UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ESCUELA POLITÉCNICA DE
INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto Fin de Carrera

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo

(Project of the design of the mining pit for the explotation of an ophite quarry in Molledo)

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS MINEROS

Autor: Luis Olarreaga Vegas
Director: Gema Fernández Maroto
Septiembre – 2014

INDICE

Documento Nº1 Memoria 15

Memoria Descriptiva 16
Memoria Justificativa 39
Anejo 1. Introducción 41
Anejo 2. Alcance 43
Anejo 3. Antecedentes 45
Anejo 4. Localización. 49
Anejo 5. Estudio del medio. 72
Anejo 6. Estudio Geotécnico 174
Anejo 7. Estudio Geológico 201
Anejo 8. Estudio Hidrológico 213
Anejo 9. Estudio Hidrogeológico 232
Anejo 10. Estudio Edafológico 238
Anejo 11. Descripción del material a explotar 249
Anejo 12. Diseño de explotación 277
Anejo 13. Seguridad y salud 346
Anejo 14. Restauración 437

Documento Nº2 Planos 455

Documento Nº3 Pliego de condiciones 474

1.-Pliego de prescripciones técnicas generales. 478
2.- Pliego de prescripciones técnicas particulares. 484

3.-Condiciones económicas y legales. 491

4.-Procedencia, condiciones y preparación de los materiales.494

5.-Forma y condiciones de realización de las unidades de obra. 496

6.-Unidades de obra y materiales para la explotación, los accesos y actuaciones puntuales. 498

Documento Nº4 Estudio Económico 532

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Molledo 21
Figura 2.Cuadrícula de Cueto Pando..... 22
Figura 94. Explotación por chimenea - galería en Canteras de Alaiz, S.A. . 25
Figura 95. La chimenea parece “pulida” por el método Raise Boring. 26
Figura 96. Figura del método Raise Boring. 27
Figura 3. Municipio de Molledo..... 49
Figura 4. Localización de Molledo 50
Figura 5. Cuadrículas de concesión..... 51
Figura 6.Recorte de plano PP-01 con calificación de Suelo No Urbano..... 53
Figura 7. Imagen de satélite de las parcelas afectadas por la explotación 54
Figura 8. Croquis de referencia de las parcelas afectadas por la explotación. 54
Figura 9. Mapa climatológico de la península Ibérica. 77
Figura 10. CLimograme de temperaturas y precipitaciones..... 79
Figura 11. Climograma de temperaturas y precipitaciones. 80
Figura 12. Mapa de precipitaciones medias anuales en Cantabria. 81
Figura 13. Peña Orcenal desde Santa Marina 96
Figura 14. Robledal del Monte Canales 97
Figura 15. Río Besaya en Portolín. 98
Figura 16. Vista desde Alto del Cueto 99
Figura 17. Paisaje de Molledo..... 100
Figura 18. Turbera 101
Figura 19. Cascada en el Río León (comunidades brio-pteridofíticas)..... 102
Figura 20. Habitats de interés comunitario Molledo. 107
Figura 21. Mapa de montes de Molledo..... 109

Figura 22. Extracto particularizado a la zona del Plano “PA-05 Vegetación” 132
Figura 23. Extracto particularizado a la zona del Plano “PA-06 Fauna”... 133
Figura 24. Evolución de la población en Molledo (1900-2011). 134
Figura 25. Evolución de la población en Molledo (habitantes), 2001-2011 137
Figura 26. Pirámide de población del municipio de Molledo. Comparativa con Cantabria Año 2000. Varones - Mujeres. 138
Figura 27. Viviendas en el municipio de Molledo por año de construcción. Año 2001..... 140
Figura 28. Grado de ocupación de las viviendas del municipio de Molledo. Año 2001..... 140
Figura 29. Usos y formas de aprovechamiento. Molledo (2004) 141
Figura 30. Distribución de usos del suelo (2006) 143
Figura 31. Ortofoto del Municipio de Molledo (2009). 144
Figura 32. Vista aérea de la orografía del municipio de Molledo. 150
Figura 33. Unidad paisajística del fondo de Valle. 152
Figura 34. Barrio rural en Silió. 153
Figura 35. San Martín de Quevedo 153
Figura 36.Santa Cruz de Iguña 154
Figura 37. Molledo 154
Figura 38. Río Besaya en Santa Cruz de Olalla 155
Figura 39. Río Besaya en Portolín. 156
Figura 40. Laderas orientales..... 157
Figura 41. Laderas y cumbres occidentales desde Santa Martín..... 158
Figura 42. Cabecera de valle del Río Erecia obtenida de Google Earth. .. 159
Figura 43. Laderas y cumbres desde Mediaconcha. 160
Figura 44. Autovía de la Meseta sobre el bosque de Montabliz. 161

Figura 45. Cuencas visuales e hidrología sobre el modelo digital del terreno del municipio de Molledo. 162
Figura 46. Vista general del valle de Iguña, atravesado por la carretera N-611 y el ferrocarril. A la izquierda el núcleo de Molledo..... 164
Figura 47. Panorámica de gran calidad de Mediaconcha desde el Viaducto de Montabliz. 165
Figura 48. Vista de Mediaconcha desde el Viaducto de Pujayo. 166
Figura 49. Vista del valle desde uno de los pocos tramos que ofrecen visibilidad al mismo. 166
Figura 50. Panorámica desde la carretera nacional. 167
Figura 51. Vista del Cueto Helguera desde la carretera Nacional. 168
Figura 52. Panorámica del Valle de Iguña desde Pico Navajo. J. Ruiz..... 168
Figura 53. Panorámica de Molledo y Silió desde La Rasía. J. Ruiz. 169
Figura 54. Silió desde Obio. 169
Figura 55. Valle de Iguña desde Jano. 170
Figura 56. Pando desde Santa Marina. 170
Figura 57. Helguera desde la carretera de acceso a Las Rozas. 171
Figura 58. Uldá desde la carretera de acceso a Pando. 171
Figura 59. Croquis esquemático de la estructura de un macizo rocoso. . 175
Figura 60. Afloramientos en el talud de la carretera CA-711 a Silió. 182
Figura 61. Talud del Alto de Cueto Pando visiblemnte meteorizado. 185
Figura 62. Mapa de Cueto Pando con direcciones y buzamientos de las familias predominantes. 192
Figura 63. Representación estereográfica de los planos de discontinuidad con respecto a la orientación del talud para algunos tipos de rotura en macizos rocosos. 196
Figura 64. Proyección estereográfica de las dos familias predominantes y del talud más conflictivo. 197

Figura 65. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000) con la situación de la zona estudiada. 202
Figura 66. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000) 204
Figura 67. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000). El corte geológico. 208
Figura 68. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000). Centrado al área de interés. 209
Figura 69. Río Erecia a su paso por Silió. 213
Figura 70. Caudales específicos del ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte. 217
Figura 71. Río Erecia a su paso por Olalla. 218
Figura 72. Recorte de plano PP-02 donde el área de estudio se encuentra fuera de riesgo de inundación. 229
Figura 73. Evolución del contenido de nitratos y conductividad del agua de Molledo. 234
Figura 74. Permeabilidad de acuiferos. 235
Figura 75. Diferentes horizontes en el suelo. 242
Figura 76. Suelo Cambisol. 243
Figura 77. Muestra de suelo en el talud alterado en el alto de Cueto Pando. 245
Ilustración 78. Recorte de plano de Edafología y Capacidad Agrológica . 246
Figura 79. Piroxeno con bordes uralitizados en Cueto Pando 1 (nicoles cruzados). 254
Figura 81. Calibre para lajas y agujas. 257
Figura 81. Péndulo de fricción. 262
Figura 82. Probeta para el ensayo del CPA. 263
Figura 83. Máquina de pulimento acelerado. 264
Figura 84. Prensa para ensayo de compresión simple. 266

Figura 85. Apertura de la cámara de trituración primaria en Canteras de Alaiz. 280
Figura 86. Desarrollo de una explotación descendente con sistema chimenea-galería y cámara de trituración primaria interior. 282
Figura 87. Equipo de raise-boring en la cantera de Rigoitia. 283
Figura 88. Emplazamiento del sistema de machaqueo, transporte por cinta y vertido a chimenea en la cantera de Aranbeltz..... 286
Figura 89. Galería de transporte en la cantera de Apario. 287
Figura 90. Chimenea realizada con raise-boring. 287
Figura 91. Puesto de trituración primaria en interior de cámara. Cantera de Apario..... 289
Figura 92. Puesto de trituración primaria en interior de cámara. Cantera de Alaiz..... 290
Figura 93. Perímetro y área de la explotación. 292
Figura 94. Explotación por chimenea - galería en Canteras de Alaiz, S.A. 295
Figura 95. La chimenea parece “pulida” por el método Raise Boring. 296
Figura 96. Figura del método Raise Boring. 297
Figura 97. Esquema de dimensiones de una plataforma de trabajo. 298
Figura 98. Croquis Conceptual de talud de banco de trabajo. 301
Figura 99. MDT del Estado Inicial (Terreno Natural). 305
Figura 100. Fase 1. Labores Preparatorias (Túnel, cámaras, Pozo, accesos).1º año. 305
Figura 101. MDT Fase 2 (cota 520) 307
Figura 102. MDT Fase 5 (cota 510 finalizada). 308
Figura 103. MDT Fase 6 (cota 500 finalizada). 309
Figura 104. MDT Fase 7 (cota 490). 310
Figura 105. MDT Fase 7 (cota 480). 311
Figura 106. MDT Fase 8 (cota 460 Final vista sureste). 312
Figura 107. MDT Fase 8 (cota 460 Final vista noreste)..... 312

Ilustración 108. Variables de diseño en una voladura. 325
Ilustración 109. Pala cargadora HITACHI ZW550. 332
Ilustración 110. Retroexcavadora HITACHI ZX 520-3. 334
Ilustración 111. Dumper Bell articulado B40D 336
Ilustración 112. Martillo hidráulico 337
Ilustración 113. Equipo móvil de trituración. 338
Ilustración 114. Croquis planta de trituración móvil. 340
Ilustración 115. Cinta transportadora. 341

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Concesión 23
Tabla 2. Parámetros geométricos de la explotación. 28
Tabla 3. Coordenadas de la concesión. 52
Tabla 4. Temperatura durante el periodo 1998-2013. 80
Tabla 5. Precipitación media anual y Nº medio anual de días de lluvia registrados en las estaciones de Molledo y Pesquera. 82
Tabla 6. Precipitación máxima mensual y diaria registrada en las estaciones de Molledo y Pesquera. 83
Tabla 7. Días de ocurrencia de Nieve por meses. 84
Tabla 8. Direcciones predominantes del viento por meses en Molledo. 85
Tabla 9. Índice de calor mensual en función de la temperatura. 88
Tabla 10. Valor coeficiente "a". 89
Tabla 11. Valor L del método de Thornthwaite. 89
Tabla 12. Valores de la ETP de Thomthwaite diaria (mm/día) sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C. 90
Tabla 13. Valores de la ETP en mm/mes para cada mes del año en Molledo. 90
Tabla 14. Valores del índice de calor anual. 90
Tabla 15. : Evapotranspiración mensual sin ajustar. 90
Tabla 16. Factor de corrección del número de días del mes. 91
Tabla 17. Evapotranspiración en mm/mes según Thornthwaite. 91
Tabla 18. Valoración de las comunidades de vegetación existentes. 104
Tabla 19. Niveles de conservación basado en las categorías de UICN. 114
Tabla 20. Niveles de protección a nivel estatal de acuerdo con el Catálogo Español de Especies Amenazadas y al Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial. 115
Tabla 21. Especies silvestres en régimen de “protección especial” 115

Tabla 22. Niveles de protección a nivel autonómico de acuerdo con el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria 116
Tabla 23. Relación de peces como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio. 117
Tabla 24. Relación de anfibios como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio. 119
Tabla 25. Relación de reptiles como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio. 120
Tabla 26. Relación de aves como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio. 126
Tabla 27. Relación de mamíferos como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio. 131
Tabla 28. Aprovechamiento de tierras. Molledo, 2009. 145
Tabla 29. Evolución de la cabaña Ganadera (UG), 1999-2009. 146
Tabla 30. Evoulción de la cuota láctea. 146
Tabla 31. Tabla para la obtención del índice RMR. 179
Tabla 32. Clasificación a partir del índice RMR. 179
Tabla 33. Tabla para la obtención del índice RMR zona 1. 182
Tabla 34. Resumen valoración del índice RMR zona 1. 184
Tabla 35. Resumen calidad del macizo rocoso en la zona 1. 184
Tabla 36. Tabla para la obtención del índice RMR zona 2. 185
Tabla 37. Resumen valoración del índice RMR zona 2. 187
Tabla 38. Resumen calidad del macizo rocoso en la zona 2. 187
Tabla 39. Resumen valoración del índice RMR zona 1. 195
Tabla 40. Asignación de pesos a las direcciones y buzamientos de la familia 1. 198
Tabla 41. Asignación de pesos a las direcciones y buzamientos de la familia 2. 198
Tabla 42. Características de las cuencas para el municipio de Molledo. . 216

Tabla 43. Determinación de caudales de cálculo para el municipio de Molledo. 218
Tabla 44. Coeficientes de Frevert para el cálculo del coeficiente de escorrentía. 223
Tabla 45. determinación del coeficiente de escorrentía. 223
Tabla 46. Cálculos hidráulicos para la cuenca considerada en Cueto Pando. 224
Tabla 47. Valores de n para la determinación de la velocidad según Manning en función del revestimiento 226
Tabla 48. Ensayos aplicados a cada muestra. 268
Tabla 49. Valores obtenidos para cada muestra del ensayo de Los Ángeles. 268
Tabla 50. Valores obtenidos de densidad relativa para cada muestra. ... 269
Tabla 51. Valores obtenidos de coeficiente de pulimento acelerado para cada muestra. 269
Tabla 52. Valores obtenidos de absorción del agua para cada muestra. 269
Tabla 53. Valores obtenidos de resistencia a compresión simple para cada muestra. 270
Tabla 54. Granulometría de cada muestra. 270
Tabla 55. Limpieza de cada muestra. 271
Tabla 56. Espesor de los elementos granulares de cada muestra. 271
Tabla 57. Valores en elementos aciculares de cada muestra. 271
Tabla 58. Distribución de superficie de concesión. 292
Tabla 59. Parámetros geométricos de la explotación. 301
Tabla 60. Cálculo de reservas. 302
Tabla 61. Producción anual de la explotación 303
Tabla 62. Plan de labores previsto. 303
Tabla 63. Resumen gráfico por fases de la explotación. 313
Tabla 64. Producciones anuales previstas. 317

Tabla 65. Días laborables anuales y jornada laboral 318
Tabla 66. Días laborables anuales y jornada laboral , época invernal. 318
Tabla 67. Días laborables anuales y jornada laboral , época estival. 318
Tabla 68. Datos de partido para dimensionamiento de maquinaria. 320
Tabla 69. Rendimientos de eficiencia y organización por equipos. 322
Tabla 70. Coeficientes de disponibilidad mecánica por equipos. 322
Tabla 71. Resumen de la voladura. 329
Tabla 72. Datos de entrada de la voladura. 329
Tabla 73. Características del explosivo utilizado en la voladura tipo. 329
Tabla 74. Variables de la voladura tipo. 330
Tabla 75. Características de la pala cargadora. 332
Tabla 76. Características de la retroexcavadora HITACHI ZX 520-3. 333
Tabla 77. Características Dumper BELL articulado B40D. 335
Tabla 78. Capacidad de trituración necesaria. 339
Tabla 79. Cuadro de inversiones. 536
Tabla 80. Cuadro de inversiones de accesos. 537
Tabla 81. Costes de arranque 538
Tabla 82. Coste de personal 538
Tabla 83. Costes de perforación. 539
Tabla 84. Costes de voladura. 540
Tabla 85. Costes de cargue. 540
Tabla 86. Costes de transporte. 540
Tabla 87. Costes de trituración y clasificación. 541
Tabla 88. Resumen de costes. 541
Tabla 89. Cuenta provisional de resultados 1º a 10º año. 542
Tabla 90. Cuenta provisional de resultados 11º a 20º año. 543
Tabla 91. Cuenta provisional de resultados 21º a 30º año. 544
Tabla 92. Flujos de caja. 548
Tabla 93. Cuenta de resultados con VAN y TIR 1º a 10º año 550

Tabla 94. Cuenta de resultados con VAN y TIR 11º a 20º año..... 552
Tabla 95. Cuenta de resultados con VAN y TIR 21º a 30º año..... 554

Documento Nº1
Memoria

Memoria Descriptiva

Memoria Descriptiva 18

1. Introducción 18

2. Alcance 18

3. Antecedentes 19

4. Localización 21

5. Demarcación minera 21

6. Situación Geológica 23

7. Situación Geotécnica 23

8. Diseño de Explotación 24

Situación actual *24*

Método de explotación *24*

Parámetros Generales *28*

Parámetros de voladura *28*

Fases de la explotación *30*

9. Accesos y vías de transporte. 34

10. Red de drenaje 34

11. Viabilidad económica de la explotación 34

Conclusiones de viabilidad del proyecto 37

Memoria Descriptiva

1. Introducción

Pese a estar atravesando una época dominada por la crisis económica, e inmersos en un ciclo recesivo, básicamente de confianza, el sector minero vive un auge contra tendencia y esto se debe al valor estratégico de las materias primas, que con determinados materiales suponen un refugio inversor.

La existencia de numerosos afloramientos de ofitas en la Comunidad de Cantabria y el creciente interés económico de estos materiales como áridos de machaqueo en las obras públicas (ferrocarril de alta velocidad, autovías, etc.) ha despertado de nuevo la atención por la explotación de estos yacimientos.

Dicho esto, no parece nada descabellado, más bien todo lo contrario, apuntar que existe y existirá una demanda de áridos. Por tanto, será necesario disponer de los áridos precisos en cantidad, calidad y precio tales que permitan atender dicha demanda.

Es por ello que se presenta este Proyecto Final de Carrera, "Proyecto del diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo", elaborado por Luis Olarreaga Vegas, estudiante de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía de Torrelavega, perteneciente a la Universidad de Cantabria, siendo tutora del mismo la Profesora Gema Fernández Maroto, como último paso para la consecución de su título en el Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros.

2. Alcance

El presente proyecto se refiere al diseño de explotación de una cantera de ofitas en régimen de concesión directa de explotación, sección A, para la obtención de ésta como materia prima para diversos procesos industriales.

Se define la situación, el lugar, el medio, la superficie y cuantos datos sirvan para localizar y conocer el recurso que se pretende aprovechar y su entorno.

Con ello, este proyecto describe las labores mineras necesarias para la explotación a cielo abierto, tales como perforación, voladura en banco, cargue y transporte del recurso hasta la planta de tratamiento.

Así mismo, se establecen los ritmos de extracción y vida prevista de la explotación, además de incluirse el estudio económico que determine la viabilidad de la explotación. Por último, se acompaña un estudio del proceso de restauración que toda explotación tiene obligación de realizar al acabar el periodo de aprovechamiento del recurso.

La finalidad por tanto es conseguir una explotación a cielo abierto bien proyectada desde su inicio hasta su clausura de forma medioambientalmente sostenible.

Se ilustra como aclaración a los datos que se exponen, planos que recogen los datos generales de detalle de la explotación diseñada, así como planos geológicos y de situación de la zona a explotar.

3. Antecedentes

El recurso mineral más explotado en Cantabria como árido ha sido, tradicionalmente, la caliza por su variedad y abundancia en la región. Sin embargo, existen en esta comunidad numerosos afloramientos de una roca de carácter ígneo subvolcánico denominada ofita (Fernández Maroto et al., 2004) con propiedades geomecánicas de gran calidad que hacen de estas rocas importantes recursos para áridos de calidad.

