se aprueban determinadas -Instrucciones Técnicas Complementarais de los capítulos III y IV del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 2 de octubre de 1.985 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias de los capítulos V, VI

y IX del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

- Orden de 3 de febrero de 1.986 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC 12.0.01 e ITC 12.0.02, que desarrollan el capítulo XII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 20 de marzo de 1.986 por la que se aprueban determinadas Instrucciones Técnicas Complementarias relativas a los capítulos IV, V, IX y X del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 22 de marzo de 1.988 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias de los capítulos II, IV y XIII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 27 de marzo de 1.990 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 04.7.05 del capítulo IV del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 16 de abril de 1.990 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden de 19 de abril de 1.994 por la que se aprueban determinadas Instrucciones Técnicas Complementarias relativas a los capítulos IV y V del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Ley 9/2006, de 28 de Abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Real Decreto 239/2013, de 5 de abril, por el que se establecen las normas para la aplicación del Reglamento (CE) n.º 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el Reglamento (CE) n.º 761/2001 y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE de la Comisión. Reglamento (CE).
- Decisión de la Comisión 2000/532/CE por la que se establece una lista de residuos.

- Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 15 de marzo del 2006, sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE.
- 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 las actividades mineras.
- Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el 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 las actividades mineras.
- Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

ANEXOS.

ANEXO A

ANTEPROYECTO DE ABANDONO DEFINITIVO DE LABORES.

A-1.- Antecedentes y objeto.

Este Anteproyecto se redacta como anexo a la Parte II del Plan de Restauración del Expediente de Explotación del Recurso de la Sección A) “Santa Ana”

La Memoria que se desarrolla en los siguientes capítulos, tiene un objetivo principal: exponer las actuaciones a realizar para el abandono de labores del recurso minero de la Sección A), "Santa Ana", con la finalidad de dejar el derecho minero caducado en las condiciones de seguridad para las personas y bienes, tanto en el interior como en el exterior, todo ello para que sea autorizado el abandono por la Delegación Provincial de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo.

Por otro lado dicho Estudio tiene por objeto integrar y definir todas aquellas medidas, obras o actuaciones a realizar con la finalidad de cumplimentar los condicionantes o prescripciones necesarias impuestos por la Administración, con el fin de autorizar el abandono.

Los trabajos a realizar para efectuar el abandono se planificarán con un criterio económico y técnico, pero respetando en todo momento las condiciones necesarias para dejar el derecho minero, con la garantía de seguridad posible del espacio afectado por actividades mineras.

El desarrollo de este Anteproyecto, para el plan de abandono del recurso minero incluye los trabajos necesarios para la consecución del mismo fin y, de cuyo estudio y comunicación se derivará la autorización del mismo.

A-2.- Régimen jurídico.

Este Proyecto Técnico denominado "Anteproyecto Técnico para el Abandono de Labores en el Recurso Minero de la Sección A), "Santa Ana”, situada en el Término Municipal de Estepa (Sevilla)", se rige por la Ley

22/1973, de 21 de Julio, de Minas y su Reglamento General que la desarrolla.

En concreto, viene definido por el artículo 88 del Título Vll de la referida Ley, que textualmente cita: *"Corresponde al Ministro de Industria acordar las caducidades a que se refieren los artículos 83 y 87 en la forma que reglamentariamente se establezca. El titular queda obligado a entregar los trabajos en buenas condiciones de seguridad y una vez cumplido este requisito, podrá disponer libremente de toda la maquinaría e instalaciones de su propiedad"*.

Por otro lado, el Reglamento General para el Régimen de la Minería, que desarrolla esta Ley, en el artículo 112 del Título Vil, Caducidades, dice textualmente:

"Declarada la caducidad de una autorización, permiso o concesión, se estará a lo previsto en el artículo 88 de la Ley.

- *"Los titulares de los derechos mineros caducados, al abandonar los trabajos, están obligados a dejarlos en buenas condiciones de seguridad para las personas y las cosas, tanto en el interior como en el exterior, a cuyo efecto lo pondrán en conocimiento de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, la que, previa comprobación y según el resultado de la misma, autorizará el abandono o impondrá las condiciones previas que se estime necesarias.*
- *En este último caso, practicará nueva comprobación acerca del cumplimiento de las mismas y no autorizará el abandono hasta que aquél tenga lugar.*
- *Autorizado el abandono del laboreo, podrá el titular disponer libremente de la maquinaria e instalaciones de su propiedad."*

También es de aplicación el 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; concretamente en su Artículo 15 "Abandono definitivo de labores de aprovechamiento":

- *"1. **Dentro de la Parte II del plan de restauración**, y en estrecha relación con el resto de las labores de rehabilitación, la entidad explotadora **presentará un anteproyecto de abandono** definitivo de labores de aprovechamiento.*

- *2. **Al finalizar** el aprovechamiento, cuando la entidad explotadora deba proceder a la rehabilitación y abandono definitivos de la explotación, presentará para su autorización ante la autoridad competente en materia de seguridad minera, **un proyecto de abandono definitivo** de labores en el que se justificarán las medidas adoptadas y a adoptar para garantizar la seguridad de las personas y bienes.*
- *3. **Una vez autorizado**, con las modificaciones que en su caso estime la autoridad competente en materia de seguridad minera, la entidad explotadora **ejecutará** los correspondientes trabajos y, una vez **finalizados,** lo comunicará a la misma, **solicitando la autorización de abandono definitivo** de la explotación.*
- *4. El abandono definitivo de las labores de aprovechamiento **sólo podrá considerarse efectivamente realizado después** de que la autoridad competente en materia de seguridad minera, en el plazo **de un año**, haya realizado una inspección final in situ, haya evaluado todos los **informes presentados por la entidad explotadora** y haya comunicado a la entidad explotadora su autorización del abandono, y siempre que se haya **certificado a través un organismo de control** que cumpla lo dispuesto en el anexo III del presente Real Decreto que la situación final del terreno afectado por la explotación de recursos minerales y sus instalaciones y servicios auxiliares **no suponen ningún peligro para la seguridad de las personas** y haya comunicado a la entidad explotadora su autorización del abandono.*
- *5. La autorización del abandono por parte de la autoridad competente no disminuirá en ningún caso las responsabilidades de la entidad explotadora de acuerdo con las condiciones de la autorización u otras obligaciones legales.*
- *6. Si la entidad explotadora procediese al abandono de un aprovechamiento y de sus instalaciones y servicios auxiliares sin haber obtenido la correspondiente autorización de la autoridad competente, ésta adoptará posteriormente las medidas de seguridad precisas para salvaguardar la seguridad y los intereses de terceros, sin perjuicio de las sanciones administrativas y responsabilidades."*

Además este Estudio se enmarca, por supuesto, dentro de:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1215/97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los equipos de trabajo.

El presente Anteproyecto se confecciona para dar cumplimiento:

- Al artículo 88 de la Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas.
- Al artículo 112 del Reglamento General para el Régimen de la Minería, establecido por el RD 2857/1978, de 25 de Agosto.
- Al Artículo 15 del Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación

A-3.- Situación geográfica y accesos.

A-3.1.- Situación geográfica.

Ver Apartado 1.1.1 del presente documento técnico.

A-3.2.- Accesos.

Ver apartado 1.1.4 del presente documento técnico.

A-4.- Método de explotación.

Una mina es el conjunto de labores necesarias para explotar un yacimiento y, en algunos casos, las plantas necesarias para el tratamiento del mineral extraído. Esta explotación se enclava dentro de las denominadas **minas a cielo abierto** que son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño. Las labores características de este sistema de explotación son los: bancos, bermas, pistas, talud final, talud de trabajo, plaza, corta, etc. La excavación se produce al aire libre, profundizando en la tierra y originando lo que denominamos “plaza de cantera”.

El método de explotación se define como el conjunto de procedimientos u operaciones que permiten alcanzar las producciones programadas, de la forma más económica posible y en condiciones de seguridad, así como por la evaluación inicial de las reservas explotables.

Un buen diseño del hueco a ejecutar permite la restauración simultánea de bancos finales, pudiendo coordinarlo con el avance de la extracción de material en sus distintas fases.

La extracción del material se realizará a través del uso de explosivos industriales, es decir mediante perforación y voladura. Posteriormente se realizará su carga en los equipos de transporte, dúmpers y/o volquetes convencionales, hasta la planta de trituración y clasificación. En este caso solo se vuela la cobertera, el resto se transporta tras ser cortado hasta la planta de corte marmóreo que se encuentra dentro de la misma parcela.

El método de explotación de este yacimiento es mediante bancos descendentes de 5 metros de altura máxima, además de la anterior retirada de 0,30-0,50 metros de potencia de capa vegetal, el arranque mecánico se realice mediante pala o retroexcavadora.

Las fases de explotación son las siguientes:

- Retirada de Tierra Vegetal.
- Extracción de bloque.
- Restauración.
- Abandono.

La tierra vegetal retirada en las labores para la limpieza de la montera, se irá acopiando en los lugares adecuados a tal efecto, siendo posteriormente la encargada de cubrir de nuevo el terreno afectado ya que esta es la mejor tierra vegetal que se puede disponer, para la completa y perfecta restauración.

Se han establecido tres fases de explotación-restauración de manera que a medida que se vaya terminando la extracción de material en cada una de las fases se procederá a su restauración a la misma vez que se comienza con la extracción en la siguiente fase de explotación.

Los trabajos a realizar con la maquinaria minera móvil, pueden dividirse en los siguientes grupos:

- Arranque/Extracción
- Carga y Transporte
- Vertido

Las cuales fueron definidas en el apartado correspondiente al epítome del modelo de Explotación.

A-5.- Laboreo de abandono.

Las actuaciones a realizar en esta cantera, consisten principalmente en finalizar con la restauración de la misma, para ello se procederá a la demolición de estructuras y limpieza; a la remodelación de la superficie; a actuar sobre los taludes y la plaza de cantera y por último se ejecutará la instalación de un vallado perimetral y la correspondiente señalización en la misma.

Se demolerán todas las estructuras metálicas y de hormigón que no tengan uso posterior. Se desmontarán las plantas, báscula, nave y oficinas.

La plaza de cantera se rellenará mediante la tierra vegetal procedente de los desmontes llevados a cabo durante la explotación, hasta un espesor máximo de 0,50 metros aproximadamente.

La restitución del suelo, será realizada mediante transporte en traíllas y depósito en tongadas uniformes, intentando conseguir la misma potencia que la existente antes de la explotación minera, 0,50 metros aproximadamente, y será mejorada su estructura mediante el aporte de paja, dándole mejores condiciones a la estructura del terreno, percolación, aporte de nutrientes y disminución de la erosión.

Se instalará en el perímetro de la zona explotada y restaurada un Vallado de protección, con una separación al frente restaurado de 5 m, de tal forma que se eviten posibles caídas de personas, animales y objetos.

Por último se señalizará convenientemente advirtiendo de los peligros que concurren. Dicha señalización será suficiente en cantidad y calidad informativa, no permitiéndose puntos muertos sin posibilidad de visualizar señal alguna de peligro.

Una vez ejecutada se realizará el Proyecto de Abandono, el cual recogerá todas las medidas tomadas para asegurar la seguridad de las personas, cosas y animales y se someterá a la Autoridad Minera.

Una vez aprobado el Proyecto Definitivo de Abandono de Labores el Director Facultativo cursará una visita trimestral a fin de comprobar el buen estado de las instalaciones de abandono.

En caso de deterioros se procederá inmediatamente a su reparación, previa comunicación por escrito al titular de la explotación.

El Director Facultativo levantará un acta trimestral que entregará a la Administración donde incluirá un reportaje fotográfico.

Pasado un año se contratará un OCA que certifique el abandono de labores en condiciones de seguridad. Dicho certificado se entregará junto con un informe técnico del Director Facultativo solicitando la caducidad.

Una vez autorizado el abandono y en consecuencia la caducidad, se solicitará la devolución de los avales constituidos a favor de la Delegación Territorial de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de Sevilla.

A-6.- Presupuesto.

A-6.1.- Descripción de materiales.

- A-6.1.1. Señal de peligro reflectante de 1, 35 m, con trípode de acero galvanizado; incluso colocación de acuerdo con RD 485/97. Medida la unidad ejecutada.
- A-6.1.2. Señal de peligro reflectante de 1, 20 m, con trípode de acero galvanizado; incluso colocación de acuerdo con RD 485/97. Medida la unidad ejecutada.
- A-6.1.3. Cartelería de peligro/Advertencia reflectante de 0,75 m, con Marco; incluso colocación de acuerdo con RD 485/97. Medida la unidad ejecutada.
- A-6.1.4. Acondicionamiento de taludes, consistente en el perfilado final hasta dejar una pendiente aproximada de 60°. Medida la unidad ejecutada.
- A-6.1.5. Ml. Valla de cerramiento de obra con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla simple torsión, trama 50/14 de 2,00 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios. Medida la unidad ejecutada.

A-6.2.- Presupuesto total.

PRESUPUESTO ANTEPROYECTO DE ABANDONO					
6.1.	Señalización	Unidades		€/Unidad	Subtotal
	SEÑAL PELIGR0 1.35 M. TIPO A	1	ud.	11,00	11,00
	TRÍPODE AC. GALV. SEÑAL	1	ud.	3,75	3,75
	PEÓN ORDINARIO	0,1	h.	6,00	0,60
				Total Unitario	15,35
				Cantidad	15,00
				Total Partida	230,25 €
6.2	Señalización	Unidades		€/Unidad	Subtotal
	SEÑAL PELIGR0 1.20 M. TIPO A	1	ud.	9,00	9,00
	TRÍPODE AC. GALV. SEÑAL	1	ud.	3,45	3,45
	PEÓN ORDINARIO	0,1	h.	9,00	0,90
				Total Unitario	13,35
				Cantidad	15,00
				Total Partida	200,25 €
6.3	Señalización	Unidades		€/Unidad	Subtotal
	SEÑAL PELIGR0 0,75 M. TIPO C	1	ud.	6,00	6,00
	PEQUEÑO MATERIAL	1	ud.	1,20	1,20
	PEÓN ORDINARIO	0,1	h.	9,00	0,90
				Total Unitario	8,10
				Cantidad	15,00
				Total Partida	121,50 €
6.4.	Acondicionamiento Taludes	Unidades		€/Unidad	Subtotal
	Riego hum. ópt compact 80l/m3	1	m3	0,012	0,012
	Bulldozer D475A	20	h.	100,00	2.000,00
				Total Unitario	2.000,01
				Cantidad	1,00
				Total Partida	2.000,01 €
6.5.	Vallado	Unidades		€/Unidad	Subtotal

Mano obra montaje malla ST	**0,50**	**m2**	**2,25**	**1,13**
Poste 200cm. tubo acero galv.diam.48	**0,30**	**ud .**	**4,20**	**1,26**
Poste arranque acero galv. de 2,00 m.	**0,08**	**ud .**	**4,80**	**0,38**
Malla galv.s/torsión ST50/14-200	**0,50**	**m2**	**0,65**	**0,33**
MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	**0,01**	**m3**	**53,25**	**0,43**
			Total Unitario	**3,52**
			Cantidad	**2.500,00**
			Total Partida	**8.800,00 €**
TOTAL PRESUPUESTO ANTEPROYECTO ABANDONO:				**11.352,01 €**

Asciende el presente presupuesto, de Anteproyecto de Abandono, a la cantidad de Once Mil Trescientos Cincuenta y Dos Euros, con 1 Céntimo de Euro.

En Linares, a 13 de Junio de 2.014

Antonio González López
Ingeniero Técnico de Minas
Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares
Universidad de Jaén

ANEXO B

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

B-1.- Introducción.

El objeto de un Plan de Restauración es el de describir las acciones que se van a tomar, éstas encaminadas a la rehabilitación de la zona afectada por la extracción de minerales, no obstante se considera interesante, ya que en el apartado dedicado a la descripción del medio se han identificado las posibles afecciones, realizar una valoración de los impactos que la actividad minera de la explotación “Santa Ana” va a generar.

B-2.- Metodología a emplear. Matriz de Leopold.

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Los métodos más usados, tienden a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, cálculos de balance de masa y matrices, etc...

Las características deseables en los métodos que se adopten comprenden los siguientes aspectos:

- Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
- Ser económicos en términos de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto o conjunto de alternativas ni son libros de cocina que conduzcan a un fin con solo seguir las indicaciones. Además que deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. Uno de sus propósitos es asegurar que se han incluido en el estudio todos los factores ambientales pertinentes.

Una de las primeras clasificaciones hecha por Warner y Bromley en 1974 relaciona los métodos en cinco grupos:

- 1. Métodos “ad hoc”.
- 2. Técnicas gráficas mediante mapas y superposiciones.
- 3. Listas de chequeo.
- 4. Matrices.
- 5. Diagramas.

De todos ellos, por su sencillez, aplicamos el de matrices, concretamente el de Leopold.

Las matrices causa-efecto son métodos de valoración cualitativa. Son muy útiles para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto. La matriz de Leopold es la más conocida y la primera metodología que se diseñó para las EIA.

Una matriz es un cuadro de doble entrada, donde los factores ambientales que pueden ser afectados por el proyecto ocupan las filas y las acciones impactantes (agrupadas por fases) las columnas.

En primer lugar, se fijan 100 acciones posibles (columnas) y 88 factores ambientales (filas), lo que supone un total de 88 x 100 celdas de cruce, es decir, 8.800 interacciones posibles o número de celdas de la matriz. De éstas, sólo una parte son realmente importantes, por lo que habrá que depurar la matriz y construir otra matriz reducida con las acciones y factores más relevantes.

Las acciones posibles que pueden causar impacto son las siguientes:

A. *MODIFICACION DEL REGIMEN*:

a) Introducción de flora y fauna exótica	g) Control del rió y modificación del flujo
b) Controles biológicos	h) Canalización
c) Modificación del hábitat	i) Riego
d) Alteración de la cubierta terrestre	j) Modificación del clima
e) Alteración de la hidrología	k) Incendios
f) Alteración del drenaje	l) Superficie o pavimento
	Ruido y vibraciones

B. *TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN*:

a) Urbanización	k) Revestimiento de canales
b) Emplazamientos industriales y edificio	l) Canales
c) Aeropuertos	m) Presas y embalses
d) Autopistas y puentes	n) Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas
e) Carreteras y caminos	o) Estructuras en alta mar
f) Vías férreas	p) Estructuras recreacionales
g) Cables y elevadores	q) Voladuras y perforaciones
h) Líneas de transmisión, oleoductos y corredores	r) Desmontes y rellenos
i) Barreras incluyendo vallados	s) Túneles y estructuras subterráneas
j) Dragados y alineado de canales	

C. *EXTRACCIÓN DE RECURSOS*:

a) Voladuras y perforaciones	e) Dragados
b) Excavaciones superficiales	f) Explotación forestal
c) Excavaciones subterráneas	g) Pesca comercial y caza
d) Perforación de pozos y transporte de fluidos	

D. *PROCESOS*:

a) Agricultura	h) Industria química
b) Ganaderías y pastoreo	i) Industria textil
c) Piensos	j) Automóviles y aeroplanos
d) Industrias lácteas	k) Refinerías de petróleo
e) Generación energía eléctrica	l) Alimentación
f) Minería	m) Herrerías (explotación de maderas)
g) Metalurgia	n) Celulosa y papel
	o) Almacenamiento de productos

E. *ALTERACIÓNES DEL TERRENO*:

a) Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales	d) Paisaje
b) Sellado de minas y control de residuos	e) Dragado de puertos
c) Rehabilitación de minas a cielo abierto	f) Aterramientos y drenajes

F. *RECURSOS RENOVABLES*:

a) Repoblación forestal	c) Recarga aguas subterráneas
b) Gestión y control vida natural	d) Fertilización
	e) Reciclado de residuos

G. *CAMBIOS EN TRÁFICO*:

a) Ferrocarril	g) Deportes náuticos
b) Automóvil	h) Caminos
c) Camiones	i) Telecillas, telecabinas, etc.
d) Barcos	j) Comunicaciones
e) Aviones	k) Oleoductos
f) Tráfico fluvial	

H. *SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS*

a) Vertidos en mar abierto	h) Vertido de aguas de refrigeración
b) Vertedero	i) Vertido de residuos urbanos
c) Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros	j) Vertido de efluentes líquidos
	k) Balsas de estabilización y oxidación
d) Almacenamiento subterráneo	l) Tanques y fosas sépticas, comerciales y domesticas
e) Disposición de chatarra	m) Emisión de corrientes residuales a la atmósfera
f) Derrames en pozos de petróleo	n) Lubricantes o aceites usados
g) Disposición en pozos profundos	

I. *TRATAMIENTO QUÍMICO*:

a) Fertilización	c) Estabilización química del suelo
b) Descongelación química de autopistas, etc.	d) Control de maleza y vegetación terrestre
	e) Pesticidas

J. *ACCIDENTES*:

a) Explosiones	c) Fallos de funcionamiento
b) Escapes y fugas	

K. *OTROS*:

a)...	..b).

Figura 245.- Acciones que pueden causar impacto (Matriz completa de Leopold).

Los factores ambientales a introducir en la matriz de Leopold se agrupan según los siguientes tipos:

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS			
A.1 TIERRA			
a.	Recursos minerales	d.	Geomorfología
b.	Material de construcción	e.	Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c.	Suelos	f.	Factores físicos singulares
A.2 AGUA			
a.	Superficiales	e.	Temperatura
b.	Marinas	f.	Recarga
c.	Subterráneas	g.	Nieve, hielos y heladas
d.	Calidad		
A.3 ATMÓSFERA			
a.	Calidad (gases, partículas)	c.	Temperatura
b.	Clima (micro, macro)		
A.4 PROCESOS			
a.	Inundaciones	e.	Sorción (intercambio de iones, complejos)
b.	Erosión	f.	Compactación y asientos
c.	Deposición (sedimentación y precipitación)	g.	Estabilidad
d.	Solución	h.	Sismología (terremotos)
		i.	Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS			
B.1 FLORA			
a.	Árboles	f.	Plantas acuáticas
b.	Arbustos	g.	Especies en peligro
c.	Hierbas	h.	Barreras, obstáculos
d.	Cosechas	i.	Corredores
e.	Microflora		
B.2 FAUNA			
a.	Aves	f.	Microfauna
b.	Animales terrestres, incluso reptiles	g.	Especies en peligro
c.	Peces y mariscos	h.	Barreras
d.	Organismos bentónicos	i.	Corredores
e.	Insectos		
C. FACTORES CULTURALES			
C.1 USOS DEL TERRITORIO			
a.	Espacios abiertos y salvajes	f.	Zona residencial
b.	Zonas húmedas	g.	Zona comercial
c.	Selvicultura	h.	Zona industrial
d.	Pastos	i.	Minas y canteras
e.	Agricultura		
C.2 RECREATIVOS			
a.	Caza	e.	Camping
b.	Pesca	f.	Excursión
c.	Navegación	g.	Zonas de recreo
d.	Zona de baño		
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO			
a.	Vistas panorámicas y paisajes	f.	Parques y reservas
b.	Naturaleza	g.	Monumentos
c.	Espacios abiertos	h.	Especies o ecosistemas especiales
d.	Paisajes	i.	Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e.	Agentes físicos singulares	j.	Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL			
a.	Modelos culturales (estilos de vida)	c.	Empleo
b.	Salud y seguridad	d.	Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA			
a.	Estructuras	d.	Disposición de residuos
b.	Red de transportes (movimiento, accesos)	e.	Barreras
c.	Red de servicios	f.	Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS			
a.	Salinizacion de recursos hidráulicos	e.	Salinizacion de suelos
b.	Eutrofización	f.	Invasión de maleza
c.	Vectores, insectos y enfermedades	g.	Otros
d.	Cadenas alimentarias		
E. OTROS			

Figura 246.- Factores ambientales (Matriz de Leopold completa).

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold, consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, tendremos marcadas las cuadrículas que representen interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Después de haberse marcado todas las cuadrículas que representan impactos posibles se procede a una evaluación individual de los más importantes. Cada cuadrícula admite dos valores:

- Magnitud: según un número de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y 1 a la mínima.
- Importancia (ponderación): que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos con un signo + o con un signo -, según se trate de efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente.

Una vez llenas las cuadrículas, el próximo paso consiste en evaluar o interpretar los números en ellas colocados. Para simplificar el trabajo, es aconsejable operar con una matriz reducida (ver epígrafe siguiente), en el que también se disponen en columnas las acciones y en fila los factores ambientales entre los cuales existe una interacción. Se llega a disponer así de una matriz más accesible para la evaluación, que puede tener hasta 100 ó 150 cuadrículas y realmente importantes no más de 50.

La matriz reducida final nos presenta una serie de valores que indican el grado de impacto que una acción puede tener sobre un factor del medio. A pesar de hacer una ponderación o definición de la importancia de dicho factor, los valores de las distintas cuadrículas de una misma matriz no son comparables ni, por supuesto, pueden sumarse o acumularse.

La estimación de la magnitud y de la importancia son subjetivas (no se aplica en este caso una fórmula para deducir la importancia del impacto, sino la experiencia del evaluador).

La matriz se acompaña de una explicación, justificando los impactos señalados y resaltando los más significativos, es decir, aquellas cuyas filas y columnas aparezcan más llenas o con calificaciones más altas.

- La suma de las celdas por filas indica las incidencias de todas las acciones, es decir, del conjunto del proyecto, sobre cada factor ambiental; es por tanto, un indicador de la fragilidad de ese factor ante el proyecto.
- La suma de las celdas por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción impactante produciría en el medio y, por tanto, de la agresividad de esa acción.

En el informe explicativo también debe hacerse constar si el impacto evaluado es a corto, medio o largo plazo. Si es necesario establecer diferencias temporales, habrá que hacer otras matrices para evaluar los efectos en un plazo de tiempo u otro.

A la hora de realizar la matriz de Leopold, hay que evitar duplicidades en las interacciones obtenidas en la matriz, puesto que puede presentarse la misma interacción con distinto nombre haciendo que ésta se estudie por duplicado.

Las ventajas de este método radican en que permiten reflejar muchos factores y acciones, y en lo práctica que resulta su estructura.

Entre sus inconvenientes, destacan los siguientes: la complejidad de realización, no contemplar las relaciones indirectas entre las causas y los efectos, a veces, es necesario realizar muchas matrices y, finalmente, las cifras de magnitud e importancia son totalmente subjetivas.

B-2.- Matriz de Leopold reducida.

Una vez examinadas los factores ambientales y las acciones potenciales de crear impacto, según el criterio de Leopold, se presenta a continuación la matriz reducida a las actividades que se desarrollan en la explotación “Santa Ana”, en relación a los posibles impactos ambientales que pudieran producir. Inmediatamente se presenta la valoración de los factores ambientales y de las acciones que pueden causar efectos ambientales.

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

INSTRUCCIONES

1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto
2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto

3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cu lo co ba ra, ca l ica de a 10 la MAGNITUD de ~:::~ impacto.10 re; esenta la ···áxi···a mag itud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada c-ifc-ción poner + si el impacto ~s beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cu lo ca l ica de a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).

4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadritos suscritos con números superiores.

			A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN		C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS		D. PROCESOS				E. ALTERACIÓN DEL TERRENO		H. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE RESIDUOS	J. ACCIDENTES		EVALUACIONES	
			D. Alteración de la cubierta terrestre	M. Ruidos y vibraciones	B. Emplazamientos industriales y edificios	I. Barreras, incluyendo vallados	A. Voladuras y perforaciones	B. Excavaciones superficiales	F. Minería	H. Industria química	I. Alimentación	N. Celulosa y papel	C. Recuperación de zonas de minería a cielo abierto	D. Actuaciones sobre el paisaje	C. Vertederos de residuos mineros o industriales	A. Explosiones	C. Fallos de funcionamiento	Magnitud del Factor	Importancia del Factor
2. FACTORES AMBIENTALES																			
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	A. Recursos minerales	+05/09		+05/09		+10/10		+10/10					+03/09				47	47
		C. Suelos	-05/09		-03/09		-10/10	-10/01	-10/10				+10/09	-05/09	-08/03			-55	60
		D. Geomorfología	-05/09		-03/09		-10/10	-10/03	-10/10				+10/09	-05/09				-47	59
	2. AGUA	A. Continental	+05/06						+05/06					+03/06				27	18
		C. Subterránea	+05/06						+05/06					+03/06				27	18
		D. Calidad	+05/06						+05/06					+03/06				27	18
	3. ATMOSFERA	A. Calidad (gases, partícula)	-07/05	-05/04	-07/07		-01/01	-01/01	-07/05					-07/05				-39	31
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles	-07/03		+07/07			-07/03	-07/03				+10/09	-07/03				-11	28
		B. Arbustos	-10/08		+07/07			-10/08	-10/08				+10/09	-10/08				-3	48
		C. Hierbas	-07/03		+07/07			-07/03	-07/03				+10/09	-07/03				-11	28
		I. Corredores	+05/03	+08/02	+05/01			+05/03	+05/03					+03/03				53	15
	2. FAUNA	A. Pájaros (Aves)	-05/03	-07/05	-08/01		-05/03		-05/03				+10/09	-05/03	-03/01			-31	28
		B. Animales terrestres incluso reptiles	-08/05	-07/05	-08/01	-07/03	-08/09	-07/05	-08/05				+10/09	-08/05	-03/02			-54	52
		E. Insectos	-08/05	-07/05	-08/01		-08/09	-07/05	-08/05				+10/09	-08/05	-03/05			-47	52
		F. Microfauna	-06/05	-07/05	-08/01	-07/03	-08/09	-07/05	-06/05				+10/09	-06/05	-03/06			-48	56
C. FACTORES CULTURALES	1. USOS DEL TERRITORIO	A. Espacios abiertos o salvajes	-05/09	-07/05		-07/03			-05/09					-03/09	-03/02			-50	37
		H. Industrial	+05/09	+03/03		-07/01			+05/09					+05/09	+05/01		-08/07	8	39
		I. Minas y Canteras	-05/06	-6/01		-07/01	+08/05		-05/06					-03/06	+05/01		-08/07	-35	30
	3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	B. Naturaleza	-05/09	-08/01		-09/02	-05/05	-05/02	-05/09				+10/09	-03/09	-10/01		-08/07	-66	54
		D. Paisajes	-10/10			-09/09		-05/02	-10/10				+10/09	-10/10	-10/01			-48	51
		G. Monumentos	+05/03					+05/03	+05/03					+03/03				36	12
		I. Lugares u objetos históricos o arqueológicos	+05/03					+05/03	+05/03					+03/03				36	12
	4. NIVEL CULTURAL	B. Salud y seguridad	-04/03	-05/02		+10/09	-10/02	-02/03	-04/03					-04/03	-01/01	-10/10	-10/10	-40	46
		C. Empleo	+10/10		+10/10		+07/09	+05/05	+10/10	+10/10	+10/10	+10/10	+10/10	+10/10	+04/02	+08/06	+07/03	111	105
	5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	A. Estructuras	-01/01						-01/01					-01/01				-3	3
		C. Red de servicios	+07/08		+07/08		+02/01	+05/05	+07/08	+10/04	+10/04	+10/04	+10/04	+07/08	+04/02	+04/02	+07/03	90	61
		D. Vertederos de residuos	-03/05		-03/05				-03/05					-03/05	+10/04			-2	24
EVALUACIONES		Magnitud Acción	-36	-52	-4	-43	-35	-29	-37	20	20	20	160	-39	-28	2	-20		
		Importancia de la Acción	173	38	83	31	83	60	161	14	14	14	113	161	32	18	37		

Figura 247.- Matriz reducida de Leopold, aplicada a las acciones de la actividad en la explotación "Santa Ana" en relación con los factores ambientales.

INSTRUCCIONES

1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto
2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto

3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto.10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).

4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadritos suscritos con números superiores.

2. CARACTERISTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

2. FACTORES AMBIENTALES			EVALUACIONES	
			Magnitud del Factor	Importancia del Factor
A. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	1. TIERRA	A. Recursos minerales	47	47
		C. Suelos	-55	60
		D. Geomorfología	-47	59
	2. AGUA	A. Continental	27	18
		C. Subterránea	27	18
		D. Calidad	27	18
	3. ATMOSFERA	A. Calidad (gases, partícula)	-39	31
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles	-11	28
		B. Arbustos	-3	48
		C. Hierbas	-11	28
		I. Corredores	53	15
	2. FAUNA	A. Pájaros (Aves)	-31	28
		B. Animales terrestres incluso reptiles	-54	52
		E. Insectos	-47	52
		F. Microfauna	-48	56
C. FACTORES CULTURALES	1. USOS DEL TERRITORIO	A. Espacios abiertos o salvajes	-50	37
		H. Industrial	8	39
		I. Minas y Canteras	-35	30
	3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	B. Naturaleza	-66	54
		D. Paisajes	-48	51
		G. Monumentos	36	12
		I. Lugares u objetos históricos o arqueológicos	36	12
	4. NIVEL CULTURAL	B. Salud y seguridad	-40	46
		C. Empleo	111	105
	5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	A. Estructuras	-3	3
		C. Red de servicios	90	61
		D. Vertederos de residuos	-2	24

Figura 248.- Ponderación de los factores ambientales de la actividad de la explotación “Santa Ana”.

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

INSTRUCCIONES	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN		C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS		D. PROCESOS				E. ALTERACIÓN DEL TERRENO		H. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE RESIDUOS	J. ACCIDENTES	
1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto **2.** Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto **3.** Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto.10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). **4.** El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadritos suscritos con números superiores.	D. Alteración de la cubierta terrestre	M. Ruidos y vibraciones	B. Emplazamientos industriales y edificios	I. Barreras, incluyendo vallados	A. Voladuras y perforaciones	B. Excavaciones superficiales	F. Minería	H. Industria química	L. Alimentación	N. Celulosa y papel	C. Recuperación de zonas de minería a cielo abierto	D. Actuaciones sobre el paisaje	C. Vertederos de residuos mineros o industriales	A. Explosiones	C. Fallos de funcionamiento
EVALUACIONES Magnitud Acción	-36	-52	-4	-43	-38	-29	-37	20	20	20	160	-39	-28	2	-20
Importancia de la Acción	173	38	83	31	83	60	161	14	14	14	113	161	32	18	37

Figura 249.- Ponderación de las acciones de la actividad extractiva de la explotación “Santa Ana” que pueden causar efectos ambientales.

A la vista de lo expuesto en las figuras 247, 248 y 249 podemos concluir lo que se continúa en los dos siguientes epígrafes.

B-2.1.- Factores ambientales.

En el gráfico que se presenta a continuación, se resumen los resultados de la Magnitud e Importancia de los Factores Ambientales que pudieran ser afectados por las acciones propuestas para la Restauración de la Autorización de Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”, tras su exposición se analizan los valores más representativos.

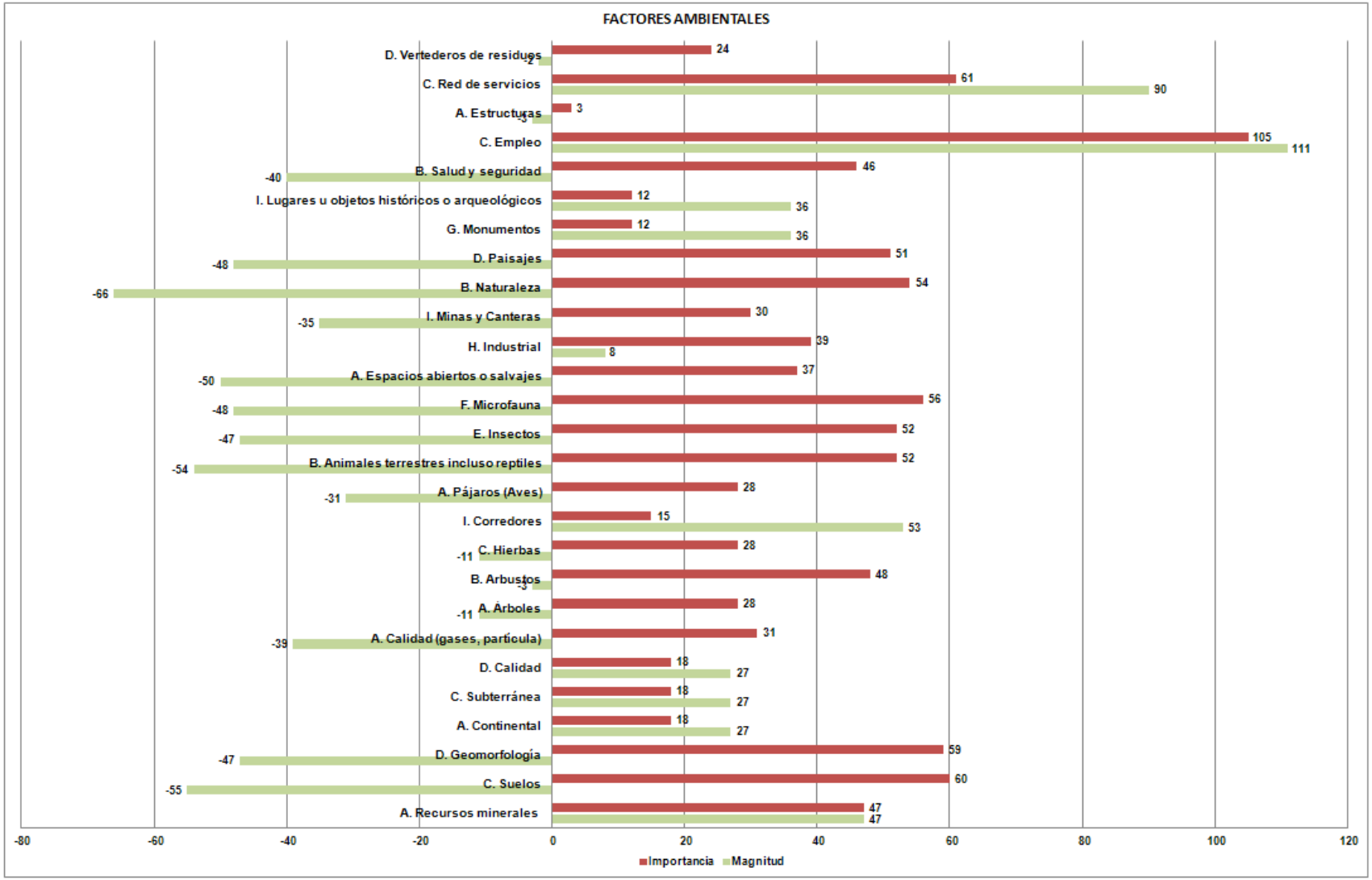


Figura 250.- Gráfico valores de Magnitud e Importancia de los Factores Ambientales, según la Matriz de Leopold.

Como se desprende del estudio de la anterior gráfica, los factores ambientales que se ven más impactados por la actividad extractiva y restaurativa de la explotación son los que siguen, entre paréntesis Magnitud/Importancia:

- Naturaleza (-66/54).
- Suelos (-55/60).
- Animales terrestres, incluso reptiles (-54/52).
- Espacios abiertos o salvajes (-50/37).
- Paisajes (-48/51).

Por el contrario, se muestran a continuación aquellos en los cuales la actividad de la explotación produce impactos positivos:

- Empleo (111/105).
- Servicios (90/61).
- Recursos Minerales (47/47)

Siendo el resto de los positivos, por la ausencia de elementos que pudieran verse impactados.

Pero los datos anteriores hay que divisarlos desde el punto de vista de la importancia de los factores ambientales, los cuales se enumeran a continuación en sentido decreciente de importancia.

- Creación de Empleo, con una importancia de 105 y un impacto + de 111.
- Servicios, con una importancia de 61 y un impacto (+) de 90.
- Suelos, con una importancia de 60 y un impacto (–) de -55.
- Geomorfología, con una importancia de 59 y un impacto (–) de -47
- En cuanto a la fauna, el más afectado es Animales Terrestres, con una importancia de 56 y un impacto (–) de -48.
- En cuanto a la flora, el más afectado es Arbustos, con una importancia de 48 y un impacto (-) de -3.
- Paisajes, con una importancia de 51 y un impacto (-) de -48.
- Y por último, un factor que bien pudiera englobar todos los negativos anteriores, la Naturaleza, con una importancia de 54 y un impacto (-) de -66.

Los resultados son los obvios para una explotación minera, esto es generación de empleo y riqueza, a través incluso de los servicios terciarios, en detrimento de los distintos elementos que componen la

naturaleza, desde el paisaje hasta el último micromamífero que habite la zona.

Debemos entender que la actividad, aunque potencialmente dañe a los elementos naturales, es compatible debido a los beneficios sociales que generará.

B-2.2.- Acciones propuestas que pueden causar impactos ambientales.

En el gráfico que se presenta a continuación, se resumen los resultados de la Magnitud e Importancia de las actividades propuestas para la ejecución de la Restauración de la Autorización de Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”, tras su exposición se analizan los valores más representativos.

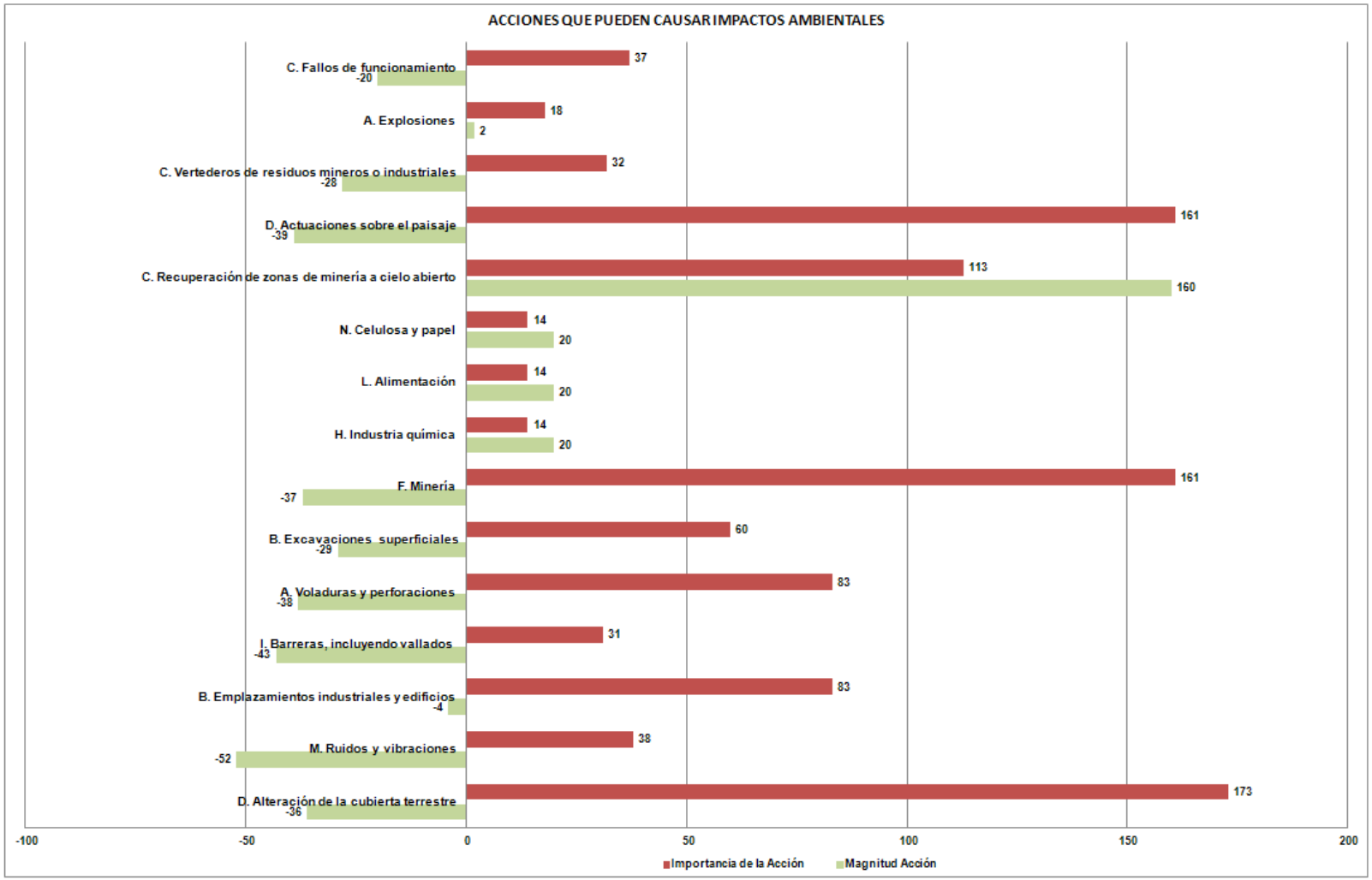


Figura 251.- Gráfico valores de Magnitud e Importancia de las acciones propuestas por la Restauración, según la Matriz de Leopold.

Se presentan a continuación las actividades más importantes que se pretenden desarrollar en la explotación y restauración de la explotación “Santa Ana”, indicando su potencial magnitud de impacto sobre el medio ambiente:

- Alteración de la cubierta terrestre, con una importancia de 173 y una magnitud de -36.
- Minería, con una importancia de 161 y una magnitud de -37.
- Actuaciones sobre el paisaje, con una importancia de 161 y una magnitud de -39.
- Recuperaciones de zonas mineras, con una importancia de 113 y una magnitud de +160.

A los efectos de disminuir las magnitudes de las tres primeras, ya que la última es positiva por su propia naturaleza de recuperar un terreno alterado, se proponen las siguientes actuaciones:

- Minimizar la alteración de la cubierta terrestre, realizando una correcta restauración simultánea de los terrenos afectados por la explotación.
- Realizar las tareas mineras con respeto al medio ambiente y en estricto cumplimiento del RGNBSM.
    - Voladuras controladas y secuenciadas, que reduzcan ruido y vibraciones.
    - Correcto mantenimiento de los vehículos, evitando así emisiones innecesarias de gases a la atmósfera.
    - Trabajar en horas diurnas, eliminando ruidos e iluminación en horas nocturnas donde la fauna es más activa.
    - Riego de pistas, para evitar ambientes pulvígenos que puedan afectar a la fauna y sobre todo a la flora.
    - Etc…
- A fin de minimizar el impacto sobre el paisaje:
    - Se instalarán pantallas vegetales perimetrales, de especies autóctonas, que eliminen en todo lo posible la visibilidad de la explotación.
    - Se restaurará en sentido descendente e inmediatamente tras la explotación, a fin de que el terreno quede integrado con el paisaje lo antes posible.

ANEXO C

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD VISUAL.

C-1.- Introducción.

Como se desprende del Anexo anterior, uno de los puntos más significativos es la afección al Paisaje donde se enclava la explotación “Santa Ana”, por este motivo se ha considerado de interés realizar un análisis breve y conciso de la fragilidad visual de la zona donde se sitúa la actividad extractiva.

C-2.- Fragilidad visual del Paisaje.

Se entiende por fragilidad de un paisaje la susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Es decir, el grado de deterioro que experimentaría el paisaje ante las actuaciones propuestas, y cuyo conocimiento es de capital importancia para establecer las medidas correctoras pertinentes que eviten o en su defecto minimicen en la medida de lo posible dicho deterioro.

La fragilidad visual es función de los elementos y características ambientales que definen al punto y su entorno. Se definirá, por tanto, una fragilidad visual intrínseca (FVI), independiente de la posible observación, a la que se añadirán unas consideraciones en función de la incidencia visual que las actuaciones antrópicas en la Unidad Paisajística que conforma la explotación, pudieran ocasionar. La conjunción de la fragilidad intrínseca con la accesibilidad, nos dará la fragilidad adquirida o fragilidad paisajística (FRA).

C-2.1.- Fragilidad intrínseca.

Factores Biofísicos.

- Pendiente: clasificación de valores estimados de pendientes. Se atribuye una mayor capacidad de absorción visual a las pendientes más bajas.
- Orientación: relación orientación- fragilidad obedece a dos criterios Mayor fragilidad de las zonas más iluminadas. S y O son más frágiles que el N y E.

Los elementos implicados en la fragilidad intrínseca (FI), así como su valoración, quedan reflejados en la tabla siguiente.

Factores Implicados	Valoración
Pendiente (P)	Alta: 1,00
	Media: 0,50
	Baja: 0,0
Orientación (O)	**Alta: 1,00**
	Media: 0,50
	Baja: 0,0

Cuadro 72.- Factores implicados y evaluación de la Fragilidad Intrínseca.

- Suelo y cubierta vegetal:
  - Densidad de la vegetación. Menor fragilidad visual intrínseca
  - Altura de la vegetación: el poder enmascarante de la vegetación. Mayor número y densidad de estratos, menor es el nivel de fragilidad visual.
  - Contraste cromático suelo-vegetación. La fragilidad visual intrínseca crece con la magnitud del contraste de color entre suelo y vegetación. Contraste cromático dentro de la vegetación. La diversidad cromática dentro de la propia cubierta vegetal favorece el camuflaje de las actuaciones humanas.
  - Estacionalidad de la vegetación: pérdida de opacidad, disminución del efecto pantalla, que supone la pérdida de hojas caducas.

El estudio de la vegetación se realiza en función de los elementos reflejados en la tabla que continua.

Factores Implicados	Valoración
Densidad (D)	Alta: 1,00
	Media: 0,50
	Baja: 0,0
Altura (A)	Alta: 1,00
	Media: 0,50
	Baja: 0,0
Diversidad (DIV)	**Alta: 1,00**
	Media: 0,50
	Baja: 0,0
Contraste (C)	Alta: 1,00
	Media: 0,50
	Baja: 0,0

Cuadro 73.- Valoración de la vegetación.

El valor total de la evaluación de la fragilidad de la vegetación se obtiene de la siguiente fórmula:

V = (D + A + DIV + C) * 0,25= 0,50 + 0,50 + 1,00 + 0,50 = 2,50

El valor total de la fragilidad visual intrínseca se obtiene mediante la siguiente fórmula:

FVI = (P * 1,5 + O * 0,75 + V * 0,75) * 0,33 =

(0,75 + 0,75 + 1.875) * 0,33 = **1,1113**

De la fórmula anterior se obtiene un valor para la Unidad de Paisaje estudiada, que se incluye y clasifica en los siguientes intervalos:

INTERVALOS	Valoración
0,00 – 0,29	Baja
0,30 – 0,69	Media
0,70 – 1,00	Alta
>1,00	**Muy Alta**

Cuadro 74.- Intervalos de valoración del Fondo Escénico.

Por lo expuesto su Fragilidad Visual Intrínseca es MUY ALTA.

C-2.2.- Accesibilidad o incidencia visual.

Debemos tener en cuenta para estimar su incidencia visual los siguientes parámetros:

- Distancia a carreteras y pueblos (aumento de la presencia potencial de observadores, aumento de la fragilidad visual.

- Accesibilidad visual desde carreteras y pueblos, mientras mayor sea el número de veces que un punto es visto al recorrer una carretera, mayor será la fragilidad visual de aquel punto.
- Localización realizada de unidades paisajísticas, realizada en el epígrafe dedicado a la descripción del medio.
- Determinación de la orografía, realizada mediante levantamiento topográfico y que se plasma en los planos que acompañan al presente Plan de Restauración.
- Visualización en campo.

Factores Implicados	Valoración
Incidencia Visual (AC)	**Alta: 1,00**
	Media: 0,50
	Baja: 0,0

Cuadro 75.- Intervalos de valoración de la incidencia visual.

Se estima una incidencia visual de 0,75.

C-2.2.- Fragilidad visual.

La fragilidad visual se ha obtenido de la siguiente forma:

FRA = (FVI*0,75+AC*1,25)*0,5 =

(1,1113 * 0,75 + 0,75*1.,25) * 0,5 = 0,89.

De la fórmula anterior se obtiene un valor para cada unidad perceptiva, que se incluye y clasifica en los siguientes intervalos:

INTERVALOS	Valoración
0,00 – 0,29	Baja
0,30 – 0,69	Media
0,70 – 1,00	**Alta**

Cuadro 76.- Intervalos de valoración de la Fragilidad Visual.

Como se esperaba, la Fragilidad Visual del Paisaje donde se enclava la explotación “Santa Ana” es ALTA.

ANEXO D

PRESUPUESTO SEGÚN EL BORRADOR DE INSTRUCCIÓN DE CONSTITUCIÓN DE AVALES PARA GARANTIZAR LA REHABILITACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA.

D-1. Introducción. Borrador de Instrucción de Avales.

El presente apartado se incluye a título informativo y a los efectos que se tenga en cuenta que después de la entrada en vigor de la Instrucción que se cita en el párrafo siguiente, todos los presupuesto deberán ceñirse estrictamente a ella, toma ésta como de cantidades mínimas.

Actualmente desde el Servicio de Minas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se está elaborando una Instrucción que facilite el cálculo presupuestario base para la constitución de garantías financieras que aseguren que el terreno va a ser rehabilitado una vez finalicen las actividades extractivas. A continuación se transcribe dicho borrador.

BORRADOR DE INSTRUCCIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINAS SOBRE AVALES DE RESTAURACIÓN, RELATIVA A LAS GARANTÍAS A APLICAR EN LAS SUPERFICIES DE TRABAJO EN LAS EXPLOTACIONES MINERAS Y ACTUALIZACIÓN DE LAS CUANTÍA ECONÓMICAS DE LOS DISTINTOS PARÁMETROS A UTILIZAR

Conforme dispone el ordenamiento juridico, quienes realicen el aprovechamiento de recursos regulados por la Ley de Minas, de 21 de julio de 1973, modificada por la de 5 de noviembre de 1980, quedan obligados a realizar trabajos de restauración del espacio natural afectado por las labores mineras. Con carácter previo al otorgamiento de una autorización de aprovechamiento o de una concesión de explotación, el solicitante deberá presentar un Plan de Restauración del espacio natural afectado por las labores.

Asi mismo el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, que regula la gestión de los residuos de la industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, traspone la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo, sobre gestión de residuos de las industrias extractivas y deroga el Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras y el Real Decreto 1116/1984, de 9 de mayo, sobre restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos.

Las entidades explotadoras deben constituir una garantia financiera de acuerdo con lo dispuesto en los articulos 42 y 43 de R.D. 975/2009, para asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el plan de restauración autorizado.

Si la entidad explotadora va a realizar labores de investigación, debe constituir la garantia financiera adaptada a condiciones especificas.

Estas garantias deben asegurar la existencia de fondos fácilmente disponibles en cualquier momento por parte de la autoridad competente para la rehabilitación de terrenos, tal y como describa el plan de restauración autorizado. De esta manera, si la entidad explotadora incumple dicho plan de restauración, la autoridad competente podrá hacer efectiva la garantia financiera y proceder a ejecutar las labores de rehabilitación del terreno afectado por la actividad minera.

Para las actividades mineras, la cuantia de la garantia se determinará tomando como base la superficie de trabajo, la cual, vendrá determinada por la superficie afectada en todo caso y por la superficie a afectar, con las salvedades del punto 1.6.

A los efectos de la presente instrucción, se entenderá por superficie afectada:

- Toda superficie ocupada por la explotación propiamente dicha, incluida la plaza de cantera.
- Las superficies preparadas para la extracción en las que ya se haya retirado la tierra vegetal u otros horizontes superficiales.
- Los lagos que no deban permanecer definitivamente y sus márgenes e isletas de refugio cuando sean lagos definitivos.
- Los acopios de productos.
- Las escombreras.
- La superficie ocupada por la planta de tratamiento y demás construcciones, naves, talleres, oficinas y edificios del complejo minero.
- Las pistas y caminos de servicio que deban desaparecer al término de la explotación.
- En general todo el terreno que no encontrándose en ninguna de las situaciones anteriores, se haya modificado su morfologia o estructura en relación al origen de la explotación y no haya sido restaurado de acuerdo con el Plan de Restauración aprobado.

Por superficie a afectar se entenderá aquella, que si bien, no ha sufrido alteración morfológica alguna, es susceptible de encontrarse en alguno de los supuestos relacionados en el apartado anterior, de conformidad con el plan de restauración aprobado por la Autoridad Minera.

Dado que la legislación minera contempla la facultad por parte de la Administración de exigir al titular del proyecto las garantías precisas para asegurar el cumplimiento de las medidas de protección ambiental, se exigirán éstas siempre de acuerdo a los siguientes parámetros:

1.1 Extracción por debajo de la cota del terreno de arenas, gravas y arcillas (minería de transferencia), aprovechamiento o construcción de escombreras, pistas, caminos, acopios de productos, superficie ocupada por las plantas de beneficio, naves, talleres, oficinas, etc.

1.1.1 Cuando se trate de la restauración de superficies sensiblemente horizontales, que comprendan exclusivamente:

- Movimiento de tierras propias con nivelación de terrenos hasta 0.50 m de profundidad.
- Tendido de suelo edáfico acumulado, hasta 0.20 m de espesor.
- Arado, aportación de abonos y siembra de herbáceas
- Alternativamente al punto anterior, plantación de chopos, frutales u otras especies arbóreas de cultivo.

Se aplicarán los importes establecidos en el siguiente cuadro:

CANTIDAD MÍNIMA	LONGITUD DE FRENTE
8.325,00 €/Ha*	<100m
1.472,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	>100 m ó fracción

*Importe a aplicar en caso de tratarse de superficies no afectas a la explotación propiamente dicha, como escombreras, pistas, talleres, etc.

1.1.2 En aquellos casos de superficies sensiblemente horizontales en que la restauración suponga también la reforestación del área afectada, las cifras establecidas en el cuadro del punto anterior se incrementarán en las siguientes cuantías:

- 1.012,00 €/Ha, cuando la densidad de arbolado a alcanzar sea inferior a quinientas unidades por hectárea.
- 1.564,00 €/Ha, en otros supuestos

1.1.3 Cuando se trate de áreas en talud, se aplicarán las siguientes cantidades:

- Con una pendiente media de talud final entre 27° y 33°, se aplicarán los importes establecidos en el siguiente cuadro:

ALTURA DE FRENTE			LONGITUD DE FRENTE
< 10 m (cantidad mínima)	10-20 m (cantidad mínima)	> 20 m (cantidad mínima)	
9.864,00 €/Ha *	12.052,00 €/Ha*	14.996,00 €/Ha*	<100m
1.656,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	2484,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	3680,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	>100mo fraccion

*Superficie horizontal sobre plano.

- Con una pendiente media superior a 33°, se aplicarán los importes establecidos en el siguiente cuadro:

ALTURA DE FRENTE			LONGITUD DE FRENTE
< 10 m (cantidad mínima)	10-20 m (cantidad mínima)	> 20 m (cantidad mínima)	
10.948,00 €/Ha*	14.720,00 €/Ha*	17.388,00 €/Ha*	<100 m
1.196,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	1.656,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	2.484,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	>100 m o fracción

*Superficie horizontal sobre plano.

1.2 Extracción de rocas y minerales industriales incluido carbón de la superficie total autorizada.

1.2.1 En aquellos casos en que la restauración no suponga la reforestación del área afectada, y para taludes con una pendiente media de talud final entre 27° y 33°, se aplicarán los importes establecidos en el siguiente cuadro:

ALTURA DE FRENTE			LONGITUD DE FRENTE
< 10 m (cantidad mínima)	10-20 m (cantidad mínima)	> 20 m (cantidad mínima)	
21.528,00 €/Ha *	27.968,00 €/Ha*	34.316,00 €/Ha *	< 100m
10.764,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	13.892,00 €/100 m (como incremento a la cifra anterior)	17.112,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	> 100 m o fracción

*Superficie horizontal sobre plano

1.2.2. En aquellos casos en que la restauración suponga la reforestación del área afectada, las cifras recogidas en el punto 1.2.1 se incrementarán en las siguientes cantidades:

* 2.944,00 €/Ha, cuando la densidad de arbolado a alcanzar sea inferior a quinientas unidades por hectárea
* 3.956,00 €/Ha en otros supuestos

1.2.3. Para taludes con una pendiente superior a 33°, a las cantidades expuestas en los puntos 1.2.1 y 1.2.2 se las aplicará un coeficiente de mayoración de 1,5.

1.3 Extracción de rocas ornamentales.

1.3.1 En aquellos casos en que la restauración no suponga la reforestación del área afectada, y para taludes con una pendiente media de talud final entre 27° y 33°, se aplicarán los importes establecidos en el siguiente cuadro:

ALTURA DE FRENTE			LONGITUD DE FRENTE
< 10 m (cantidad minima)	10-20 m (cantidad minima)	> 20 m (cantidad minima)	
24.748,00 €/Ha *	28.520,00 €/Ha *	32.108,00 €/Ha*	<100m
11.316,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	14.076,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	15.916,00 €/100m (como incremento a la cifra anterior)	>100 m o fraccion

* Superficie horizontal sobre plano

1.3.2 En aquellos casos en que la restauración suponga la reforestación del área afectada, las cifras recogidas en el punto 1.3.1 se incrementarán en las siguientes cantidades:

* 2.944,00 €/Ha como minimo, cuando la densidad de arbolado a alcanzar sea inferior a quinientas unidades por hectárea.
* 3.956,00 €/Ha como minimo, en otros supuestos.

1.3.3 Para taludes con una pendiente superior de talud final a 33°, a las cantidades expuestas en los puntos 1.3.1 y 1.3.2 se las aplicará un coeficiente de mayoración de 1,5.

1.4 La garantia de restauración correspondiente a los permisos de investigación, se calculará en función de los trabajos que tengan una efectiva incidencia en el medio natural.

1.5 Asi mismo, cuando la restauración comporte otros conceptos no mencionados en los puntos anteriores, el importe de la fianza se incrementará como minimo de la forma que se detalla a continuación:

- Tierras vegetales de aportación extendidas: 11,96 € por metro cúbico.
- Relleno con material propio, extendido: 1.840,00 € por hectárea y metro de altura de relleno
- Relleno con material de aportación, extendido: 6.440,00 € por hectárea y metro de altura de relleno.
- Ejecución y construcción de zanjas para la red de drenaje, incluidas trampas de sedimentos:
- Terreno compacto: 46,92 € por metro lineal o Terreno disgregado: 32,20 € por metro lineal
- Hidrosembrado: 4.048,00 € por hectárea
- Subsolado: 0,20 € por metro cuadrado
- Esponjamiento: 1,24 € por metro cuadrado
- Demolición de estructuras de hormigón armado: 253,00 € /m³
- Obras especiales (desmantelamiento de plantas de beneficio, naves, talleres, oficinas, etc.) y otras medidas de protección del medio ambiente: se determinará la cuantia mediante partidas alzadas o presupuestos, de acuerdo con los precios de mercado.

1.6 El valor de la garantia no podrá ser inferior al valor teórico de la restauración expresado en euros constantes del año en curso, realizándose anualmente un balance de restauración, coincidiendo con la confrontación del Plan de Labores, que podrá provocar un incremento o. una disminución de la mencionada garantia (siempre que se hubiera cumplido el periodo a que hace referencia el apartado 1.8), en función del grado de cumplimiento del Plan de Restauración vigente.

La cuantia de la garantia se determinará sobre la superficie de trabajo conforme a las siguientes reglas:

a) La superficie afectada habrá de estar garantizada en su totalidad.

b) En lo que se refiere a la superficie a afectar, se determinará de acuerdo a los siguientes criterios:

b.1. Restauración diseñada al final de la fase de explotación. La garantia cubrirá la totalidad de la superficie a afectar.

b.2. En aquellos supuestos en los que los trabajos de explotación y restauración vengan determinados por zonas o sectores previstos en el Proyecto General de Explotación y en el Plan de Restauración, o en su caso en ulteriores modificaciones o ampliaciones de los mismos, que de suponer únicamente una alteración de los calendarios de trabajo, habria que entenderlo no incluido en los distintos supuestos enumerados en la normativa ambiental en vigor, que dan lugar a modificación sustancial.

A estos efectos, se entenderá como superficie a afectar, la incluida en cada respectivo sector de actuación.

En estos supuestos, cada una de las fases o sectores de ejecución del correspondiente proyecto, determinará la imposición del aval que proceda, no iniciándose el procedimiento de devolución de la garantia fijada para cada sector, hasta una vez cumplidas las condiciones impuestas en el punto 1.8.
En todo caso, estará garantizado un minimo del 30 % del aval correspondiente de la superficie total a afectar.

b.3. En los casos en los que la duración total temporal de la explotación, sea inferior a 3 años, se considerará siempre, el total de la superficie de trabajo reflejada en el proyecto presentado

1.7 El importe de la garantia será actualizado al comienzo de cada ejercicio, mediante la aplicación del indice Nacional de Precios al Consumo.