Basándose en la bibliografía conseguida sobre los afloramientos ofíticos de Cantabria (Fernández Maroto et al.2004; Fernández y Suárez del Río 2004; Hoja geológica 1:50000 nº83), se reconoció como lugar para una posible explotación de ofitas el monte conocido como “Cueto Pando” en el municipio de Molledo.

Los antecedentes de antiguas explotaciones se localizan en la hoja geológica nº83. Reinosa. De ella se pueden destacar tres tipos de yacimientos ya explotados.

- Los afloramientos de ofitas ya canterados en las proximidades de Cervatos que se utilizaron como áridos de machaqueo para obras públicas. Este yacimiento se encuentra en la actualidad abandonado.

- El yacimiento de ofitas de Cañeda que presenta semejantes características. También abandonado en la actualidad y donde aún quedan restos de las antiguas instalaciones mineras que en su mayor parte ya han sido desmanteladas.

- El yacimiento de ofitas que aflora en Salces y que fue explotado de manera intermitente durante más de 35 años por diferentes propietarios. Esta cantera fue cerrada definitivamente en el año 1995 debido a la excesiva proximidad que la explotación minera tiene con el pueblo de Salces, lo que sin duda generaba contaminación acústica, emisiones de polvo, etc. durante las labores de explotación.

Varios fueron los posibles diseños valorados en principio para satisfacer los condicionantes medioambientales en Cueto Pando. Muchos de ellos, como una extracción integral de los montes, iban destinados a un pleno aprovechamiento del recurso, pero la herida que abriría en la zona, comprometería la integridad paisajística de la misma y su atractivo. Bajo toda luz, las autorizaciones pertinentes por parte de la Consejería de Medio Ambiente para abrir una cantera en dichas condiciones se plantea ya de entrada imposible.

Es por ello que se elige un método menos agresivo, basado en la conservación del monte a una cota determinada y utilizando como sistema de explotación el denominado “sistema chimenea – galería”, que consiste en

realizar un raise boring que sirva de chimenea por donde desalojar todo el material ofítico extraido en la corta y de este modo asegurase la preservación del paisaje, evitando la adecuación del terreno para el tráfico de vehículos pesados.

4. Localización

La cantera de cuyo diseño de explotación es objeto el presente proyecto se encuentra situada en el llamado "Cueto de Pando", en el término municipal de Molledo, al Sur de la Comunidad Autónoma de Cantabria, situado en la cuenca alta del río Besaya.

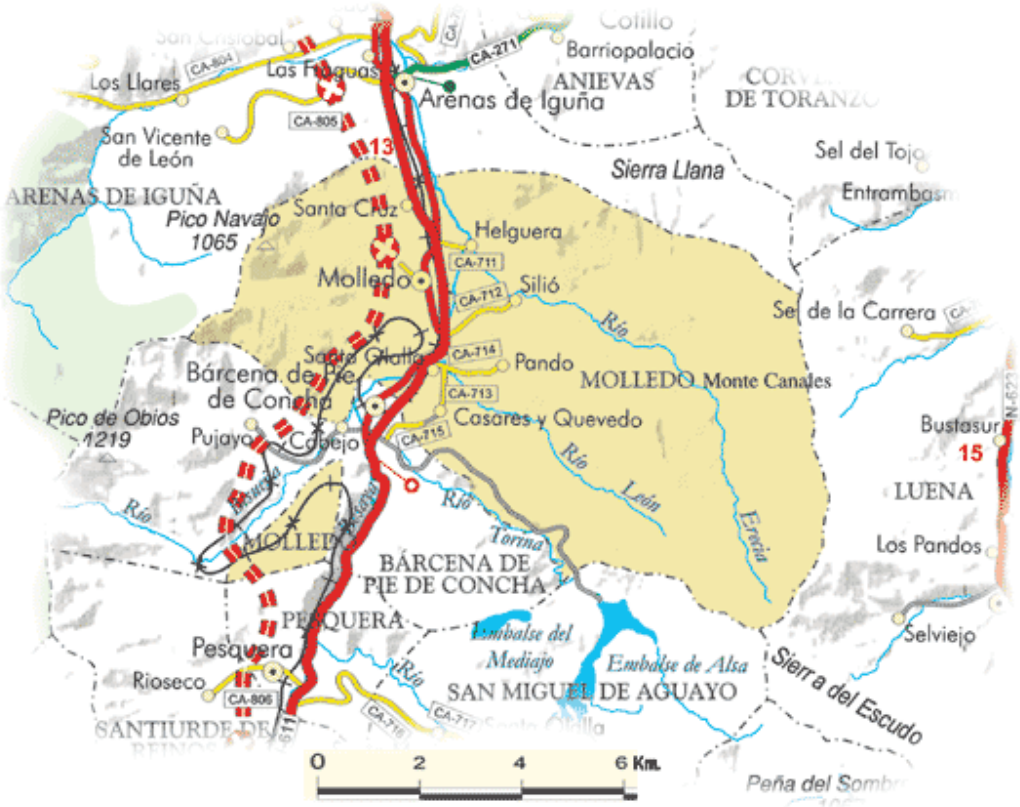


Figura 1. Localización de Molledo

5. Demarcación minera

El área de explotación queda localizado en el término municipal de Molledo, en el "Cueto de Pando". Esta área se encuentra calificada como Suelo No Urbanizable sin protección especial.

La demarcación del registro minero a solicitar queda definido por un total de 5 cuadriculas mineras, distribuidas según un polígono definido por los siguientes vértices.

Las coordenadas que definen la concesión son:

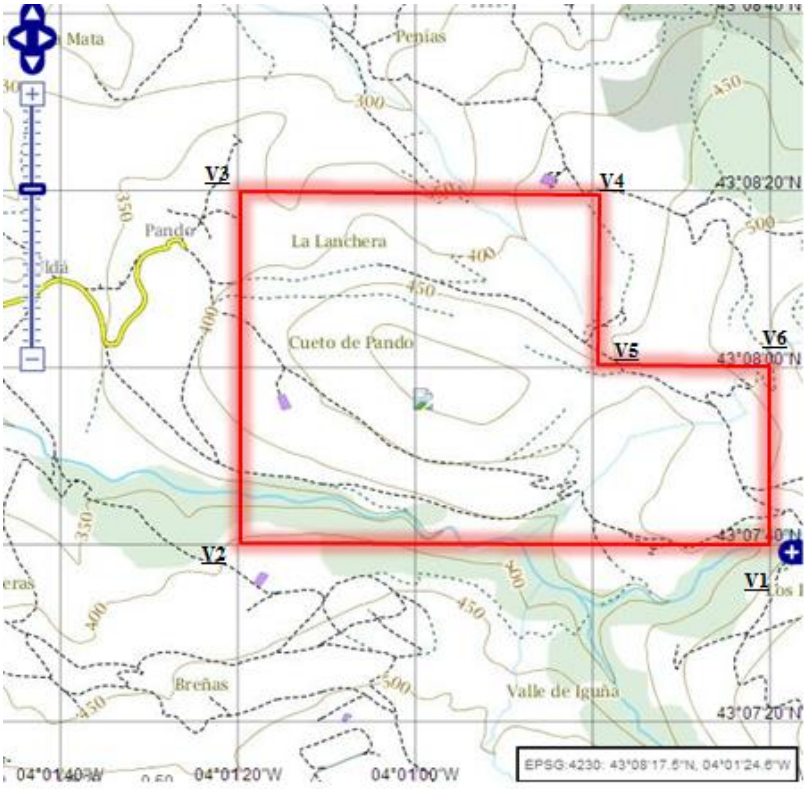


Figura 2.Cuadrícula de Cueto Pando

COORDENADAS CONCESIÓN					
VERTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (ED-50)		HUSO	COORDENADAS U.T.M.	
	LONGITUD	LATITUD		X	Y
PP O V1	4°00’20’’ W	43°07’40’’ N	30	418204.82	4775581.35
V2	4°01’20’’ W	43°07’40’’ N	30	416849.09	4775597.75

V3	4°01’20’’ W	43°08’20’’ N	30	416864.15	4776831.7
V4	4°00’40’’ W	43°08’20’’ N	30	417767.8	4776820.74
V5	4°00’40’’ W	43°08’00’’ N	30	417760.36	4776203.76
V6	4°00’20’’ W	43°08’00’’ N	30	418212.23	4776198.32

Tabla 1. Coordenadas de Concesión

6. Situación Geológica

“Cueto de Pando” es un cuerpo intrusivo encajado en materiales triásicos, con dirección NO-SE. En el talud de la carretera a Silió los afloramientos ofíticos presentan una roca de características subvolcánicas, de color verde oscuro, con una potencia entre 8 y 10 m, que presenta un frente de roca “sana” con fuerte diaclasado.

En el alto de “Cueto de Pando”, así como en las vertientes sur y sureste, los afloramientos de ofitas presentan una meteorización alta, apareciendo bolos de distintos tamaños con arcillas de color marrón-ocre, que forman el suelo típico de alteración de rocas básicas. Estos bolos conservan la dureza y competencia de las ofitas, pero presentan una aureola de alteración en forma de costra ferruginosa que hace que se separen por capas concéntricas mal definidas. En la cara norte y noroeste de “Cueto de Pando” los afloramientos presentan meteorización moderada-alta, con presencia de grandes bloques en suelo ofítico.

7. Situación Geotécnica

El macizo rocoso presenta una intensa fracturación superficial con fuerte diaclasado que impide la extracción de bloques con los tamaños necesarios para su uso como roca ornamental y favorece el desarrollo de una meteorización moderada-alta que da lugar a una morfología suave y redondeada, así como a la formación de suelos arcillosos en los que quedan “bolos” (bloques redondeados) de ofita constituidos por un núcleo de roca sana y muy duro, y capas concéntricas de roca alterada.

En el interior del macizo, a mayores profundidades, se supone un macizo ofítico fresco, diaclasado y compacto que cumple con las exigencias para áridos como balasto para ferrocarril. Razón por lo cual, se ha realizado un diseño de la explotación basado en el sistema chimenea-galerá realizando primero desmonte y después corta.

El resultado de los estudios muestra que el conjunto del macizo pertenece a la clase III (Beniawsky (1989), clasificado como de calidad media, con estabilidad de bloques sujeto al diseño de la explotación. Se recomiendan actuaciones puntuales.

8. Diseño de Explotación

Situación actual

El presente Proyecto se desarrollará abarcando una superficie total inicial de 377325,3 m^2 correspondientes al 27,1% de la superficie total de la Concesión Minera (139 ha).

La duración de la explotación del recurso será según los cálculos de cubicación realizados de 30 años coincidentes con los 30 años del permiso de explotación.

Método de explotación

La morfología del material a extraer y la topografía del entorno hacen que el método más idóneo para la explotación de Cueto Pando sea el método de explotación por banqueo descendente con arranque mediante perforación y voladura aplicando el sistema chimenea – galería desde el inicio en la cota 530.

Por este método, se realiza el transporte del mineral arrancado en cada banco mediante volquetes hasta la chimenea, donde desciende por gravedad hasta la cámara de trituración primaria, a cota 430. El mineral machacado se transporta por cinta desde ésta cámara por la galería hasta las instalaciones de tratamiento secundario.

En este caso, la infraestructura subterránea está formada por chimenea, galería y cámara, cuyas dimensiones dependen de la planta de trituración primaria a instalar, de la cinta transportadora y de las dimensiones características para el tránsito de vehículos.

Figura 3. Explotación por chimenea - galería en Canteras de Alaiz, S.A.

Este sistema consistente en la implantación de una instalación de trituración primaria de gran producción bajo el pozo alimentada directamente, tiene por objetivo poder realizar posteriormente y de forma continua el transporte del mineral triturado directamente por cinta transportadora a las instalaciones secundarias en el exterior situadas a casi 400 metros de distancia. De esta manera, una vez se alimenta con la roca volada la chimenea, todo el transporte posterior se realiza verticalmente por la propia gravedad del pozo y horizontalmente mediante cintas transportadoras.

La aplicación concreta del sistema en Cueto Pando, permite la explotación a cielo abierto de una cantera con un desarrollo superior a 500 metros a lo largo y a 200 metros a lo ancho en planta de la corta, sustituyendo todas las pistas y los equipos de transporte necesarios para el acarreo del mineral, por el sistema de pozo-túnel y las cintas transportadoras.

En Cueto Pando, la chimenea cuenta con 82,5 metros de longitud en su máximo desarrollo, 76° de inclinación respecto a la horizontal y dispone de un diámetro de 4 metros. La chimenea, que no va revestida, se ha realizado mediante el método de "raise boring", que consiste en realizar primero un sondeo piloto descendente de aproximadamente 350 mm. de diámetro y, posteriormente, con una cabeza escariadora, realizar en sentido ascendente el diámetro final. La cámara excavada se encuentra con un piso intermedio sobre el que cae directamente del pozo la roca volada a una tolva de alimentación que manda ésta roca a la instalación de trituración primaria situada 10 metros más abajo.

Figura 4. La chimenea parece "pulida" por el método Raise Boring.

La roca ya triturada sale a través de la cinta transportadora al exterior, por una galería de casi 350 metros de longitud y una sección de 67 m^2 con una anchura y altura de 8 metros, con objeto de permitir el paso de vehículos junto

con la instalación de la cinta de transporte. Por motivos de seguridad, se proyecta una segunda galería auxiliar de longitud 370 metros y sección de 47 m^2, con un ancho de 5,3 metros y una altura de 8 metros, con objeto de garantizar una segunda salida y por si se diese el caso improbable de colapso en la tolva de alimentación, permitirse el acceso a ésta de maquinaria auxiliar que triturara la roca.

Figura 5. Figura del método Raise Boring.

Parámetros Generales

Parámetros Geométricos	
Cota máxima en coronación	490m
Cota fondo de explotación	460m
Altura máxima de banco de trabajo	10m
Talud de banco de trabajo	76°
Anchura de plataforma de trabajo	30m
Anchura pistas de transporte (1 carril)	9m
Anchura pistas de transporte (2 carriles)	14m
Pendiente longitudinal media de las pistas	<10%
Pendiente máxima de las pistas	10%
N° de bancos totales generados en la explotación	3
Talud general	46°

Tabla 2. Parámetros geométricos de la explotación.

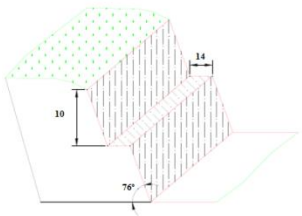
Parámetros de voladura

Los criterios que han conformado el diseño de la voladura por orden de importancia han sido:

- Criterios ambientales: se plantea realizar voladuras tipo en diámetro 3,5 pulgadas.
- Criterios productivos: es necesario cumplir las cantidades requeridas que hagan viable la explotación y abastezca las necesidades del promotor.
- Criterios técnicos: se obtenga un tamaño de voladura acorde con el dimensionamiento que permita su carga con facilidad.
- Criterios de seguridad: las voladuras se han de realizar cumpliendo la normativa que garantice la seguridad de personas, fauna, flora e instalaciones.

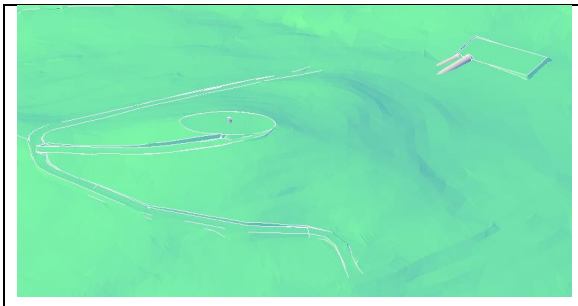
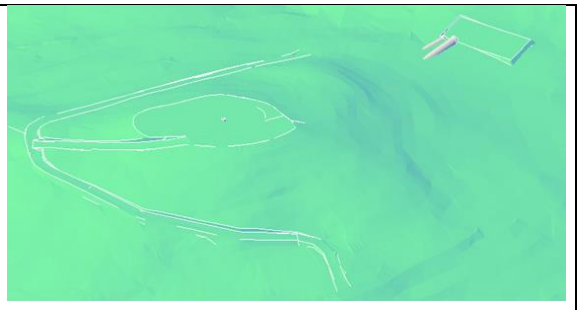
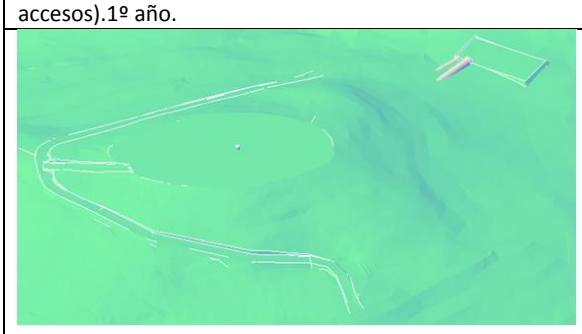
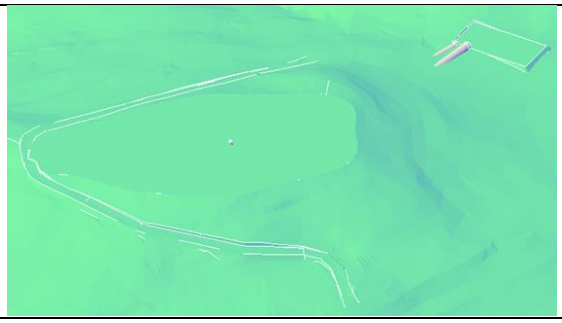
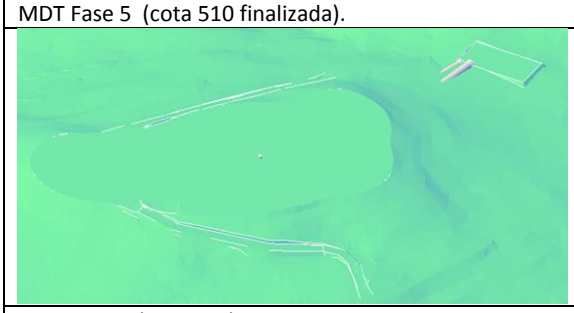
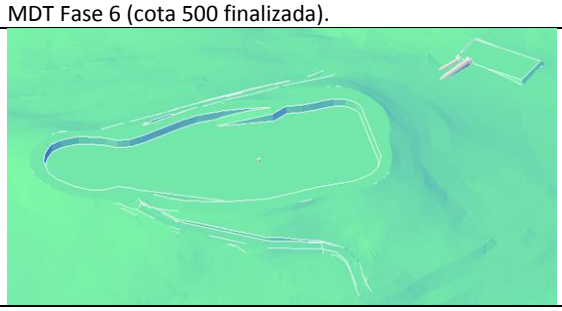
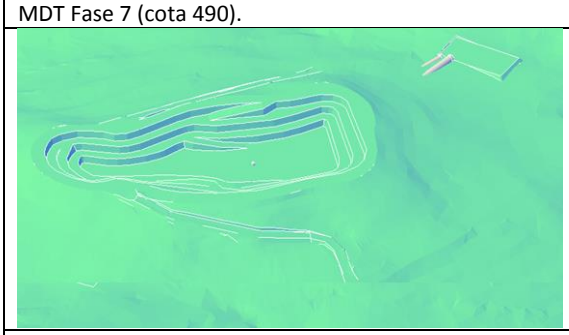
Tabla resumen:

CÁLCULO DE VOLADURA			
PIEDRA	V_p	3,69	m
ESPACIAMIENTO	$1{,}25 \cdot V_p$	4,61	m
SOBREPERFORACIÓN	$0{,}3 \cdot V_p$	1,11	m
RETACADO	V_p	3,69	m
LONGITUD DEL BARRENO	L_b	11,41	m
LONGITUD CARGA FONDO	L_F	4,80	m
LONGITUD COLUMNA	L_C	2,93	m
CARGA FONDO	Q_f	32,75	Kg
CARGA COLUMNA	Q_c	14,53	Kg
CARGA TOTAL	Qf+Qc	47,28	Kg
CONSUMO ESPECÍFICO	$Q_T/(E \cdot B \cdot H/\cos\beta)$	0,27	Kg explosivo/m3 Roca
CONSUMO ESPECÍFICO (gr explo/ton. Roca)	$C.E \cdot 10^3/\rho_{Roca}$	92,97	gr explosivo/ton Roca
RENDIMIENTO PERFORACIÓN	VR/Lbarreno	14,91	m3 volados/m perforado



Fases de la explotación

A continuación se muestra un resumen de la evolución de las fases desde la vista Suroeste:

	
Fase 1. Labores Preparatorias (Túnel, cámaras, Pozo, accesos).1º año.	MDT Fase 2 (cota 520)
	
MDT Fase 5 (cota 510 finalizada).	MDT Fase 6 (cota 500 finalizada).
	