La actualización que proceda, se requerirá por la administración, dentro del plazo de treinta dias desde la publicación de dicho indice, debiéndose justificar ante el órgano administrativo competente en mineria el importe de la actualización efectuada, en el plazo de quince dias, a contar desde la notificación al interesado, según la legislación actualmente vigente.

El incumplimiento de la mencionada actualización, podrá ser causa suficiente para iniciar el procedimiento de caducidad de la explotación, por incumplimiento de las condiciones impuestas en el otorgamiento del derecho minero.

1.8. La cuantia de la garantia que debe existir al final de la restauración, debe corresponderse, como mínimo, con el coste de la fase de acondicionamiento y no podrá ser recuperado hasta transcurrido tres años desde su ejecución total o parcial en caso de reforestación del área afectada por la explotación, o bien, una vez puestos en cultivo si el uso de los terrenos afectados es agricola, pero siempre una vez cumplido el punto 1.11 de la presente Instrucción.

1.9. De conformidad con lo establecido en el R.D. 161/1997, de 7 de febrero (BOE nº 48 de 25 de febrero) por el que se aprueba el Reglamento de la Caja General de Depósitos, las únicas garantías que pueden constituirse en la Caja de Depósitos, son las relacionadas en su artículo 3, debiendo cumplir los requisitos que para cada modalidad exige el citado Reglamento.

Las garantías podrán constituirse a favor de la Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo correspondiente mediante las modalidades siguientes:

- Efectivo

- Valores: Representados con anotaciones en cuenta o participaciones en fondos de inversión. Mediante certificado de inmovilización de valores por Iberclear (entidad de certificación de Banco de España).

- Avales: prestados por entidades de crédito o sociedades de garantía recíproca. Entidades y sociedades autorizadas por Banco de España.

-Seguros de Caución: otorgados por entidades aseguradoras autorizadas por la Dirección General de Seguros y Fondos de pensiones del Ministerio de Hacienda.

Queda excluida del ámbito de la Caja de Depósitos cualquier garantía distintas de las arriba enumeradas.

1.10. Una vez que la Administración notifique el resultado del Balance de Restauración, el explotador deberá proceder a la actualización del aval existente, dentro de los quince días siguientes a dicha notificación.

1.11. Una vez completados los trabajos de restauración, y finalizado el periodo de garantía establecido, los titulares podrán solicitar ante la Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo, que corresponda, la cancelación de la fianza.

La Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo resolverá, pudiendo requerir los informes de los organismos competentes correspondientes, si ha lugar a la liberación de la fianza porque es conforme con el cumplimiento del Plan de Restauración aprobado o no en caso contrario, oficiando en el sentido oportuno a la Caja General de Depósitos.

1.12. Serán de aplicación subsidiaria las disposiciones que sobre constitución, ampliación, sustitución, cancelación y ejecución de fianzas y otras garantías se contienen en el Reglamento General de Contratos del Estado.

1.13. Esta Instrucción se aplicara a todas las autorizaciones y concesiones de nuevos derechos mineros, así como alas ampliaciones y prórrogas de los antiguos. En relación con los derechos mineros ya autorizados y no sometidos a ampliación y/o prórroga, previa comunicación de la Delegación Territorial a estos efectos, actuando de acuerdo con las prescripciones señaladas, los titulares tendrán un plazo de tres años para actualizar proporcionalmente los avales, a razón de una tercera parte al año del total impuesto. Con cumplimiento expreso de los apartados 1.7 y 1.10 anteriores.

LA DIRECTORA GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

D-2.- Tabla de aplicación de la Instrucción de Avales.

Habida cuenta de la densidad del Borrador de Instrucción de Avales, y de la dispersión de los datos y conceptos, el alumno redactor del proyecto ha realizado un estudio de la misma y la ha simplificado en un solo cuadro, el cual permite visualizar intuitivamente las cantidades a aplicar en cada caso. Dicho cuadro se propondrá al Servicio de Minas de la Dirección General de IEM, para su inclusión como anexo en la Instrucción de Avales.

BORRADOR INSTRUCCIÓN DGIEM SOBRE AVALES DE RESTAURACIÓN

SE TOMARÁ COMO BASE LA SUPERFICIES AFECTADA Y A AFECTAR

1 EXTRACCIÓN POR DEBAJO DE LA COTA DEL TERRENO de arenas, gravas o arcillas (minería de transferencia), pistas, escombreras, acopios, oficinas,...

Horizontales						Áreas en talud						
Movimiento tierras, suelos, arados, abonado herbáceas, chopos			Reforestación			Altura de frente ≤ 10 m.		Altura de frente 10-20 m.		Altura de frente > 20 m.		
Longitud frente	Cantidad	Unidad aval	Nº unidades/Ha.	Cantidad		27º-33º	> 33º	27º-33º	> 33º	27º-33º	> 33º	
≤ 100 m.	8.325	€/Ha.	< 500	1.012	€/Ha.	9.864	10.948	12.052	14.720	14.996	17.388	€/Ha.
> 100 m. o fracción	1.472	€/m. o fracción	> 500	1.564	€/Ha.	1.656	1.196	2.484	1.656	3.680	2.484	/100 m. o fracción

2 EXTRACCIÓN DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES, incluido el carbón de la superficie total autorizada

	Altura de frente ≤ 10	Altura de frente 10-20	Altura de frente > 20 m.		Reforestación		
Longitud frente	27º-33º	27º-33º	27º-33º		Nº unidades/Ha.	Cantidad	
≤ 100 m.	23.400	30.400	37.300	/Ha.	< 500	2.944	€/Ha.
> 100 m. o fracción	11.700	15.100	18.600	/100 m. o fracción	> 500	3.956	€/Ha.

Para taludes superiores a 33º, se le aplicará un coeficiente de mayoración de 1,5

3 EXTRACCIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES

	Altura de frente ≤ 10	Altura de frente 10-20	Altura de frente > 20 m.		Reforestación		
Longitud frente	27º-33º	27º-33º	27º-33º		Nº unidades/Ha.	Cantidad	
≤ 100 m.	24.748	28.520	32.108	/Ha.	< 500	2.944	€/Ha.
> 100 m. o fracción	11.316	14.076	15.916	/100 m. o fracción	> 500	3.956	€/Ha.

Incremento a lo anterior

Para taludes superiores a 33º, se le aplicará un coeficiente de mayoración de 1,5

4 Los PI se calcularán en base a la evidente y efectiva incidencia en el medio natural

5 INCREMENTOS

TV APORTE	11,96	€/m³
RELLENO CON MATERIAL PROPIO		
PROPIO	1.840,00	€/Ha. Y 1 m. de altura
APORTADO	6.440,00	€/Ha. Y 1 m. de altura
ZANJAS DE DRENAJE		
COMPACTO	46,92	€/ml
DISGREGADO	32,20	€/ml
HIDROSEMBRADO	4.048,00	€/Ha
SUBSOLADO	0,20	€/m²
ESPONJAMIENTO	1,24	€/m³
DEMOLICIÓN	253,00	€/m³
OBRAS ESPECIALES	S/M	

Cuadro 77.- Tabla de cantidades a aplicar para el cálculo de avales, según el borrador de Instrucción.

D-3.- Cálculo estimativo de la garantía financiera necesaria para asegurar la rehabilitación de los terrenos afectados por la actividad minera.

A la vista de lo expuesto en el epígrafe anterior, el cálculo del aval para la explotación “Santa Ana” se muestra a continuación.

	Cantidad	Precio Unitario	Total
Superficie a afectar (Ha)	39,85	30.400,00	1.211.424,80 €
Longitud del frente (m)	375,00	151,00	56.625,00 €
Densidad de plantación (Ud/Ha)	333,00	2.944,00	980.360,61 €
Coeficiente de Mayoración	1,50	980.360,61	1.470.540,91 €
Relleno Propio	39,85	1.840,00	73.323,08 €
Varios (%)	0,10	73.323,08	7.332,31 €
TOTAL CÁLCULO AVAL RESTAURACIÓN			**1.551.196,30 €**

En opinión de este humilde alumno de Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras, e Ingeniero Técnico de Minas, estimo que debieran revisarse en profundidad las cantidades y conceptos (sobre todo las cantidades) que presenta el borrador de instrucción, puesto que las cifras resultantes pudieran estar ligeramente por encima del valor de mercado, basta compararlo con el presupuesto del Presente Plan de Restauración y se puede comprobar que el aval es más del doble del proyectado.

ANEXO E

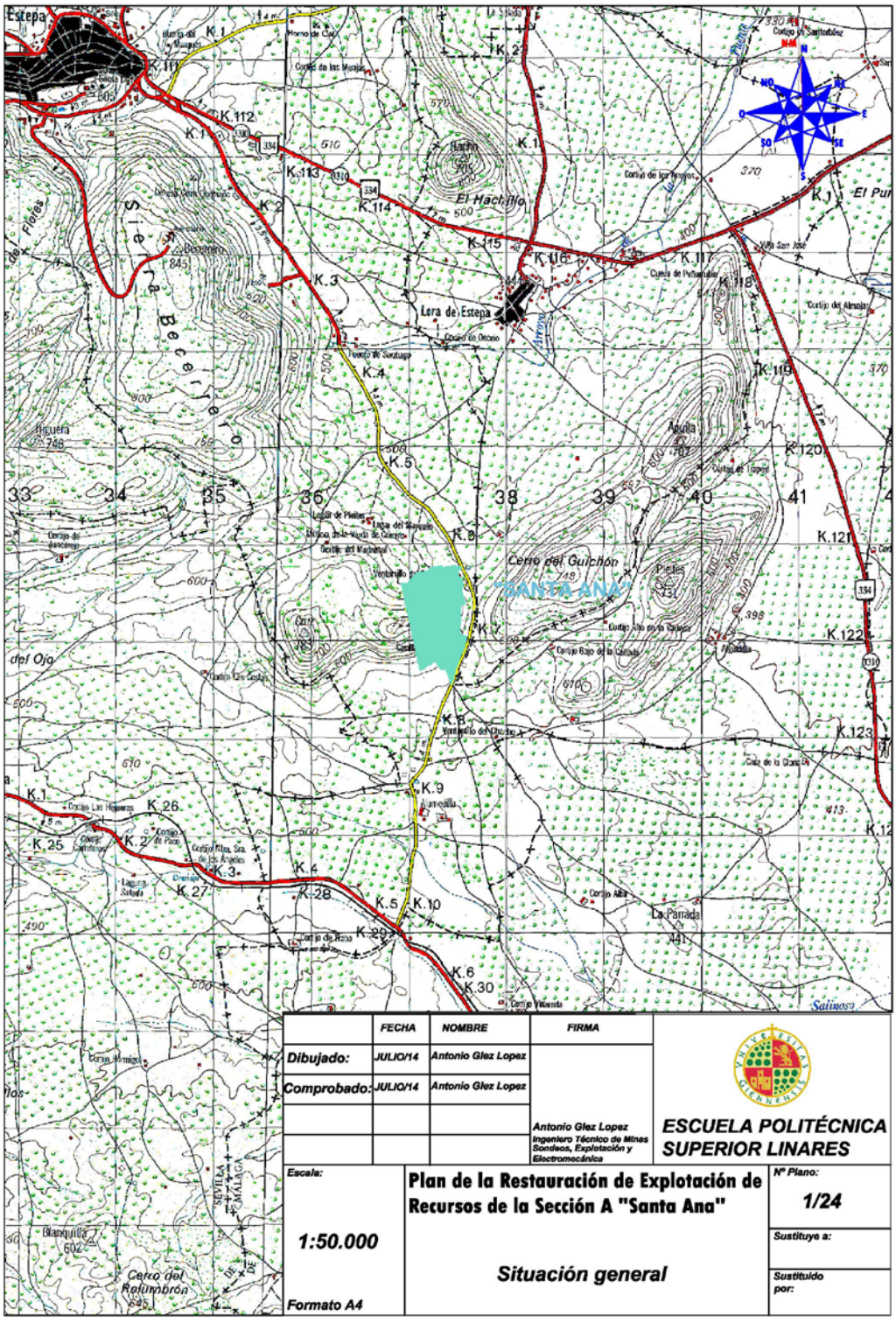
FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.

E-1.- Futuras Líneas de Trabajo.

El alumno redactor del presente Trabajo Fin de Grado considera que ya es suficientemente voluminoso el presente Plan, por lo que a fin de mejorarlo, y como futuras líneas de trabajo se proponen las siguientes actuaciones:

- Realizar un exhaustivo estudio climático local de la zona de la explotación, no a nivel municipal como se ha realizado. Incluyendo datos mensuales de pluviometría, temperaturas máximas y mínimas, humedad, presión, etc.…
- Identificados todos los aspectos ambientales afectados por la explotación minera y propuestas las medidas preventivas y correctivas, debería llevarse el seguimiento y control, tanto de las labores realizadas como de las actuaciones contempladas en los trabajos de restauración, mediante el diseño de un programa de gestión ambiental. Esto podría proporcionar información acerca de la calidad de las medidas correctoras adoptadas.
- Debieran incorporarse datos referentes a planeamiento urbanístico, modificaciones de planes especiales de urbanismo, etc... ya que las herramientas urbanísticas son decisorias para habilitar unos trabajos de apertura, operación o cierre/restauración/abandono de canteras.

PLANOS



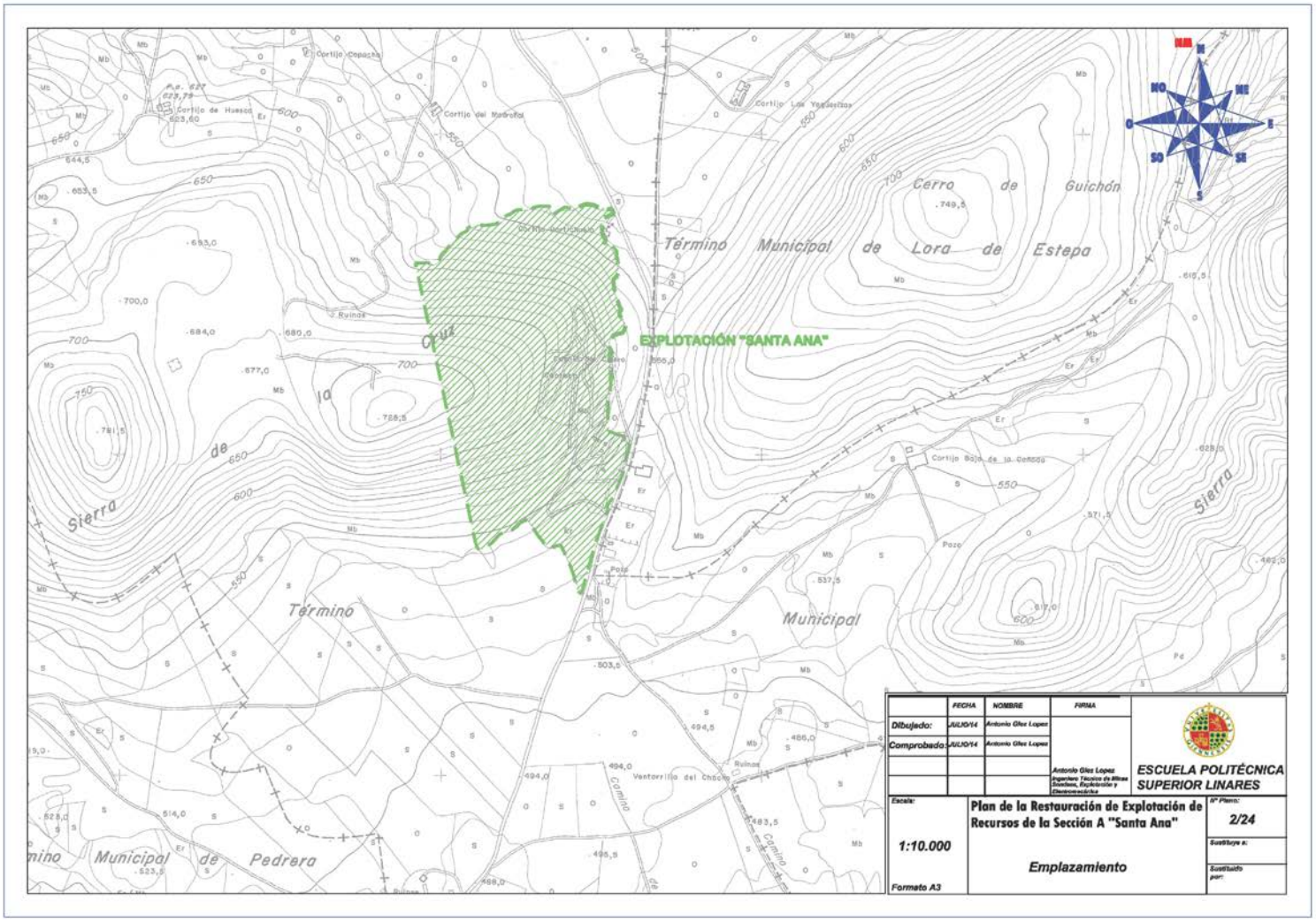
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	
Comprobado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	
			Antonio Glez Lopez Ingeniero Técnico de Minas Sondeos, Explotación y Electromecánica

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES

Escala: 1:50.000 Formato A4	Plan de la Restauración de Explotación de Recursos de la Sección A "Santa Ana" Situación general	Nº Plano: 1/24 Sustituye a: Sustituido por:

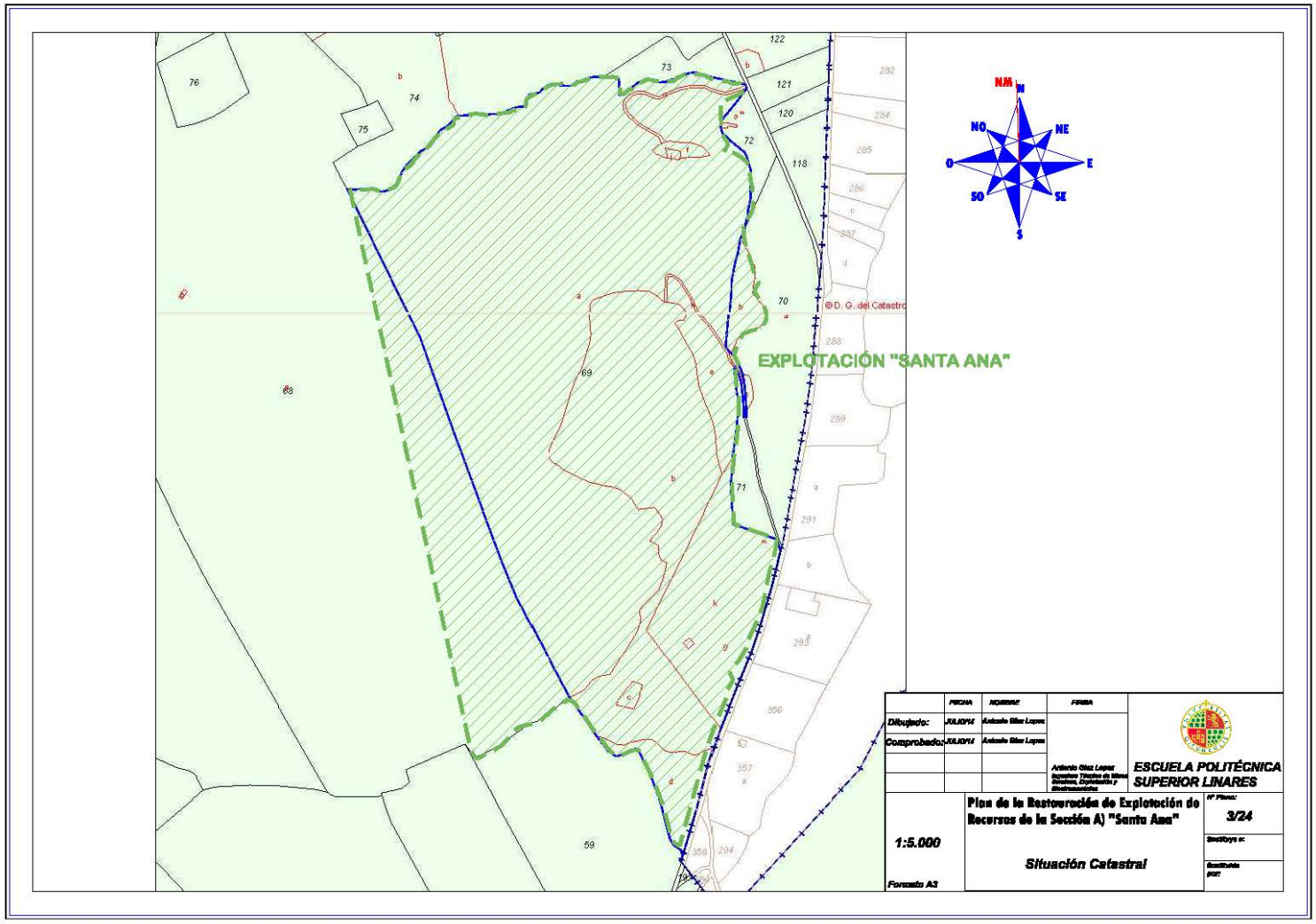
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



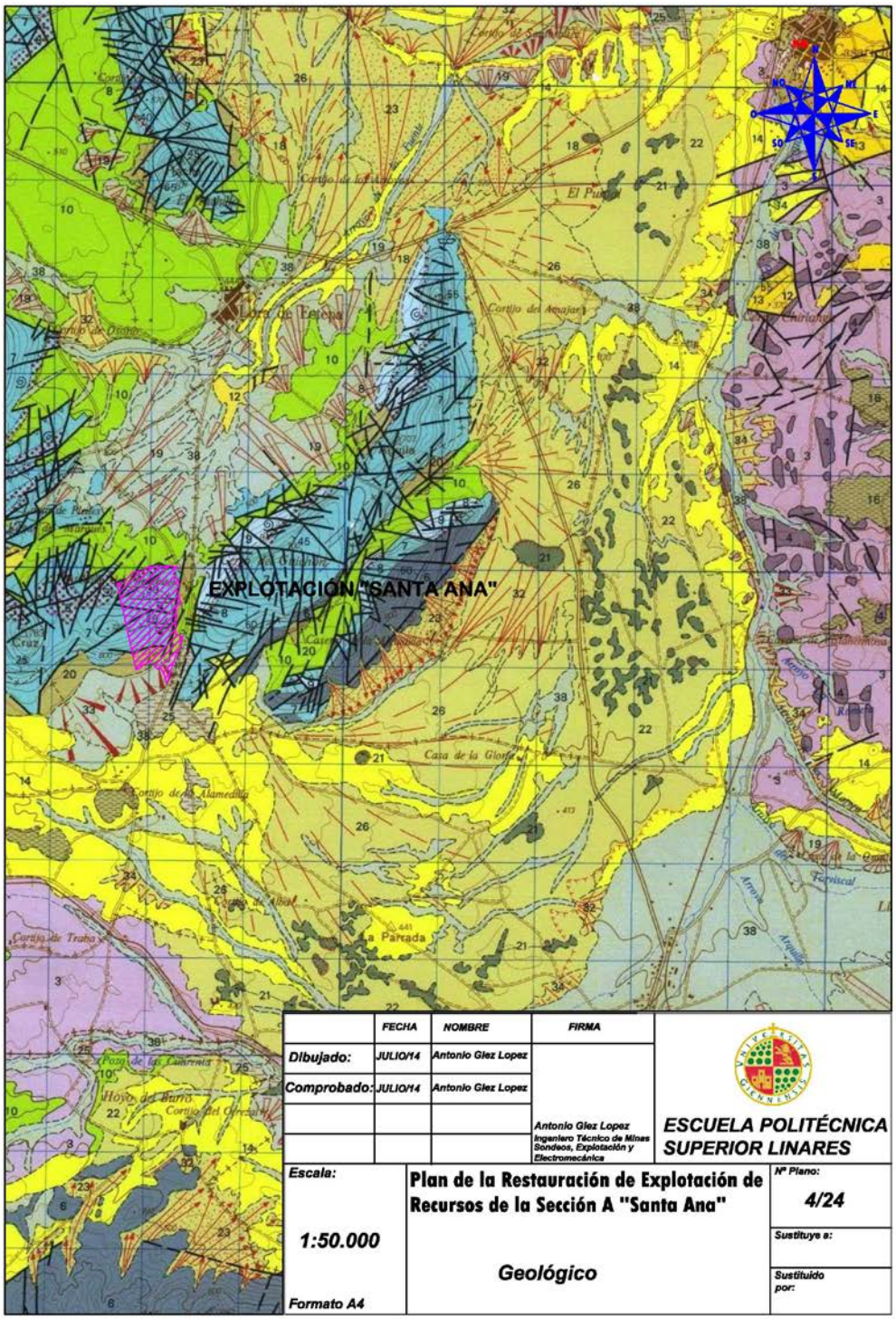
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



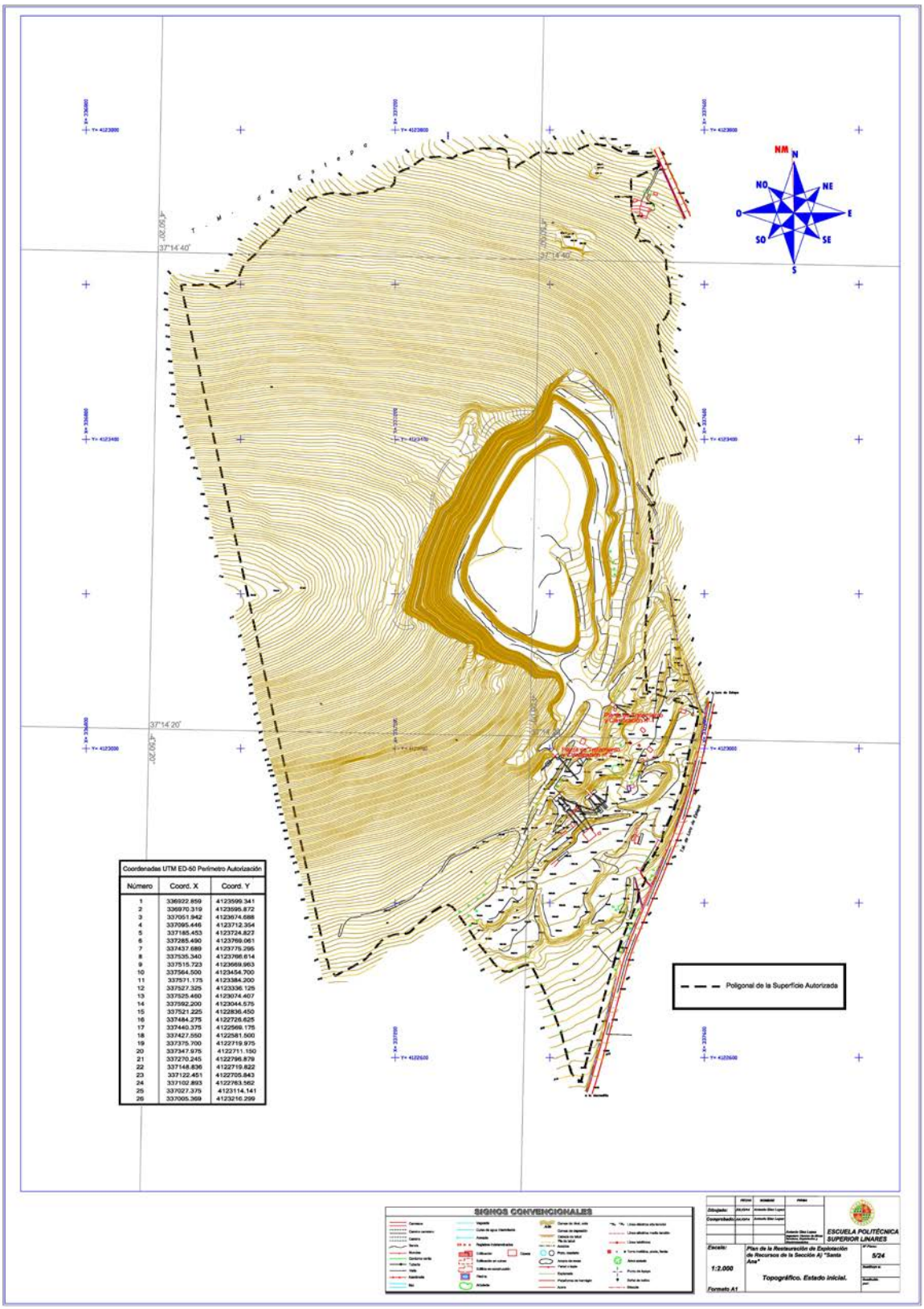
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	
Comprobado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	
			Antonio Glez Lopez Ingeniero Técnico de Minas Sondeos, Explotación y Electromecánica

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES

Escala: 1:50.000 Formato A4	Plan de la Restauración de Explotación de Recursos de la Sección A "Santa Ana" Geológico	Nº Plano: 4/24 Sustituye a: Sustituido por:

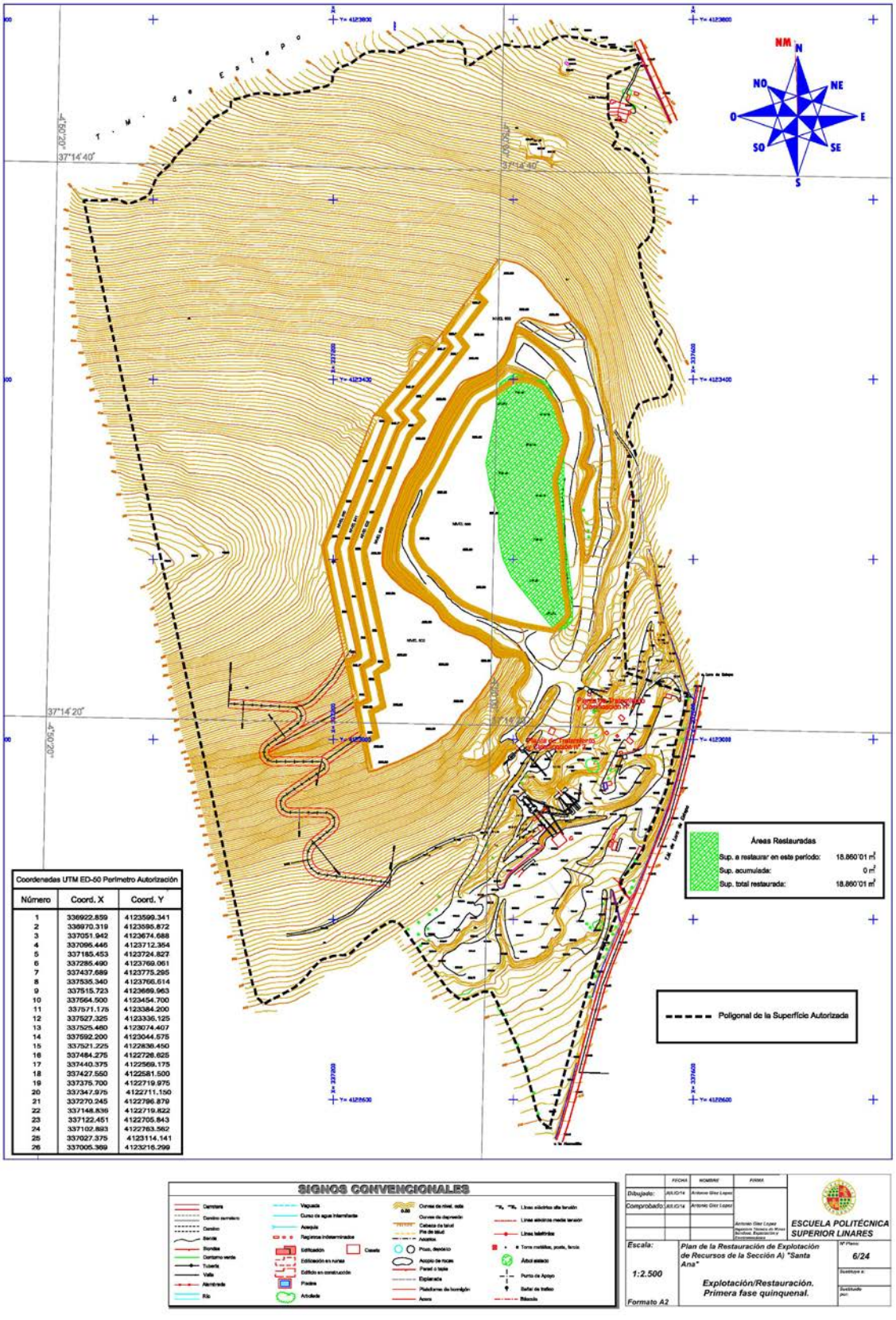
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



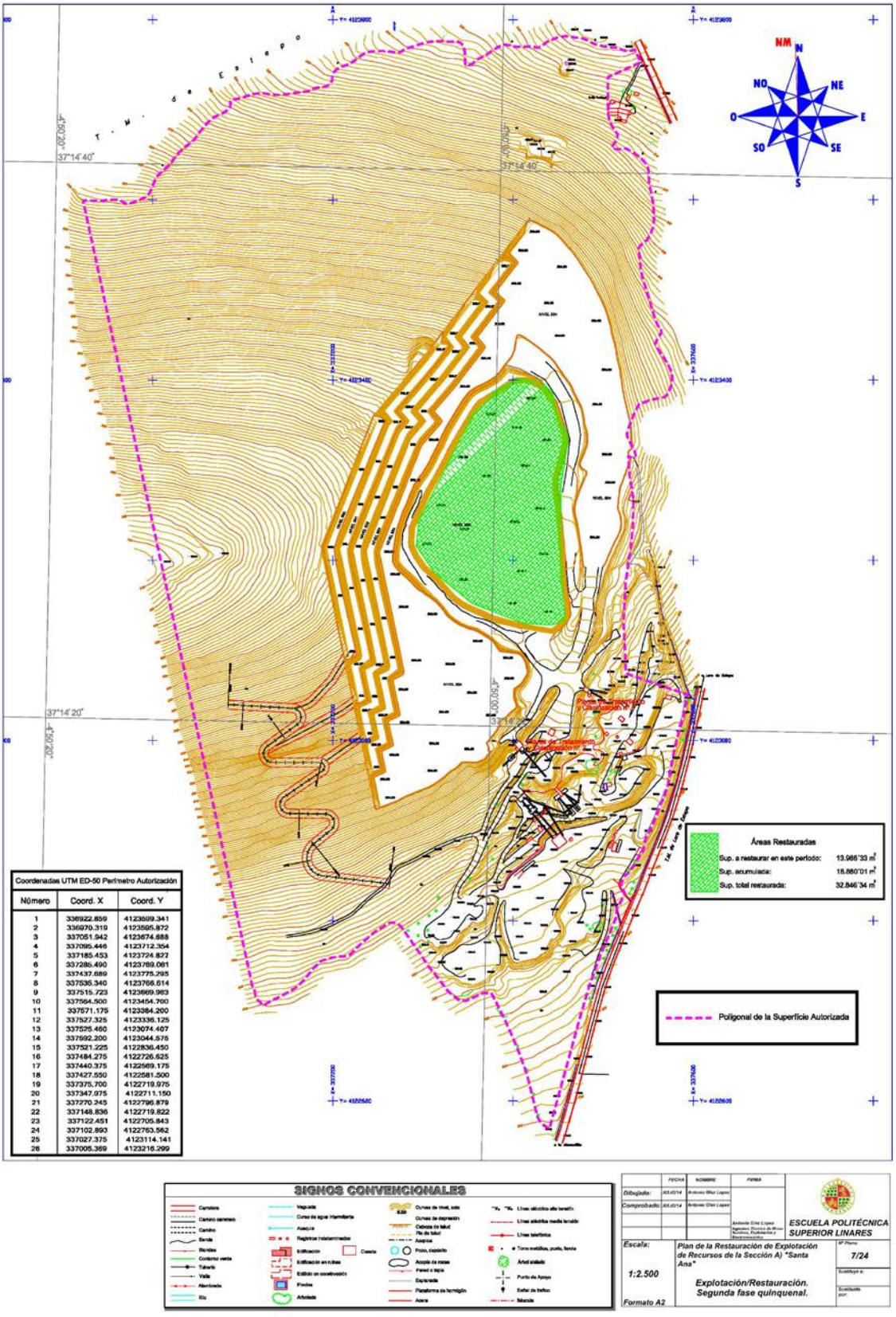
Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización

Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123599.341
2	336970.319	4123595.872
3	337051.942	4123674.688
4	337095.446	4123712.364
5	337185.453	4123724.827
6	337285.490	4123769.061
7	337437.689	4123775.295
8	337535.340	4123766.614
9	337515.723	4123669.963
10	337564.500	4123454.700
11	337571.175	4123384.200
12	337527.325	4123336.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337521.225	4122838.450
16	337484.275	4122726.625
17	337440.375	4122569.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.359	4123216.299

Dibujado:			ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Comprobado:			
Escala: 1:2.500	Plan de la Restauración de Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana"		Nº Plano: 6/24
Formato A2	Explotación/Restauración. Primera fase quinquenal.		