MDT Fase 7 (cota 490).	MDT Fase 7 (cota 480).
	
MDT Fase 8 (cota 460 Final vista sureste).	

La división de las fases y su capacidad de extracción quedan recogidas en el siguiente cuadro:

FASE	Denominación	Año	Todo-uno (m^3)		Estéril (m^3)		Árido Vendible (m^3)		Árido Vendible (t)	
			Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
1	**Labores Preparatorias (Túnel, Cámara,Pozo, acceso a cota 530)**	**Año 1**	**66001,7**	**66001,7**	**3300,1**	**3300,1**	**62701,6**	**62701,6**	**181834,6**	**181834,6**
2	**Explotación a Cota 520**	Año 2	100000	166001,72	5000	8300,1	95000	157701,64	275500	457334,6
3	**Explotación en cota 510**	Año 3	100000	266001,72	5000	13300,1	95000	252701,64	275500	732834,6
4	**Explotación en cota 510**	Año 4	100000	366001,72	5000	18300,1	95000	347701,64	275500	1008334,6
5	**Explotación en cota 510 e inicio de labores en cota 500**	Año 5	100000	466001,72	5000	23300,1	95000	442701,64	275500	1283834,6
6	**Explotación en cota 500 e inicio de labores en cota 490**	Año 6	100000	566001,72	5000	28300,1	95000	537701,64	275500	1559334,6
		Año 7	100000	666001,72	5000	33300,1	95000	632701,64	275500	1834834,6
		Año 8	100000	766001,72	5000	38300,1	95000	727701,64	275500	2110334,6
		Año 9	100000	866001,72	5000	43300,1	95000	822701,64	275500	2385834,6
		Año 10	100000	966001,72	5000	48300,1	95000	917701,64	275500	2661334,6

7	**Explotación en cota 490 y corta en 480**	Año 11	100000	1066001,7	5000	53300,1	95000	1012701,6	275500	2936834,6
		Año 12	100000	1166001,7	5000	58300,1	95000	1107701,6	275500	3212334,6
		Año 13	100000	1266001,7	5000	63300,1	95000	1202701,6	275500	3487834,6
		Año 14	100000	1366001,7	5000	68300,1	95000	1297701,6	275500	3763334,6
		Año 15	100000	1466001,7	5000	73300,1	95000	1392701,6	275500	4038834,6
		Año 16	100000	1566001,7	5000	78300,1	95000	1487701,6	275500	4314334,6
		Año 17	100000	1666001,7	5000	83300,1	95000	1582701,6	275500	4589834,6
		Año 18	100000	1766001,7	5000	88300,1	95000	1677701,6	275500	4865334,6
		Año 19	100000	1866001,7	5000	93300,1	95000	1772701,6	275500	5140834,6
		Año 20	100000	1966001,7	5000	98300,1	95000	1867701,6	275500	5416334,6
8	**Explotación hasta cota 460 m**	Año 21	100000	2066001,7	5000	103300,1	95000	1962701,6	275500	5691834,6
		Año 22	100000	2166001,7	5000	108300,1	95000	2057701,6	275500	5967334,6
		Año 23	100000	2266001,7	5000	113300,1	95000	2152701,6	275500	6242834,6
		Año 24	100000	2366001,7	5000	118300,1	95000	2247701,6	275500	6518334,6
		Año 25	100000	2466001,7	5000	123300,1	95000	2342701,6	275500	6793834,6
		Año 26	100000	2566001,7	5000	128300,1	95000	2437701,6	275500	7069334,6
		Año 27	100000	2666001,7	5000	133300,1	95000	2532701,6	275500	7344834,6
		Año 28	100000	2766001,7	5000	138300,1	95000	2627701,6	275500	7620334,6

		Año 29	100000	2866001,7	5000	143300,1	95000	2722701,6	275500	7895834,6
		Año 30	100000	2966001,7	5000	148300,1	95000	2817701,6	275500	8171334,6
Total			**2.966.001,7**		**148300,1**		**2.817.701,6**		**8.171.334,6**	

9. Accesos y vías de transporte.

Las pistas y vías de acceso a las labores de explotación se realizaran con los parámetros y características que se describen en la I.T.C. 07.1.03.

10. Red de drenaje

De acuerdo con la estructura geológica de la zona de explotación no es posible intersectar con ningún acuífero. Los aportes de agua serán procedentes de la hidrogeología superficial.

La estabilidad del talud no se verá afectada, pero si se deberá evitar el acceso a la explotación de las aguas de escorrentía superficial, para lo cual se construirán cunetas dispuestas convenientemente para evacuar las aguas a un nivel inferior. El drenaje se garantizara mediante la excavación de cunetas perimetrales externas.

11. Viabilidad económica de la explotación

De acuerdo con las producciones planificadas y la comercialización de los productos esperada reflejada en apartados anteriores, se presenta el siguiente desglose de ingresos anuales para los 30 años.

Flujo previsto de ingresos anuales

Producción anual: 290.000 t

Inversión Inicial: -1.658.197,46 €

Período anual	CASH FLOW
1º año	782.353,16
2º año	1.636.657,48
3º año	1.680.572,95
4º año	1.725.586,30
5º año	1.771.724,98
6º año	1.819.017,14
7º año	1.867.491,59
8º año	1.917.177,91
9º año	1.968.106,39
10º año	2.020.308,08
11º año	2.073.847,20
12º año	2.128.725,61

13º año	2.184.976,81
14º año	2.242.635,15
15º año	2.301.735,81
16º año	2.362.314,89
17º año	2.424.409,35
18º año	2.488.057,12
19º año	2.553.297,05
20º año	2.620.168,96
21º año	2.688.713,68
22º año	2.758.973,05
23º año	2.830.989,97
24º año	2.904.808,41
25º año	2.980.473,42
26º año	3.058.031,20
27º año	3.137.529,09
28º año	3.219.015,64
29º año	3.302.540,58
30º año	3.388.154,91

Cuenta de resultados

CONCEPTO		1º Año (€)	2º Año (€)	3º Año (€)	4º Año (€)	5º Año (€)	6º Año (€)	7º Año (€)	8º Año (€)	9º Año (€)	10º Año (€)
CASH-FLOW	**4.326.390,83**	**782.353,16**	**1.636.657,48**	**1.680.572,95**	**1.725.586,30**	**1.771.724,98**	**1.819.017,14**	**1.867.491,59**	**1.917.177,91**	**1.968.106,39**	**2.020.308,08**
Inversión Inicial	4.326.390,83										
RMA	10%										
VAN		-3.615.160,68 €	-2.262.551,20 €	-999.911,87 €	178.686,79 €	1.278.788,61 €	2.305.576,37 €	3.263.894,84 €	4.158.272,48 €	4.992.941,71 €	5.771.857,94 €
TIR											

		11º Año (€)	12º Año (€)	13º Año (€)	14º Año (€)	15º Año (€)	16º Año (€)	17º Año (€)	18º Año (€)	19º Año (€)	20º Año (€)
CASH-FLOW											
Inversión Inicial	4.326.390,83										
RMA	10%										
VAN		6.498.728,73 €	7.177.006,31 €	7.809.916,26 €	8.400.472,19 €	8.951.489,44 €	9.465.597,99 €	9.945.254,46 €	10.392.753,40 €	10.810.237,87 €	11.199.709,29 €
TIR											

		21º Año (€)	22º Año (€)	23º Año (€)	24º Año (€)	25º Año (€)	26º Año (€)	27º Año (€)	28º Año (€)	29º Año (€)	30º Año (€)
CASH-FLOW		2.688.713,68	2.758.973,05	2.830.989,97	2.904.808,41	2.980.473,42	3.058.031,20	3.137.529,09	3.219.015,64	3.302.540,58	3.388.154,91
Inversión Inicial	4.326.390,83										
RMA	10%										
VAN		11.563.036,70 €	11.901.965,44 €	12.218.125,18 €	12.513.037,59 €	12.788.123,36 €	13.044.708,85 €	13.284.032,31 €	13.507.249,63 €	13.715.439,84 €	13.909.610,09 €
TIR											35,00%

Conclusiones de viabilidad del proyecto

La viabilidad técnica está garantizada teniendo en cuenta la garantía en la existencia de reservas explotables y la viabilidad de ejecución.

A la vista de los resultados previstos para el primer ejercicio de la explotación, en el que se espera alcanzar una facturación de 2.727.519,60€, y un excedente en la cuenta de resultados de 782.353,16€, lo cual supone un beneficio del 28,6%, consideramos que está totalmente garantizada la viabilidad económica de la explotación.

La viabilidad económico-financiera del proyecto de acuerdo a una contrastada metodología de análisis de proyectos mineros de inversión (método VAN/TIR), arroja las siguientes conclusiones:

Los datos arrojados por el estudio son los siguientes:

- VAN: ..... 4.726.827,85 €
- TIR: .....35 %
- Periodo de retorno: .....3 años

Memoria Justificativa

Anejo Nº1
Introducción

Anejo 1. Introducción

Pese a estar atravesando una época dominada por la crisis económica, e inmersos en un ciclo recesivo, básicamente de confianza, el sector minero vive un auge contra tendencia y esto se debe al valor estratégico de las materias primas, que con determinados materiales suponen un refugio inversor.

La existencia de numerosos afloramientos de ofitas en la Comunidad de Cantabria y el creciente interés económico de estos materiales como áridos de machaqueo en las obras públicas (ferrocarril de alta velocidad, autovías, etc.) ha despertado de nuevo la atención por la explotación de estos yacimientos.

Dicho esto, no parece nada descabellado, más bien todo lo contrario, apuntar que existe y existirá una demanda de áridos. Por tanto, será necesario disponer de los áridos precisos en cantidad, calidad y precio tales que permitan atender dicha demanda.

Es por ello que se presenta este Proyecto Final de Carrera, "Proyecto del diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo", redactado por Luis Olarreaga Vegas, estudiante de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía de Torrelavega, perteneciente a la Universidad de Cantabria, cuya tutora es la Profesora Gema Fernández Maroto, como último paso para la consecución de su título en el Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros.

Anejo Nº2
Alcance

Anejo 2. Alcance

El presente proyecto se refiere al diseño de explotación de una cantera de ofitas en régimen de concesión directa de explotación, sección A, para la obtención de ésta como materia prima para diversos procesos industriales.

Se define la situación, el lugar, el medio, la superficie y cuantos datos sirvan para localizar y conocer el recurso que se pretende aprovechar y su entorno.

Con ello, este proyecto describe las labores mineras necesarias para la explotación a cielo abierto, tales como perforación, voladura en banco, cargue y transporte del recurso hasta la planta de tratamiento.

Así mismo, se establecen los ritmos de extracción y vida prevista de la explotación, además de incluirse el estudio económico que determine la viabilidad de la explotación. Por último, se acompaña un estudio del proceso de restauración que toda explotación tiene obligación de realizar al acabar el periodo de aprovechamiento del recurso.

La finalidad por tanto es conseguir una explotación a cielo abierto bien proyectada desde su inicio hasta su cierre de forma medioambientalmente sostenible.

Se ilustra como aclaración a los datos que se exponen, planos que recogen los datos generales de detalle de la explotación diseñada, así como planos geológicos y de situación de la zona a explotar.

Anejo Nº3
Antecedentes

Anejo 3. Antecedentes

El recurso mineral más explotado en Cantabria como árido ha sido, tradicionalmente, la caliza por su variedad y abundancia en la región. Sin embargo, existen en esta comunidad numerosos afloramientos de una roca de carácter ígneo subvolcánico denominada ofita (Fernández Maroto et al., 2004) con propiedades geomecánicas de gran calidad que hacen de estas rocas importantes recursos para áridos de calidad.

Basándose en la bibliografía conseguida sobre los afloramientos ofíticos de Cantabria (Fernández Maroto et al.2004; Fernández y Suárez del Río 2004; Hoja geológica 1:50000 nº83), se reconoció como lugar para una posible explotación de ofitas el monte conocido como “Cueto Pando” en el municipio de Molledo.

Los antecedentes de antiguas explotaciones se localizan en la hoja geológica nº83. Reinosa. De ella se pueden destacar tres tipos de yacimientos ya explotados.

- Los afloramientos de ofitas ya canterados en las proximidades de Cervatos que se utilizaron como áridos de machaqueo para obras públicas. Este yacimiento se encuentra en la actualidad abandonado.

- El yacimiento de ofitas de Cañeda que presenta semejantes características. También abandonado en la actualidad y donde aún quedan restos de las antiguas instalaciones mineras que en su mayor parte ya han sido desmanteladas.

• El yacimiento de ofitas que aflora en Salces y que fue explotado de manera intermitente durante más de 35 años por diferentes propietarios. Esta cantera fue cerrada definitivamente en el año 1995 debido a la excesiva proximidad que la explotación minera tiene con el pueblo de Salces, lo que sin duda generaba contaminación acústica, emisiones de polvo, etc. durante las labores de explotación.

Varios fueron los posibles diseños valorados en principio para satisfacer los condicionantes medioambientales en Cueto Pando. Muchos de ellos, como una extracción integral de los montes, iban destinados a un pleno aprovechamiento del recurso, pero la herida que abriría en la zona, comprometería la integridad paisajística de la misma y su atractivo. Bajo toda luz, las autorizaciones pertinentes por parte de la Consejería de Medio Ambiente para abrir una cantera en dichas condiciones se plantea ya de entrada imposible.

Es por ello que se elige un método menos agresivo, basado en la conservación del monte a una cota determinada y utilizando como sistema de explotación el denominado “sistema chimenea – galería”, que consiste en realizr un raise boring que sirva de chimenea por donde desalojar todo el material ofítico extraido en la corta y de este modo asegurase la preservación del paisaje, evitando la adecuación del terreno para el tráfico de vehículos pesados.

Anejo Nº4
Localización

Anejo 4. Localización. 49

1. Objeto del presente anejo 49

2. Situación Geográfica 49

3. Accesos 50

4. Situación Administrativa 51

5. Encuadre Geográfico 61

5.1 Descripción General *61*

5.2 Localidades *62*

5.3 Historia *64*

5.4 Patrimonio Arqueológico *65*

5.5 Patrimonio Religioso *67*

5.6 Patrimonio Civil *68*

6. Conclusiones 69

Anejo 4. Localización.

1. Objeto del presente anejo

El presente anejo recoge la información correspondiente a la localización geográfica del registro minero así como las indicaciones para su acceso. La situación administrativa pretende definir la demarcación del registro y la descripción de la Calificación del Suelo. El encuadre geográfico se presenta con la voluntad de suponer un acercamiento a la realidad histórica y patrimonial del municipio de Molledo.

2. Situación Geográfica

La cantera de cuyo diseño de explotación es objeto el presente proyecto se encuentra situada en el llamado "Cueto de Pando", en el término municipal de Molledo, al Sur de la Comunidad Autónoma de Cantabria, situado en la cuenca alta del río Besaya. Limita al norte y oeste con el municipio de Arenas de Iguña, al sur con Bárcena de Pie de Concha y San Miguel de Aguayo, y al este con Luena. Dista unos 58 kilómetros de Santander, su capital. Dicha zona se encuentra en la hoja número 83 (Reinosa) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y en la 83-I (Molledo) del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000.

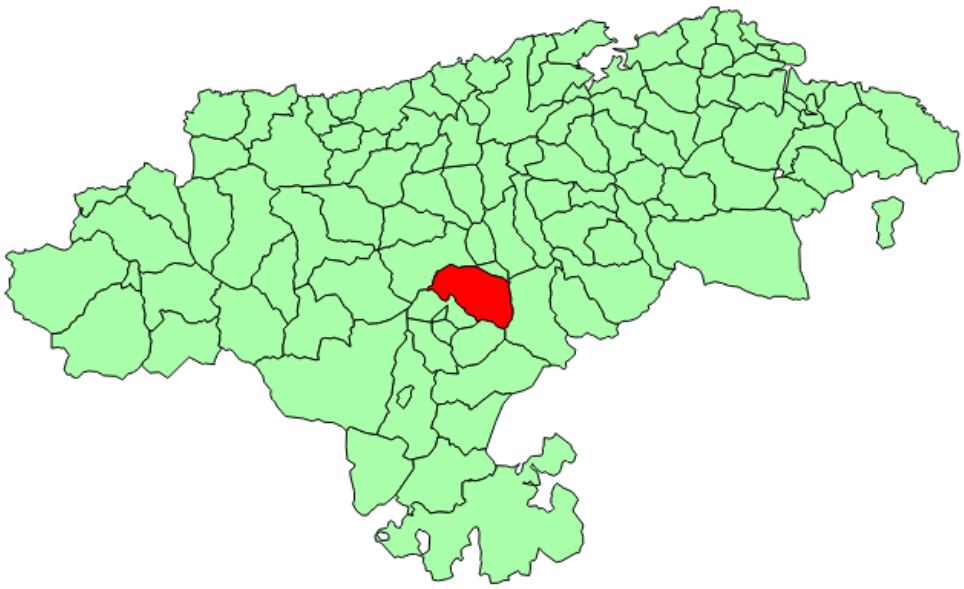


Figura 6. Municipio de Molledo

3. Accesos

El acceso al "Cueto de Pando" puede realizarse desde Torrelavega tomando la autovía A-67 en sentido Reinosa hasta la salida 157. Desde dicha salida se sigue por la Carretera Nacional N-611 en sentido Reinosa hasta llegar al desvío de la CA-710 que atraviesa el núcleo poblacional de Molledo. Por dicha carretera se llega hasta el enlace con la CA-711, en la zona de San Martín de Quevedo. Esta vía conduce al barrio de Pando, donde antes de llegar se encuentra Ulda, lugar desde el que se toma a mano derecha la carretera paralela al río León que lleva directamente al acceso de la explotación, próximo al Arroyo de la Espanda.

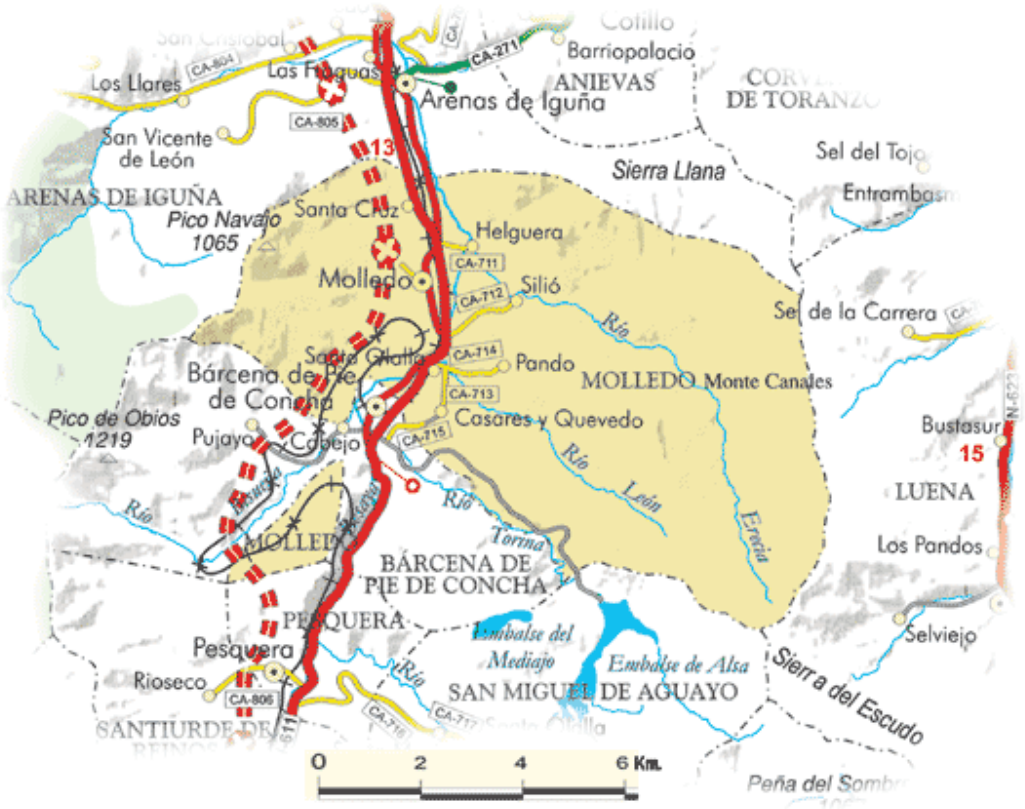


Figura 7. Localización de Molledo

4. Situación Administrativa

La demarcación del registro minero a solicitar queda definida por un total de 5 cuadrículas mineras, distribuidas según un polígono definido por los siguientes vértices.

Las coordenadas que definen la concesión son:

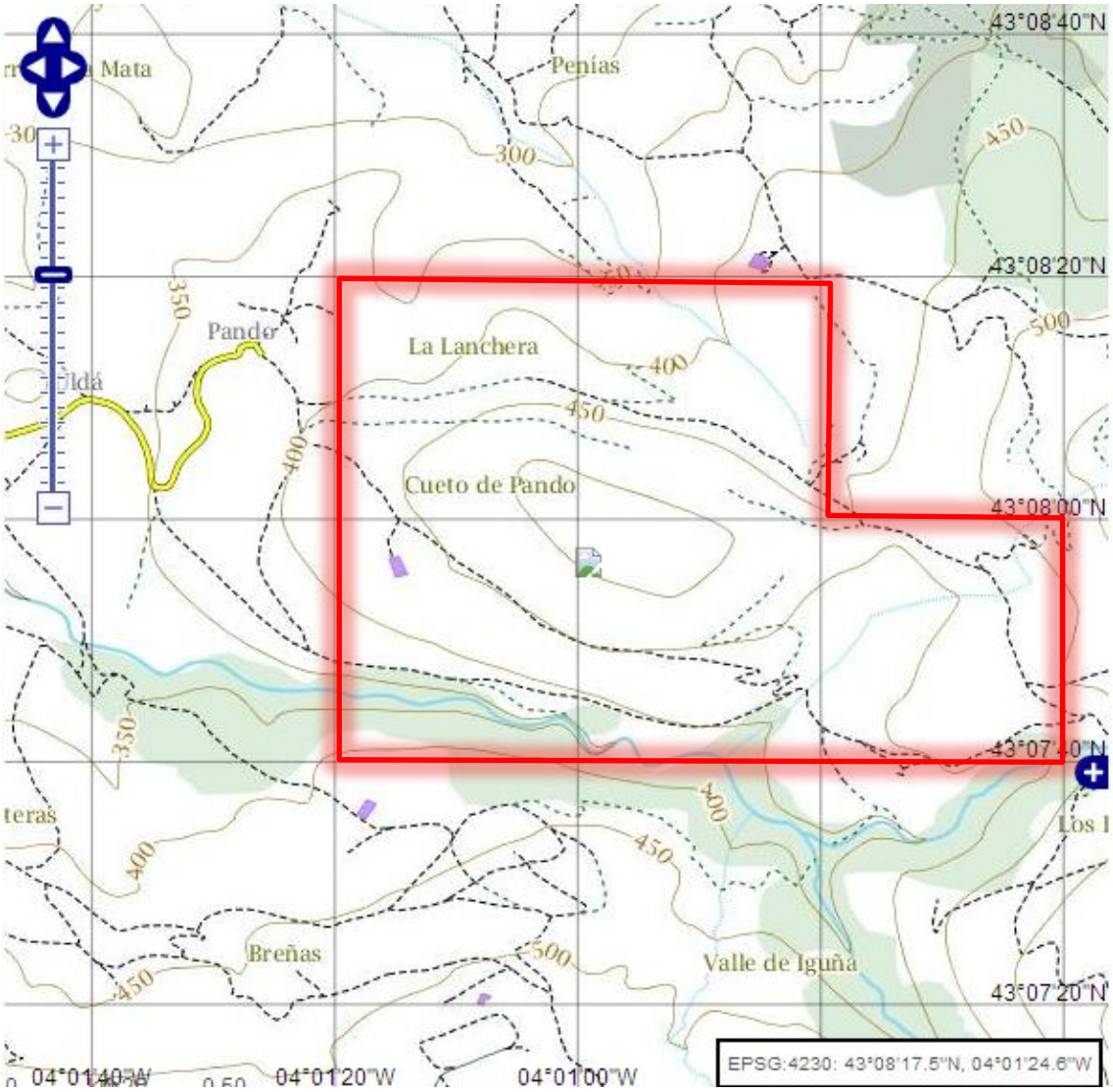


Figura 8. Cuadrículas de concesión

COORDENADAS CONCESIÓN					
VERTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (ED-50)		HUSO	COORDENADAS U.T.M.	
	LONGITUD	LATITUD		X	Y
PP O V1	4°00’20’’ W	43°07’40’’ N	30	418204.82	4775581.35
V2	4°01’20’’ W	43°07’40’’ N	30	416849.09	4775597.75
V3	4°01’20’’ W	43°08’20’’ N	30	416864.15	4776831.7
V4	4°00’40’’ W	43°08’20’’ N	30	417767.8	4776820.74
V5	4°00’40’’ W	43°08’00’’ N	30	417760.36	4776203.76
V6	4°00’20’’ W	43°08’00’’ N	30	418212.23	4776198.32

Tabla 3. Coordenadas de la concesión.

La actividad extractiva que se pretende realizar está sometida a la obtención por parte del explotador de la licencia municipal urbanística para uso excepcional del suelo, posterior al otorgamiento de la concesión minera.

Según la información recabada en el Ayuntamiento de Molledo, en las Normas Subsidiarias vigentes de planeamiento municipal de 1985, se clasifica el terreno afectado como Suelo No Urbanizable sin protección especial, sin existir ninguna protección que impida en principio el desarrollo de actividades mineras en este terreno.

El terreno objeto de explotación y de futura solicitud de licencia urbanística NO se encuentra impedido el uso del suelo para la actividad extractiva que se pretende (explotación minera).

Por otra parte, a estos efectos se debe tener presente la entrada en vigor del artículo 122 de la Ley de Minas que indica explícitamente:

"Cualquier prohibición contenida en los instrumentos de ordenación sobre actividades incluidas en la ley de Minas debe ser motivada y no podrá ser de carácter genérico".

En la Figura 6 se recoge gráficamente el área afectado por la explotación y la calificación de suelo del mismo.

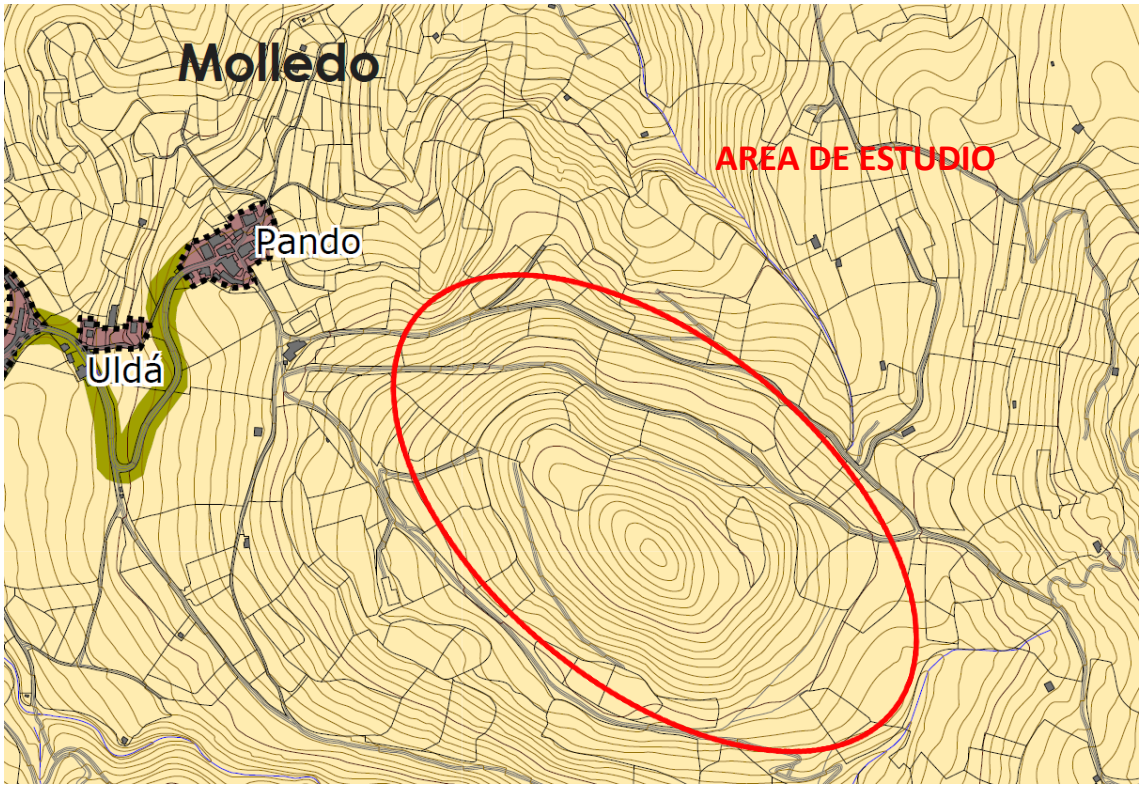
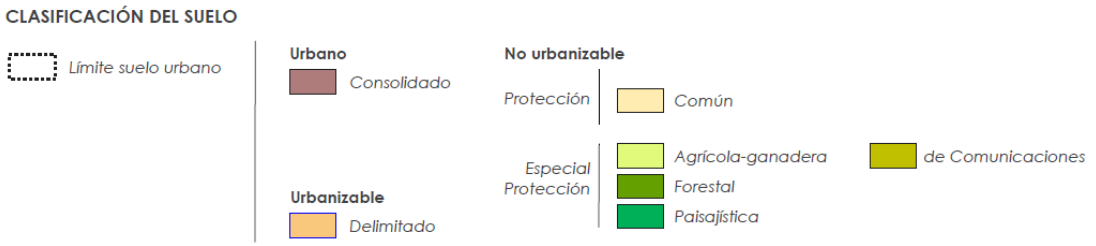


Figura 9.Recorte de plano PP-01 con calificación de Suelo No Urbano



Asimismo, se muestra la relación de parcelas (Figuras 7 y 8) que se verán afectadas por el desarrollo de la explotación.

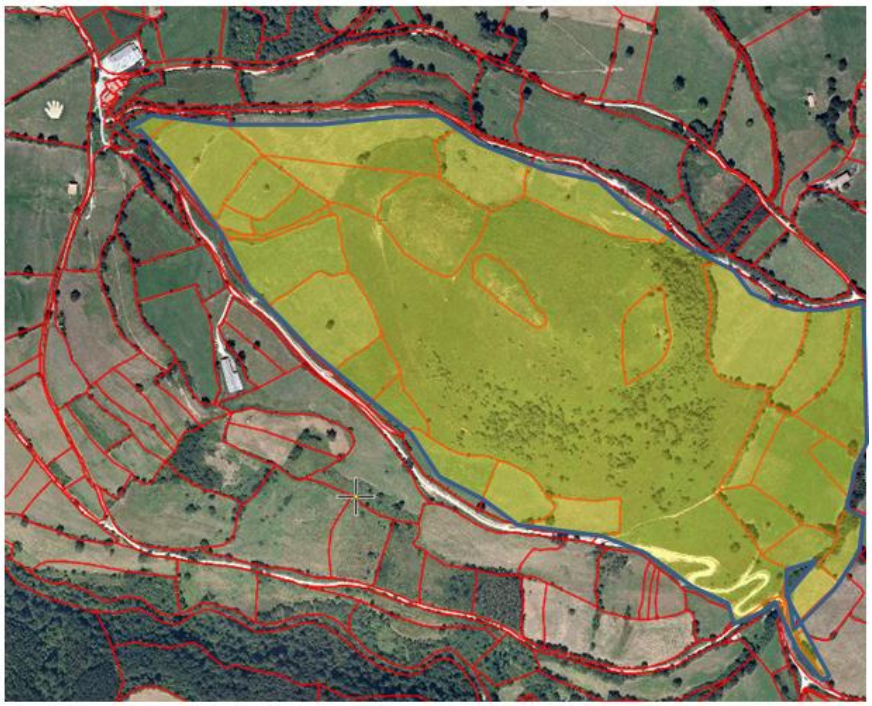


Figura 10. Imagen de satélite de las parcelas afectadas por la explotación

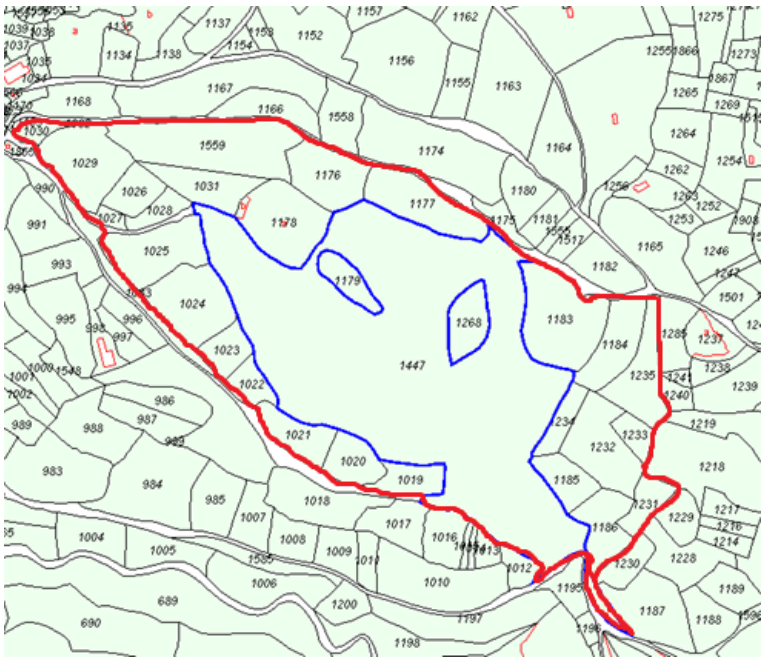


Figura 11. Croquis de referencia de las parcelas afectadas por la explotación.

Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004014470000TT
Localización	Polígono 4 Parcela 1447 EL CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	175.135 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010190000TW
Localización	Polígono 4 Parcela 1019 EL CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	5.073 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010200000TT
Localización	Polígono 4 Parcela 1020 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	5.931 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010210000TH
Localización	Polígono 4 Parcela 1021 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	6.677 m^2
Datos del Bien Inmueble	

Referencia catastral	39046A004010220000TW
Localización	Polígono 4 Parcela 1022 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	3.501 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010230000TW
Localización	Polígono 4 Parcela 1023 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	4.700 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010240000TB
Localización	Polígono 4 Parcela 1024 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	12.722 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010250000TY
Localización	Polígono 4 Parcela 1025 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	12.116 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010260000TG
	Polígono 4 Parcela 1026 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)

Localización	
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	5.080 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010270000TQ
Localización	Polígono 4 Parcela 1027 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	1.380 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010280000TP
Localización	Polígono 4 Parcela 1028 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	3.208 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010290000TL
Localización	Polígono 4 Parcela 1029 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	13.000 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010300000TQ
Localización	Polígono 4 Parcela 1030 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario

Superficie suelo	1.863 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004010310000TP
Localización	Polígono 4 Parcela 1031 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	7.911 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011760000TS
Localización	Polígono 4 Parcela 1176 ELES. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	10.390 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011770000TZ
Localización	Polígono 4 Parcela 1177 ESPINO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	11.900 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011780000TU
Localización	Polígono 4 Parcela 1178 ESPINO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	13.839 m^2
Datos del Bien Inmueble	

Referencia catastral	39046A004011790000TH
Localización	Polígono 4 Parcela 1179 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	4.387 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011830000TW
Localización	Polígono 4 Parcela 1183 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	17.051 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011840000TA
Localización	Polígono 4 Parcela 1184 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	8.864 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004011850000TB
Localización	Polígono 4 Parcela 1185 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	5.493 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004012310000TK
Localización	Polígono 4 Parcela 1231 CANDANO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico

Uso	Agrario
Superficie suelo	4.380 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004012320000TR
Localización	Polígono 4 Parcela 1232 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	12.203 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004012330000TD
Localización	Polígono 4 Parcela 1233 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	3.041 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004012340000TX
Localización	Polígono 4 Parcela 1234 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	4.016 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004012350000TI
Localización	Polígono 4 Parcela 1235 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	9.697 m^2
Datos del Bien Inmueble	

Referencia catastral	39046A004012680000TJ
Localización	Polígono 4 Parcela 1268 CUETO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	6.142 m^2
Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	39046A004015590000TZ
Localización	Polígono 4 Parcela 1559 ESPINO. MOLLEDO (CANTABRIA)
Clase	Rústico
Uso	Agrario
Superficie suelo	21.648 m^2

5. Encuadre Geográfico

5.1 Descripción General

Sobre una extensión de 71 km^2 de la comarca del Besaya se asienta el término municipal de Molledo, uno de los que conforman el antiguo valle de Iguña, que cuenta con significativos elementos de arquitectura civil y religiosa, como el castillo de Cobejo y la iglesia románica de San Primitivo y San Facundo (siglo XII), en Silió.

Su población supera los 1.800 habitantes, siendo ésta la suma de los residentes en sus siete núcleos: Helguera, Molledo, San Martín de Quevedo, Santa Cruz, Santa Olalla, Silió y Cobejo. Sin embargo, ésta es la cifra más reducida de las registradas durante todo el último siglo, lo que confirma, una vez más, la tendencia regresiva de entornos rurales como éste. Es, por tanto, una circunstancia determinada por el descenso de la natalidad, los saldos migratorios negativos y, como consecuencia, el progresivo envejecimiento de los habitantes y el incremento de la tasa de mortandad.

Al igual que los municipios que le rodean, su economía, que tradicionalmente ha estado basada en las actividades agropecuarias, depende en gran medida del trabajo en empresas del municipio o de otros términos próximos, como Torrelavega, Reinosa y Los Corrales de Buelna, aunque también dispone de un buen número de pequeños negocios.

Su patrimonio artístico, unido a la riqueza de sus tradiciones populares, constituye un imán para el turismo del municipio, que vio nacer al insigne científico Leonardo Torres Quevedo (1852-1936).

5.2 Localidades

Siete son los núcleos de población que constituyen el municipio de Molledo: Cobejo, Helguera, Molledo (capital), San Martín de Quevedo, Santa Cruz, Santa Olalla y Silió.