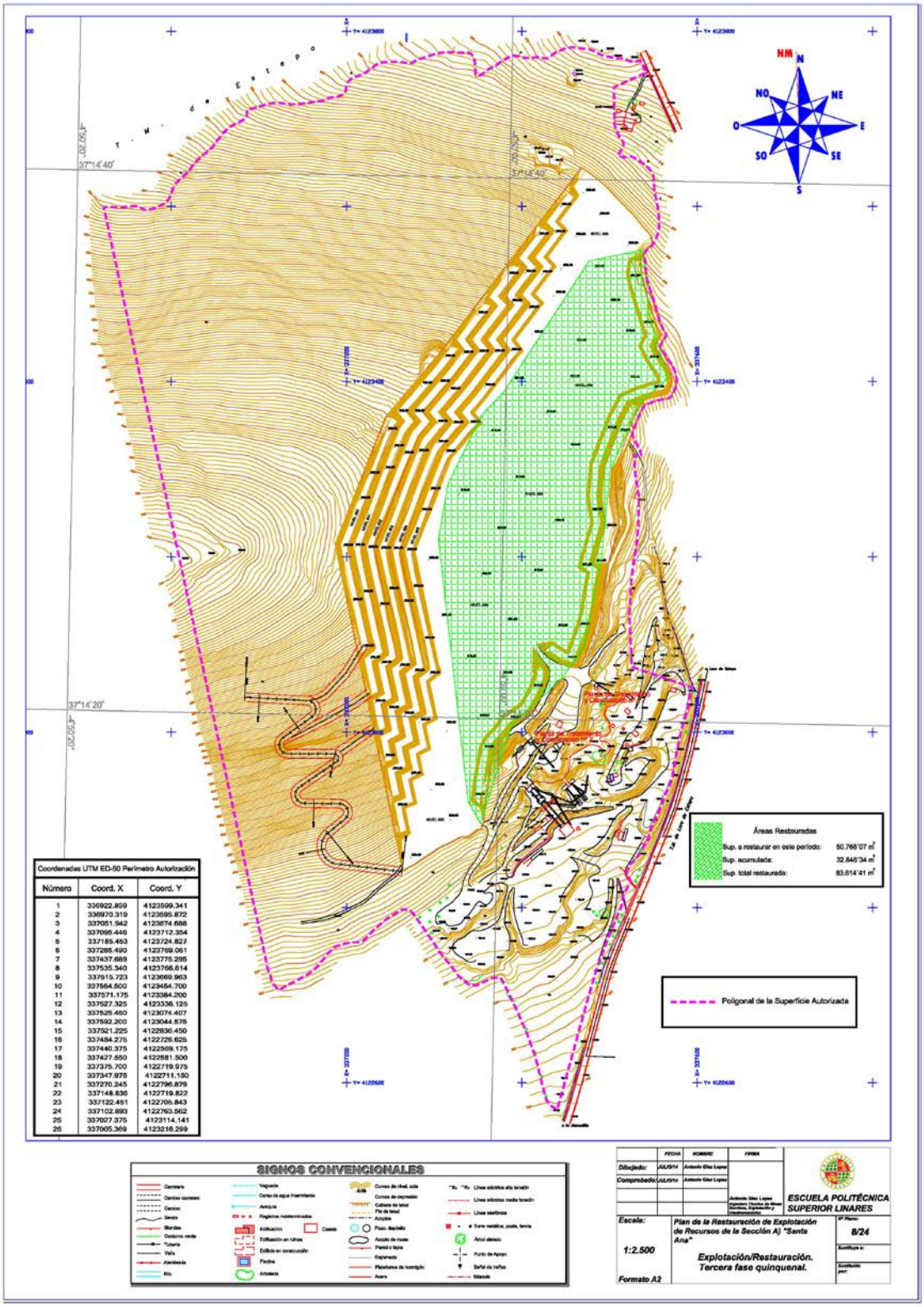
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



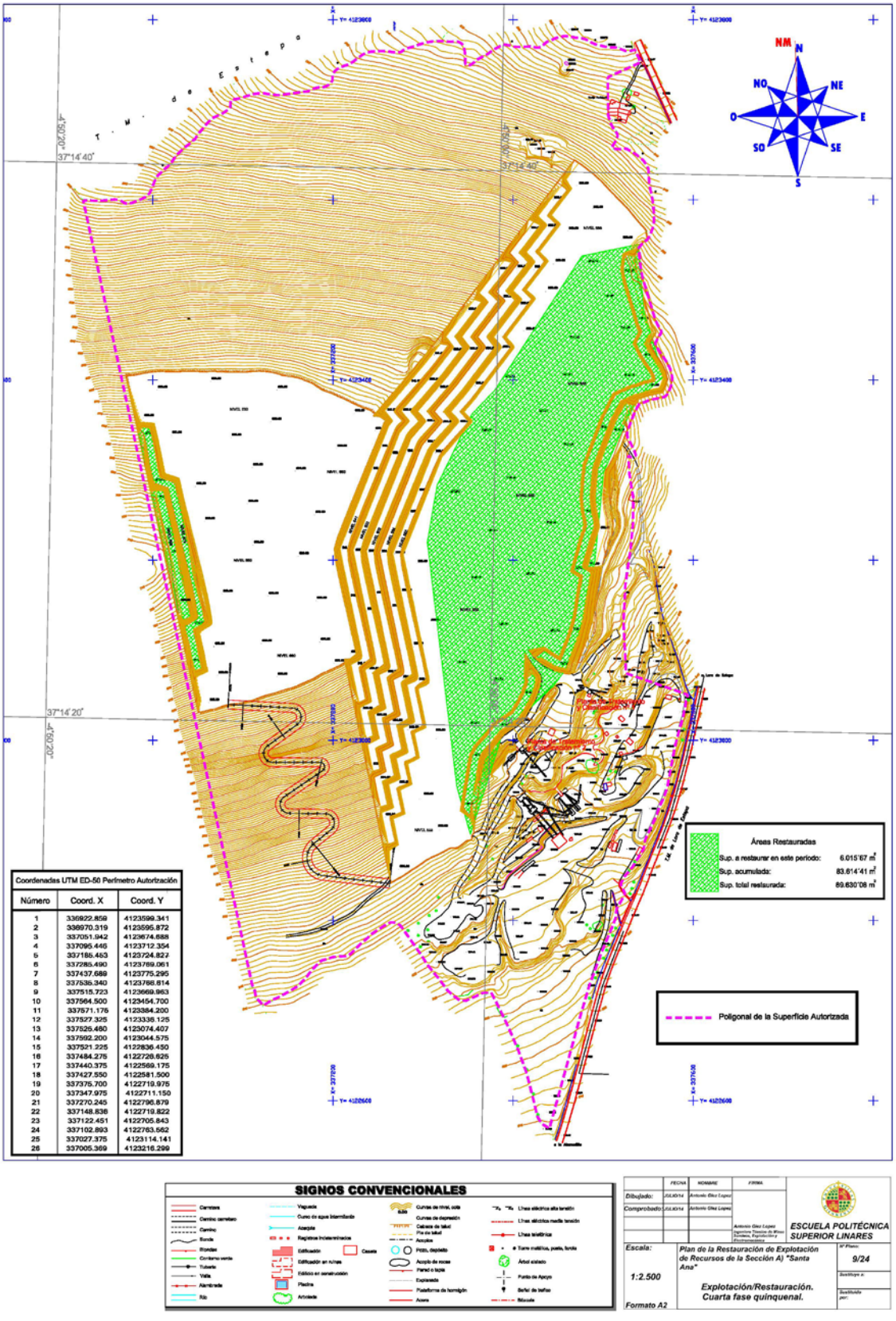
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización

Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123599.341
2	336970.319	4123595.872
3	337051.942	4123674.688
4	337095.446	4123712.354
5	337185.453	4123724.827
6	337285.490	4123789.061
7	337437.689	4123775.295
8	337535.340	4123788.814
9	337515.723	4123669.983
10	337564.500	4123454.700
11	337571.176	4123384.200
12	337527.325	4123338.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337521.225	4122836.450
16	337484.275	4122726.825
17	337440.375	4122569.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.369	4123216.299

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado:	JULIO/14	Antonio Díez Lopez	
Comprobado:	JULIO/14	Antonio Díez Lopez	

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES

Escala: 1:2.500

Formato A2

Plan de la Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana"

Explotación/Restauración. Cuarta fase quinquenal.

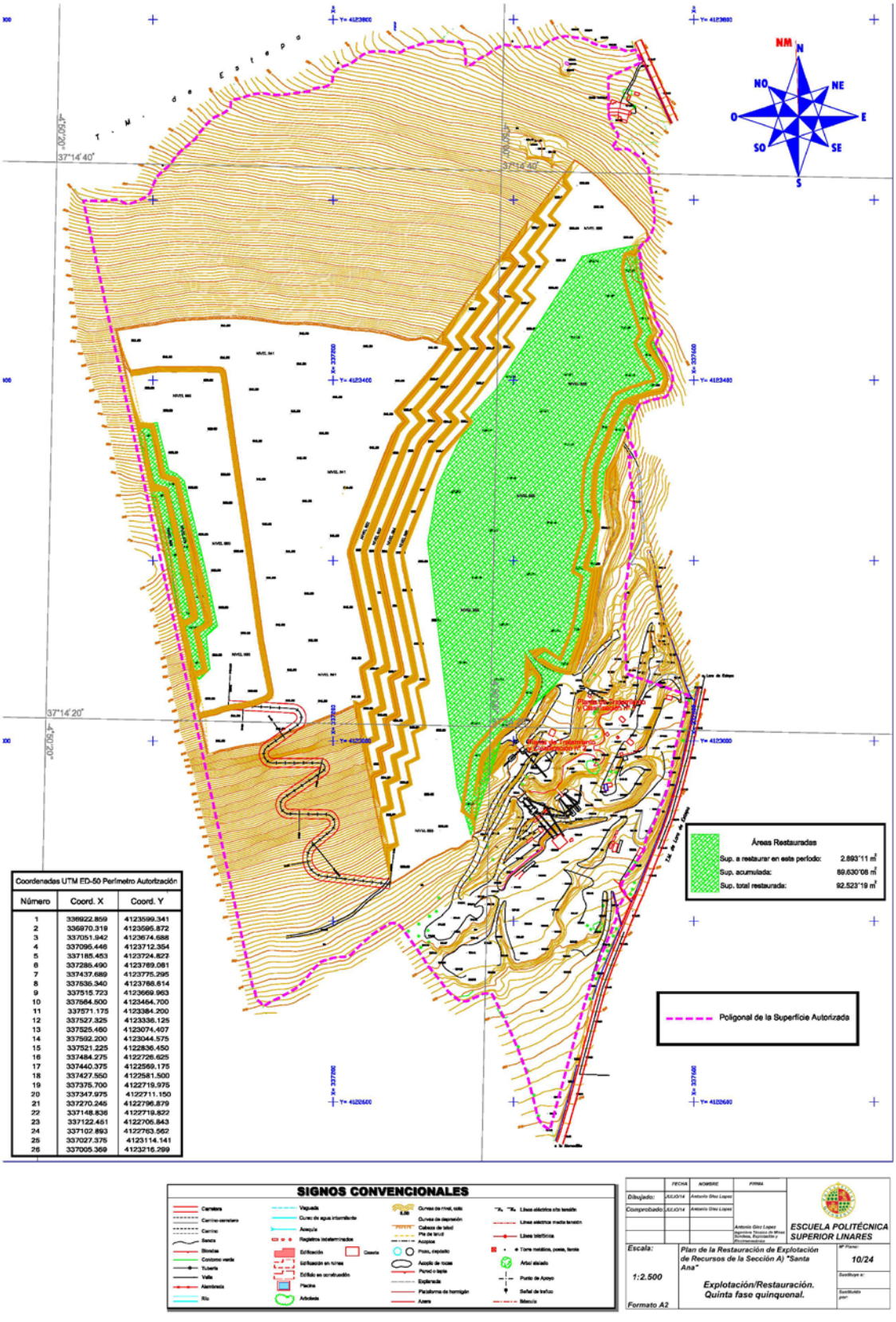
Nº Plano: 9/24

Sustituye a:

Sustituido por:

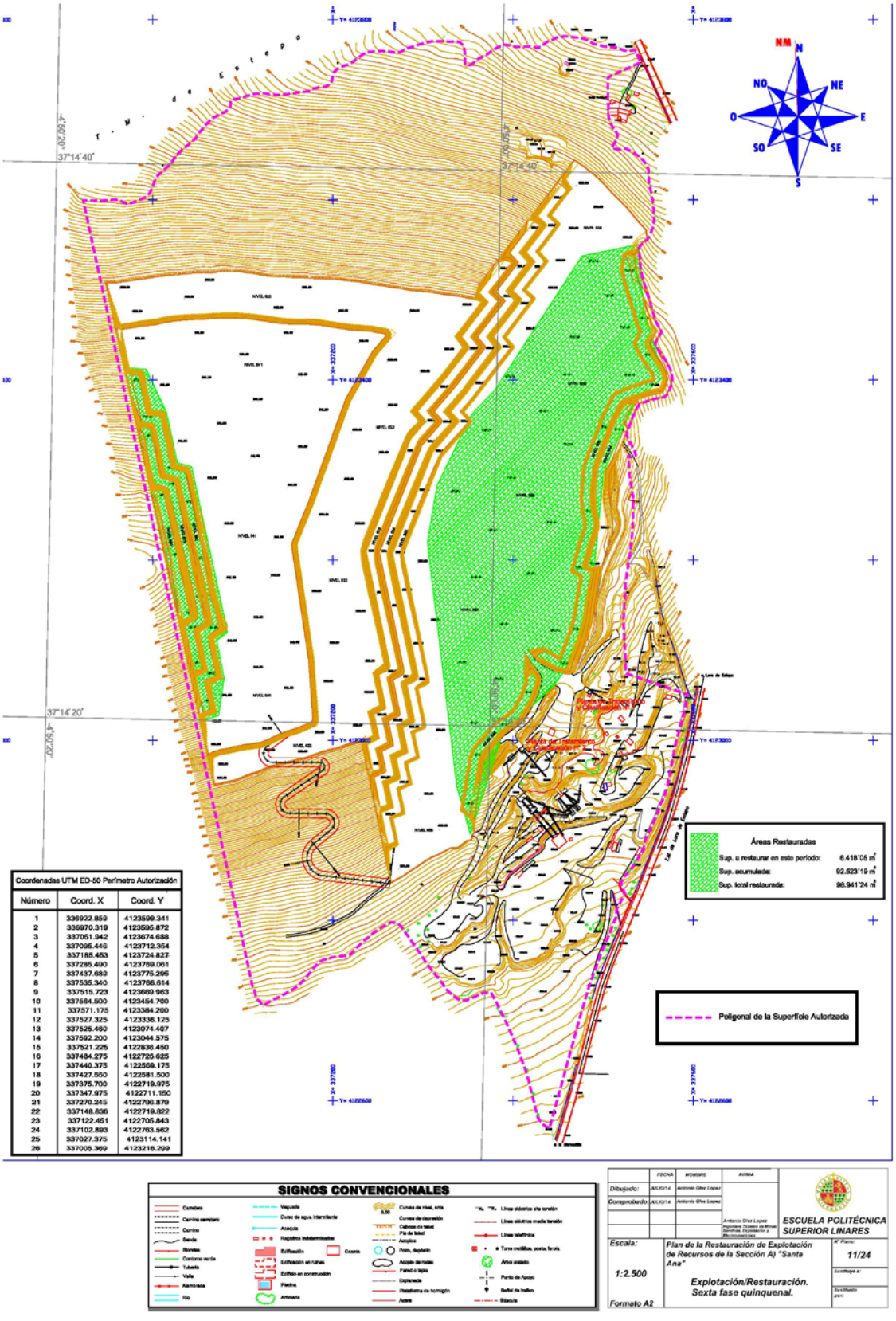
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana".



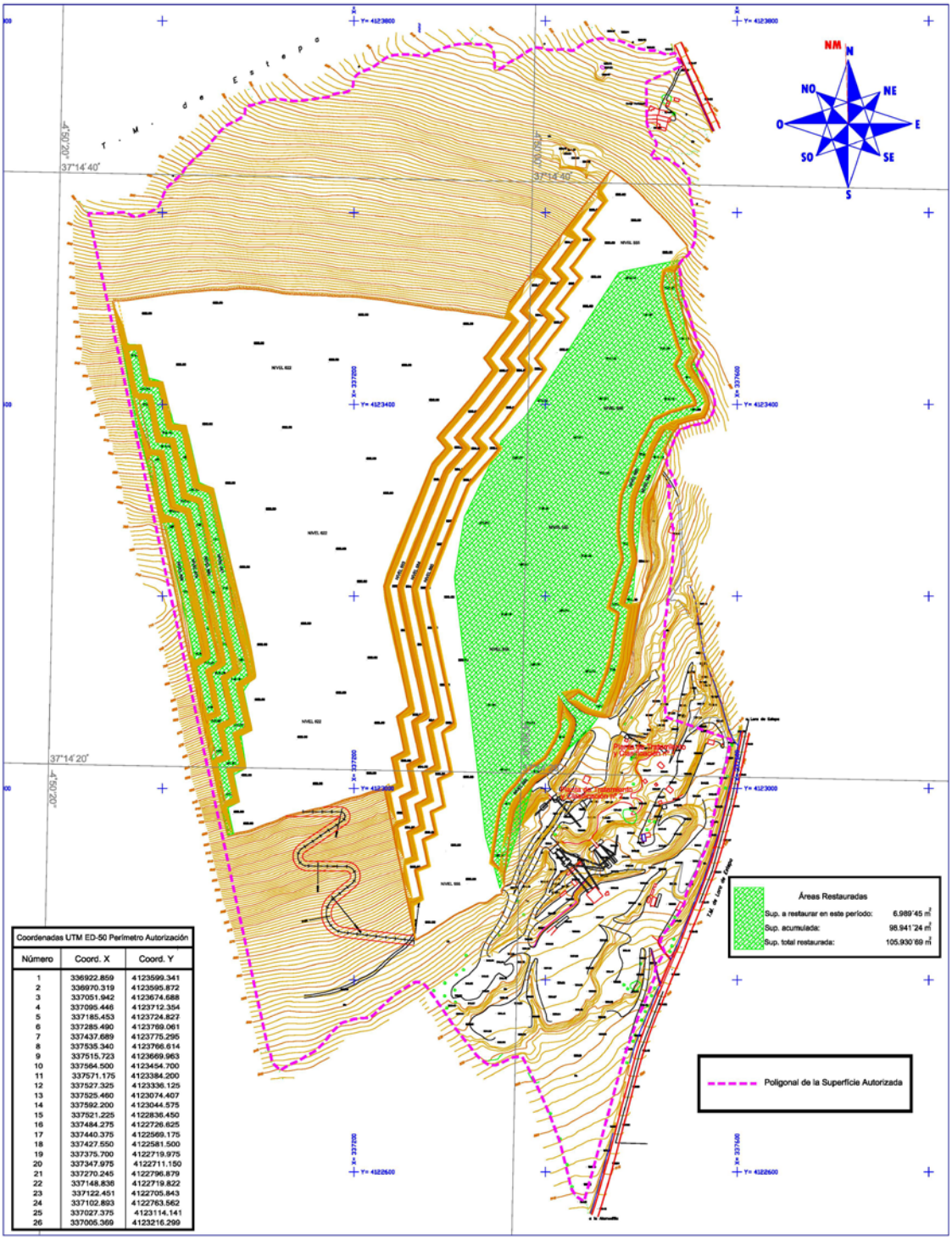
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización

Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123599.341
2	336970.319	4123595.872
3	337051.942	4123674.688
4	337095.446	4123712.354
5	337185.453	4123724.827
6	337285.490	4123789.061
7	337437.689	4123775.295
8	337535.340	4123766.614
9	337515.723	4123569.963
10	337564.500	4123454.700
11	337571.175	4123384.200
12	337527.325	4123336.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337521.225	4122836.450
16	337484.275	4122726.625
17	337440.375	4122569.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.369	4123216.299

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado:	AGUO/14	Antonio Díez Lopez	
Comprobado:	AGUO/14	Antonio Díez Lopez	

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES

Escala: 1:2.500

Formato A2

Plan de la Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana"

Explotación/Restauración. Séptima fase quinquenal.

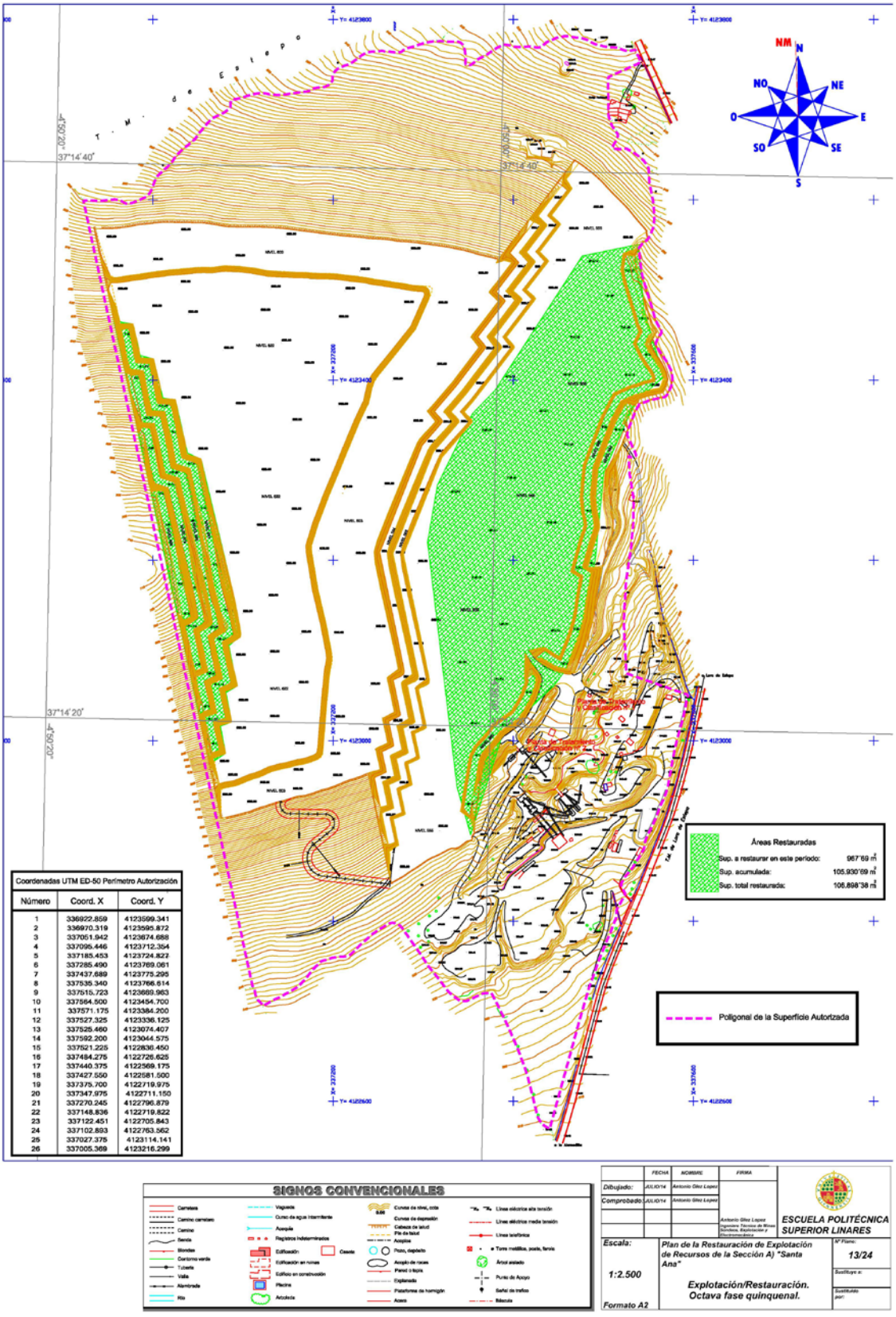
Nº Plano: 12/24

Sustituye a:

Sustituido por:

Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana".

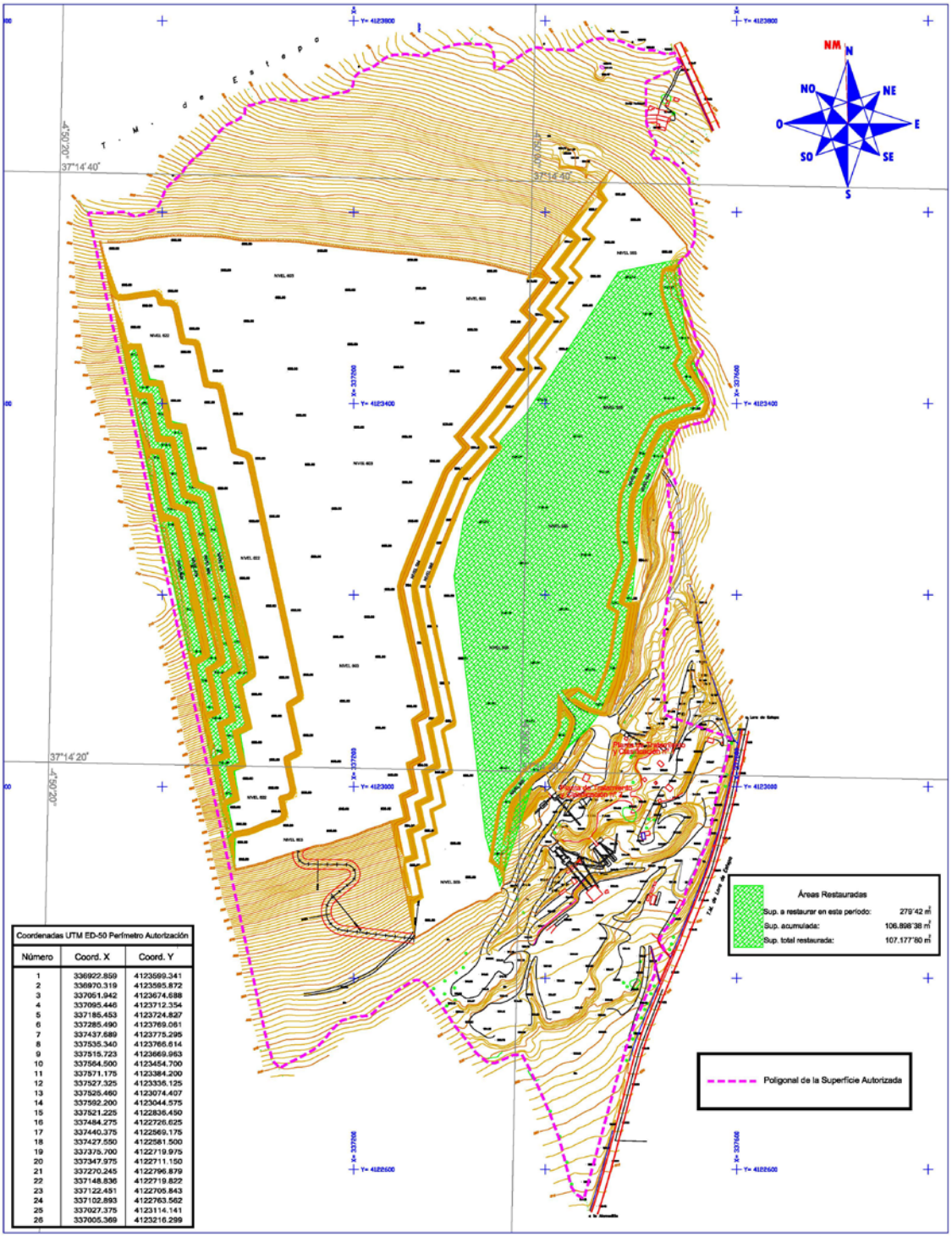


Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización

Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123599.341
2	336970.319	4123595.872
3	337051.942	4123674.688
4	337095.446	4123712.354
5	337185.453	4123724.827
6	337285.490	4123769.061
7	337437.689	4123775.295
8	337535.340	4123766.614
9	337515.723	4123669.963
10	337564.500	4123454.700
11	337571.175	4123384.200
12	337527.325	4123336.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337521.225	4122830.450
16	337484.275	4122726.625
17	337440.375	4122569.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.369	4123216.299

Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana".



Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización

Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123589.341
2	336970.319	4123585.872
3	337061.942	4123674.688
4	337095.446	4123712.354
5	337185.453	4123724.827
6	337285.490	4123769.061
7	337437.589	4123775.295
8	337535.340	4123766.614
9	337515.723	4123669.963
10	337564.500	4123454.700
11	337571.175	4123384.200
12	337527.325	4123336.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337821.225	4122836.450
16	337484.275	4122726.625
17	337440.375	4122569.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.369	4123216.299

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Dibujado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	
Comprobado:	JULIO/14	Antonio Glez Lopez	

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES

Escala: 1:2.500

Formato A2

Plan de la Restauración de Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana"

Explotación/Restauración. Novena fase quinquenal.

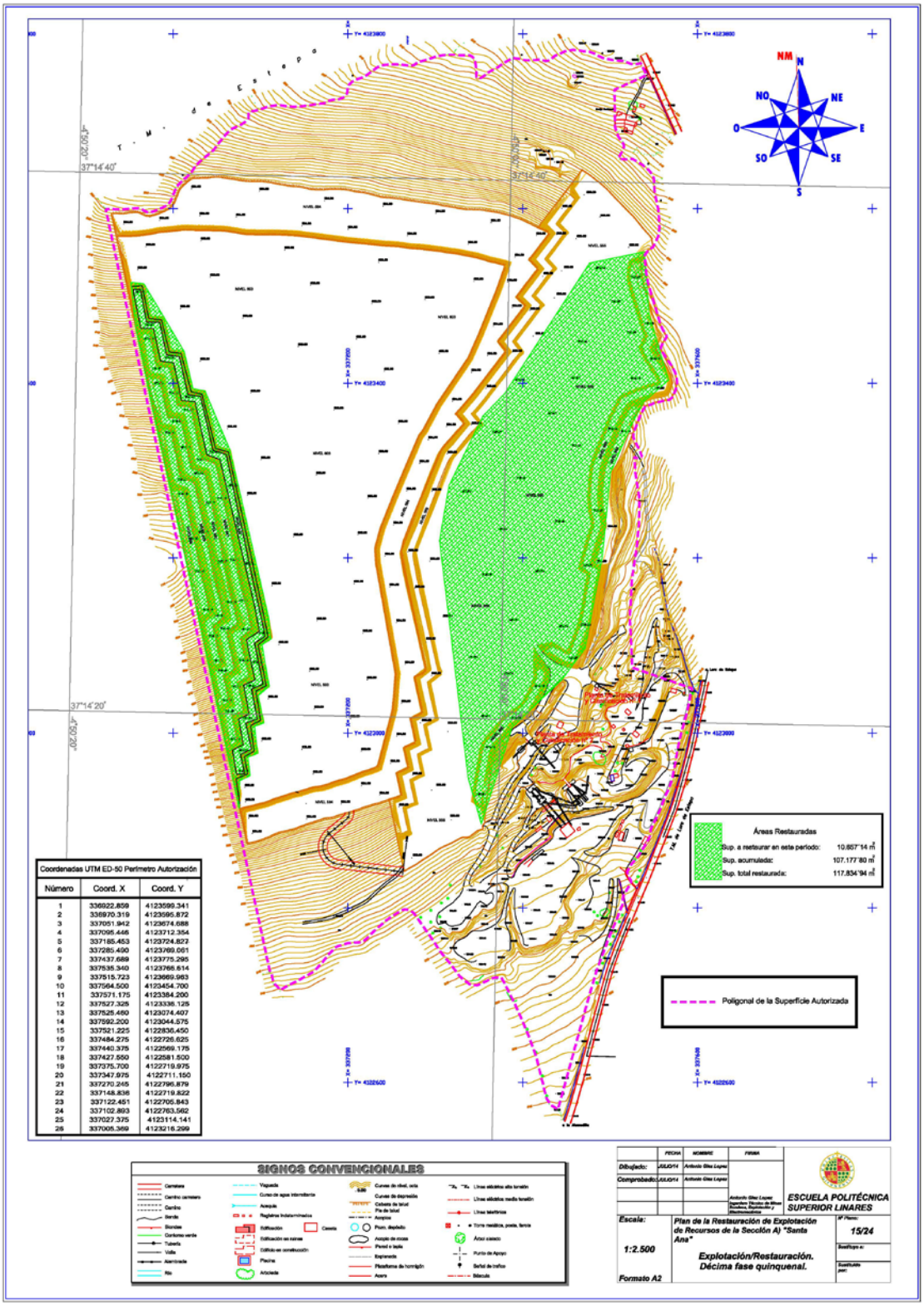
Nº Plano: 14/24

Sustituye a:

Sustituido por:

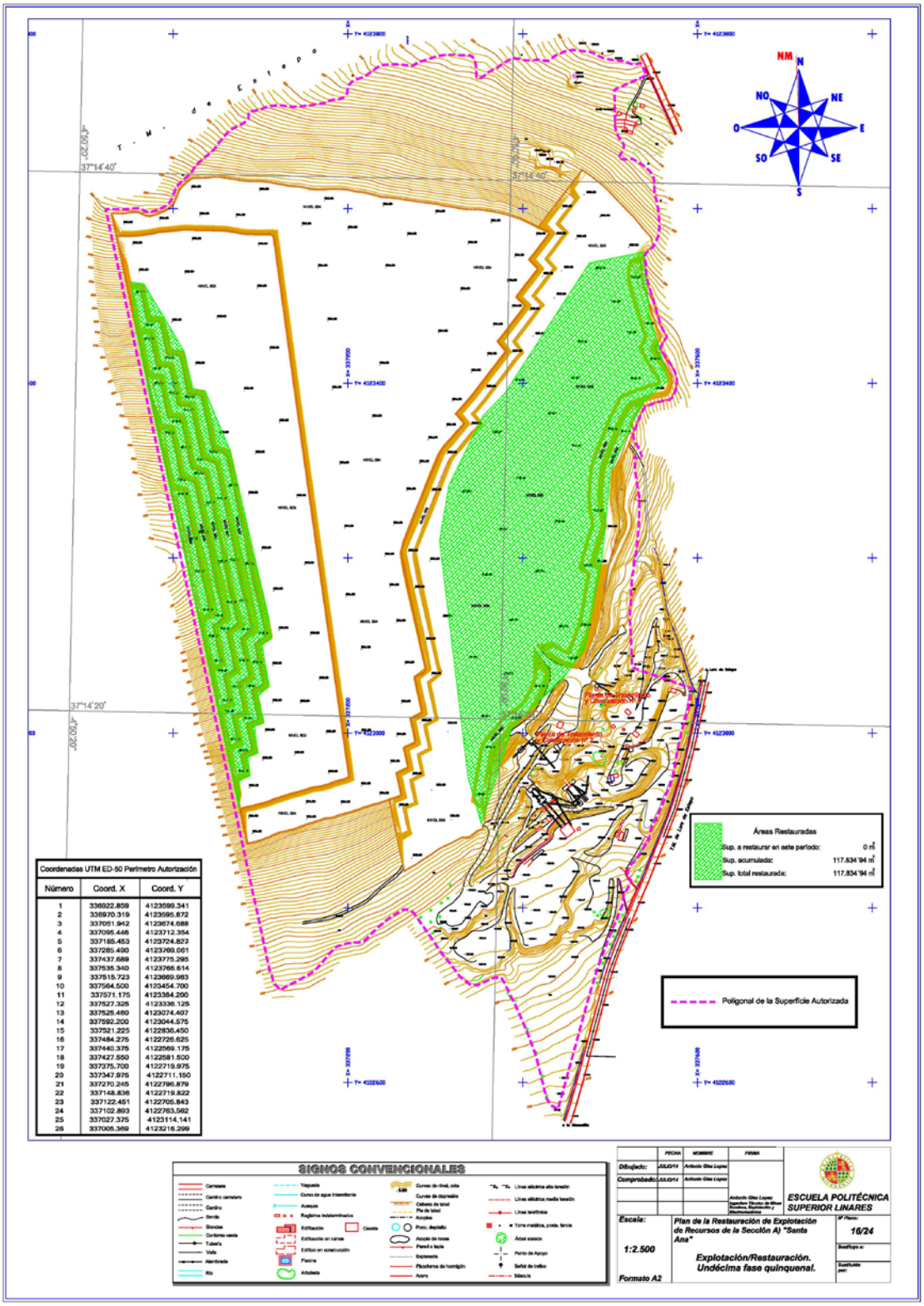
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) "Santa Ana".



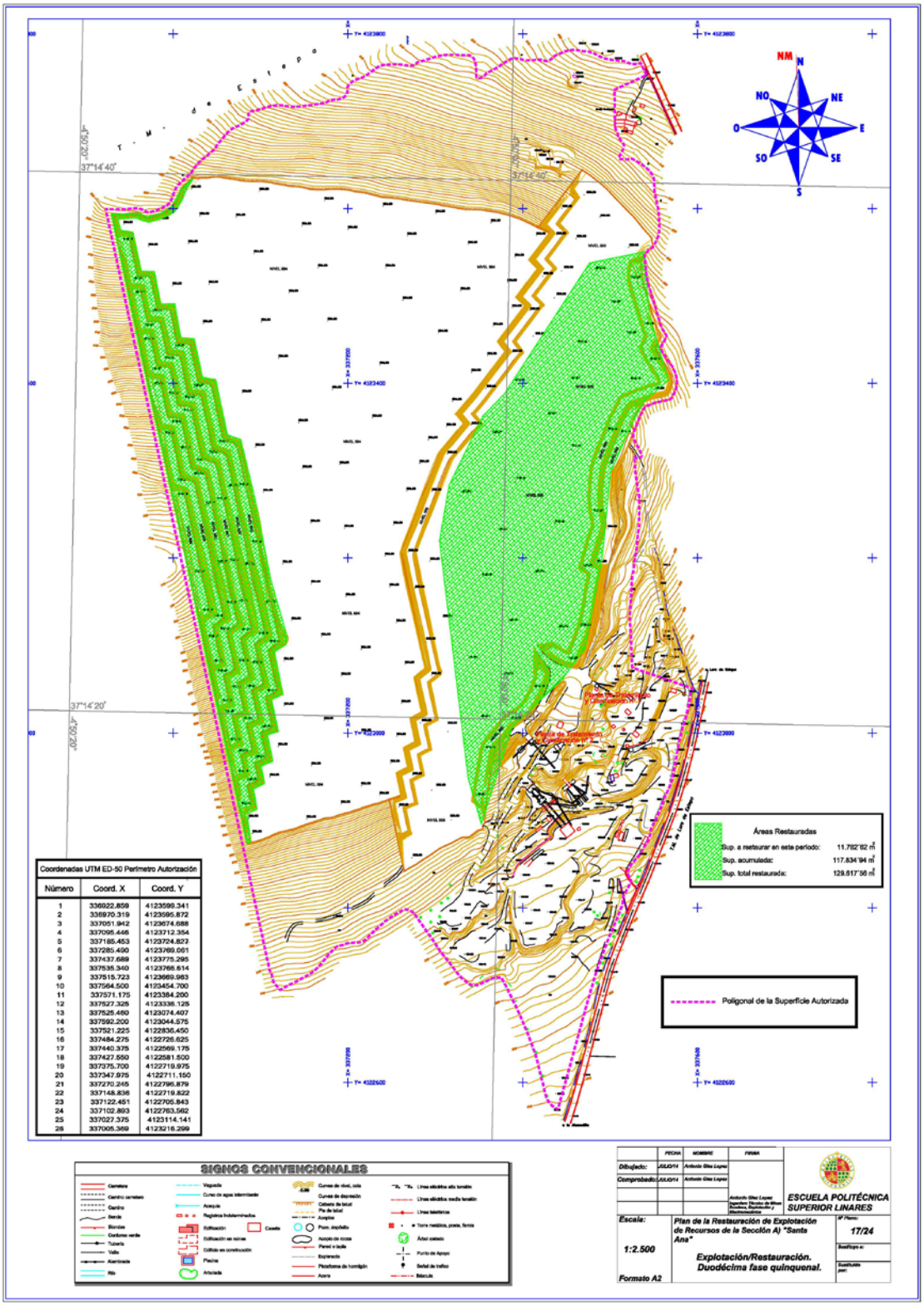
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



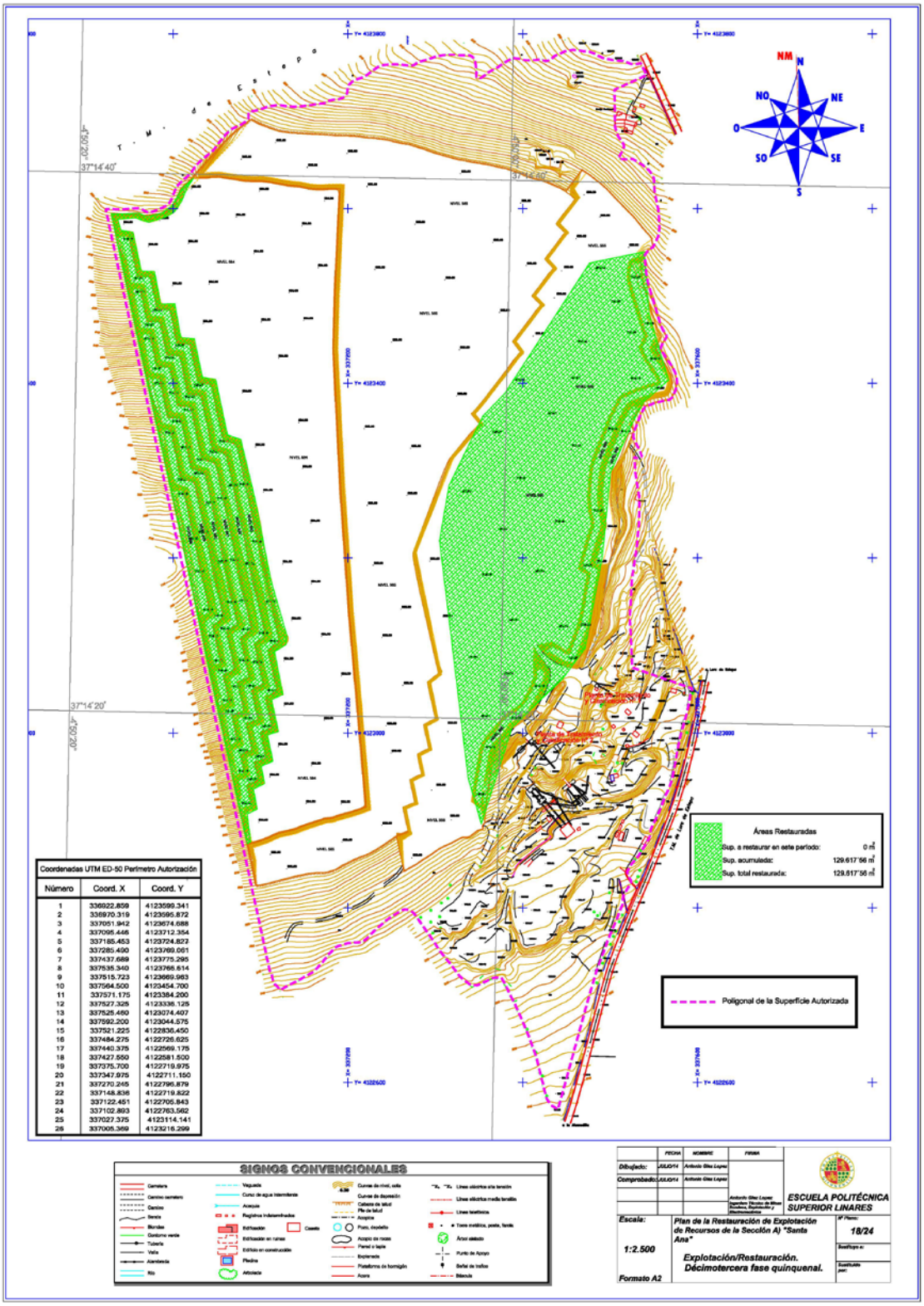
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



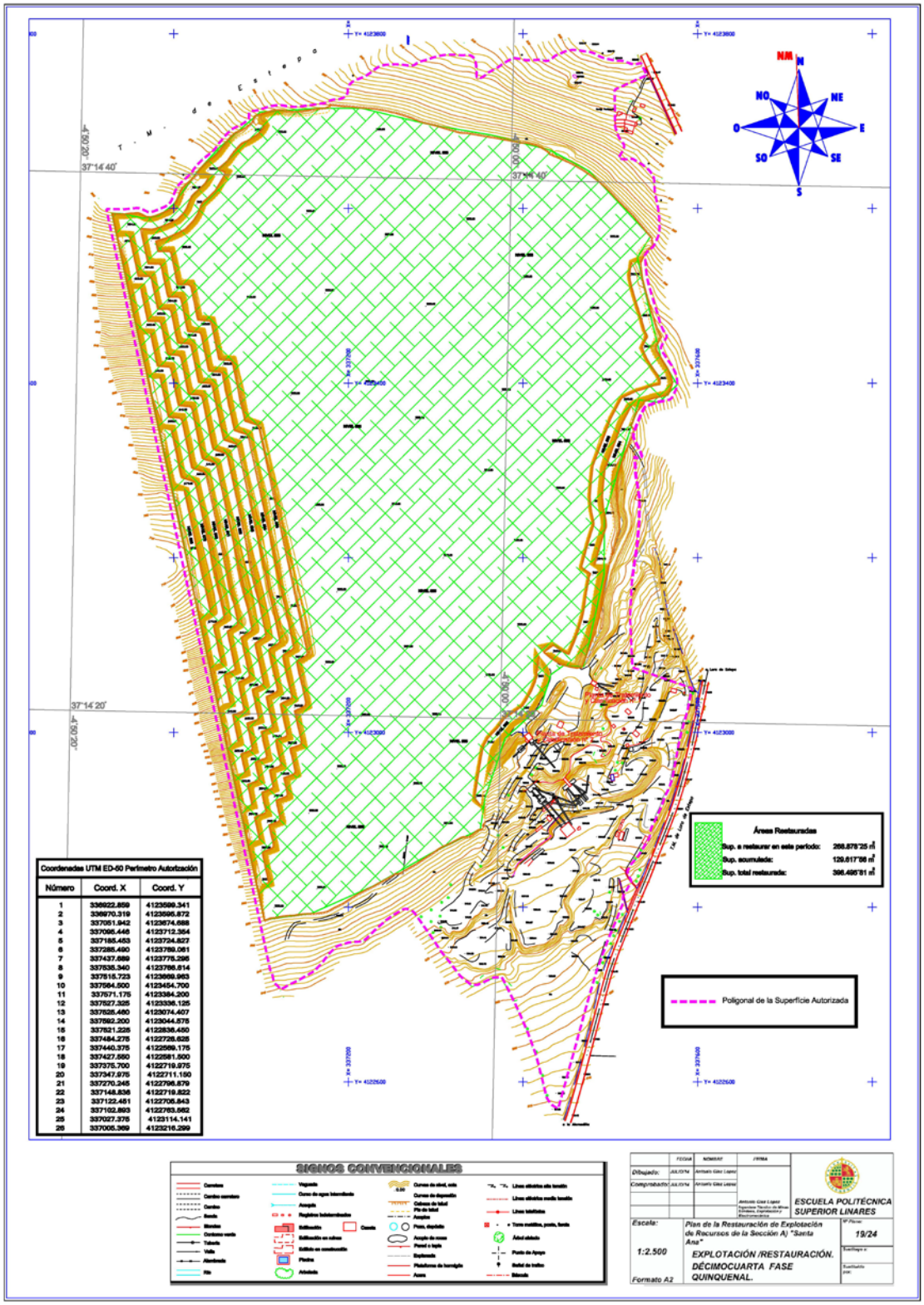
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



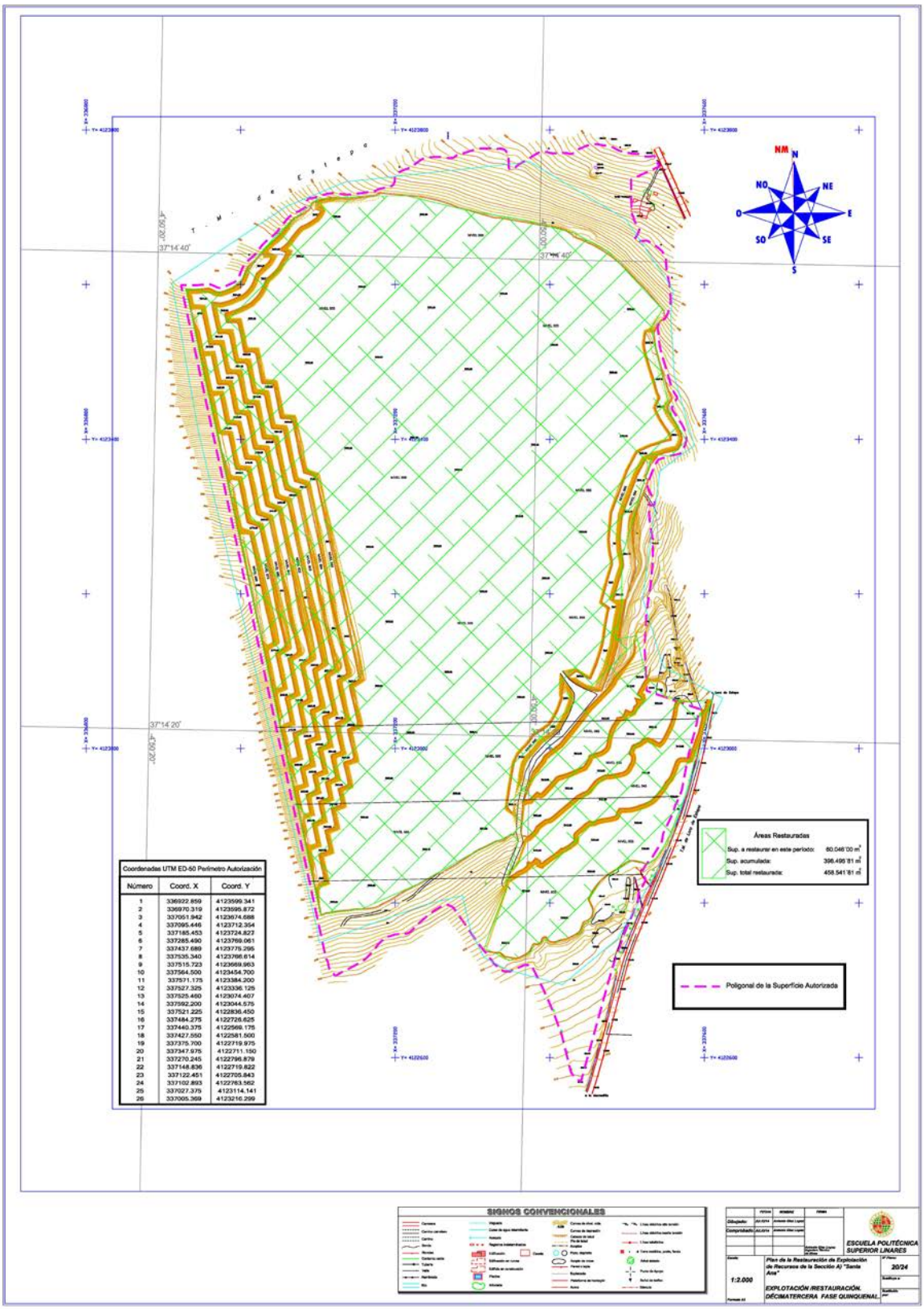
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

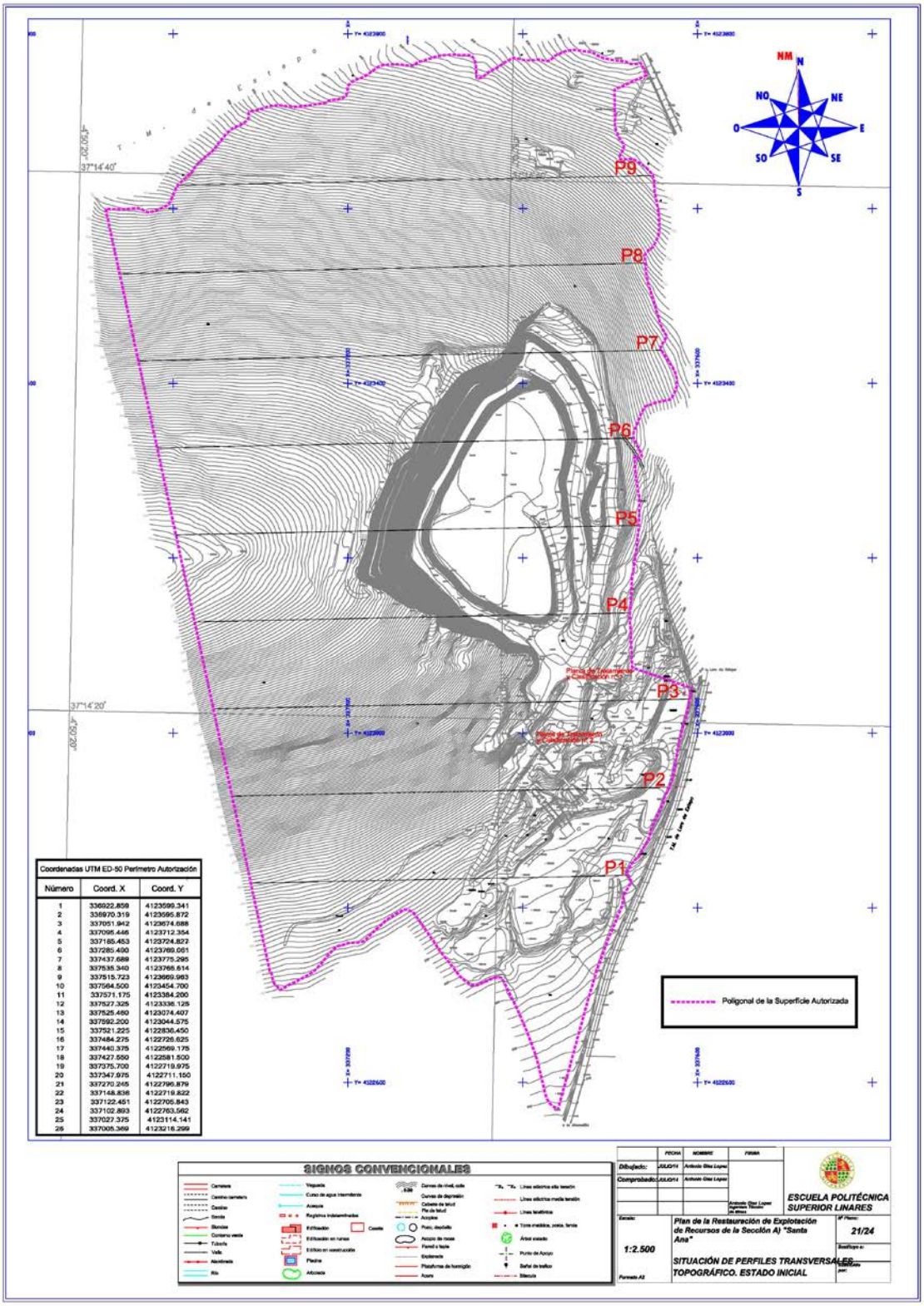
Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Coordenadas UTM ED-50 Perímetro Autorización		
Número	Coord. X	Coord. Y
1	336922.859	4123599.341
2	336970.319	4123595.872
3	337051.942	4123674.588
4	337095.446	4123712.354
5	337185.453	4123724.822
6	337285.490	4123769.061
7	337437.689	4123779.295
8	337535.340	4123766.614
9	337515.723	4123669.963
10	337564.500	4123454.700
11	337571.175	4123384.200
12	337527.325	4123336.125
13	337525.460	4123074.407
14	337592.200	4123044.575
15	337521.225	4122836.450
16	337484.275	4122726.625
17	337440.375	4122568.175
18	337427.550	4122581.500
19	337375.700	4122719.975
20	337347.975	4122711.150
21	337270.245	4122796.879
22	337148.836	4122719.822
23	337122.451	4122705.843
24	337102.893	4122763.562
25	337027.375	4123114.141
26	337005.369	4123216.299

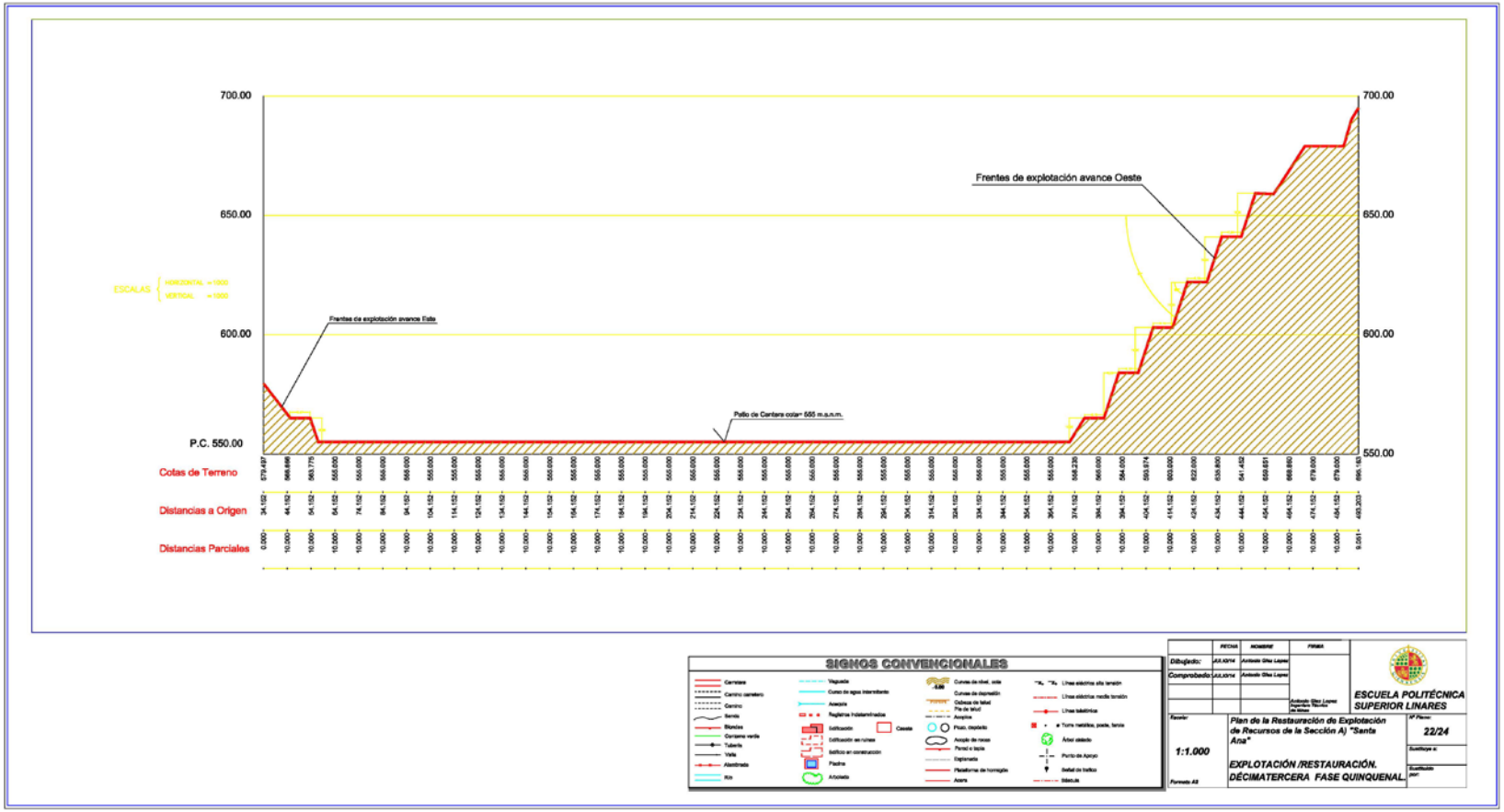
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