- Cobejo. En esta localidad viven 20 hab. (2004). Se encuentra a 4,5 km de Molledo y 246 m de altitud. De su patrimonio destacan los restos de un castillo del siglo XV.

- Helguera. En este núcleo viven 150 hab. (2004), está situado a 1,2 km de Molledo y 218 m de altitud. Conserva uno de los ejemplos más interesantes de arquitectura mozárabe de Cantabria: la iglesia parroquial de Santa Leocadia, del siglo X.

- Molledo. Es la capital municipal y cuenta con 441 hab. (2004), agrupados en el núcleo de Molledo (385 habs.) y en los barrios de Arca (25 hab.) y Caceo (31 hab.). Dista 54 km de Santander y se halla a una altitud de 241 m. Custodia el Santuario de la Virgen del Camino, del siglo XVIII (hacia 1753). En una finca de esta localidad se puede ver la ermita románica de San Lorenzo (hacia 1132), trasladada desde Pujayo. Del patrimonio civil hay que destacar, entre otras, la casona de los Tiros del siglo XVII,

restaurada por Leonardo Rucabado a principios del siglo XX. En Molledo nacieron el escritor y jurista Fidel García Lomas (1828–1893), el torero Pablo Alfonso Fernández Rueda (1939) y el dirigente deportivo Juan Álvarez Rodríguez (1937–1989).

- San Martín de Quevedo. A 2 km de Molledo y 323 m de altitud se encuentra esta localidad cuya población consta de 240 hab. (2004), distribuidos en sus diferentes barrios: Casares (39 hab.), Pando (70 hab.), Quevedo (17 hab.), San Martín (26 hab.), Santián (26 hab.), Ulda (36 hab.), Vallejo (23 hab.) y Mediaconcha –también Media Concha– (3 hab.). Tiene una altitud de 323 m. Desde el punto de vista patrimonial cabe resaltar que por Mediaconcha (también escrito Media Concha) pasan parte de los 5,5 km de la llamada calzada romana del valle del Besaya, declarada Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Arqueológica en abril 2002, parte de la vía que unía Pisoraca (Herrera de Pisuerga) con Portus Blendium (Suances). Es también de destacar la iglesia parroquial, que conserva la fábrica románica de la primera mitad del siglo XII, así como la torre medieval de los Quevedo, cuya cronología se sitúa en torno al siglo XV. También aquí se encuentra el llamado caserío redondo, una construcción de la primera mitad del XIX incluido en el Inventario General del Patrimonio Cultural de Cantabria en 2002. Por Media Concha pasa un tramo de la calzada romana del Besaya.

- Santa Cruz. Se encuentra a 1,5 km de Molledo y 208 m de altitud. Cuenta con 194 hab. (2004), repartidos entre el barrio de Murá (64 hab.) y el núcleo de Santa Cruz (130 hab.). Su altitud es de 208 m. En esta localidad son de destacar las casonas de Rebolledo y Quijano y la casona de Obregón, las dos del siglo XVIII, así como la casa del inventor Leonardo Torres Quevedo (1852–1936), natural de esta localidad.

- Santa Olalla. Esta localidad cuenta con 170 hab. (2004) distribuidos por los subnúcleos de Santa Olalla 128 (hab.) destaca el barrio de El Mesón (42 hab.). Se encuentra a 1,6 km de Molledo y 264 m de altitud.

- Silió. Este pueblo está situado a una distancia de 2,5 km de Molledo y tiene una altitud de 265 m; su población es de 655 habitantes, repartidos entre el lugar de Silió (574 habs.) y el barrio de Santa Marina (81 habs.), perteneciente a este mismo núcleo. Destaca de su arquitectura la iglesia románica de San Facundo y San Primitivo, declarada Monumento de Interés Histórico Artístico el 23 de abril de 1970. Su arquitectura civil también reviste interés, entre ellas se cuentan la casa de Tagle, del siglo XVII, y la casa y torre de Obregón, del siglo XVIII. En Silió nacieron el arquitecto Ramiro Sáinz Martínez (1887–1974) y el traductor Jorge de Bustamante (S XVI).

5.3 Historia

Siete de los concejos que constituían el antiguo valle de Iguña conforman el actual municipio de Molledo, cuya primera referencia documental sobre la aldea de 'Molletos' remite al año 1106. Se desconoce si hubo asentamientos en esta zona durante la Prehistoria, aunque los restos aparecidos en otros términos vecinos, como los menhires de Sejos, hacen pensar que es probable que fuese un lugar de tránsito.

La huella de los romanos quedó plasmada en forma de camino empedrado. La calzada que comunicaba la Meseta con la cordillera cantábrica discurría por el territorio de Molledo. De hecho, una parte del trazado pasa por la aldea despoblada de Mediaconcha a su paso hacia Bárcena de Pie de Concha.

También se hallan vestigios de época medieval, como la necrópolis localizada en la aldea de Helguera, donde, precisamente, se encuentra uno de los más interesantes testimonios mozárabes de la región, un pequeño templo construido en el siglo X, que luego ha sufrido algunas reformas y añadidos.

La vieja calzada se mantuvo, haciendo de este trazado un importante camino al que jalonaban distintas iglesias y monasterios, como el de San Justo, que Sebastián Petriz donó a Sahagún en el año 1106. Los controles señoriales existentes en la Baja Edad Media quedan de manifiesto según lo expuesto en el Apeo del infante don Fernando de 1404, pues éste reconoce el pago del «portazgo real y guarda de paños y metales» en el Castillo de Cobejo, donde se gestionaba el tráfico de mercancías.

A lo largo de toda la época moderna ese control señorial estuvo en manos de los marqueses de Aguilar, lo cual no impidió que los concejos de este término tuvieran su representación en las juntas del siglo XVIII, de las que surgió la provincia de Cantabria.

Desde la génesis del estado constitucional, en 1822, se conformó el Ayuntamiento de Molledo en los límites actuales, e incluyendo también el lugar de Mediaconcha –enclavado en Bárcena de Pie de Concha–. Se designó a Molledo como la capital municipal.

5.4 Patrimonio Arqueológico

Como en los cercanos municipios del corredor del Besaya, Molledo atesora diversos yacimientos de época romana de gran importancia para la investigación del episodio de las Guerras Cántabras. Entre ellos se cuentan los restos de la fortificación conocida como El Cantón (Arenas de Iguña, Molledo). Está situada en la Cotera Redonda (también llamada La Redonda) y fue identificada en 1996. Se trata de un campamento secundario –en las cercanías se encuentra el campamento de 22 hectáreas de Cildá–, cuyo recinto defensivo, de planta ovalada, dispone de un agger o terraplén de tierra, foso y dos puertas en claviculae. Fue declarado Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Arqueológica en 2002, junto a los yacimientos de La Espina del Gallego, Cildá y Campo de Las Cercas, que se extienden por terrenos de los términos municipales de Corvera de Toranzo, Anievas, Arenas de Iguña, Molledo, San Felices de Buelna y Puente Viesgo. Además de ésta, entre Luena y Molledo se conservan restos de otras fortificaciones romanas. Se trata de la localizada en el paraje conocido como Cotero de Marojo y presenta dos grandes fosos en V,

formando un vallum duplex, y dos terraplenes de tierra en el perímetro sur; y situada en Cotero de Medio, donde se observa un aterrazamiento artificial, similar a los castella romanos de campaña conocidos en Galia, que delimita un perímetro defensivo de planta ovalada.

Así mismo, junto a la localidad despoblada de Mediaconcha discurren parte de los 5,5 km de calzada romana conservados entre Somaconcha (Pesquera) y Pie de Concha (Bárcena de Pie de Concha). Pertenece a la vía Pisoraca-Iuliobriga-Portus Blendium construida a partir de Segisamo (Sasamón) por ingenieros militares durante las Guerras Cántabras como vía de comunicación de las tropas. Después de la conquista del territorio cántabro, Pisoraca (Herrera de Pisuerga), situada en la confluencia de los ríos Pisuerga y Burejo, se transformó en eje de entrada a las vías principales que atravesaban Cantabria de sur a norte. El recorrido de la presente calzada discurría sobre un antiguo camino prerromano, a lo largo de los ríos Pisuerga y Camesa en el sur y Besaya, más allá de la Cordillera Cantábrica. El destino final eran dos puertos próximos a distintas explotaciones mineras, Portus Blendium, hoy en día identificado con Suances, y Portus Victoriae Iuliobrigensium, ubicado en la bahía de Santander e identificado con diversos restos localizados bajo la catedral de la capital regional. El tramo discurre por un área montañosa, cubierta por formaciones boscosas autóctonas (robledales, castaños, hayedos), entre Somaconcha (Pesquera), Mediaconcha (Molledo) y Pie de Concha (Bárcena de Pie de concha). El comienzo de la zona conservada está a una altura de 710 metros, cerca de un paraje conocido como Peña del Cuervo; desciende a 348 metros oscilando su anchura entre los 3 y los 4,1 metros y tiene un desarrollo en proyección horizontal de 3.875 metros. El firme está conformado por grandes losas que delimitan las partes externas entre las cuales se colocan lajas de menor tamaño. El tramo fue declarado Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Arqueológica en abril 2002.

En cuanto a arqueología medieval, las obras de la autovía de la Meseta, a su paso por Molledo, pusieron al descubierto en 2003 la existencia de una necrópolis medieval (la información se hizo pública en 2004) que incluye 211 enterramientos datados entre los siglos VII y XII, así como los restos de una

pequeña ermita, posterior, del siglo XVI. Se han recuperado algunos restos humanos –dientes en dos tumbas–, piezas de cerámica medieval, clavos y tres monedas de escaso valor.

5.5 Patrimonio Religioso

En el municipio de Molledo se localizan varios templos de interés, entre ellos son de reseñar la iglesia de Santa Leocadia (Helguera), San Facundo y San Primitivo (Silió), San Martín (Quevedo) y San Lorenzo (Bárcena de Pie de Concha).

Santa Leocadia de Helguera es el templo más venerable del municipio. Se trata de una construcción de origen mozárabe del siglo X, con ábside rectangular cubierto por bóveda de cañón. Alberga un retablo del siglo XVIII.

San Facundo y San Primitivo de Silió, del siglo XII; es una de las edificaciones románicas más importantes del valle de Iguña y fue declarada Bien de Interés Cultural en 1970. Tiene planta de una sola nave y, aunque ha sufrido algunas modificaciones, conserva su puerta primitiva del lienzo meridional de estructura románica, anticipada del muro. Lo más interesante y mejor conservado de su exterior es el ábside, dividido en tres tramos por finas columnas que enmarcan tres ventanas. Presenta una hilera de canecillos en el alero de gran belleza y calidad escultórica. Del interior sobresalen las nueve arcaduras ciegas, de medio punto, con guardapolvos de billetes, en el ábside y el presbiterio, apoyadas en interesantes capiteles iconográficos.

San Martín de Quevedo es un templo románico del siglo XII, que conserva decoración en los canecillos y capiteles relacionada con la de la colegiata de Cervatos. La nave fue ampliada en el siglo XVIII, con la construcción de varias capillas en el muro sur; la de los Bustamante custodia un retablo fechado en 1750. En su entorno hay una necrópolis medieval de tumbas de lajas.

San Lorenzo (desmontada y trasladada desde su emplazamiento original en Pujayo, en el término de Bárcena de Pie de Concha, a una finca particular de Molledo) se trata de un sencillo templo de una nave de origen románico. En una inscripción consta la fecha de su consagración, el año 1132, por el obispo

Jimeno. De pequeño tamaño, está realizada en su totalidad en piedra de mampostería con sillería en los esquinales y contorno de los vanos. El arco de entrada es de medio punto y se apoya sobre capiteles iconográficos. El arco triunfal del interior también es de medio punto; sus capiteles están decorados con águilas de alas extendidas y leones enfrentados.

Otros templos y santuarios a destacar son la iglesia parroquial de Santa Cruz, construida en el siglo XVI, que presenta una puerta de ingreso con alfiz y rematada con emblemas heráldicos; la ermita de San Antonio (Silió), del siglo XVII; y el santuario de la Virgen del Camino (Molledo), construcción del sigo XVIII de una sola nave y bóveda de crucería de combados, que conserva en su interior interesantes retablos de la época.

5.6 Patrimonio Civil

En Molledo se conservan significativos ejemplos de fortalezas medievales, entre ellos se cuenta la torre del linaje de los Quevedo, declarada Bien de Interés Cultural en 1992 y situada frente a la iglesia de San Martín de Quevedo. Data del siglo XV y mantiene la imagen militar y defensiva propia de su función primitiva. Tiene planta rectangular, tres alturas, muros de mampostería y sillería en los esquinales y presenta una cubierta de teja a cuatro aguas. También en el siglo XV se edificó el castillo de Cobejo. Situada en un alto de la localidad, se trata de una torre cuadrangular de 13 por 15 metros y muros de más de 3 metros de espesor.

Este municipio también atesora diversas casas solariegas erigidas en la Edad Moderna de interés, entre ellas destacan la casa de Tagle, de principios del siglo XVI, en Silió; la casa y torre de Obregón del siglo XVIII, también en Silió; la casona reedificada en Santa Cruz por el capitán de caballeros corazas Manuel de Rebolledo y Quijano en 1709; y la Casa de los Tiros, construcción típica del barroco montañés del siglo XVII situada en Molledo, en la que se cuenta que se hospedó el emperador Carlos V en 1522 de camino a Palencia. También son de reseñar dos portaladas monumentales del siglo XVII, una de ellas situada en

Molledo, adornada con cañones de piedra y un escudo con las armas de García Lomas, y otra, en el solar de los Terán, en Santa Cruz.

En cuanto a la arquitectura del siglo XIX, comienzos del XX, son de destacar construcciones como la vivienda del ingeniero e inventor montañés Leonardo Torres Quevedo, en la aldea de Santa Cruz; el chalet pintoresquista Los Picos, situado Molledo; o el caserío Redondo, de San Martín de Quevedo, inmueble incluido en 2002 en el Inventario General del Patrimonio Cultural de Cantabria, como Bien Inventariado. Su planta, a excepción del anexo destinado a habitación, es circular, con las paredes maestras dispuestas a modo de anillos concéntricos. Este edificio presenta numerosos vanos que hacen las funciones de puertas y ventanas, con los dinteles y las jambas de bloques de sillería cuidadosamente labrados. Por sus características arquitectónicas, este caserío puede datar de la primera mitad del siglo XIX.

Por último son de reseñar dos ejemplos de arquitectura contemporánea de interés en el entorno de Madernia: la llamada Casa de las Chimeneas, construida en 1926 sobre un proyecto de Elías de la Torre, y la Casa Bustamante, edificada en 1956 sobre un diseño de Francisco Asís Cabrero.

6. Conclusiones

El área en el que se enmarca el diseño propuesto en este proyecto, denominada Cueto Pando, se encuentra dentro del término municipal de Molledo que tiene una extensión de 71 km^2 y una población total que supera los 1800 habitantes. Sin embargo, Cueto Pando se encuentra aislado en una zona en la que la población más próxima es Pando que se encuentra al oeste del cerro y cuenta con 70 habitantes. Hacia el este no existe población. El área seleccionada para la explotación se encuentra calificada como Suelo No Urbanizable sin protección especial.

Anejo Nº5
Estudio del medio

Anejo 5. Estudio del medio. 72

1. Estudio climático 72

1.1 Clasificación del clima según Köppen *72*

1.1 El clima de Cantabria *77*

1.2 Temperaturas *79*

1.3 Precipitaciones *81*

1.4 Nieve *83*

1.5 Viento *84*

1.6 Evapotranspiración potencial según Thornthwaite *85*

1.7 Conclusiones *91*

2. Estudio de vegetación y fauna 92

2.1 Vegetación y Flora *92*

2.2 Fauna *110*

2.3 Particularizado a la zona *132*

3. Estudio Socioeconómico 133

3.1 Población *134*

3.2 Datos de la actividad agraria y forestal *142*

3.3 Datos de actividad industrial *147*

3.4 Datos de actividad turística *148*

4. Paisaje 149

4.1 Unidades paisajísticas *151*

4.2 Cuencas visuales *162*

Anejo 5. Estudio del medio.

1. Estudio climático

1.1 Clasificación del clima según Köppen

La palabra clima procede del griego "Klima" que designaba una zona de la Tierra limitada por dos latitudes, que estaba asociada a la inclinación de los rayos solares y, por extensión, a las características meteorológicas predominantes. El clima corresponde a una síntesis del tiempo atmosférico, en que el estado de tiempo atmosférico se refiere al conjunto de las condiciones meteorológicas, en un momento dado y en un lugar concreto.

En la definición más común, el clima se refiere a las "condiciones medias del tiempo" y más concretamente, a la descripción estadística en términos cuantitativos de la media y de la variabilidad de las magnitudes relevantes relativas a períodos de tiempo suficientemente largos.

Así, clima, en un sentido restringido puede definirse como una "síntesis de las condiciones meteorológicas", o más concretamente, como la descripción estadística de las características del estado del tiempo durante un período de tiempo desde pocos meses hasta millones de años. El período clásico es de 30 años, adoptado por la OMM. Esas cantidades, designadas elementos climáticos, suelen ser variables observadas en la superficie terrestre como la temperatura y la precipitación (Glossary Intergovernmental Panel on Climate Change o IPCC, 2009).

Clima, en sentido amplio, es el estado del sistema climático, que presenta una variabilidad interna en una amplia gama de escalas de tiempo y depende de factores externos: naturales, como erupciones volcánicas, variaciones solares; antropogénicos, como alteraciones en la composición química de la atmósfera y de la superficie terrestre.

En el clima los fenómenos interesan por su duración o persistencia y por su repetición y se caracterizan por valores medios, variaciones y probabilidades

de producirse valores extremos, en relación a los diversos elementos climáticos. Por eso, el clima se caracteriza por valores medios, máximos, mínimos, cuantiles, distribuciones de probabilidad, etc. de las magnitudes más adecuadas para efectuar esa síntesis.

De esta forma, en este Atlas, más que caracterizar el clima, se describe el estado climático que, en este caso concreto, se refiere al período de 1971-2000.

1.1.1 Clasificación para la Península Ibérica

Para delimitar los distintos tipos de clima de la Península Ibérica se ha utilizado la clasificación climática de Köppen. A pesar de que esta clasificación se definió hace unos 100 años, sigue siendo una de las clasificaciones más utilizadas en estudios climatológicos de todo el mundo.

La clasificación de Köppen define distintos tipos de clima a partir de los valores medios mensuales de precipitación y temperatura. Para delimitar los distintos climas se establecen intervalos de temperatura y precipitación basados principalmente en su influencia sobre la distribución de la vegetación y de la actividad humana (Essenwanger, 2001).

Originariamente formulada por Wladimir Köppen en 1900, la clasificación de Köppen pasó por sucesivas modificaciones del propio Köppen y de otros climatólogos. En el presente Atlas Ibérico se ha seguido el esquema propuesto por Köppen en su última revisión de 1936, conocida también como clasificación de Köppen-Geiger, con la única salvedad de que se eligió como límite de temperatura para separar los climas templados C y D los 0 °C, conforme proponen Russel, Trewartha, Critchfield y otros autores (Essenwanger, 2001), en vez de los –3,0 °C utilizados en la clasificación original. Este esquema es igual al utilizado en la clasificación climática del Atlas Nacional de España (2004) y en la clasificación actualizada a nivel mundial publicada recientemente por Peel et al. (2007). En Portugal es la primera vez que el IM aplica esta clasificación de Köppen-Geiger, ya que la anterior seguía la metodología original de Köppen. La delimitación de las zonas climáticas se realizó aplicando técnicas de álgebra de

mapas a los campos medios mensuales de temperatura y precipitación que habían sido previamente calculados para los mapas de temperatura y precipitación del Atlas Ibérico.