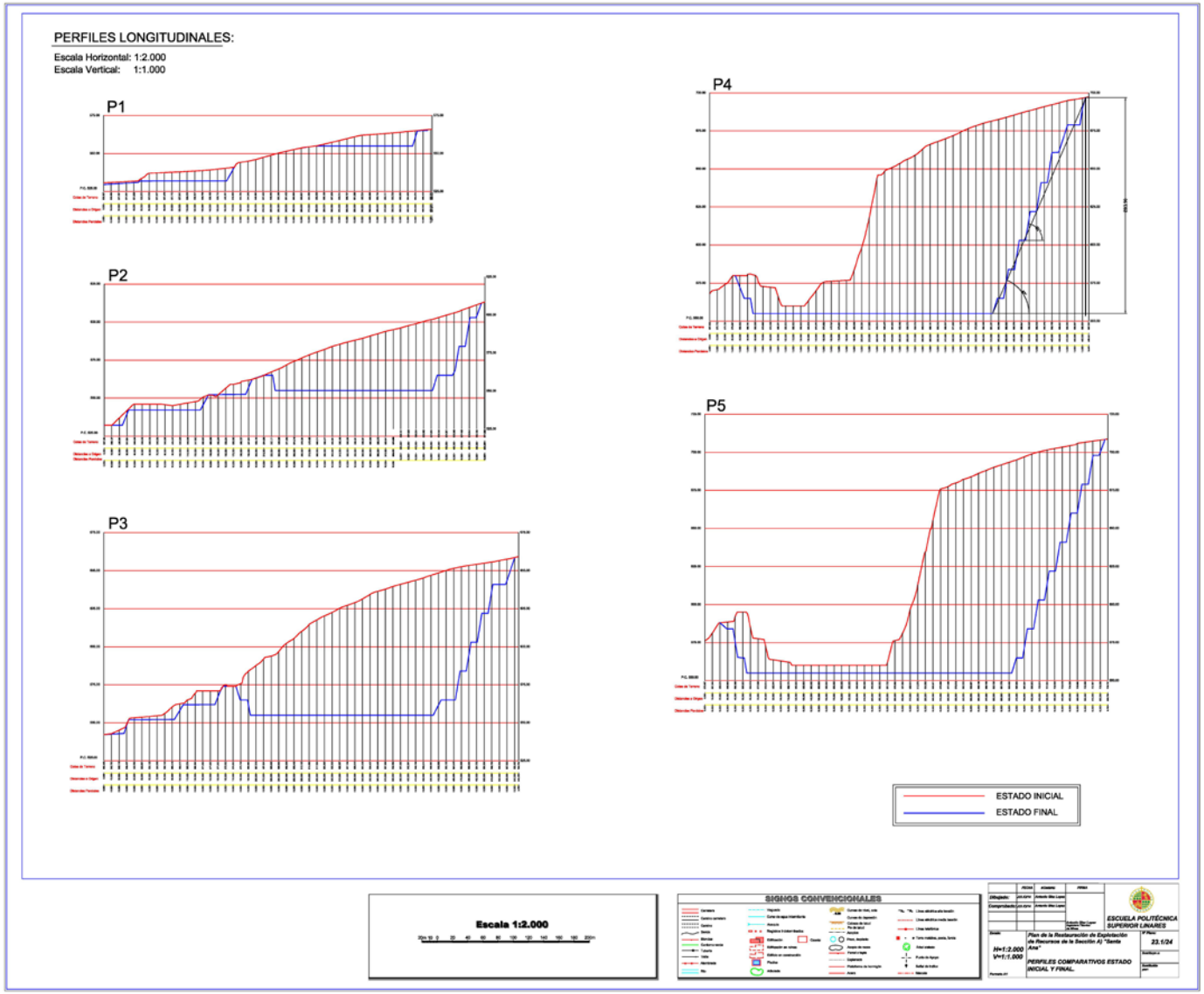
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



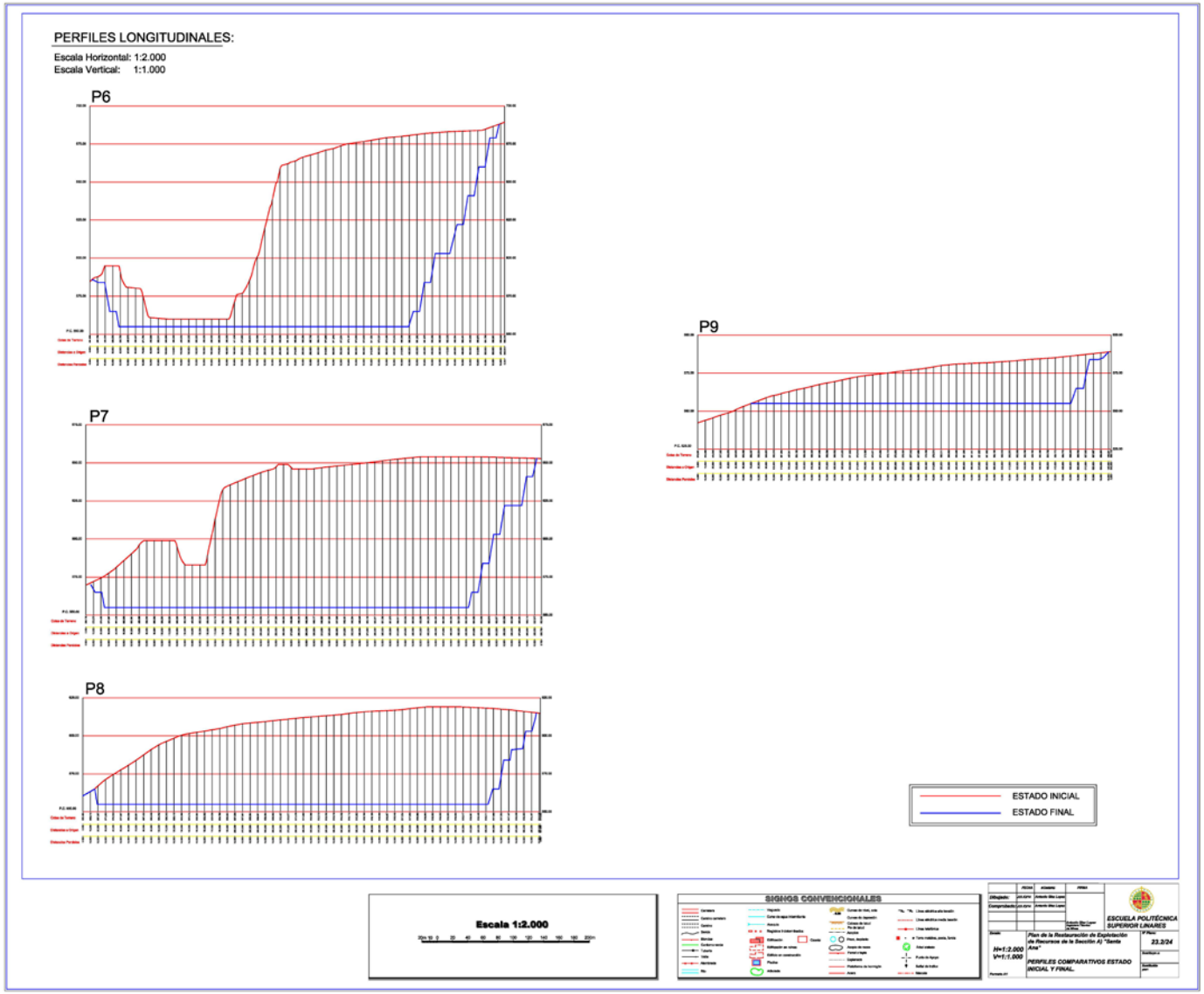
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



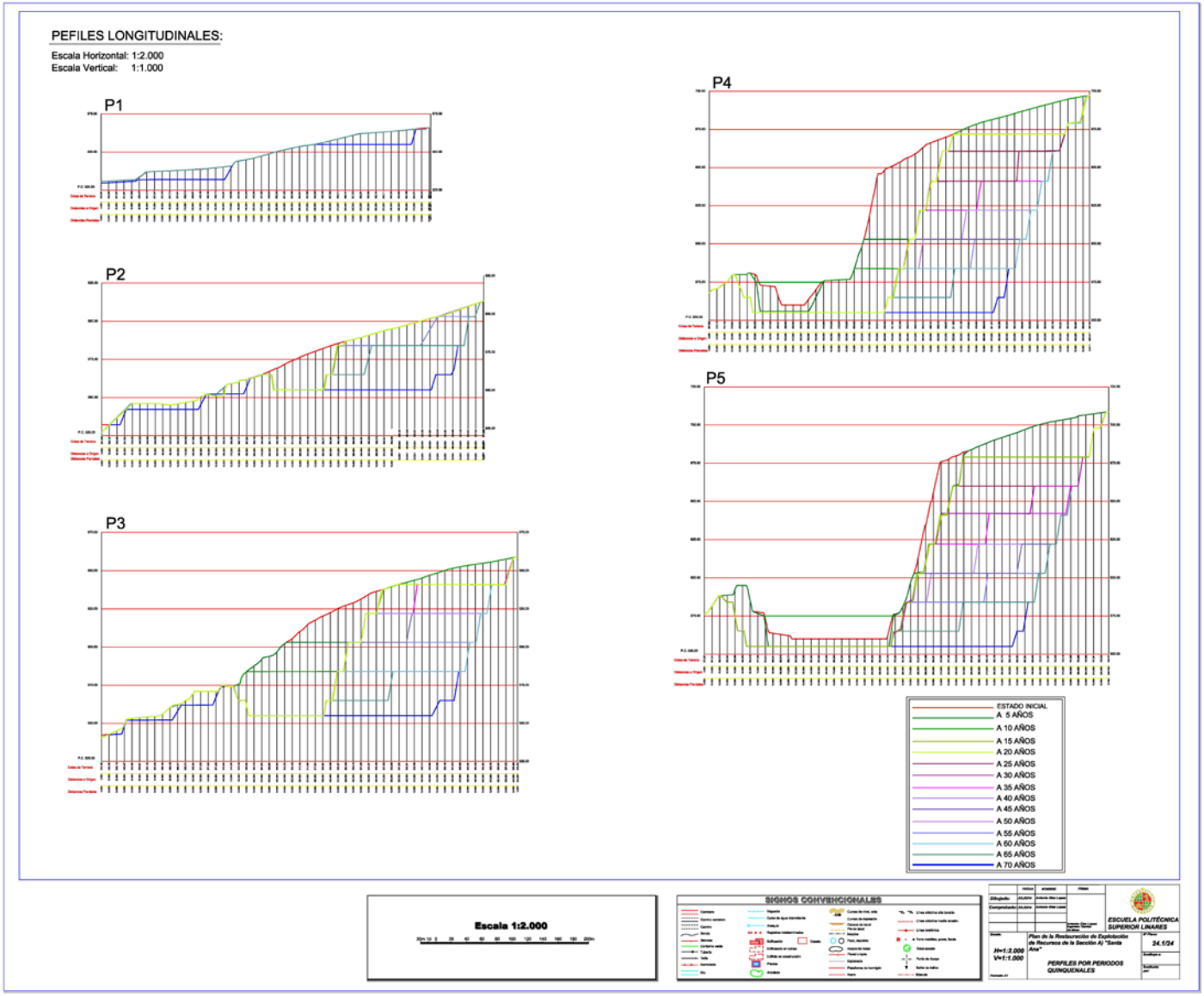
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



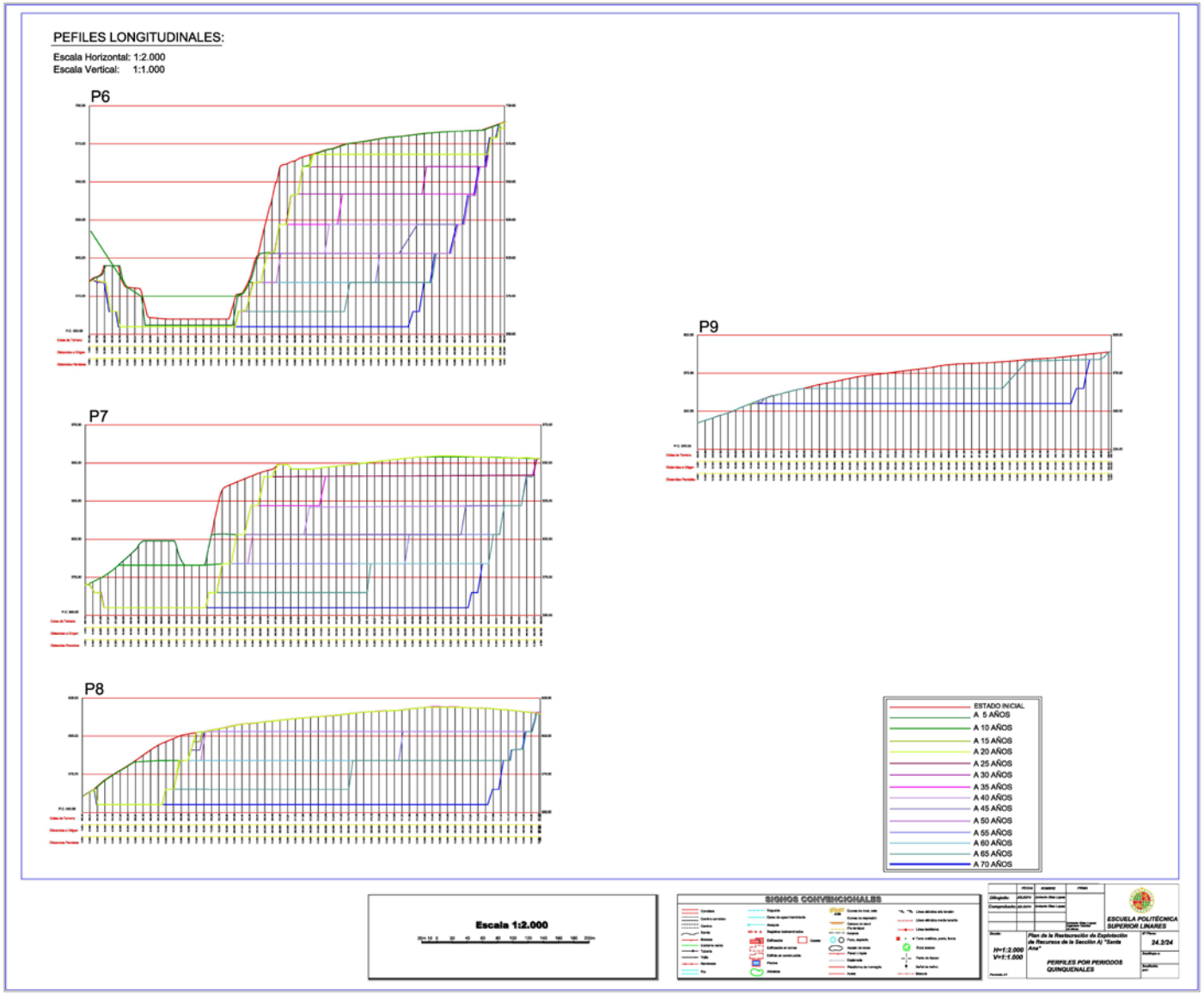
Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.



Planos.

Plan de Restauración de la Explotación de Recursos de la Sección A) “Santa Ana”.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

1.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INCLUIDAS EN EL PLIEGO.

1.1.- Objeto del Pliego.

En este Pliego se establecen las prescripciones técnicas particulares que habrán de regir para la ejecución de las obras del "PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN A) SANTA ANA".

1.2.- Situación.

El área de actuación se encuentra en la Sierra de la Cruz, en el Municipio de Estepa (Sevilla).

1.3.- Descripción de las obras.

El objeto final del presente documento técnico es devolver el terreno original a su uso primitivo, esto es forestal.

Para conseguir este objetivo final se han considerado una serie de trabajos específicos, que se nombran a continuación:

- Limpieza y retirada de zonas de acopio de estériles mineros e instalaciones de beneficio.
- Restauración de la cubierta vegetal.

2.- DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LOS MATERIALES Y A LAS OBRAS.

2.1.- Materiales en general.

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características indicadas en este Pliego y en los demás Cuadros de Precios y merecer la conformidad del Director de Obra, aún cuando su procedencia esté fijada en la relación de unidades.

El Director de Obra tiene la facultad de rechazar en cualquier momento, aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del Pliego, o que sean inadecuados para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán eliminarse de la obra dentro del plazo que señale su Director de Obra.

El Contratista notificará, con suficiente antelación al Director de Obra, la procedencia de los materiales, aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

La aceptación de una procedencia o cantera, no anula el derecho del Director de Obra a rechazar aquellos materiales que, a su juicio, no respondan a las consideraciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

2.2.- Análisis y ensayos para la aceptación de los materiales.

Con relación a cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir, en todo momento, aquellos ensayos o análisis que el Director de Obra juzgue necesarios realizar para comprobar la calidad, resistencia y restantes características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios y el enjuiciamiento e interpretación de dichos análisis, serán de la exclusiva competencia del Director de Obra. A la vista de los resultados obtenidos rechazará aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del presente Pliego.

Los gastos que se originen por la toma y transporte de muestras y para los ensayos y análisis de éstas y que sean ordenados por el Director de Obra, se abonarán por cuenta del contratista.

2.3.- Materiales no especificados en este pliego.

Los materiales que hayan de emplearse en las obras sin que se hayan especificado en este Pliego, no podrán ser utilizados sin

haber sido reconocidos previamente por el Director de Obra, quien podrá admitirlos o rechazarlos, según reúnan o no las condiciones que, a su juicio, sean exigibles y sin que el Contratista tenga derecho a reclamación alguna.

2.4.- Trabajos en general.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos adoptando la mejor técnica constructiva que se requiera para su ejecución y cumpliendo, para cada una de las distintas unidades, las disposiciones que se prescriben en este Pliego.

2.5.- Equipos mecánicos.

La empresa constructora deberá disponer de medios mecánicos con personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en este Proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo, deberán estar en todo momento, en perfectas condiciones de funcionamiento, y quedarán adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades en que deban utilizarse, no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del Director de Obra.

2.6.- Análisis y ensayos para el control de calidad de las obras.

El Contratista está obligado, en cualquier momento, a someter las obras ejecutadas o en ejecución, a los análisis y ensayos que en clase y número el Director de Obra juzgue necesario para el control de la obra o para comprobar la calidad, resistencia y restantes características.

El enjuiciamiento del resultado de los análisis y ensayos será de la exclusiva competencia del Director de Obra, que rechazará aquellas obras que considere no respondan, en su ejecución, a las normas del presente Pliego.

Los gastos que se originen por la toma y transportes de muestras y por los análisis y ensayos de éstas, serán abonados por cuenta del Contratista.

2.7.- Obras no incluidas o trabajos no especificados en el pliego.

Aquellas unidades de obra que no estuvieran incluidas o aquellos trabajos que no apareciesen especificados en el Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la experiencia cono reglas de buena construcción o ejecución, debiendo seguir el Contratista, escrupulosamente, las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra de la obra, según su inapelable juicio.

3.- REPLANTEO.

3.1.- Objeto.

La presente especificación cubre los requisitos necesarios para la ejecución de los replanteos de este Proyecto.

3.2.- Ejecución.

3.2.1.- General.

Antes del comienzo de las obras, la constructora realizará el replanteo general sobre el terreno, el cual comprenderá la determinación de los principales elementos incluidos en los planos de replanteo y nivelación; asimismo, se definirán los puntos fijos de nivel y las alineaciones necesarias para que con auxilio de los planos pueda la constructora ejecutar debidamente las obras.

Una vez ejecutado el replanteo, la Dirección de Obra dará su aprobación al mismo, redactando un Acta de replanteo que firmará junto con la constructora, siendo obligación de ésta la custodia y

reposición de las señales inamovibles y referencias que se establezcan en el replanteo. Los replanteos de detalle que se produzcan a lo largo de la obra y sean necesarios para su ejecución deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

La constructora comprobará los niveles del terreno y hará las observaciones que crea conveniente a la Dirección de Obra, en caso de aparecer discrepancias respecto a los planos que muestran el estado del terreno. Estas observaciones se harán necesariamente antes de comenzar las obras y deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra. Los planos con las observaciones servirán de base a efectos de medición y abono. Caso de que la constructora no hiciera las observaciones pertinentes a tales planos, se considerarán aceptados totalmente por su parte.

3.2.2.- Estacas de rasantes.

Todas las cotas exteriores del terreno y las de los pavimentos deben ser controladas por medio de estacas de rasante. Se emplearán estacas con un extremo pintado en donde sea necesario, para la comprobación de la rasante de las capas de relleno, sub-base y base.

4.- DESBROCE DEL TERRENO.

4.1.- Objeto.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, planta, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable a juicio de la Dirección de Obra. En cualquier caso se eliminará la capa vegetal en toda su profundidad.

4.2.- Ejecución de las Obras.

Su ejecución incluye las operaciones de remoción y retirada de los materiales objeto de desbroce.

Las operaciones de desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos, si los hubiese.

En los desmontes, todos los tocones y raíces mayores de 10 centímetros (10 cm.) de diámetro serán eliminados, hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la explanada.

Del terreno natural sobre el que ha de asentarse un relleno, se eliminarán todos los tocones o raíces con diámetro superior a diez centímetros (10 cm), de tal forma que no quede ninguno dentro del cimiento del relleno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material adecuado y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos, agujeros, que quedan por dentro de la explanación serán arreglados conforme a las instrucciones que al respecto dé la Dirección de Obra.

Los materiales procedentes de la operación de desbroce serán retirados y/o utilizados por la constructora, en la forma y lugar que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

En especial la capa de tierra vegetal removida, será acopiada en la forma y lugar que ordene la Dirección de Obra, a fin de utilizarla posteriormente en la ejecución de zonas verdes.

4.3.- Medición y abono.

Se realizará por metros cuadrados (m^2) medidos sobre perfiles, deducidos del plano topográfico aceptado. La constructora podrá sacar más perfiles de los que figuran en el Proyecto. Se incluye en el precio de esta unidad la carga, transporte, descarga a vertedero o lugar de empleo.

Se abonará a los precios indicados en la unidad correspondiente del Cuadro de Precios Unitarios.

5.- EXCAVACIÓN DE LA EXPLANADA.

5.1.- Objeto.

Consiste en un conjunto de operaciones para excavar, evacuar y nivelar las zonas que se indican en los planos correspondientes, hasta las cotas reflejadas en los planos de replanteo. Las operaciones incluyen la ejecución y refino de los taludes, así como el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo, aprobado por el Director de la Obra.

5.2.- Ejecución de las Obras.

5.2.1.- Generalidades.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se indicarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos y a lo que sobre el particular ordene el Director de Obra.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado, poniendo en peligro las construcciones colindantes, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

5.2.2.- Drenaje.

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje, y las cunetas y demás desagües necesarios se ejecutarán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

5.2.3.- Tierra Vegetal.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se acopiará, para su utilización posterior, en protección de taludes o superficies erosionables, donde ordene el Director de la obra. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

5.2.4.- Empleo de los Productos de Excavación.

Los materiales que se obtengan de la excavación, se utilizarán en la formación de rellenos, siempre que cumplan las condiciones exigidas para éstos. Los materiales sobrantes se acopiarán o transportarán a vertedero, según lo ordene el Director de Obra.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras, se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes o canalizaciones de agua que se realicen como defensa contra la posible erosión de las zonas vulnerables, o en cualquier otro uso que señale el Director de Obra.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse, a menos que la constructora prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso, podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, sí así lo autoriza el Director de Obra.

En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado, sin previa autorización del Director de Obra.

5.2.5.- Taludes.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final o instrucciones colindantes.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o bien porque sean ordenadas por el Director de Obra, dichos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, la constructora eliminará los materiales desprendidos o movidos, y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de Obra. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, la constructora será responsable de los daños ocasionados.

5.3.- Medición y Abono.

La excavación de la explanación se abonará por metros cúbicos (m^3) medidos sobre perfiles deducidos de los planos aceptados del estado del terreno al iniciar las obras, y de los planos de nivelación final. Se incluye la carga, transporte y descarga a depósito o lugar de empleo, así como refino de taludes y los agotamientos y entibaciones, si hubiera lugar.

El arreglo de los taludes que resulten inestables, se abonará al mismo precio unitario que la excavación.

Los excesos de excavación que, a juicio del Director de Obra sean evitables, no se medirán, quedando obligada la constructora a rellenar estas zonas con materiales aprobados hasta las cotas indicadas en los planos.

Se abonará a los precios indicados en la unidad correspondiente del Cuadro de Precios unitarios.

6.- APORTE Y EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL.

6.1.- Objeto.

Se define el aporte y extendido de tierra vegetal como la operación de situar una capa de tierra vegetal procedente de excavación en préstamos o de los acopios realizados.

Comprende las operaciones de:

- Acopio de la tierra cuando proceda.
- Carga de la tierra.
- Transporte hasta el lugar proyectado.
- Distribución o extendido en capa uniforme.

No comprende el escarificado previo del terreno de asiento, ni el rotobateado, despedregado y rastrillado necesario como trabajos preparatorios para las siembras.

6.2.- Materiales.

A efectos del presente Pliego, se considera indiferente la procedencia de la tierra vegetal, ya sean tierras de préstamo o de propios, considerando en todos los casos que la tierra está acopiada a pie de obra.

No obstante, si fuera necesario tomar tierras de préstamo, en este caso será indispensable la previa autorización del Facultativo.

La tierra vegetal se cuidará que sea, en cuanto a color, del mismo tono que la que exista en los cultivos circundantes.

6.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Se empleará la maquinaria propia de movimientos de tierras.

6.4.- Ejecución de las Obras.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

De forma general, se utilizan las tierras propias de obra acopiadas y conservadas adecuadamente.

Es fundamental el buen acopio de material. El acopio se lleva a cabo en los lugares elegidos, conforme a las siguientes

instrucciones: Se hace formando caballones o artesas, cuya altura se debe mantener alrededor del metro y medio (1,5) sin exceder de los dos metros (2).

Se debe evitar el paso de los camiones de descarga, o cualesquiera otros vehículos, por encima de la tierra apilada.

Se deben hacer ligeros ahondamientos en la capa superior de la artesa-acopio, para evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por erosión, facilitando al mismo tiempo los tratamientos que hubieren de darse.

Si estuviera previsto un acopio, se considera obligado un abonado mineral y una enmienda orgánica de la tierra, que podrá efectuarse durante el vertido o modelado. Los abonos minerales poco solubles se agregarán después del modelado, empleando siempre tractores agrícolas para el laboreo.

La conservación que habrá de efectuarse cuando el acopio vaya a permanecer largo tiempo, consiste en restañar las erosiones producidas por la lluvia y mantener cubierto el caballón con plantas vivas, leguminosas preferentemente por su capacidad de fijar el nitrógeno.

Previo al extendido de la tierra vegetal, es necesario proceder a la descompactación de las superficies por donde ha circulado la maquinaria, ya que el peso de ésta habrá dado lugar a una compactación de los materiales que impedirá el desarrollo y penetración de las raíces de las plantas.

Por ello, las superficies sobre las que se extenderá la tierra vegetal, en caso de así indicarlo el Director de la Obra, se deben escarificar ligeramente con anterioridad, a mano o mecánicamente.

La carga y la distribución de la tierra se deben hacer generalmente con una pala cargadora y camiones basculantes, que dejan la tierra en la parte superior de las zonas de actuación, en el caso de extendido mecánico, siendo manual el reparto en el resto de los casos.

Lo mismo que para el acopio, se debe evitar el paso sobre la tierra de maquinaria pesada que pueda ocasionar su compactación, especialmente si la tierra está húmeda, por lo que tal extendido debe realizarse con conducción marcha atrás.

Cuando la pendiente no permita que la tierra vegetal se sostenga por sí misma, se tendrá que recurrir a técnicas especiales como la que se describe a continuación. En los taludes de gran pendiente o de gran dimensión transversal, se excavarán pequeñas zanjas de quince por quince centímetros de sección a la distancia de un metro aproximadamente, para evitar el corrimiento de la tierra extendida.

No hay que olvidar que la siembra inmediata al extendido de tierras vegetales garantiza la sujeción del talud al fijar su superficie y evitar escorrentías y cambios de perfil, así como los arrastres por aguas superficiales.

Del uso indebido de tierras o cualquier infracción a lo dispuesto en los anteriores párrafos será único responsable el Constructor.

6.5.- Medición y Abono.

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) realmente extendidos tal como se indica en el Apartado 4, Ejecución de las obras.

7.- ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS.

7.1.- Objeto.

Esta unidad consiste en la extensión por vertido de un conjunto, en general en forma de manto o repié, de piedras relativamente grandes procedentes de excavaciones en roca, sobre un talud preparado, formando una capa compacta, bien graduada y con un mínimo de huecos.

Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo de la escollera.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye la escollera.

- Vertido y colocación del material.

7.2.- Materiales.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

7.2.1.- Materiales para escollera.

Procedencia.

Los materiales pétreos a emplear procederán de la excavación de la explanación, también podrán proceder de préstamos. En cualquier caso, las piedras a utilizar deberán tener la superficie rugosa. No se admitirán piedras o bloques redondeados, salvo indicación en contra del Proyecto y tan sólo cuando la misión de la escollera sea la protección del talud frente a la meteorización.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Calidad de la roca.

En general serán adecuadas para escollera las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable, compactas y estables químicamente frente a la acción de los agentes externos, y en particular frente al agua.

Se consideran rocas estables aquellas que según NLT 255 sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad según NLT 260 para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

La densidad aparente seca mínima de la piedra será de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m3).

La absorción de agua según UNE 83134 será inferior al dos por ciento (2%).

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar materiales para escollera cuando así lo aconseje la experiencia local.

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

Granulometría.

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera podrá variar entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg). Además la cantidad de piedras de peso inferior a cien kilogramos (100 kg), será menor del veinticinco por ciento (25%) en peso.

Las condiciones anteriores corresponden al material colocado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción.

El Proyecto o, en su defecto el Director de las Obras, podrá admitir tamaños máximos superiores.

Forma de las partículas.

El contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

- $(L + G) / 2 \geq 3E$, Donde:
    - L (longitud) = Separación máxima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque.
    - G (grosor) = Diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar el bloque.
    - E (espesor) = Separación mínima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque.

Los valores de L, G y E, se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres (3) direcciones perpendiculares entre sí.

Cuando el contenido en peso de partículas de forma inadecuada sea igual o superior al treinta por ciento (30%) sólo se

podrá utilizar este material cuando se realice un estudio especial, firmado por técnico competente y aprobado por el Director de las Obras, que garantice un comportamiento aceptable.

7.3.- Ejecución de las obras.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las zanjas de cimentación y demás excavaciones necesarias deberán realizarse por el Contratista de acuerdo con el Proyecto y las prescripciones del Director de las Obras.

Los taludes a ser protegidos por la escollera deberán presentar una superficie regular, y estar libres de materiales blandos, restos vegetales y otros materiales indeseados.

No se admitirán procedimientos de puesta en obra que provoquen segregaciones en la escollera, ni daño al talud.

El frente de la escollera será uniforme y carecerá de lomos o depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto de la superficie general.

7.4.- Medición y abono.

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre plano de obra ejecutada.

8.- DRENES PLUVIALES Y ESTRUCTURAS DE DRENAJE.

8.1.- Objeto.

El trabajo consiste en el suministro a toda dirección, inspección, supervisión, mano de obra, elementos auxiliares, equipo y materiales, y en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la construcción de drenes para pluviales,

estructuras de drenaje y todas las instalaciones anejas, todo ello completo, de estricto acuerdo con este Pliego de Condiciones y planos correspondientes y sujeto a las cláusulas y condiciones del Contrato.

Los drenes de pluviales y estructuras de drenaje se construirán con los materiales especificados en los planos aplicables en esta sección y se colocarán exactamente a las pendientes indicadas en planos. Cada sección de tubería descansará sobre su lecho en toda la longitud de su cuerpo; se excavarán los relojes necesarios para los enchufes y uniones. La tubería será del tipo, diámetro y espesor señalados en los planos. Cualquier tubería que después de colocada tenga alterada su pendiente o uniones, deberá ser levantada y colocada de nuevo. En ningún caso se tenderá la tubería sobre agua, ni se colocará cuando las condiciones de la zanja o meteorológicas no sean adecuadas para este trabajo, a no ser que se cuente con el permiso del Director de Obra. Cualquier tramo de la tubería ya colocada, que sea defectuosa o esté deteriorado se levantará y colocará de nuevo o bien se sustituirá, según se ordene, a expensas de la constructora.

8.2.- Normas Aplicables.

Además de lo escrito en estas especificaciones, se cumplirá lo indicado en la Instrucción para el Proyecto de Obras de Hormigón, en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos, las Normas de Abastecimiento y saneamiento de la Dirección General de Obras Hidráulicas, así como lo indicado en los Planos.

8.3.- Materiales para Drenaje de Pluviales.

8.3.1.- Hormigón para cunetas y estructuras.

El hormigón que se use para la construcción de cunetas, arquetas de recogida, pozos de registro y demás estructuras de

drenaje se ajustará a los requisitos de la Especificación CA-E-10.200 "Trabajos de Hormigón".

8.4.- Ejecución.

8.4.1.- Excavaciones y rellenos.

Se ajustarán a lo indicado en la Especificación CA-E-10.010.

8.4.2.- Lechos de asiento

Cimiento para cunetas de hormigón

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento de la cuneta, se procederá a la ejecución del cimiento correspondiente, que se realizará con hormigón del tipo que se indique en los Planos.

8.4.3.- Cunetas de hormigón.

Una vez ejecutado el cimiento correspondiente, se procederá a la colocación de las piezas prefabricadas, perfectamente alineadas y con la cara superior de la solera a las cotas previstas en las rasantes respectivas.

Las juntas de asiento, así como las verticales, deberán recibirse mediante mortero de cemento de consistencia adecuada, compuesto de una parte de cemento Portland y dos de arena como máximo.

8.4.4.- Pozos de registro y de recogida de agua, boquillas de remate y otras estructuras de drenaje.

Los pozos de registro y de recogida de agua, boquillas de remate y otras estructuras de drenaje se construirán de hormigón en masa o armado, de acuerdo con los planos correspondientes. Los muros y las bases de las estructuras se trabarán entre si de una manera adecuada para asegurar una construcción estanca.

Los tubos, pates y todos los encastres metálicos se colocarán y asegurarán en su posición antes de verter el hormigón.

Los tubos de boca de entrada y salida se prolongarán a través de los muros de las estructuras en una distancia suficiente para permitir las conexiones que se cortarán a ras de muro en las superficies interiores a menos que se ordene otra cosa. Todas las piezas de fundición, bastidores y accesorios se colocarán en las posiciones indicadas en los planos y se instalarán exactamente al nivel y elevación correcta. Cuando los bastidores y accesorios se hayan de colocar en hormigón o mortero de cemento, todos los anclajes y pernos se colocarán en su sitio antes de verter el hormigón. Cuando los bastidores, previamente construida la superficie del soporte de la fábrica se alineará y enrasará con exactitud de modo que presente una superficie de soporte de sustentación uniforme con el fin de que la cara o respaldo del bastidor o accesorio instalado quede en contacto con la fábrica. Todas las unidades instaladas habrán de quedar firmes y seguras.

8.5.- Medición y Abono.

8.5.1.- Cunetas de hormigón.

Se medirán y abonarán por metros lineales (ml) del tipo correspondiente, medidos sobre planos. En el precio se incluye el coste de todas las operaciones de instalación y ejecución de juntas.

8.5.2.- Pozos y otras estructuras de drenaje.

Se medirán y abonarán por unidades completas de cada tipo totalmente construidas de acuerdo con los detalles de los planos.

9.- GEOTEXTILES COMO CAPA DE PROTECCIÓN.

9.1.- Definición.

Los geotextiles a utilizar serán no tejidos de filamentos continuos agujados de 100% polipropileno. No se admitirán otras materias primas ni materiales reciclados.

La función de estos geotextiles es proteger a la geomembrana de una posible perforación. Por otro lado, ejercerán la función de separación y filtro de material granular o bien de georred de drenaje, favoreciendo el drenaje adecuado de las aguas de infiltración.

El ancho de los rollos será el máximo posible para minimizar el número de uniones.

9.2.- Características técnicas de los materiales

El geotextil deberá cumplir los requerimientos de la Norma Europea EN 13257 “Geotextiles y productos relacionados: Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos”.

Las características de los geotextiles de separación y filtro en capas de drenaje serán:

PROPIEDAD	NORMA	VALOR
Resistencia a la perforación CBR	(EN ISO 12236)	1500 N
Resistencia a tracción MD CD	(EN ISO 10319)	9,5 kN/m 9,5 kN/m
Alargamiento en rotura MD CD	(EN ISO 10319)	80 % 70 %
Perforación por caída libre de cono (diámetro)	(EN 918)	30 mm
Abertura eficaz de poros $O_{90,w}$	(EN ISO 12956)	0,105 mm
Permeabilidad vertical	(EN ISO 11058)	0,115 m/s
Permeabilidad en plano	(EN ISO 12958)	$10*10^{-7}$ m²/s

Cuadro 78.- Características de los geotextiles de separación y filtro.

Las características de durabilidad de los geotextiles de de separación y filtro en capas de drenaje serán:

- El geotextil deberá ser cubierto dentro de 2 semanas desde su instalación tras haber pasado el ensayo de EN 12224 Resistencia a la intemperie.
- Durabilidad prevista de mínimo 25 años en suelos naturales con pH < 4 y pH > 9 para Tª del suelo > 25ºC, habiendo pasado los ensayos EN 14030 Resistencia a líquidos y EN 12225 resistencia microbiológica.
- Durabilidad prevista de mínimo 120 años (Tª = 15ºC), habiendo pasado el ensayo de oxidación ENV ISO 13438.

Las características de los geotextiles de protección de geomembrana serán:

PROPIEDAD	NORMA	VALOR
Resistencia a la perforación CBR	(EN ISO 12236)	4250 N
Resistencia a tracción MD CD	(EN ISO 10319)	28 kN/m 28 kN/m
Alargamiento en rotura MD CD	(EN ISO 10319)	80 % 70 %
Perforación por caída libre de cono (diámetro)	(EN 918)	14 mm
Eficiencia de la protección	(EN 13719)	16000 kN/m^2
Permeabilidad en plano	(EN ISO 12958)	6,2*10^{-6} m²/s

Cuadro 79.- Características de los geotextiles de protección.

Las características de durabilidad de los geotextiles de protección serán:

- El geotextil deberá ser cubierto dentro de 4 semanas desde su instalación tras haber pasado el ensayo de EN 12224 Resistencia a la intemperie.
- Durabilidad prevista de mínimo 25 años en suelos naturales con pH < 4 y pH > 9 para Tª del suelo > 25ºC, habiendo pasado los ensayos EN 14030 Resistencia a líquidos y EN 12225 resistencia microbiológica.

- Durabilidad prevista de mínimo 120 años (Tª = 15ºC), habiendo pasado el ensayo de oxidación ENV ISO 13438.

9.3.- Documentación de control de calidad

Previamente al inicio de la instalación, el productor deberá proporcionar, bajo petición, la siguiente información:

Composición del producto incluyendo polímero de base, negro de humo y aditivos si los tuvieran, etc...

Certificados de control de calidad interno incluyendo rollos por lote, numeración, normas de ensayo y resultado como mínimo de las siguientes propiedades mecánicas (incluyendo la masa por unidad de área como parámetro meramente de identificación):

- Resistencia a tracción en ambas direcciones
- Alargamiento en rotura en ambas direcciones
- Resistencia a la perforación CBR
- Perforación por caída libre de cono (diámetro)

La identificación de cada rollo incluirá información sobre el nombre del fabricante, identificación del producto, número y dimensiones de cada rollo.

El geotextil se recibirá con el obligatorio marcado CE, bien identificado siguiendo la norma EN ISO 10320: 1999 Identificación in situ para geotextiles. Se controlará que el nombre y tipo de producto estén impresos y fácilmente legibles sobre el geotextil en intervalos máximos de 5 m. Las marcas no se deben borrar durante la instalación para poder controlarlo en esta fase.

La empresa constructora exigirá al proveedor antes de su aprobación por la Dirección Facultativa el certificado de Marcado CE del geotextil, obligatorio en todos los países de la Unión Europea en cumplimiento con la Directiva Europea de Productos de la Construcción, así como el documento con la relación de productos con Marcado CE extendido por el Organismo Notificador al productor. Así mismo se exigirá también un certificado de una institución independiente y externa al productor que corrobore las

propiedades técnicas declaradas por el fabricante en el certificado CE del geotextil.

El proveedor deberá presentar el certificado ISO 9001 y el certificado IQNet del productor del geotextil que aseguren la trazabilidad del proceso de fabricación.

Para garantizar las propiedades de durabilidad, el productor del geotextil deberá además presentar un Certificado de Conformidad de la Producción realizado por un organismo reconocido, independiente y externo al productor, el cual certifique que el geotextil sea de filamento continuo producido con granza de polipropileno 100% virgen.

9.4.- Instalación de geotextiles

Despliegue de geotextiles

Durante el almacenamiento de los rollos, se cuidará su protección con envueltas opacas y aislantes de lluvia. Las envueltas no deben retirarse hasta la instalación del material.

Tras el transporte de los rollos, las operaciones de despliegue deberán realizarse de la siguiente manera:

En taludes se anclarán convenientemente los paneles para desplegarlos después pendiente abajo, de manera que se mantenga en tensión continuamente el material. En cuanto al sentido de instalación, la dirección de máxima pendiente del talud coincidirá con el sentido longitudinal de los paneles (dirección de fabricación).

En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado con sacos o neumáticos, los cuales se retirarán cuando el material quede definitivamente instalado.

El corte de paneles se realizará con herramientas adecuadas, que no dañen el material subyacente, especialmente si éste es geomembrana.

Durante la instalación se eliminará cualquier material que pueda quedar atrapado en la interfase entre el geotextil y el material adyacente, para evitar punzonamientos.

Tras la instalación se hará una inspección final para repara posibles desperfectos si los hubiera.

9.5.- Procedimientos de soldadura y unión

Dos paneles de geotextil a soldar deben ser solapados, previamente a su soldadura al menos 10cm. Caso de tener una base de apoyo en buen estado, bastaría con solapar al menos 30 cm sin necesidad de soldadura.

Si se sueldan los solapes, se pueden hacer por flama de gas o por aire caliente. Se deberá tener especial cuidado en no quemar el geotextil y dañar los materiales adyacentes. La distancia de la flama al geotextil dependerá de la velocidad de avance y de la intensidad de calor.

En general no se realizarán soldaduras horizontales continuas en taludes salvo en parches u otros casos excepcionales autorizados.

9.6.- Medición y abono

El geotextil se abonará por metros cuadrados realmente cubiertos, según el precio correspondiente del Cuadro de Precios Nº 1.

El precio incluye el material, solapes, recortes y los elementos auxiliares necesarios para la perfecta colocación.

Esta labor debe consistir en la descarga y colocación de geotextiles como capa de protección de geomembranas sintéticas impermeables, como se muestra en las figuras.

10.- TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE. DESBROCE MECANIZADO POR LABOREO.

10.1.- Concepto.

Labores de tratamiento de la vegetación mediante el paso de un apero agrícola o forestal de tipo arado o grada de discos, que corta, alza y tritura total o parcialmente la vegetación.

10.2.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Se utilizarán tractores agrícolas de más de 50 CV, o tractores forestales de más de 75 CV, que arrastren arados o gradas. Aunque puede realizarse de forma simultánea a la preparación del terreno, cuando se trabaja en terrenos de vocación agrícola, lo más frecuente es realizarlo mediante gradas de monte sobre terrenos de naturaleza forestal.

Las gradas de monte son aperos forestales constituidos por un bastidor con un sistema de discos múltiples rotativos, y de peso que puede llegar a las 2 toneladas. Se trata de aperos muy sólidos que actúan por acción del propio peso, y del avance de los discos, llegando a disponer en algunos casos de un sistema de vibrado.

10.3.- Ejecución.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

El tractor arrastrando el apero se desplaza según curvas de nivel, actuando a hecho o por fajas. El primer caso es más propio de terrenos agrícolas cubiertos por vegetación herbácea o de bajo porte, y el segundo más adecuado para terrenos forestales ocupados por vegetación de tipo medio (por ejemplo, Cistus spp.). Debe preverse los lugares de acceso y vuelta de los tractores, reduciendo al mínimo los desplazamientos según líneas de máxima pendiente.

Los rendimientos varían mucho según el tipo de tractor y anchura del apero, oscilando entre 4 y 8 horas por hectárea.

10.4.- Medición y abono.

Esta unidad de obra se medirá y abonará por hectáreas (ha) realmente ejecutadas tal como se indica en el Apartado 3, Ejecución de las obras.

11.- PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN MECANIZADA DEL SUELO. PREPARACIONES AREALES.

11.1.- Concepto.

Este tipo de actuaciones sólo pueden realizarse cuando la pendiente del terreno es inferior a un 15% debido a los problemas de erosión que pueden acarrear. Estos métodos, básicamente, o son preparaciones lineales en donde las distancias entre las diferentes estructuras es nula (acaballonados o subsolados plenos) o son laboreos. Por tanto se pueden diferenciar los siguientes grupos:

- Laboreos: son realizados con tractores agrícolas con aperos propios del mismo como pueden ser arados de vertedera o las gradas de discos. Suponen, por tanto, una inversión de los horizontes superficiales del suelo.
- Subsolados: se consigue mediante la preparación del terreno con subsoladores de modo que las distintas líneas de subsolado sean muy próximas.
- Acaballonados: en estos métodos los caballones están muy próximos.

En esta ocasión, los procedimientos elegidos, y por tanto los que se describen a continuación, para preparar el suelo de forma areal es el laboreo ligero.

11.2.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Pueden utilizarse tractores de ruedas o de cadenas de potencia superior a 50 CV, y con aperos de diferente naturaleza. En general, se recurre a arados agrícolas de 2 o más vertederas o incluso arados de discos.

Para el pase de rulo, previo a la ejecución de las siembras a voleo convencional, se empleará un rulo de tipo Cambridge.

11.3.- Ejecución.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

Esta operación consistirá en la preparación mecanizada areal para la forestación mediante el laboreo de la superficie del suelo con equipo y técnicas agrícolas.

Se tratarán de labores de naturaleza agrícola, en la cual el tractor arará a hecho la superficie del terreno (laboreo pleno) mediante besanas paralelas contiguas. El rendimiento y rapidez de los tractores deberán ser muy buenas dado los escasos tiempos muertos, y las características de los terrenos que se preparan mediante laboreo.

En antiguos terrenos de pastizal puede ser más conveniente dejar fajas anchas sin labrar realizando sólo preparaciones lineales donde se introduce la plantación.

Los rendimientos deberán ser muy altos, estando entre 3-5 horas/ha.

Cuando el laboreo se realice previo a las siembras a voleo convencional, se precederá también a la realización de un pase de rulo. Estas dos labores se ejecutarán simultáneamente a fin de lograr una mayor economía. Para ello se enganchará un rulo de Cambridge a continuación de la grada de discos, púas, cuchillas, etc., que se utilice en el gradeo. Éste tiene por objeto proseguir con la eliminación de la vegetación espontánea y al mismo tiempo el desmenuzar el suelo a fin de que quede en condiciones apropiadas para la recepción de la semilla. Con el apisonado se evitará en gran parte la pérdida por lavado de las sustancias solubles y se dificulta el rebrote de la vegetación espontánea. Estas labores se llevarán a cabo en los meses de Mayo-Junio.

11.4.- Medición y abono.

El laboreo ligero se medirá y abonará por hectárea (ha) realmente ejecutados tal como se indica en el Apartado 3, Ejecución de las obras.

De igual forma, el pase de rulo en pastizales se medirá y abonará por hectárea (ha) realizada según las especificaciones que se dan en el Apartado 3, Ejecución de las obras.

12.- EXTENDIDO DE ABONOS Y FERTILIZANTES.

12.1.- Concepto.

Se define como incorporación de materia orgánica como abono o enmienda la aportación al suelo de cualquier tipo de substancias o materiales que aporten humus y/o modifiquen su textura o su estructura, es decir, que mejoran las condiciones físicas/químicas del suelo.

Las formas habituales son: Estiércol, mantillo, lodos compostados de depuradoras de aguas residuales, las turbas, el compost o las cortezas compostadas.

Se define la enmienda caliza como la aportación de cualquier tipo de substancia o material al suelo que eleve su pH a fin de hacerlo más apto para el desarrollo vegetal.

Se define el abonado inorgánico como la aportación al suelo de cualquier tipo de abonos minerales que mejoran las condiciones químicas del suelo.

Comprenden las operaciones de:

- Suministro.
- Carga del material.
- Transporte hasta el lugar proyectado.
- Distribución o extendido de forma uniforme y mezcla con el terreno.

Se puede realizar mecánica y manualmente.

Su aportación se hará previa autorización escrita de la Dirección de Obra.

12.2.- Materiales.

La formulación y dosis de fertilizante químico a utilizar, será establecida dependiendo de las condiciones físico-químicas del suelo y estado vegetativo del césped o de la pradera.

Los materiales deben cumplir lo indicado en el artículo correspondiente de este Pliego.

La utilización de abonos distintos a los reseñados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares sólo podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Todos los abonos y enmiendas de materia orgánica estarán razonablemente exentos de elementos extraños y singularmente de semillas de malas hierbas. Es aconsejable en esta línea el empleo de productos elaborados industrialmente.

Se evitará en todo caso el empleo de estiércoles pajizos o poco hechos.

Las enmiendas húmicas se harán con los mismos materiales reseñados entre los abonos orgánicos y con turba.

Los lodos y otros compost deberán estar perfectamente libres de gérmenes y metales pesados.

La época de aplicación de los abonos orgánicos es en general en invierno.

Compost

El material a emplear para la realización de la enmienda orgánica es compost. El compost es un producto que se obtiene por fermentación aeróbica de residuos orgánicos, cuyo objetivo a la hora de incorporarlo al suelo, es la de producir humus, mediante una serie de transformaciones bioquímicas.

El compost a utilizar para realizar la enmienda orgánica deberá cumplir los siguientes valores de contenido mínimo en elementos fertilizantes (% sobre peso total):

Elemento fertilizante	Cantidad
Nitrógeno total	2%
Materia orgánica total (% sobre materia seca)	25%
Potasio total (K_2O)	2.500-6.500 ppm
Humedad máxima	40%

Relación C/N	entre 10 y 20
Fósforo total (P_2O_5)	1% (nivel máximo)

Cuadro 80.- Características del compost.

Es importante destacar que el contenido máximo en fosfato no puede ser superior al 1% (sobre el peso total), para evitar su incompatibilidad con el arsénico.

En cuanto a las propiedades físicas del compost a utilizar se tendrá en cuenta que:

- Para cada muestra, el 90% de las partículas del producto pasará por la malla de 25 mm.
- El tamaño de las partículas de materiales plásticos y otros inertes, eventualmente presentes, no superarán los 10 mm y representará menos del 1% del producto total.
- El compost deberá estar exento de organismos nocivos citados en el Real Decreto 2071/1993, de 26 de noviembre, así como de semillas de malas hierbas.

Se procederá a certificar los contenidos en metales pesados aportados por este tipo de enmienda orgánica, siendo los contenidos máximos permitidos, expresados en mg/kg de materia seca:

Elemento fertilizante	Cantidad
Cadmio (Cd)	10 mg/kg materia seca
Cobre (Cu)	450 mg/kg materia seca
Níquel (Ni)	120 mg/kg materia seca
Plomo (Pb)	300 mg/kg materia seca
Zinc (Zn)	1.100 mg/kg materia seca
Mercurio (Hg)	7 mg/kg materia seca
Cromo (Cr)	400 mg/kg materia seca

Cuadro 81.- Contenido máximo en metales pesados.

Se deberán indicar las materias primas de procedencia del producto así como el pH del mismo.

En cualquier caso el producto a emplear deberá cumplir la Orden de 2 de noviembre de 1999, por la que se modifica la Orden de 28 de mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. También serán exigibles los requisitos exigidos a los lodos de depuradoras por el Real Decreto de 29 de octubre de 1990, nº 1310/1990 de Agricultura.

Fertilizantes inorgánicos

- Nombre técnico: Nitrato amónico cálcico 27 % N (conteniendo magnesio) - ABONO CE.
- Aspecto: Sólido "granulado" de color marrón / rosa o "perlado" de color ocre, inodoro, higroscópico (debe evitarse su exposición a la atmósfera para prevenir la absorción de humedad).
- Características representativas:

N - Nitrogeno			Otros
N Total (%)	N Amoniacal (%)	N Nitrico (%)	MgO (Oxido de magnesio)Total
27%	13.5%	13.5%	3.5%

Cuadro 82.- Características representativas de los fertilizantes inorgánicos.

- Consejos prácticos de manipulación:
  - Almacenaje: En recintos cerrados, bien ventilados y con ambiente seco, donde la temperatura no debe ser elevada.- El producto debe mantenerse aislado, fuera de la luz solar, lejos de fuentes de calor y materiales combustibles.- En el campo no debe almacenarse cerca de heno, paja, gasóleo, etc. A granel la altura de los montones no superará los 6 metros, tapándose el producto.- Envasado y paletizado las pilas no serán superiores a 24 sacos (3 alturas).
  - Transporte: Cualquier tipo de transporte, pues no es considerada mercancía peligrosa.
  - Seguridad: No clasificado como mercancía peligrosa.
- Usos más frecuentes: Por su contenido en nitrógeno está especialmente indicado para cualquier tipo de cultivos que precisen disponer de N. de absorción inmediata (50 % nítrico) y

de N. de absorción más lenta (50 % amoniacal).- Como consecuencia de la nitrificación el ión amonio pasa inicialmente a nitrito y después a nitrato por la acción de las bacterias nitrificantes, de forma más o menos rápida, en función de la fauna del suelo, aireación, humedad, temperatura y pH.- Suelos con poca materia orgánica, húmedos o muy secos, poco mullidos o con temperaturas frías son poco favorables a la nitrificación. El producto aporta magnesio, esencial para la fotosíntesis, lo que hay que tener muy presente en suelos ligeros, pobres en materia orgánica, en los que puede escasear, y para cultivos exigentes en este elemento como cítricos, frutales, hortícolas, maíz, etc.

- Época de aplicación: A lo largo del ciclo del cultivo, en aplicaciones de cobertera, cerca de los momentos de máximas necesidades de N. por las plantas.
- Forma de aplicación: Sobre la superficie del terreno, homogéneamente repartido. No precisa ser enterrado por ser un abono muy soluble, ya que basta una precipitación moderada o un riego para situarlo al alcance de las raíces.
- Dosificación: Las dosis que se recomiendan, en función de la producción esperada, son orientativas, pues dependen del abonado de fondo/sementera, de las condiciones específicas de suelo y clima, de los aportes de materia orgánica y de las técnicas culturales empleadas.

- Características Químicas:

Fábrica de procedencia	N - Nitrógeno			Otros	
	N Total (%)	N Amoniacal (%)	N Nítrico (%)	MgO (oxido de magnesio)Total	CaO (oxido de calcio)Total
Avilés	27%	13,5%	13,5%	3,5%	7,5%
Puertollano	27%	13,5%	13,5%	3%	7%
Sagunto	27%	13,5%	13,5%	3%	9,1%

Cuadro 83.- Características químicas de los fertilizantes inorgánicos.

12.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

La maquinaria será la adecuada para cada trabajo, siendo esta la incluida en los presupuestos.

Para los trabajos realizados manualmente se exigirá que los aperos estén en perfecto estado para el normal desarrollo de la actividad.

12.4.- Ejecución.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

Enmienda orgánica

La enmienda se realizará con compost de bajo contenido en metales.

El reparto del compost en el tajo se realizará con tractor de ruedas de 71/100 CV y remolque distribuidor, con un rendimiento aproximado, en terrenos llanos, de 12-15 toneladas por hora de trabajo en equipo.

A continuación se realizará un pase de grada ligera con tractor de 51/70 CV por toda la superficie con objeto de incorporar el compost al suelo. La profundidad en este tipo de labor, será hasta los 20 cm primeros de suelo.

La época de distribución será en otoño, previa a los trabajos de repoblación.

Fertilizantes inorgánicos

Se suele repartir superficialmente el fertilizante, ya sea a mano o por medio de abonadora.

La aplicación superficial entraña una serie de inconvenientes, entre los que se pueden destacar: fuerte estímulo de las malas hierbas, que terminan haciendo una fuerte competencia a las especies establecidas en el consumo de agua y nutrientes y también en la absorción de luz, y a que algunas veces terminan ahogando la plantación; las pérdidas de fertilizantes por arrastre de la lluvia igualmente pueden ser de consideración; la asimilación de los nutrientes poco móviles, como el potasio y, sobre todo, el fósforo es deficiente, agravándose este hecho por posibles fenómenos de fijación irreversible de estos elementos en el suelo.

Por ello es preferible su aplicación incorporándolos a la tierra y mezclándose para luego ser extendida o bien con una labor.

Un aporte de nitrógeno entre finales de invierno y principios de primavera siempre es concebible como una mejora tendente a maximizar el primer brote de la hierba.

Al mismo tiempo que se siembra se puede aplicar un abonado para favorecer el desarrollo inicial de los brotes.

Los amoniacales e hidrosolubles se aplicarán con un mes de anticipación.

Los solubles inmediatamente o simultáneamente con la siembra.

Respecto al fósforo, conviene recordar que conforme nos acercamos a la acidez, la solubilidad de todos ellos aumenta por lo que habrá que tener en cuenta aquélla antes de abonar por llegar a inmovilizarse.

El fosfato se mueve lentamente en el suelo, luego conviene aplicarlo en el mismo suelo, a la altura de la rizosfera, no en cobertera. En la implantación de hierba se hará con una rastra.

Es recomendable aplicar los hidrosolubles e insolubles en invierno.

Es recomendable aplicar los solubles en primavera cuando se vaya a producir el rebrote o una vez producido.

Lo ideal es aplicar el abono en dos mitades, invierno (con hidrosolubles e insolubles) y primavera (con solubles), pero encarece la operación.

12.5.- Medición y abono.

Enmienda orgánica

Enmienda orgánica con compost

Esta unidad de obra se medirá y abonará por tonelada (t) de compost transportada a tajo, distribuida en el mismo y repartida por la superficie de actuación tal como se indica en el Apartado 4., Ejecución de las obras.

Pase de grada ligera

Esta unidad de obra se medirá y abonará por hectárea (ha) tratada tal como se indica en el Apartado 4., Ejecución de las obras.

Fertilizantes inorgánicos

Esta unidad de obra se medirá y abonará por hectárea (ha) tratada tal como se indica en el Apartado 4., Ejecución de las obras.

13.- APLICACIÓN DE PRODUCTO HERBICIDA.

13.1.- Concepto.

Consiste en la eliminación de la vegetación no deseada mediante el empleo de fitotóxicos, que matan la parte aérea o la totalidad de las plantas.

En esta unidad de obra se incluye:

- Pulverizador.
- Mezcla y carga de producto fitosanitario.
- Distribución de producto fitosanitario con hidráulico.

13.2.- Materiales.

- Composición: TRICLOPIR 24% (ESTER BUTOXIETÍLICO) + CLOPIRALIDA 6% [EC] P/V.
- Tipo de preparado: CONCENTRADO EMULSIONABLE [EC].
- Tipo de envase: Botes de polietileno teraftalato de 100 y 250 ml., botellas del mismo material de 1 l. y garrafas del mismo material de 5 l.
- Tipo de función: Fitorregulador, Herbicida.
- Ámbitos de utilización: Praderas.

Usos autorizados:

Cultivo/Especie	*Plaga/Efecto*	*Dosis*	*P.S.*
(1) Prados de Gramíneas	DICOTILEDONEAS ANUALES	2-4 l/ha	15
(2) Prados de Gramíneas	DICOTILEDONEAS VIVACES	2-4 l/ha	15
(3) Prados de Gramíneas	MALEZAS LEÑOSAS	0,75-1 %	15
(4) Recintos industriales	DICOTILEDONEAS ANUALES	0,75-1 %	NP
(5) Recintos industriales	DICOTILEDONEAS VIVACES	0,75-1 %	NP
(6) Recintos industriales	MALEZAS LEÑOSAS	0,75-1 %	NP
(7) Redes de servicios	DICOTILEDONEAS ANUALES	0,75-1 %	NP
(8) Redes de servicios	DICOTILEDONEAS VIVACES	0,75-1 %	NP
(9) Redes de servicios	MALEZAS LEÑOSAS	0,75-1 %	NP
(10) Redes viarias	DICOTILEDONEAS VIVACES	0,75-1 %	NP
(11) Redes viarias	MALAS HIERBAS VIVACES	0,75-1 %	NP
(12) Redes viarias	MALEZAS LEÑOSAS	0,75-1 %	NP

P.S.: Plazo de seguridad (días)

Cuadro 84.- Usos autorizados para los herbicidas.

Condicionantes fitoterapeúticos:

- Generales: Aplicar preferiblemente cuando las malas hierbas a controlar se encuentren en crecimiento activo. No aplicar con temperaturas superiores a 25º C, ni con vientos que puedan provocar derivas a cultivos próximos sensibles a herbicidas hormonales.
- Específicos: (1), (2), (3) Aplicar en pulverización normal con gasto de unos 400 l/ha. de agua. No aplicar cuando se quiera respetar trébol u otras leguminosas (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) Aplicar mediante pulverización dirigida sobre la parte aérea.

Condicionamientos preventivos de riesgos:

- Mitigación de riesgos medioambientales:
- Mamíferos: B Mediana peligrosidad para mamíferos
- Aves: B Mediana peligrosidad para aves

- Peces: B Mediana peligrosidad para peces
- Abejas: Compatible con abejas

Restricciones por clases de usuarios:

Uso reservado a agricultores y aplicadores profesionales.

Envases:

Es obligatorio enjuagar enérgicamente tres veces, o mediante dispositivo de presión, cada envase de producto que se vacíe al preparar la dilución y verter las aguas al tanque del pulverizador. Indicar en la etiqueta la obligación de entregar los envases vacíos a un gestor autorizado de residuos clasificados y peligrosos así como las opciones alternativas que el titular está obligado a ofrecer, conforme a lo establecido en el R.D. 1416/2001, de entregarlos directamente al sistema integrado de gestión al que esté adherido o al propio, de depósito, devolución y retorno, a través del punto de venta donde el usuario lo adquiera.

Clasificación y etiquetado (R.D. 255/2003):

- Clasificación: Nocivo, Peligroso para el medio ambiente.
- Símbolos y pictogramas: Xn N.
- Frases de riesgo: R22, R38, R41, R43, R50/53, R65.
- Consejos de prudencia: S2, S13, S45, S36/37/39, S24, S26, S62.

Otras indicaciones reglamentarias: En la etiqueta se hará constar que 'contiene nafta disolvente del petróleo, Nº CAS: [64742-95-6]'. La frase: "A FIN DE EVITAR RIESGOS PARA LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE SIGA LAS INSTRUCCIONES DE USO", en caracteres que resalten del texto. SP1: NO CONTAMINAR EL AGUA CON EL PRODUCTO NI CON SU ENVASE. (No limpiar el equipo de aplicación del producto cerca de aguas superficiales/Evítese la contaminación a través de los sistemas de evacuación de aguas de las explotaciones o de los caminos).

13.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Tractor de 90 CV, de ruedas provisto de pulverizador hidroneumático para distribución de productos fitosanitarios.

13.4.- Ejecución.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

Los tratamientos fitosanitarios consistirán en tratamientos herbicidas en postsiembra y preemergencia con 2-4 l/ha de TRICLOPIR 24% (ESTER BUTOXIETÍLICO) + CLOPIRALIDA 6% [EC] P/V., con gasto de unos 400 l/ha de agua, aplicados con pulverizador hidroneumático.

En el control químico se usará una barra herbicida muy robusta y versátil, pudiendo abarcar una anchura de 5 a 12 m gracias a su sistema hidráulico de regulación.

Las boquillas a utilizar en la barra herbicida serán las siguientes:

- Abanico: Distribuyen el producto de forma uniforme y homogénea.
- Excéntricas: En los extremos de la barra.

Ambas boquillas llevarán acoplados un sistema antideriva y antigoteo.