El resultado de la clasificación muestra los siguientes tipos de clima presentes en la Península Ibérica e Islas Baleares:

a) Climas Secos - Tipo B

La delimitación de los climas áridos (tipo B) se realiza definiendo tres intervalos diferentes conforme al régimen anual de precipitación, para tener en cuenta que la precipitación del invierno es más efectiva para el desarrollo de la vegetación que la del verano, al ser menor la evaporación.

- P = 20 (T+7): precipitación repartida a lo largo del año;
- P = 20 T: verano seco (el 70% o más de la precipitación anual se concentra en el semestre otoño invierno);
- P = 20 (T+14): invierno seco (el 70% o más de la precipitación anual se concentra en el semestre primavera-verano); donde P es la precipitación total anual en mm y T es la temperatura media anual en °C. En la región ibérica se observan únicamente los dos primeros casos. Köppen distingue entre dos subtipos de clima B, el subtipo BS (estepa) y el subtipo BW (desierto), según la precipitación anual alcance o no la mitad del valor establecido anteriormente para delimitar los climas de tipo B.

Köppen distingue también las variedades cálida (letra h; BSh y BSk) y fría (letra k; BSk y BWk) según la temperatura media anual esté por encima o por debajo de los 18 °C, respectivamente.

BWh (desierto cálido) y BWk (desierto frío)

Se localizan en pequeñas áreas del sureste de la Península Ibérica, en las provincias españolas de Almería, Murcia y Alicante, coincidiendo con los mínimos pluviométricos peninsulares.

BSh (estepa cálida) y BSk (estepa fría)

En España se extienden ampliamente por el sureste de la Península y valle del Ebro y, en menor extensión, en la meseta sur, Extremadura e Islas Baleares.

En Portugal sólo abarca una pequeña región del Baixo Alentejo, en el distrito de Beja.

b) Climas Templados - Tipo C

La temperatura media del mes más frío en los climas tipo C está comprendida entre 0 y 18 °C.

Köppen distingue los subtipos Cs, Cw y Cf conforme se observa un período marcadamente seco en verano (Cs), en invierno (Cw), o si no hay una estación seca (Cf). El subtipo Cw no existe en la Península Ibérica ni en las Islas Baleares.

También hay una tercera variante conforme el verano es caluroso (temperatura media del mes más cálido superior a 22 °C, letra a), templado (temperatura media del mes más cálido menor o igual a 22 °C y con cuatro meses o más con una temperatura media superior a 10 °C, letra b), o frío (temperatura media del mes más cálido menor o igual a 22°C y con menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10 °C, letra c).

Csa (templado con verano seco y caluroso)

Es la variedad de clima que abarca una mayor extensión de la Península Ibérica y Baleares, ocupando aproximadamente el 40% de su superficie. Se extiende por la mayor parte de la mitad sur y de las regiones costeras mediterráneas, a excepción de las zonas áridas del sureste.

Csb (templado con verano seco y templado)

Abarca la mayor parte del noroeste de la Península, así como casi todo el litoral oeste de Portugal Continental y numerosas áreas montañosas del interior de la Península.

Cfa (templado sin estación seca con verano caluroso

Se observa principalmente en el noreste de la Península, en una franja de altitud media que rodea los Pirineos y el Sistema Ibérico.

Cfb (templado sin estación seca con verano templado)

Se localiza en la región cantábrica, en el Sistema Ibérico, parte de la meseta norte y gran parte de los Pirineos exceptuando las áreas de mayor altitud.

c) Climas Fríos - Tipo D

La temperatura media del mes más frío en el clima tipo D es inferior a 0 °C y la temperatura media del mes más cálido es superior a 10 °C. Los intervalos considerados para los subtipos y variedades del clima D son análogos a los del clima tipo C.

Dsb (frío con verano seco y templado) y Dsc (frío con verano seco y fresco)

Se localizan en pequeñas áreas de alta montaña de la Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, Sistema Central y Sierra Nevada.

Dfb (frío sin estación seca y verano templado) yDfc (frío sin estación seca y verano fresco)

Se observan en áreas de alta montaña de los Pirineos y en algunas pequeñas zonas de alta montaña de la Cordillera Cantábrica y del Sistema Ibérico.

d) Climas Polares - Tipo E

La temperatura media del mes más cálido en el clima tipo E es inferior a 0°C. Köppen define dos subtipos: ET (tundra: la temperatura media del mes más cálido es superior a 0 °C) y EF (glacial: la temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C).

El subtipo EF no se encuentra en la Península Ibérica.

ET (tundra)

Se observa únicamente en pequeñas áreas de alta montaña de los Pirineos Centrales, coincidiendo con las mayores altitudes de la cordillera.

En la Figura se presenta el mapa de clasificación de Köppen-Geiger para la Península Ibérica e Islas Baleares.

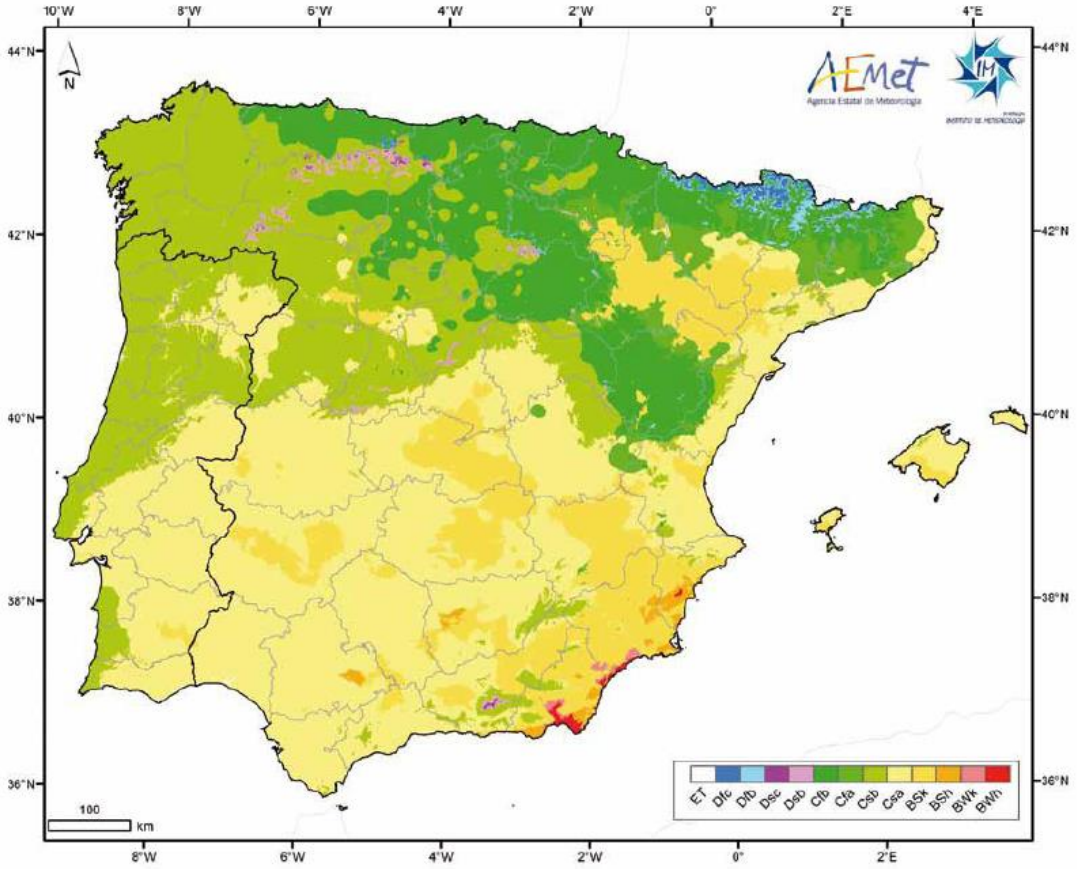


Figura 12. Mapa climatológico de la península Ibérica.

1.1 El clima de Cantabria

El clima de Cantabria es típicamente atlántico, templado y húmedo, y debido a su cercanía al mar así como a la orografía descrita está altamente condicionado.

Esta proximidad al mar, tiene una doble influencia en el clima, ya que este actúa por un lado como amortiguador térmico debido al calentamiento y enfriamiento del agua con mucha mayor lentitud que el suelo continental, y el aire ejerce la misión doble de ceder calor en las noches y absorber calor durante el día impidiendo así fuertes cambios de temperatura. Se consiguen días más frescos y noches no tan frías como en el interior.

Mediante este proceso el mar ejerce su segunda influencia ya que se consiguen excelentes núcleos de condensación debido al suministro de partículas de sal y vapor de agua por parte del mar. Estas partículas se incorporan a la atmósfera al evaporarse pequeñas gotas y por ser la sal una sustancia muy higroscópica dan lugar a los ya citados núcleos de condensación.

En las cumbres de las montañas que superan los 1.700 metros pueden encontrarse lugares de características climáticas subalpinas, con fríos intensos y nieves perpetuas. La hoya de Liébana es una excepción climática al quedar protegida por los Picos de Europa, lo que provoca que tenga veranos calurosos, inviernos templados y bajos niveles de lluvia.

Las precipitaciones se producen a lo largo de todo el año y alcanzan un promedio de 1.200 milímetros anuales. La lluvia es abundante en la costa y aumenta en las montañas donde puede llegar a los 2.000 milímetros.

A continuación, se exponen los datos locales del área de estudio registrados en los últimos 15 años recogidos por la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Urbanismo del Gobierno de Cantabria.

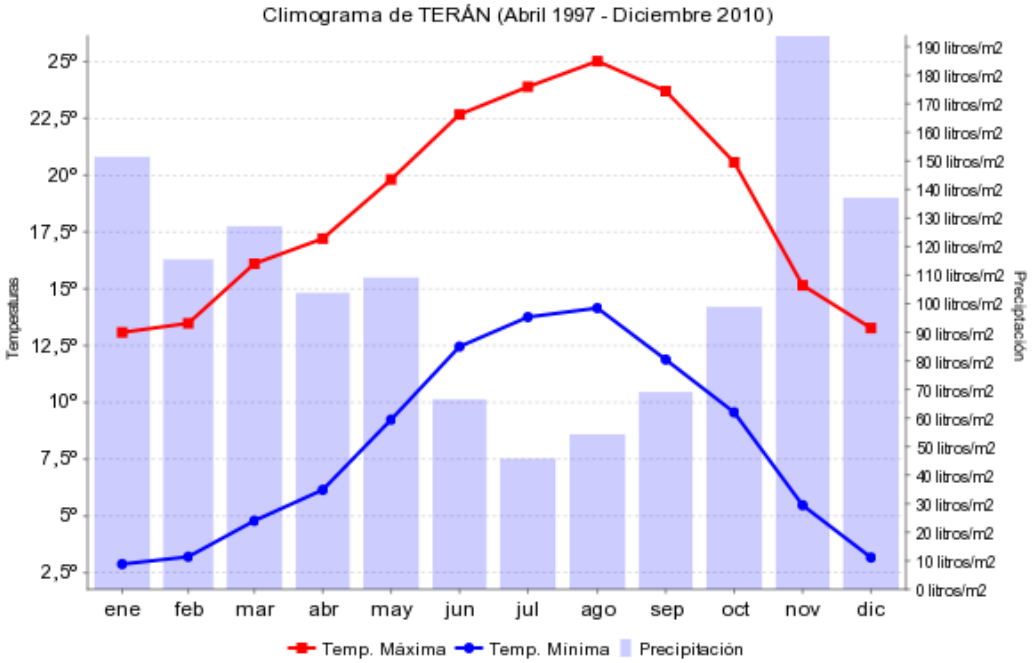


Figura 13. CLimograme de temperaturas y precipitaciones.

1.2 Temperaturas

De los datos obtenidos del Gobierno de Cantabria en los últimos 15 años se observa que la temperatura máxima que se ha dado es de 38,5°C en el mes de agosto, siendo la media máxima de 25,09°C. El mes más frío resulta ser enero, con una temperatura mínima media de 2,66 °C, aunque han sido registradas temperatura mínimas por debajo de los 7°C.

Periodo 1998-2013	Temp máx. (ºC)			Temp. mín. (ºC)			Temp. Media
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
enero	12,87	1,5	23	2,66	-6,5	15	8,13
febrero	13,49	1,5	25,5	3,03	-3,5	15,5	8,37
marzo	16,12	4,5	26,5	4,66	-6,5	18	10,31
abril	17,17	7,5	29,5	6,21	-1	15	11,38
mayo	19,61	9	34	9,12	1,5	17	14,49

Junio	23,02	13,5	38	12,57	5	18	17,07
Julio	24,11	16,5	36,5	13,75	7	21	18,79
Agosto	25,09	17	38,5	13,96	7	21	19,44
septiembre	23,68	14,5	35,5	11,6	2,5	19,5	17,29
Octubre	20,65	8,5	32,5	9,4	-0,5	21	14,59
noviembre	15,2	5	27	5,38	-6	17,5	10,36
Diciembre	13,2	3	22,5	3,08	-6	15,5	8,42
Anual	18,71	1,5	38,5	7,98	-6,5	21	13,34

Tabla 4. Temperatura durante el periodo 1998-2013.

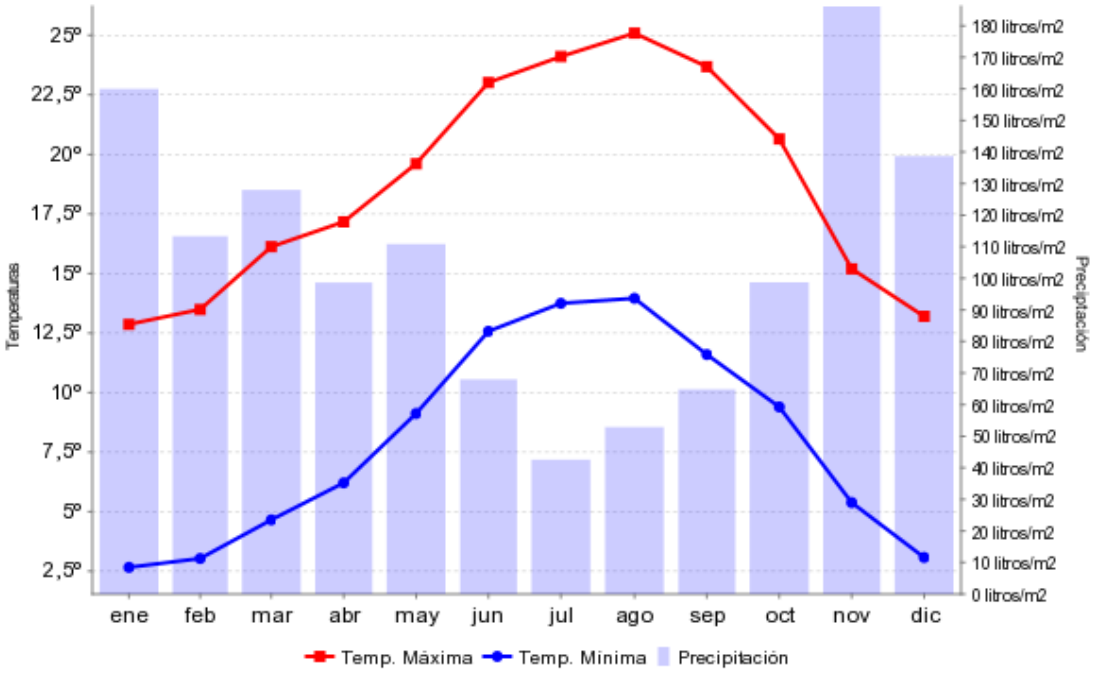


Figura 14. Climograma de temperaturas y precipitaciones.

Leyenda

Media: Valor medio diario de la variable en el periodo

Mínimo: Valor mínimo diario registrado de la variable en el periodo

Máximo: Valor máximo diario registrado de la variable en el periodo

Número: Número medio de días de ocurrencia del fenómeno en el periodo

Acumulado: Valor acumulado medio de la variable en el periodo

Máx. acc.: Valor acumulado máximo registrado de la variable en el periodo

1.3 Precipitaciones

Tanto el clima como la vegetación son de tipo atlántico, y se caracterizan, respectivamente, por la abundancia y persistencia de precipitaciones durante todo el año y por la presencia de una frondosa capa vegetal permanentemente verde.

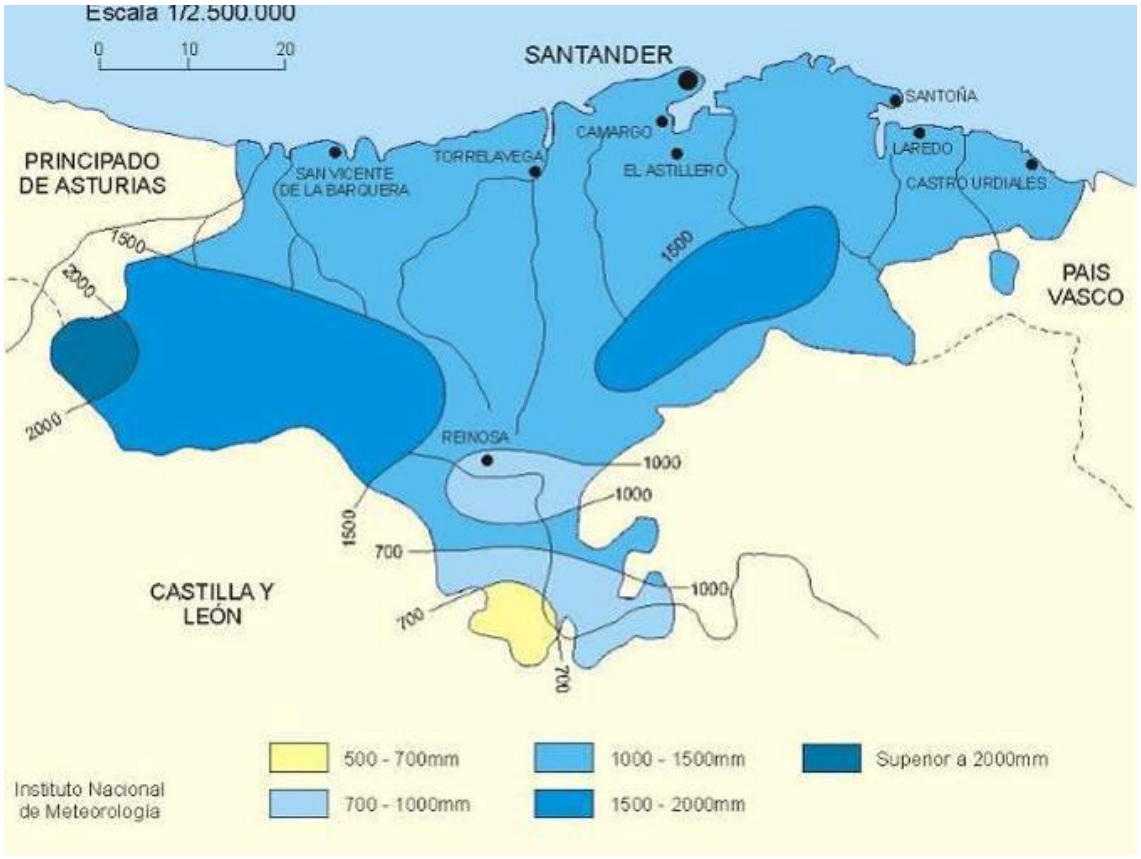


Figura 15. Mapa de precipitaciones medias anuales en Cantabria.

Fundamentalmente, dos son los rasgos característicos del clima de la zona: la abundancia de precipitaciones y la variabilidad del tiempo (alternancia de buen tiempo y tiempo lluvioso).