Según el tratamiento que se vaya a aplicar, se necesitará seleccionar un tipo de boquilla adecuada al mismo (en función de su caudal). Se deberá comprobar que todas las boquillas estén limpias y tengan el mismo caudal, revisando a su vez el estado de los filtros.

Se utilizarán boquillas antideriva y antigoteo, ya que disminuyen la pérdida de producto producida por el viento y aumentan el número de impactos en la superficie tratada.

Para una buena aplicación, será muy importante el solape entre boquillas ya que de no ser así el tratamiento no será homogéneo. La altura de la barra sobre el suelo, así como la distancia entre boquillas deberá ser de 50 cm.

A la hora de realizar el tratamiento y para conseguir un buen control, habrá que calibrar apropiadamente la máquina herbicida. Para ello, se deberá elegir una velocidad adecuada teniendo en cuenta la topografía y condiciones del terreno a tratar.

Otro aspecto a tener en cuenta es el relativo la presión de la máquina, recomendándose presiones entre 3 y 6 bar.

Con la correcta combinación de estos factores se obtendrá la dosis adecuada:

- Sabiendo que V = Q x 600 / D x v
    - V= Volumen de caldo (l/ha)
    - Q= Caudal de la boquilla (l/min)

- D= Distancia entre boquillas (m)
- v= Velocidad del tractor (km/h)

Por tanto, una vez fijada la velocidad y la presión de trabajo, se medirá el caudal de la boquilla y se modificarán las variables hasta conseguir el volumen de caldo recomendado para cada herbicida.

El producto fitosanitario se aplicará cuando las malas hierbas a controlar se encuentren en crecimiento activo. No se aplicará con temperaturas superiores a 25º C ni con vientos que puedan provocar derivas a cultivos próximos sensibles a herbicidas hormonales.

13.5.- Medición y abono.

Esta unidad de obra se medirá y abonará por hectáreas (ha) realmente ejecutadas tal como se indica en el Apartado 4, Ejecución de las obras.

14.- SIEMBRAS A VOLEO CONVENCIONAL.

14.1.- Concepto.

Las siembras consisten en depositar en el terreno, previamente preparado, semillas de las especies seleccionadas para revegetar las zonas a recuperar. Las especies que generalmente se introducen mediante este método son herbáceas vivaces, aunque también pueden sembrarse semillas de árboles y arbustos.

La siembra se realiza sobre superficies más o menos extensas y tiene como objetivo prioritario implantar una cubierta vegetal de bajo crecimiento, pero densa, capaz de proteger al suelo de los procesos erosivos, y de otros factores perjudiciales, como deslizamientos, temperaturas extremas, superficies de escorrentía, etc. También tiene como fin recuperar la vegetación de zonas donde es difícil que se instale de forma natural, así como mejorar la calidad paisajística del área a recuperar.

Los métodos de siembras más comunes son en hileras y a voleo que requieren herramientas agrícolas tradicionales, mientras que la hidrosiembra y siembra aérea necesitan equipos sofisticados y caros.

En concreto, la siembra a voleo consistirá en distribuir las semillas directamente sobre la superficie del suelo. Se trata de un método sencillo de utilizar, barato y muy adecuado en terrenos difíciles. Puede realizarse:

- Por medios manuales, cuando el acceso es difícil.
- Utilizando sembradoras neumáticas.

14.2.- Materiales.

Semillas

La composición de la mezcla de semillas para la siembra se ha de ajustar a lo especificado en la memoria del proyecto. Todas las semillas, en cualquier caso, deberán seguir las especificaciones indicadas en el Reglamento General de Control y Certificación del INSPV.

Las semillas deben proceder de cultivos controlados por los servicios oficiales correspondientes y estar limpias de materiales inertes.

Además, no estarán contaminadas por patógenos o insectos, ni presentarán señales de haber sufrido alguna enfermedad, ni presentarán síntomas de haber sufrido ataques de insectos o roedores, tampoco estarán mezcladas con semillas de malas hierbas u otras plantas cultivadas y no estará germinadas.

La pureza de los lotes de semillas deberá ser superior al 95%, con un poder germinativo nunca inferior al 80%. En todo caso deberán proceder de casas comerciales acreditadas, presentando buen estado fitosanitario, desechándose aquellas partidas que presenten semillas atacadas por roedores, insecto, o por hongos.

Su puesta en obra se ha de efectuar en envases precintados y llevarán una etiqueta en la que figure el tipo de semilla, nombre del productor, poder germinativo expresado en %, pureza y fecha en la que se realizaron dichas pruebas.

Las semillas a utilizar deben ser suministradas en sacos perfectamente cerrados en los que se indiquen las características de cada uno de los lotes: especie, subespecie, origen de la semilla, procedencia, número de gérmenes vivos por Kg de producto comercializado como

semilla, la pureza, la capacidad germinativa de los granos puros, el peso de mil granos del lote de semillas, y en su caso la indicación de cómo se han conservado las semillas.

El contenido máximo de semillas de otras herbáceas no podrá superar el 5%.

Para la preparación de las semillas se realizará un tratamiento anticriptogámico de todas las semillas, empleando cualquiera de los productos existentes en el mercado.

Los diferentes lotes de semillas deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obras, quien podrá someterlos a las pruebas que considere necesarias, quedando facultada para desechar aquellos que, a su juicio, no reúnas las condiciones oportunas.

Productos para el tratamiento anticriptógamo de la semilla

Los productos a emplear para el tratamiento anticriptógamo de las semillas, serán cualquiera de los productos existentes en el mercado utilizados para el tratamiento anticriptógamo de las semillas de las especies seleccionadas.

14.3.- Equipo necesario para la ejecución de las obras.

Abonadora centrífuga

Abonadoras centrífugas: el fertilizante es propulsado por un disco con una serie de paletas que, debido al propio giro, adquiere una fuerza centrífuga que provoca el lanzamiento de las partículas fertilizantes a grandes distancias.

Puede llegar a anchuras de trabajo de más de 30 m, cuando se utilicen abonos granulados, aunque la homogeneidad de trabajo no será tan buena como en las abonadoras por gravedad, por lo que habrá que realizar un solapamiento adecuado.

Dentro de las abonadoras centrífugas existen dos tipos: las de discos y las pendulares.

Las abonadoras de discos, son las más utilizadas; el movimiento de los discos es uniforme, pero la distancia de proyección dependerá del punto en el disco donde caiga la partícula fertilizante y de la masa de éste (a más mas, tomará más fuerza y caerá más lejos). Además también

dependerá del tamaño del disco y de la altura a la que se encuentren los discos. Las hay de un disco y de dos discos.

- De un disco: El disco, en su parte superior, posee 2, 4 o más paletas. La forma y tamaño del disco, y especialmente de las paletas, es muy variable. En ciertos casos pueden incorporarse deflectores para lanzar en una determinada dirección las partículas que provienen de los discos.
- De dos discos: son similares a las de un disco, en cuanto a funcionamiento, pero éstas tienen dos discos colocados en un mismo plano, que giran uno en sentido contrario al otro.

Las superficies donde el abono ha sido proyectado tienen un alto grado de solapamiento y esta superficie es trapezoidal o similar. Con estas abonadoras se consiguen buenos resultados de uniformidad en los bordes de la parcela y mayores anchuras de trabajo que con las de un disco o las pendulares.

Las abonadoras pendulares que son utilizadas para abonos granulados, tienen un tubo oscilante que es el que esparce el abono por medio de un movimiento pendular; la uniformidad de distribución dependerá de si la partícula tiene facilidad de adherirse y de que el deflector de salida sea más o menos resistente a la deformación por los golpes. Suelen llegar a anchuras de trabajo de 10 m. No obstante, puede variarse la longitud del tubo, lo que cambiará la distancia donde llegará la partícula y, por lo tanto, la anchura de trabajo.

La regulación de la dosis de aplicación dependerá del caudal que se establezca para una misma velocidad de avance.

En cualquier caso, no se utilizarán este tipo de máquinas para abonos pulverulentos, ya que estos serían desplazados a distancias muy cortas, dado su bajo peso y tamaño.

A efectos de este Pliego se considerarán ambos tipos, las de discos y las pendulares, como abonadoras centrífugas para la realización del abonado.

14.4.- Ejecución.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

La siembra se llevará a cabo a principios de otoño, con la finalidad de que antes de las primeras lluvias intensas la cubierta presente una suficiente cubrición del suelo. La siembra, además, se realizará en los primeros días del otoño, cuando el suelo aún tenga cierta temperatura, a fin de que la semilla germine con las primeras lluvias. Así, en poco tiempo y antes de los fríos invernales se conseguirá una buena cobertura del terreno.

A la hora de sembrar, se optará por usar una abonadora pendular, cuya dosificación, si bien resulta algo más complicado, proporcionará una mayor funcionalidad.

Una forma de regular la anchura de trabajo en la máquina pendular se realizará variando la altura de la máquina y/o variando las r.p.m. del tractor. La velocidad de trabajo del tractor es otro factor a tener en cuenta, y estará influenciada por las condiciones del terreno.

Una vez regulada la anchura útil (según el recubrimiento necesario), se medirá el caudal en kg/h ó kg/min. Esta operación se realizará pesando la semilla o abono que sale de la máquina pendular en un tiempo determinado.

De este modo, la dosis por hectárea se puede calcular de la forma siguiente:

- Dosis (kg/ha) = Q x 10 / V x A
    - Q = Caudal semilla (kg/h)
    - V = Velocidad del tractor (km/h)
    - A = Anchura de trabajo de la máquina (m)

La siembra se realizará mediante el esparcimiento de la semilla y su posterior tapado con una labor muy superficial que permita un buen contacto de la semilla con el suelo.

En todos los casos se emplearán semillas de variedades autóctonas o asimiladas. Las semillas no estarán contaminadas por hongos, ni presentarán signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica, ni presentarán parasitismo de insectos. Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados.

Se realizará siempre un tratamiento anticriptógamo de la semilla, con cualquiera de los productos existentes en el mercado.

14.5.- Medición y abono.

Semillas de pratenses

Esta unidad de obra se medirá y abonará por kilogramo (Kg.) de semillas con las especificaciones que se dan en el Apartado 2, Materiales.

Siembra de pastizales

Esta unidad de obra se medirá y abonará por hectárea (ha) realizada según las especificaciones que se dan en el Apartado 4, Ejecución de las obras.

15.- DISPOSICIONES GENERALES.

15.1.- Autoridad del ingeniero director de las obras.

El Director de Obra responsable de las obras, resolverá, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos. De forma especial, el contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad de la ejecución de las obras, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones aparecidas, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por el montaje de las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos acopios o por cualquier otro tipo de trabajo.

15.2.- Contradicciones y omisiones.

Lo mencionado en el presente Pliego de Condiciones y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de condiciones prevalecerá lo establecido en este último.

Las omisiones en los Planos las obras contratadas a realizar del presente Pliego de Condiciones y descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu e

intención expuestos en los citados documentos que por uso o por costumbre deban ser realizados, no sólo no se eximirá al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados, como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los citados documentos.

15.3.- Modificación en el transcurso de las obras.

Las obras a realizar para proceder a la restauración y rehabilitación de áreas afectadas por la actividad minera, por la propia naturaleza de las mismas, pueden implicar la necesidad ineludible de introducir ciertas modificaciones de las unidades que sirvieron de base al contrato durante su desarrollo, a fin de anteponer la obra a las condiciones reales del terreno.

Por ello, el contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Técnico responsable de la obra cualquier discrepancia que observe entre los planos existentes o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posible modificaciones. Como consecuencia de la información recibida por el contratista, o por propia iniciativa a la vista de las necesidades de las obras, el Director de Obra podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesario.

15.4.- Plan de obras y relación de maquinaria.

Antes del comienzo de las obras, el contratista someterá a la aprobación del Director de Obra, el plan de obra que haya previsto, con especificación de los planes parciales y fecha de terminación de las diferentes unidades de obra, compatibles con el plazo total de ejecución. Este plan, una vez aprobado, se incorporará al presente pliego y se constituirá en elemento de carácter contractual. El Director de Obra podrá cambiar en cualquier momento la acción prevista en la planificación si considera que existen actuaciones preferenciales.

El contratista presentará así mismo, una relación complementaria de los servicios, equipo y maquinaria que se compromete utilizar en cada una

de las etapas del plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra durante su ejecución sin que en ningún caso pueda retirarlos el contratista sin la autorización del Técnico responsable de la obra. El trasladado de la maquinaria dentro de los diferentes tajos de la obra tendrá que ser autorizado expresamente por el Director de Obra.

Además el contratista deberá aumentar el personal técnico, los medios auxiliares, la maquinaria y la mano de obra, siempre que el Director de Obra se lo ordene tras comprobar que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos para el contrato. El Director de Obra se reserva el derecho de prohibir que se comiencen nuevos trabajos siempre que vayan en perjuicio de las obras ya iniciadas, pudiendo exigir la terminación de una sección en ejecución antes de que se proceda a terminar otra.

La aceptación del plan y la realización de los medios auxiliares propuestos no eximirán al contratista de responsabilidad alguna en caso de incumplir los plazos parciales o totales convenidos.

15.5.- Subcontratos.

Ninguna parte de las obras, podrá ser subcontratada sin conocimiento y consentimiento previo, del Director de obra. El Técnico encargado de las mismas, realizara la solicitud, que presentara al Director de obra.

Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el subcontratista posee capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión. La acotación del subcontrato no relevará al contratista de su responsabilidad contractual. El Director de las obras estará facultado para decidir la exclusión de aquellos subcontratos que, previamente aceptados no demuestren durante los trabajos poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El contratista deberá adoptar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos.

15.6.- Conservación de las obras y plazo de garantía.

El contratista queda comprometido a conservar por su cuenta hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que integran el contrato.

Así mismo queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de doce (12) meses, a partir de la recepción provisional. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras en perfecto estado.

Una vez terminadas las obras se procederá a realizar su limpieza final. Así mismo todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos o edificios construidos con carácter temporal deberán ser demolidos y los lugares de emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

15.7.- Responsabilidad gastos y obligaciones generales del contratista.

Sin perjuicio de lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones, el Contratista deberá asumir las siguientes obligaciones y responsabilidades:

- Obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a la compra o expropiación de los terrenos ocupados por las obras. Deberá por tanto, el Contratista, indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan, por la ocupación temporal de los terrenos necesarios para ejecutar los trabajos, por todos los daños que se causen por la interrupción de los servicios públicos o privados por aperturas de zanjas, extracción de tierras de zonas de préstamos, explotación de canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos, etc.; por los que se originen con la habilitación de caminos provisionales, desviaciones de cauces, etc., y en general, por todos los que exijan las distintas operaciones que requiera la ejecución de las obras.
- Gestionar los trámites necesarios para conseguir las concesiones de la correspondiente toma de agua de los cauces públicos o

conducciones privadas de energía eléctrica, para adquirir los materiales necesarios, etc., y satisfacer los cánones, impuestos, para las mismas concesiones.

- Sufragar los gastos de toda índole ocasionados por los análisis y ensayos que se estimen necesarios realizar para la recepción provisional o definitiva de las obras, o que el Director de Obra pueda solicitar en cualquier momento, de acuerdo con lo ordenado en el presente Pliego de Prescripciones sobre la aceptación de los materiales y las obras realizadas.

  Tales análisis y ensayos podrán ser realizados en el Laboratorio homologado que el Contratista mantenga a pie de obra o bien en aquellos otros que el Director de Obra autorice previamente, bien entendido que en cualquiera de ambos casos todos los gastos ocasionados serán a cargo del Contratista.
- Adoptar todas las medidas y cuidados necesarios para proteger la vida y salud de los trabajadores de la Empresa o de terceros, así como para evitar daños a los bienes públicos o privados, construyendo o conservando caminos provisionales, desviaciones de agua, desagües, entubaciones o apuntalamientos, disponiendo señales indicativas en los lugares de peligro, y en general, adoptando todos los recursos que sean necesarios para proporcionar plena seguridad dentro de las obras. Por tanto, cualquier responsabilidad en caso de accidente recaerá exclusivamente sobre la Empresa.
- Adoptar las medidas necesarias de protección y seguridad de los materiales y de la propia obra contra todo daño, deterioro o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes para el almacenaje de carburantes y explosivos en su caso.
- Controlar las aguas superficiales o subterráneas que aparezcan en cualquier zona de trabajo que pueda ser dañada ejecutando las obras y trabajos complementarios necesarios para la desviación de tales aguas y para la defensa o protección contra ellas de todas las obras proyectadas.
- Conservar los caminos y pasajes afectados por las obras así como de las posibles conducciones de agua, realizando en este sentido y a sus expensas los accesos, sifones y, en general, todas las obras provisionales necesarias para conservar tales

pasajes públicos o privados y dar continuidad al curso de las aguas mientras dure las obras.

- Construir, desmontar y retirar toda clase de construcciones e instalaciones auxiliares de la obra.
- Retirar, en el plazo fijado por el Director de Obra, los materiales rechazados, demoler y reconstruir, en el plazo señalado al efecto, las obras no admitidas y corregir las deficiencias observadas en la ejecución de los trabajos, puesto todo ello de manifiesto por los correspondientes ensayos y análisis que deben de efectuarse.
- Retirar, una vez terminadas las obras, todos los materiales sobrantes, herramientas, basuras, etc., de modo que la obra quede perfectamente limpia dentro del plazo fijado por el Director de Obra.
- Conservar y entregar al Director de Obra los objetos de valor intrínseco, arqueológico e histórico que fuesen encontrados durante la ejecución de las excavaciones, los cuales pertenecen por derecho al Estado.
- Eximirse, salvo explícita autorización por escrito del Director de Obra, de ordenar directamente o autorizando a terceros, la publicación de noticias, dibujos o gráficos de las obras objeto de la presente Contrata.

15.8.- Señalización de las obras.

El contratista está obligado a proceder a la colocación de las señales de peligro y preventivas que sean necesarias que indiquen la localización y características de las obras y que puedan ser apercibidas tanto de día como de noche.

La señalización deberá atenerse a lo dispuesto en el vigente Código de la Circulación y en todo caso a las normas por las que en la actualidad se rige el Ministerio de Obras Públicas en la ejecución de obras.

El contratista cuidará de que las señales queden perfectamente ancladas en el suelo y vigilará de que siempre sean visibles de tal manera que si por la acción del viento, robo o cualquier otra causa esta no

cumplieran la misión prevista deberá reponerlas para que en ningún momento quede la obra sin señalización.

En el caso de señales nocturnas luminosas el contratista cuidará y velará que en ningún momento que deban estar en funcionamiento queden apagadas para lo cual sustituirá pilotos, bombillas, pilas, etc., reparará cables y tomará cuantas medidas sean necesarias para su perfecto funcionamiento.

15.9.- Protecciones.

El contratista cuidará de que en tanto una obra no quede perfectamente utilizable y sin peligro, para lo cual en caso de duda lo consultará por escrito al Director de Obra, de instalar barreras, vallas, hitos, realizar acordonamientos o cualquier otra medida que impida que personas o animales sufran accidentes; dichas barreras o sistemas utilizados deben ser perfectamente visibles y estar señalizados para evitar que, a su vez sean causa de otros accidentes.

Cuando por necesidades de la obra fuera necesario el empleo de una persona que dirija el tráfico, el contratista queda obligado a preverlo de todos los medios para que tanto durante el día como por la noche, sea apreciada su presencia y evitar que pueda sufrir un accidente.

16.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

16.1.- Antecedentes.

Este proyecto debe contener un Estudio elaborado en cumplimiento del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras y la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Las obras contempladas en este proyecto corresponden a las descritas en el artículo 4.1 del mencionado Real Decreto, por lo que debe elaborarse dentro del documento de Anejos un Estudio de Seguridad y Salud.

16.2.- Objeto del proyecto.

Se preverá la prevención de existencia de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales en el trabajo. Será obligación del contratista mantener en la obra todos los elementos que aseguren en mantenimiento de las condiciones de Seguridad y Salud. Los gastos de mantenimiento de las condiciones de seguridad correrán por cuenta del contratista.

16.3.- Riesgos.

- Alergias.
- Ambiente pulvígeno.
- Ambiente ruidoso.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída de personas al mismo nivel y a distinto nivel.
- Caídas en altura.
- Contacto con materia biológica, parásitos, en operaciones manuales y con la existencia de heridas (tétanos).
- Contactos eléctricos directos.
- Corte y golpes en las extremidades.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Dermatosis por contacto con el cemento.
- Derrumbamientos.
- Descarga eléctrica.
- Desplome de la carga.
- Desprendimientos.
- Electrocuciones.
- Explosiones e incendios.
- Exposiciones al ruido.
- Generación de polvo.
- Golpes con materiales, herramientas, maquinaria.
- Golpes y atrapamiento de los operarios.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Heridas, golpes y cortes.
- Incendios.
- Los derivados de las vibraciones.
- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Los derivados por trabajos en condiciones meteorológicas duras.
- Malformaciones orgánicas producidas por vibraciones del motor y por la falta de amortiguación en algunos casos en el asiento del conductor.
- Pérdida de audición.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Ruido.
- Salpicaduras de lechada en ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Tensiones ambientales, por condiciones climatológicas: lluvia, calor y frío.
- Vibraciones.
- Vuelco de máquinas y/o vehículos.

16.3.1.- Riesgos de daños a terceros.

Producidos con los enlaces con las carreteras habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos.

Los caminos actuales que cruzan el terreno de la futura obra entrañan un riesgo, debido a la circulación de personas ajenas, una vez iniciados los trabajos.

16.3.2.- Riesgos de incendios forestales.

Se tendrá especial atención en los meses en los que exista riesgo de incendio forestal. En su prevención cada unidad de maquinaria que se encuentre trabajando en la obra dispondrá de matachispas en perfecto estado, así como un extintor de fuego. En el caso que el Director de Obra lo considere necesario la contrata dispondrá una cuba de agua al servicio de la obra con lanzas proyectoras de agua para la extinción de incendios.

16.4.- Prevención de riesgos profesionales.

16.4.1.- Protección individual.

Se facilitará a los empleados en la obra los elementos necesarios de Seguridad y Salud en la ejecución de las obras:

- Botas aislantes de electricidad (conexiones).
- Botas de goma.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de seguridad de PVC (impermeables para terreno embarrado).
- Botas de seguridad impermeables con suela antideslizante.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante o impermeable en terrenos embarrados.
- Casco de polietileno con protectores auditivos incorporados (en especial para las maniobras de arranque y parada).
- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Cinturón antivibratorio para maquinistas.
- Cinturón de seguridad tipo arnés para los trabajos en altura.
- Faja elástica antivibraciones.
- Faja elástica para sujeción de cintura.
- Gafas antiproyecciones para corte de materiales.
- Gafas para protección contra salpicaduras.
- Guantes aislantes.
- Guantes de goma para contacto con pastas, morteros y hormigones.
- Guantes de seguridad (mantenimiento).
- Guantes dieléctricos.
- Guantes impermeables.
- Máscara de protección para soldaduras de picas.
- Mascarillas de respiración antipolvo cuando así se considere necesario.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo, impermeable en su caso.
- Uso de ropa adecuada: ropa impermeable, guantes y botas de goma.

16.4.2.- Protecciones colectivas.

Se instalarán las siguientes protecciones colectivas en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras:

- Anclajes para sujeción de cuerdas guías y anclaje de cinturones de seguridad.
- Barandillas de protección en forjado.
- Barandillas de protección resistentes en vaciados.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.
- Las propias de los medios auxiliares empleados para la ejecución de los trabajos (barandillas, barras intermedias y rodapiés en los andamios,...).
- Las protecciones colectivas a emplear son las necesarias para la correcta ejecución de la obra y señalizaciones.
- Los medios auxiliares empleados en la instalación, se montarán correctamente sin prescindir de ningunos de sus componentes (plataformas de trabajo, barandillas de protección, rodapiés).
- Marquesina de acceso al edificio de oficinas.
- Orden y limpieza en los tajos.
- Señalización de las zanjas.
- Señalización de las zonas de trabajo y desniveles.
- Señalizaciones de obra.
- Topes o resalto de tierras para evitar proximidad de la maquinaria a taludes.
- Zonas de trabajos claramente delimitadas.

16.4.3.- Formación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deban emplear.

16.4.4.- Medicina preventiva y primeros auxilios.

Botiquín

Se dispondrá de un botiquín conteniendo todo el material necesario que se encuentra especificado en la Ordenación General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asistencia a accidentados

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible de una lista de teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar la potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

16.4.5.- Prevención de riesgos de daños a terceros.

Se señalizarán de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose medidas de seguridad que en cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales de la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose los cerramientos necesarios.

16.4.6.- Normativa aplicada.

La normativa a aplicar será:

Estatuto de los trabajadores.	B.O.E. 14/3/1980	
Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EHE.	Real Decreto 1039/1991, de 21.06.91, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.	BOE 03.07.91
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de señalización.	R.D. 485/1997	
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de manipulación.	R.D. 487/1997	
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de pantallas de visualización.	R.D. 488/1997	
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de uso de protecciones individuales.	R.D. 773/1997	
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de uso de equipos de trabajo.	R.D. 1215/1997	
Seguridad y Salud en el trabajo. Disposiciones en materia de seguridad y salud en las obras. Usos de equipo de trabajo.	R.D. 1627/1997	
Prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/1995 de 08.11.95	BOE 10.11.95
Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG 3/75	Ministerio de Obras Públicas	

Cuadro 85.- Normativa a aplicar.

Otra normativa:

- REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN. R.D. 39/1997. B.O.E. 31 de enero.
- ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. O.M. B.O.E. 16 y 17/3/1971 (Excepto en aquellos artículos que hayan sido derogados).
- NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES DE TRABAJO. Orden 16/12/1987. B.O.E. 29/12/1987.
- SEÑALIZACIÓN R.D. 485/1997. B.O.E. de 23 de abril.
- LUGARES DE TRABAJO. R.D. 486/1997. B.O.E. 23/4/1997.
- MANIPULACIÓN DE CARGAS PESADAS. R.D. 487/1997. B.O.E. de 14 de abril.
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. R.D. 773/1997. B.O.E. de 12 de junio.

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS. R.D. B.O.E. 21/7/1986 y siguientes.
- APROXIMACIÓN DE LAS LEGISLACIONES DE LOS ESTADOS MIEMBROS, SOBRE MÁQUINAS. R.D. 1435/1992. B.O.E. 11/12/1992.
- MODIFICACIÓN R.D. 1435/1992 S/MÁQUINAS R.D. 56/1995. B.O.E. de 8 de febrero.
- REGLAMENTO ED APARATOS ELEVADORES PARA OBRA. O.M. B.O.E. 14/6/1977 y siguiente.
- REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES. R.D. B.O.E. 11/12/1985.
- I.T.C. MIE-AEM. 1,2,3.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. I.T.C.s Decreto B.O.E. 9/10/1973 y siguientes.
- EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE EL TRABAJO. R.D. 1316/1989. B.O.E. de 2 de noviembre.

En Linares, a 13 de Junio de 2.014

Antonio González López
Ingeniero Técnico de Minas
Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares
Universidad de Jaén

PRESUPUESTO.

1.- Coste total estimado de los trabajos de rehabilitación.

CAPÍTULO I.-PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DE SUPERFICIES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
1.1.	Extendido de tierra vegetal en plaza de cantera, bermas, zona de instalaciones auxiliares y zona planta de tratamiento y clasificación, etc., comprada, con medios propios mediante pala cargadora de ruedas de 60 CV, formando una capa uniforme con profundidad media de 30-50 cm, incluidos remates realizados de forma manual, medido el volumen extendido. (m^3)	0,75	783.790,50	587.842,88 €
1.2.	Escarificado profundo en terreno compacto pedregoso, consistente en dos pases cruzados de subsolador acoplado a Bulldozzer de 250 CV de potencia, alcanzando una profundidad de labor de al menos 60 cm, medida la superficie ejecutada. (ha)	75,00	34,94	2.620,50 €
1.3.	Apertura mecánica de hoyo de dimensiones 40 x 40 x 40 cm, con retroexcavadora cadenas de al menos 90 CV de potencia, para plantación de especies forestales, medida la unidad ejecutada. (Olivar)	0,89	13.270	11.810,30 €
				602.273,68 €

CAPÍTULO II.-SIEMBRA Y PLANTACIÓN

		Precio Unitario	Cantidad	Total
2.1.	Aviverado de plantas recibidas, con preparativos de sombreado y protección contra el viento incluyendo riegos periódicos, o de invernadero propio. (Especies Arbóreas)	0,15	13.270	1.990,50 €
2.2.	Distribución en cantera, desde vehículo, de planta forestal suministrada en envase, en suelos con horizontal, medida la unidad ejecutada.	0,05	13.270	663,50 €
2.3	Plantación manual de planta forestal, presentada en envase, realizada con azada, en suelo compacto previamente preparado, incluido formación de pequeño alcorque y ligero aporcado, medida la unidad de millar ejecutada. No se incluye apertura del hoyo ni distribución de las plantas.	1,25	13.270	16.587,50 €
2.4	Siembra manual a voleo de especies herbáceas en terreno desbrozado o desprovisto de vegetación consistente, previamente laboreado, con cobertura del 100 %, no incluye semillas. Medida en planta la superficie. (Cereales y Matorral Mediterráneo))	57,75	34,94	2.017,79 €
				21.259,29 €

CAPÍTULO IV.- MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
4.1.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Especies Arbóreas).	0,75	13.270	9.952,50 €
4.2.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Especies Árboreas).	1,55	1.327	2.056,85 €
4.3.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Matorral y Arbustos).	0,75	26.000	19.500,00 €
4.4.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Matorral y Arbustos).	1,55	2.600	4.030,00 €
				35.539,35 €

CAPÍTULO IV.- MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES

		Precio Unitario	Cantidad	Total
4.1.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Especies Arbóreas).	0,75	13.270	9.952,50 €
4.2.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Especies Árboreas).	1,55	1.327	2.056,85 €
4.3.	Riego de mantenimiento de planta en plantaciones realizado mediante sistema de tubería de plástico y goteo, desde deposito regulador, medida la unidad realizada (Matorral y Arbustos).	0,75	26.000	19.500,00 €
4.4.	Reposición manual de marras, producidas en plantación, en un porcentaje estimado del 10%, con planta presentada en envase, realizada en suelos previamente preparado en superficie horizontal, medida la unidad millar ejecutada (Matorral y Arbustos).	1,55	2.600	4.030,00 €
				35.539,35 €

GENERAL

I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	602.273,68 €
II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	21.259,29 €
III	PLANTAS Y SEMILLAS	58.301,68 €
IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	35.539,35 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**717.373,99 €**

2.- Presupuesto por fase quinquenal para la restauración.

FASE	I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	50.189,47 €
	II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	1.771,61 €
	III	PLANTAS Y SEMILLAS	4.858,47 €
	IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	2.961,61 €
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**59.781,17 €**

3.- Presupuesto anual para la restauración.

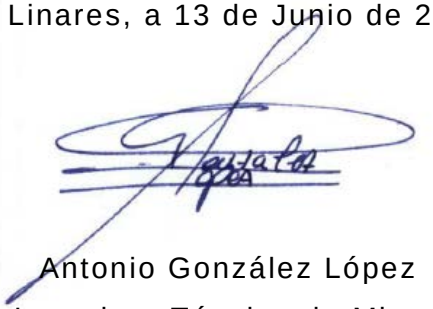
ANUAL	I	PREPARACIÓN DEL TERRENO: ACONDICIONAMIENTO DESUPERFICIES	10.037,89 €
	II	SIEMBRA Y PLANTACIÓN	354,32 €
	III	PLANTAS Y SEMILLAS	971,69 €
	IV	MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES	592,32 €
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**11.956,23 €**

4.- Presupuesto para la primera fase restaurativa (5 años).

Teniendo en cuenta que el factor importante para el cálculo del presupuesto de restauración es la superficie y aplicando el valor total del presupuesto por el número de periodos (14) obtenemos el valor de la restauración por fases:

El **Presupuesto Prorrateado** para la primera fase del presente proyecto de Restauración de la explotación del Recurso de la Sección A) “SANTA ANA”, sita en Estepa (Sevilla), asciende a la cantidad de SETENTA Y CINCO MIL, QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS DE EURO (75.562,27 €).

En Linares, a 13 de Junio de 2.014



Antonio González López

Ingeniero Técnico de Minas

Graduando en Ingeniería de Tecnologías Mineras por la EPS de Linares

Universidad de Jaén