Habitualmente, son normales valores de precipitación media anual en torno a los 1.300 mm, que se distribuyen a lo largo de todos los meses del año, de modo que incluso en verano las lluvias constituyen un elemento típico del clima de Cantabria.

En el gráfico del Instituto Nacional de Meteorología que se adjunta a continuación, se observa que la cuantía de las precipitaciones en la zona de Molledo oscila entre los 1.000 y 1.500 mm, con un régimen pluviométrico máximo de invierno.

Los parámetros de pluviometría más significativos para las estaciones seleccionadas, incluyendo los correspondientes a esta zona obtenidos de la publicación Datos Climáticos para carreteras del MOPU aparecen a continuación:

Parámetros climáticos. Pluviometría			
Parámetro	MOPU	Estación 140-E (Pesquera)	Estación 144 (Molledo-Portolín)
Precipitación media anual (mm)	1.100,0	1.016,6	1.151,8
Nº medio anual de días de lluvia	140,0	141,0	133,0

Tabla 5. Precipitación media anual y Nº medio anual de días de lluvia registrados en las estaciones de Molledo y Pesquera.

A continuación como datos significativos se adjunta una tabla en la que figuran las precipitaciones máximas mensuales y las precipitaciones máximas registradas en ambas estaciones.

Pluviometría		
Precipitación máxima mensual	Estación 140-E (Pesquera)	Estación 144 (Molledo-Portolín)
Enero	203,7	232,8
Febrero	248	230,6
Marzo	201,7	214,9
Abril	259,8	266,1
Mayo	170,9	259,1
Junio	158,8	202,5
Julio	152,8	105,6
Agosto	93,1	292,5
Septiembre	166,3	233,5
Octubre	288,4	378,5
Noviembre	258	328,8
Diciembre	207,4	316,2
PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA	88,5	126,4

Tabla 6. Precipitación máxima mensual y diaria registrada en las estaciones de Molledo y Pesquera.

De los datos se observa que el mes más lluvioso es Octubre con una máxima mensual de 378,5 mm. Los meses con menos lluvias coinciden con el verano.

1.4 Nieve

La nieve es un fenómeno meteorológico que puede condicionar de manera importante una explotación. En este caso, los datos han sido obtenidos de la estación de Mataporquera, a 900m de altitud sobre el nivel del mar,

aproximadamente 600m más por encima de la cota del municipio de Molledo, por lo que sus valores son orientativos.

Los meses de más nieve coinciden con la estación invernal.

Periodo 1998-2013	**Nieve**(días ocurrencia)
	Media
enero	7,2
febrero	6,1
marzo	5,1
abril	2,8
mayo	0,2
junio	0
julio	0
agosto	0
septiembre	0
octubre	0,3
noviembre	2,7
diciembre	6,4
anual	30,8

Tabla 7. Días de ocurrencia de Nieve por meses.

1.5 Viento

El estudio de los datos de distribución de las frecuencias del viento en función de la dirección y de las velocidades medias, entre los años 2004 y 2007, permite obtener las siguientes conclusiones relativas a las direcciones y velocidades predominantes, en cada uno de los meses:

Mes	Dirección predominante 1	Dirección predominante 2	Dirección predominante 3
Enero	S	N	SSE
Febrero	N	NO	SSE
Marzo	SSE	S	N
Abril	NNO	N	S
Mayo	NNO	N	NO
Junio	NNO	N	NO
Julio	NNO	N	NO
Agosto	NNO	N	NO
Septiembre	NNO	N	SSE
Octubre	S	SSE	NO
Noviembre	S	SSE	NO
Diciembre	S	NNO	SSE

Tabla 8. Direcciones predominantes del viento por meses en Molledo.

Del análisis de los datos, se puede apreciar que las direcciones predominantes de viento son N – NNO y S – SSE, estando asociadas las componentes norte como predominantes en los meses de primavera y verano y las sur en los meses de otoño e invierno. Además, en general, durante la mañana predominan las componentes norte y por la tarde, las sur.

En relación con las velocidades, en general, se sitúan en torno a 1,5 – 5,2 m/s, que corresponden a brisas suaves o vientos ligeros. Estas velocidades están asociadas tanto a direcciones N como S. En direcciones de viento S y SSE se presentan con frecuencia velocidades entre 5,2 – 8,3 m/s, que corresponden a brisas moderadas.

1.6 Evapotranspiración potencial según Thornthwaite

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas. También es empleado en los índices y clasificaciones climáticas.

Thornthwaite comprobó que la evapotranspiración era proporcional a la temperatura media afectada de un coeficiente exponencial, a. Se propone la fórmula:

$e= 16\cdot(10\cdot tm/I)^a$

e : evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes)

tm : temperatura media mensual en °C

I : índice de calor anual

$I = \sum i_j \; ; \; j = 1, 2, \ldots , 12$

Que se calcula a partir del índice de calor mensual, i, como suma de los doce índices de calor mensuales : $i_j = (tm_j/5)^{1,514}$

a : parámetro que se calcula, en función de I según la expresión:

$a= 0{,}000000675\cdot I^3 - 0{,}0000771\cdot I^2 + 0{,}01792\cdot I + 0{,}49239$

Para valores de temperatura media mensual superiores a 26,5 °C, la ETP sin ajustar se obtiene directamente de la tabla ("Valores de la ETP diaria sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C") al ser independiente del valor de l. En este caso, hay que considerar que para obtener el valor mensual hay que multiplicar por el número de días del mes.

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado será preciso corregir la ETP sin ajustar "e" mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP sin ajustar para obtener la ETP según Thomthwaite (mm/mes).

$ETP_{Tho} = e\cdot L$

e : evapotranspiración mensual sin ajustar en mm

L : factor de corrección del número de días del mes (Nd_i) y la duración astronómica del día N_i -horas de sol-

$L_i = Nd_i/30 \cdot N_i/12$

El valor de "L" se puede obtener, así mismo, de la tabla "Valor L del método de Thomthwane. Coeficientes para la corrección de la ETP debida a la duración media de la luz solar''.

Se obtiene a partir de una temperatura determinada, entrando con el valor entero por el eje vertical y con el decimal por el horizontal.

tm(ºC}	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1	0.09	0.1	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.2	0.21	0.23
2	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44
3	0.46	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69
4	0.71	0.74	0.77	0.8	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97
5	1	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28
6	1.32	1.35	1.38	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.63
7	1.66	1.7	1.74	1.77	1.81	1.85	1.88	1.92	1.96	2
8	2.04	2.08	2.11	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
9	2.43	2.48	2.52	2.56	2.6	2.64	2.68	2.73	2.77	2.81
10	2.86	2.9	2.94	2.99	3.03	3.07	3.12	3.16	3.21	3.25
11	3.3	3.34	3.39	3.44	3.48	3.53	3.58	3.62	3.67	3.72
12	3.76	3.81	3.86	3.91	3.96	4	4.05	4.1	4.15	4.2
13	4.25	4.3	4.35	4.4	4.45	4.5	4.55	4.6	4.65	4.7
14	4.75	4.8	4.86	4.91	4.96	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22
15	5.28	5.33	5.38	5.44	5.49	5.55	5.6	5.65	5.71	5.76
16	5.82	5.87	5.93	5.98	6.04	6.1	6.15	6.21	6.26	6.32
17	6.38	6.43	6.49	6.55	6.61	6.66	6.72	6.78	6.84	6.9
18	6.95	7.01	7.07	7.13	7.19	7.25	7.31	7.37	7.43	7.49
19	7.55	7.61	7.67	7.73	7.79	7.85	7.91	7.97	8.03	8.1
20	8.16	8.22	8.28	8.34	8.41	8.47	8.53	8.59	8.66	8.72
21	8.78	8.85	8.91	8.97	9.04	9.1	9.16	9.23	9.29	9.36
22	9.42	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75	9.81	9.88	9.95	10.01
23	10.08	10.15	10.21	10.28	10.35	10.41	10.48	10.55	10.61	10.68
24	10.75	10.82	10.89	10.95	11.02	11.09	11.16	11.23	11.3	11.37
25	11.44	11.5	11.57	11.64	11.71	11.78	11.85	11.92	11.99	12.06

26	12.13	12.21	12.28	12.35	12.42	12.49	12.56	12.63	12.7	12.78

Tabla 9. Índice de calor mensual en función de la temperatura.

Se entra con el valor del índice de calor anual I y se lee directamente el valor de "a".

I	a	I	a	I	a	I	a
20	0.83	60	1.44	100	2.19	140	3.34
21	0.84	61	1.45	101	2.21	141	3.38
22	0.86	62	1.47	102	2.23	142	3.42
23	0.87	63	1.48	103	2.26	143	3.45
24	0.89	64	1.5	104	2.28	144	3.49
25	0.9	65	1.52	105	2.31	145	3.53
26	0.92	66	1.53	106	2.33	146	3.57
27	0.93	67	1.55	107	2.35	147	3.6
28	0.95	68	1.57	108	2.38	148	3.64
29	0.96	69	1.58	109	2.4	149	3.68
30	0.98	70	1.6	110	2.43	150	3.72
31	0.99	71	1.62	111	2.45	151	3.76
32	1.01	72	1.63	112	2.48	152	3.81
33	1.02	73	1.65	113	2.51	153	3.85
34	1.04	74	1.67	114	2.53	154	3.89
35	1.05	75	1.69	115	2.56	155	3.93
36	1.07	76	1.71	116	2.59	156	3.97
37	1.08	77	1.72	117	2.61	157	4.02
38	1.1	78	1.74	118	2.64	158	4.06
39	1.11	79	1.76	119	2.67	159	4.11
40	1.13	80	1.78	120	2.7	160	4.15
41	1.14	81	1.8	121	2.73	161	4.2
42	1.16	82	1.82	122	2.76	162	4.24
43	1.17	83	1.83	123	2.79	163	4.29
44	1.19	84	1.85	124	2.82	164	4.33
45	1.2	85	1.87	125	2.85	165	4.38
46	1.22	86	1.89	126	2.88	166	4.43
47	1.23	87	1.91	127	2.91	167	4.48
48	1.25	88	1.93	128	2.94	168	4.53
49	1.26	89	1.95	129	2.97	169	4.58
50	1.28	90	1.97	130	3	170	4.63
51	1.3	91	1.99	131	3.03	171	4.68

52	1.31	92	2.01	132	3.07	172	4.73
53	1.33	93	2.04	133	3.1	173	4.78
54	1.34	94	2.06	134	3.13	174	4.83
55	1.36	95	2.08	135	3.17	175	4.88
56	1.37	96	2.1	136	3.2	176	4.94
57	1.39	97	2.12	137	3.24	177	4.99
58	1.4	98	2.14	138	3.27	178	5.05
59	1.42	99	2.17	139	3.31	179	5.1

Tabla 10. Valor coeficiente "a".

Coeficientes para la corrección de la ETP debida a la duración media de la luz solar para un determinado mes y latitud.

LAT. N.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,9	0,9
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,9	0,9
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,9	0,89
30	0,9	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,2	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,8
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,2	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,3	1,2	1,04	0,95	0,8	0,76

Tabla 11. Valor L del método de Thornthwaite.

tm(ºC}	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
26						4.5	4.5	4.6	4.6	4.6
27	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9
28	4.9	5	5	5	5	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2
29	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4
30	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6
31	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8

32	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9
33	5.9	5.9	5.9	5.9	6	6	6	6	6	6
34	6	6	6	6	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
35	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
36	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
37	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
38	6.2									

Tabla 12. Valores de la ETP de Thomthwaite diaria (mm/día) sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C.

Para el área de la explotación, la ETP en mm/mes para cada mes del año según el método Thornwaite, correspondiente al término municipal de Molledo cuya latitud es 43°08´y las temperaturas medias mensuales son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8,13	8,37	10,31	11,38	14,49	17,07	18,79	19,44	17,29	14,59	10,36	8,42

Tabla 13. Valores de la ETP en mm/mes para cada mes del año en Molledo.

La ETP sin ajustar se calcula según la expresión: $e= 16\cdot(10\cdot tm/I)^a$

Donde "I" es el índice de calor anual que se obtiene de calcular el sumatorio de "i" mensual que se obtiene utilizando la tabla a partir de los valores de "tm".

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
tm	8,1	8,4	10,3	11,4	14,5	17,1	18,8	19,4	17,3	14,6	10,4	8,4
i	2,08	2,19	2,99	3,48	5,01	6,43	7,43	7,79	6,55	5,07	3,03	2,19

Tabla 14. Valores del índice de calor anual.

$I = \sum i_j = 54,24$

El valor de "a" se obtiene de la tabla, de forma que para un valor de "I" de 54,24 se obtiene un valor de "a" de 1,345. Así:

$e_{enero}= 16\cdot(10\cdot 8,1/54,24)^{1,345}=27,4$ mm/mes

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
tm	8,1	8,4	10,3	11,4	14,5	17,1	18,8	19,4	17,3	14,6	10,4	8,4
i	2,08	2,19	2,99	3,48	5,01	6,43	7,43	7,79	6,55	5,07	3,03	2,19
e	27,4	28,8	37,9	43,5	60,0	75,0	85,2	88,8	76,1	60,6	38,4	28,8

Tabla 15. : Evapotranspiración mensual sin ajustar.

El índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, corrige la ETP sin ajustar para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes).

$ETP_{Tho} = e \cdot L$

De forma que para una latitud de 43,13°, se obtienen los valores de L:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
L	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77

Tabla 16. Factor de corrección del número de días del mes.

Luego ETP_{Tho} en mm/mes será:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETPTho	22,2	23,6	38,7	48,7	75,7	96,0	109,8	106,6	79,2	57,6	31,1	22,2

Tabla 17. Evapotranspiración en mm/mes según Thornthwaite.

Siendo la ETP_{Tho} anual de 711,4 mm.

1.7 Conclusiones

El clima de la zona presenta entre otras características:

- Precipitación media anual: 1151,8mm
- Temperatura media anual: 13,34 °C
- Temperatura media del mes más frío: 8,13 °C
- Temperatura media máxima del mes más caluroso: 25,09 °C
- Evapotranspiración anual: 711,4 mm

Por tanto, el clima de la zona, lluvioso todo el año, pertenece al grupo C de la clasificación del clima según Köppen.

2. Estudio de vegetación y fauna

En este apartado de la descripción del ámbito de estudio, se detallan las características del medio biológico que se subdivide en los factores ambientales de vegetación, fauna, espacios naturales protegidos e interacciones ecológicas.

2.1 Vegetación y Flora

Vegetación potencial

Biogeográficamente, de acuerdo con la síntesis más reciente efectuada (Rivas Martínez, 2.005), el municipio de Molledo se incluye en las siguientes unidades jerárquicas:

Región Eurosiberiana

Subregión Atlántica Centroeuropea

Provincia Atlántica Europea

Subprovincia Cántabroatlántica

Sector Cántabro-euskaldún

Distrito Santanderino

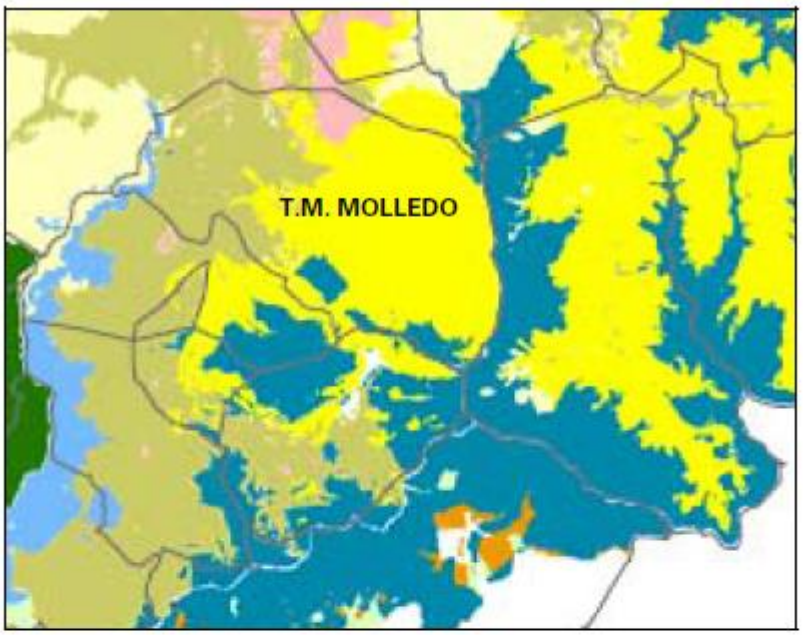
El distrito biogeográfico Santanderino comprende desde el Cabo de Ajo hasta Comillas, por la costa, y los valles del bajo Saja, del Besaya y de Toranzo.

Aunque no se dispone de mediciones de los parámetros climáticos necesarios para realizar una diagnosis bioclimática de la zona, se puede considerar incluida en un bioclima templado oceánico. El ombrotipo sería húmedo, mientras que el termotipo oscilaría entre el colino y el montano. De esta manera, se pueden considerar representados en el municipio los pisos bioclimáticoscolino superior (submontano) y montano, que se suceden en la cliserie altitudinal.

Esta situación implica unas condiciones climáticas óptimas, con inviernos suaves y veranos templados y húmedos, para el desarrollo de bosques caducifolios mesófilos con especies dominantes de los géneros Quercus y Fagus.

De esta manera, la vegetación potencial de la zona correspondería, predominantemente, a las etapas maduras de las series de vegetación acidófilas del roble (Hyperico pulchri-Querceto roboris S.) y del haya (Saxifrago hirsutae-Fageto S.), puesto que los sustratos son, mayoritariamente, de carácter silíceo en el municipio, a excepción de una estrecha franja de terreno en la margen izquierda del río Besaya, donde las mencionadas series de vegetación serían sustituidas por las series correspondientes basófilas del haya (Carici sylvaticae-Fageto S.) y del roble (Polysticho setiferi-Fraxineto excelsioris S.). Esta última serie ocuparía, igualmente, la mayor parte de los fondos de valle caracterizados por la presencia de suelos eutrofos.

Aparte de las citadas series de vegetación climatófilas, se halla también representada en el municipio la serie edafohigrófila del aliso (Hyperico androsaemi-Alneto S.), cuya etapa madura corresponde a las alisedas con androsemo (Hypericum androsaemum).



Vegetación potencial. Fuente: Modelo de Potencialidad forestal. Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles. Dirección General de Desarrollo Rural - Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad Gobierno de Cantabria

Vegetación actual

Como en el resto de la región, la histórica ocupación y explotación del territorio por parte del hombre ha determinado el paisaje vegetal actual.

La vegetación actual existente en el municipio difiere notablemente respecto de la vegetación potencial. De esta manera, salvo algunas áreas, entre las que destaca por su extensión el monte Canales, donde se mantienen los bosques potenciales, sometidos a un cierto grado de manejo antrópico, la mayor parte de la superficie del término municipal está ocupada, en gran medida, por las diferentes etapas de sustitución de las series de vegetación antedichas, que consisten, básicamente, en brezales y brezaltojales, en el caso de las series acidófilas, y espinares y aulagares, en el caso de las series basófilas o mesófilas. La última etapa de sustitución está constituida, en ambos casos, por pastizales de diferentes tipologías florísticas, en función del tipo de sustrato existente.

Dentro de la vegetación actual hay que reseñar también otras formaciones de origen antrópico, como los cultivos forestales, fundamentalmente de pino silvestre (Pinus sylvestris) y pino de Monterrey (Pinus radiata), existentes en las zonas periféricas del municipio y, sobre todo, los prados de siega, que ocupan la mayor parte de la superficie de las áreas bajas del término municipal. Otros tipos de cultivos son actualmente, y cada vez más, muy escasos, siendo los más destacables los forrajeros.

También existen algunas zonas de escasa extensión ocupadas por turberas o comunidades higroturbosas, en general, que presentan una gran importancia por su singularidad y rareza.

A continuación se describen más detalladamente las comunidades vegetales que componen el paisaje del municipio de Molledo.

Hayedos

En el municipio de Molledo los hayedos corresponden a bosques mixtos dominados por el haya (Fagus sylvatica), generalmente con cobertura arbórea densa y sotobosque pobre.

Las manchas más puras se localizan en las laderas umbrías de Montabliz, Pico Ureño, Cotero de los Vallados y cabecera del Río León.

Otros hayedos más mezclados con roble se identifican en la ribera del río Torina y en la cima del Orcenal.

Figura 16. Peña Orcenal desde Santa Marina

Robledales

En el municipio se conservan sobre todo en la zona oriental en la cuenca del rio Erecia y en las laderas más inaccesibles a la explotación agrológica, grandes superficies de robledal, tanto bosques mixtos eutofos de cajiga y fresno, como cajigales oligotrofos, y en menor medida rebollares.

El estrato arbóreo de los robledales está dominado por la cajiga (Quercus robur) y, en menor medida, por otros árboles caducifolios como los fresnos (Fraxinus excelsior), los abedules (Betula alba) y los tilos (Tilia cordata, Tilia platyphyllos). En el sotobosque se encuentra una gran diversidad de arbustos, entre los que destaca el espino albar (Crataegus monogyna), el laurel (Laurus nobilis), el endrino (Prunus spinosa), el cornejo (Cornus sanguinea), el arraclán

(Frangula alnus) y el avellano (Corylus avellana). Tanto la composición florística de los diferentes estratos como las características de las etapas de sustitución dependen en buena medida de la naturaleza del substrato. En suelos ricos la etapa de sustitución está formada por zarzas (Rubus ulmifolius), rosas (Rosa arvensis y Rosa canina), espinos (Prunus spinosa, Crataegus monogyna) y matorral bajo de Genista hispanica subsp. Occidentalis y Erica vagans.

Una de las masas forestales más sobresalientes de Molledo es el monte Canales, bosque de roble y haya situado en las inmediaciones del río Erecía, en el que destaca la peña Orcenal. Este extenso cajigal contiene algunos rodales de gran belleza formados por ejemplares altos.

El extenso robledal tiene un grado excelente de conservación y una gran variedad de especies: robles, hayas, acebos, avellanos, alisos, castaños, tilos.

Figura 17. Robledal del Monte Canales

Otros robledales cubren las laderas de Juntarrabía y Caparrosa. Cajigales con presencia de roble albar y rebollo se localizan en las laderas de Sierra Llana y el Cuervo.

En las laderas de Cueto Helguera y Decias las manchas arboladas mixtas están dominadas por el Castaño (Castanea sativa).

Otros rodales arbolados o arbustivos ya de menor desarrollo son los prebosques de espino albar o avellano, que tapizan algunas áreas de la ladera de la Rasia hacia Molledo.

Bosques ribereños

En las márgenes de los cursos de agua, principalmente en el Besaya, Erecia, León y Torino, se localizan bosques de galería de alisos (Alnus glutinosa), fresnos, arraclanes y sauces principalmente, siendo sustituidos en las zonas más altas por saucedas compuestas por diversas especies del género Salix.

Figura 18. Río Besaya en Portolín.

Figura 19. Vista desde Alto del Cueto

Plantaciones de coníferas

Aunque con poca representación en el municipio también hay que destacar la presencia formaciones arboladas de origen antrópico, como las plantaciones pino de Monterrey (Pinus radiata) y pino silvestre (Pinus sylvestris), que en ocasiones aparecen mezclados con árboles autóctonos. También hay algunos cultivos de eucaliptos (Eucalyptus globulus), de pequeña extensión.

Matorrales

Como etapas de sustitución del bosque cantábrico o como formación potencial en zonas más elevadas o con suelos más pobres, se desarrollan matorrales de diversos tipos (brezales, brezal-tojales, aulagares), en función del sustrato y de la vegetación original, y, en el caso de que la degradación esté más

avanzada, pastizales, que tradicionalmente han sido aprovechados por el ganado y mantenidos por el hombre mediante quemas o desbroces.

Figura 20. Paisaje de Molledo.

Algunas de estas comunidades, singularmente en el caso de los brezales, poseen importancia de cara a garantizar el mantenimiento de la biodiversidad en Europa, por lo que han sido incluidas en la Directiva 92/43/CEE como hábitat de interés europeo, algunos de ellos con carácter prioritario, como, por ejemplo, los brezales húmedos de Erica ciliaris y E. tetralis existentes en algunos puntos de las laderas del valle. Éste también es el caso de algunas formaciones herbosas, como los cervunales presentes en las zonas altas de carácter silíceo de las divisorias del valle.

Otras comunidades de interés

Además de las comunidades vegetales descritas otras comunidades de interés destacables en el municipio corresponden a formaciones singulares por desarrollarse en ecosistemas específicos como pueden ser las turberas de Alsa, en el Portillo de Jumedre, o las comunidades brioteridofíticas que se desarrollan en las cascadas del río León.

Figura 21. Turbera

La turbera está asentada sobre materiales de depósitos de origen glaciar que descansan sobre limolitas Triásicas. La extensión total de la turbera es de 1 km^2 aproximadamente. Se encuentra en una amplia zona hundida, y limitada por fallas.

Figura 22. Cascada en el Río León (comunidades brio-pteridofíticas)

Se puede realizar una valoración de las comunidades existentes basada en criterios habitualmente empleados, como su complejidad, naturalidad, rareza, singularidad y accesibilidad, que se definen del siguiente modo:

• **Complejidad:** Refleja el grado de estructuración fisionómica y la diversidad de la formación vegetal. Se estima en función directa del número de estratos (arbóreo, arbustivo, subarbustivo, herbáceo) presentes, del grado de cubierta del estrato dominante y del número de especies presentes y dominantes. Según esto, la complejidad puede ser muy alta, alta, media o baja.

• **Naturalidad:** Estima el grado de conservación de las comunidades vegetales, indicando el empobrecimiento sufrido por influencias humanas, pero sin hacer referencia a su estado serial. Los valores de la naturalidad pueden ser muy alta (formaciones naturales), alta (formaciones seminaturales), media (formaciones semiculturales) o baja (formaciones culturales).

• **Rareza:** Hace referencia al interés por la conservación de las formaciones vegetales, constituidas por especies autóctonas, que aparecen en la zona donde se va a desarrollar el proyecto, en función de su mayor o menor presencia en la misma. Puede ser alta, media o baja.

• **Singularidad:** Una formación vegetal se considera singular si es escasa o única en un determinado marco geográfico (no superior a la comarca), si se localiza en sus límites corológicos, si posee interés científico, educativo o cultural o si posee especies endémicas o protegidas.

A continuación, en la tabla siguiente, se presentan los resultados de la valoración realizada de cada comunidad, o grupo de comunidades, de acuerdo a los criterios definidos anteriormente.

Valoración de las comunidades existentes				
	Complejidad	Naturalidad	Rareza	Singularidad
Vegetación de ribera	Muy alta	Alta	Alta	Sí
Robledal eútrofo	Muy alta	Alta	Alta	Sí
Robledal acidófilo	Alta	Alta	Media	Sí
Hayedo acidófilo	Alta	Alta	Media	Sí
Pastizal-matorral	Media	Media	Baja	No
Turberas	Media	Media	Alta	Sí
Prados y cultivos	Baja	Baja	Baja	No
Cultivos forestales	Media	Baja	-	No

Tabla 18. Valoración de las comunidades de vegetación existentes.

De las unidades identificadas, la mayor valoración, en orden a su conservación, se otorga a los distintos tipos de bosques, debiendo hacer especial mención a la existencia de formaciones de ribera, de gran importancia tanto por su escasez, como por su papel de corredores ecológicos y protectores de los cursos fluviales

Flora Amenazada

El **Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria**, elaborado por la Dirección general de Biodiversidad (2008), recoge 27 especies de flora protegida, dos de ellas extintas.

De acuerdo con este catálogo el municipio de Molledo se encuentra dentro del ámbito potencial de una especie calificada como Vulnerable, Vandenoschia speciosa, sin embargo las referencias que hay de esta especie corresponden a la Pesquera, Las Caldas de Besaya, Ampuero y Castro Urdiales.

Por otra parte, se ha consultado el Inventario Nacional de Biodiversidad realizado por el Ministerio de Medio Ambiente, que recoge los diferentes Atlas y Libros Rojos publicados por este organismo. En lo que se refiere a la flora, las obras de referencia son las siguientes:

• BAÑARES Á., BLANCA G., GÜEMES J., MORENO J.C. &. ORTIZ S., eds. 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

• BAÑARES Á., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO &. S. ORTIZ (eds.), 2006. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2006. Dirección General para la Biodiversidad-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas.

• BAÑARES, Á., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO & S. ORTIZ, eds. 2008. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2008. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas.

• BAÑARES, Á., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO & S. ORTIZ, eds. 2010. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2010. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas.

Tampoco en los estudios de campo realizados se ha localizado la presencia de esta especie en el ámbito municipal.

Por lo tanto no se identifica la presencia de ninguna especie botánica amenazada en la zona de estudio.

Hábitat de interés comunitario

Entre las diferentes comunidades vegetales existentes en el municipio hay algunas que se consideran hábitat de interés comunitario para su

conservación, al hallarse incluidas en el anexo I de la Directiva Hábitat (Directiva 92/43/CEE, modificada por la Directiva 97/62/CE). Se trata de las siguientes:

Código UE	Hábitat
3240	*Ríos alpinos con vegetación leñosa en sus orillas de Salix elaeagnos*
4020*	***Brezales húmedos atlánticos de zona templadas de Erica ciliaris y Erica tetralix***
4030	*Brezales secos europeos*
4090	*Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga*
5110	*Formaciones estables xerotermófilas de Buxus sempervirens en pendientes rocosas (Berberidion p.p.)*
6210	*Prados secos semi-naturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (Festuco-Brometalia)(*Parajes con notables orquídeas)*
6230*	***Formaciones herbosas con Nardus, con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de de zonas submontañosas de la Europa continental)***
8210	*Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica*
9120	*Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de Ilex y a veces de Taxus (Quercion robori-petraeae o Ilici-Fagenion)*
91E0*	***Bosques aluviales de Alnus glutinosa y Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)***
9380	*Bosques de Ilex aquifolium*

* Hábitats prioritarios

Especial mención merecen los hayedos acidófilos, algunos tipos de brezales y las alisedas, estas últimas con carácter prioritario.

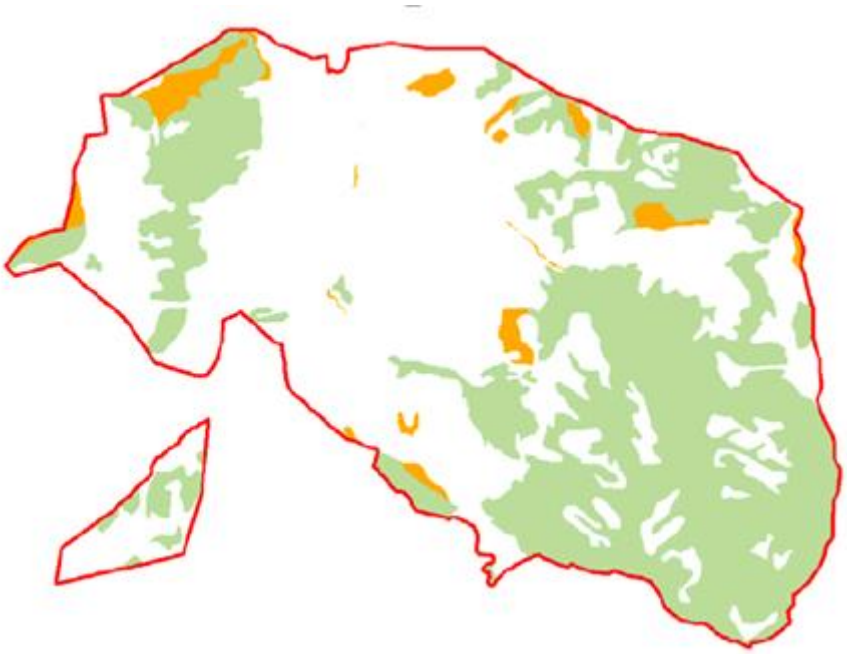


Figura 23. Habitats de interés comunitario Molledo.

En la figura 20 se muestra la distribución geográfica de los diferentes hábitats de interés comunitario que se encuentran en el ámbito de estudio, presentándose en color naranja los hábitats prioritarios y en verde los no prioritarios. Como se puede observar, son más abundantes en las zonas oeste y sureste del municipio, coincidiendo con las áreas no habitadas del mismo, mientras que en la zona centro, donde se ubican la totalidad de los núcleos urbanos apenas aparecen hábitat, siendo la excepción, pequeñas manchas de vegetación de ribera.

Árboles singulares

Hay que señalar, también, la existencia en el municipio de dos ejemplares arbóreos incluidos en el Inventario Abierto de Árboles Singulares de Cantabria, aprobado por la Orden de 28 de Mayo de 1.986 de la Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca: Un plátano (Platanus hispanica) de 25 m. de altura y 4,5 m. de perímetro en la base, localizado en Santa Olalla, en el cruce hacia San Martín, catalogado con el número 102 en el mencionado Inventario, y un roble (Quercus

robur), conocido como “La Cajiga del Praón”, de 25 m. de alto y 7,2 m. de perímetro en la base, que se encontraba en un prado aislado del barrio de Santián, perteneciente a San Martín de Quevedo, catalogado con el número 107, que ha sido tirado por el viento a finales de 2.004.

Nº 102		
Especie	Plátano (*Platanus hispanica* Miller ex Munchh.)	
Localización	Santa Olalla (Molledo)	
Emplazamiento	En Santa Olalla, en el cruce que va a San Martín	
Estado de conservación	Bueno	
DIMENSIONES		
Altura (m)	Perímetro en la base (m)	Perímetro normal (a 1,3 m)
25	4,5	3,7
Observaciones		

Montes

El catálogo de montes de utilidad pública, por su parte, incluye varios localizados en el término de Molledo, como es el caso de Canales y Redondo (2.233 ha. distribuidas entre Arenas de Iguña y Molledo), Las Dehesas (800 ha.), El Rincón y Decía (27 ha.), Las Cocías y La Lama (172 ha.), Navajos (800 ha.), Los Llanos (1.136 ha.) y Las Cocías (900 ha.).

Además, existen en el municipio otros terrenos que, sin ser de dominio público, tienen la condición de monte o terreno forestal, por lo que se encuentran también sometidos a la legislación forestal.

En general, la regulación urbanística de los montes queda remitida y supeditada a la legislación específica vigente.

Figura 24. Mapa de montes de Molledo.

2.2 Fauna

Desde el punto de vista faunístico, la superficie del municipio de Molledo se puede dividir en dos grandes zonas, que abarcarían, aproximadamente, la mitad occidental y la mitad oriental.

En la primera de ellas se hace determinante la acción antrópica que, a lo largo del tiempo, ha influido decisivamente sobre los hábitat existentes, de tal manera que esta zona occidental, que alcanzaría por el Este hasta el entorno de los núcleos de Silió y Pando, se halla ocupada en su mayor parte por etapas de degradación avanzadas de los bosques originales (prados de siega, pastizales, brezales, aulagares). Esta circunstancia, junto con la propia presencia humana y la existencia de variadas vías de comunicación (carreteras de distinta entidad, ferrocarril) resulta en una disminución de la capacidad de acogida para la fauna, especialmente para aquellas especies más exigentes en cuanto a la calidad del hábitat.

En la zona más oriental del municipio, en la que se localiza el valle del río Erecia y el tramo alto del valle del río León, la mejor conservación del hábitat y una menor presencia humana hace que la capacidad de acogida para la fauna, en general, sea mayor.

Se hace a continuación una reseña somera de la fauna existente en el municipio de Molledo. Dada la movilidad de la mayoría de las especies, las distintas zonas de alimentación, reproducción y descanso, su carácter migratorio, etc., se ha optado por referenciarlas al tipo de hábitat respecto al cual presentan una mayor dependencia. No se hace mención de las especies de invertebrados dada la escasa disponibilidad de datos fiables.

En las zonas ocupadas por prados de siega y cultivos, es decir, la mayor parte de las áreas bajas del municipio, englobando las áreas pobladas y algunos pequeños vestigios de bosque caducifolio, son característicos mamíferos de pequeño tamaño, que pasan fácilmente inadvertidos, como el topo común (Talpa europaea), erizo común (Erinaceus europaeus), el turón (Mustela putorius), musaraña gris (Crocidura russula), topillo lusitano (Microtus lusitanicus) o la ratilla agreste (Microtus agrestis); entre las aves destacan

especies bien adaptadas a la presencia humana, como la golondrina común (Hirundo rustica), la lavandera blanca (Motacilla alba), el mochuelo (Athene noctua), la urraca (Pica pica), el gorrión común (Passer domesticus) o el jilguero (Carduelis carduelis); entre los reptiles y anfibios característicos de estas zonas se pueden destacar la lagartija roquera (Podarcis muralis), el lagarto verdinegro (Lacerta schreiberi), el tritón palmeado (Triturus helveticus) y el sapo partero (Alytes obstetricans).

En los principales cursos de agua del municipio y sus riberas se pueden observar especies típicas de estos hábitat, como la nutria (Lutra lutra), cuya presencia se ha identificado en el río Besaya y en el Erecia y en el Torina, el musgaño patiblanco (Neomys fodiens), el martín pescador (Alcedo atthis), la lavandera cascadeña (Motacilla cinerea) o la rana común (Rana perezi). En cuanto a la fauna piscícola, destaca la trucha común (Salmo trutta) y el piscardo (Phoxinus phoxinus).

Los matorrales y pastizales, que en el municipio conforman un mosaico espacial en las áreas de altitud media de la mitad occidental, constituyen hábitats importantes desde un punto de vista faunístico, ya que determinan ecotonos con las manchas de bosque de diverso tamaño existentes. De esta manera, se pueden observar especies de mamíferos como el zorro (Vulpes vulpes), la liebre europea (Lepus europaeus), el topillo de campo (Microtus arvalis) o el ratón de campo (Apodemus sylvaticus); aves como el ratonero (Buteo buteo), el cernícalo vulgar (Falco tinnunculus), la corneja negra (Corvus corone), el zorzal común (Turdus philomelos), el petirrojo (Erithacus rubecula), el acentor común (Prunella modularis) o la tarabilla común (Saxicola torquata) y reptiles como la culebra lisa europea (Coronella austriaca).

En los bosques caducifolios la fauna suele ser rica y diversa, debido a la compleja estructura y composición de este tipo de bosque. Esta diversidad faunística, sin embargo, está en función del grado de conservación que presente y, en concreto, de la extensión que ocupe el bosque. Así pues, y en consonancia con lo ya apuntado anteriormente, el monte Canales, con sus más de 2.000 hectáreas, constituye la principal área de importancia para este tipo de fauna en

el municipio. Son características especies de mamíferos como el jabalí (Sus scrofa), el corzo (Capreolus capreolus), el tejón (Meles meles), la marta (Martes martes), la ardilla roja (Sciurus vulgaris), la musaraña tricolor (Sorex coronatus); aves como el gavilán (Accipiter nissus), el milano negro (Milvus migrans), el cárabo (Strix aluco), el pico picapinos (Dendrocopos major), el cuco (Cuculus canorus), el herrerillo común (Parus caeruleus), el mito (Aegithalus caudatus) o el trepador azul (Sitta europaea) y anfibios como la salamandra (Salamandra salamandra) o la rana bermeja (Rana temporaria).

El alimoche común (Neophron percnopterus) considerado como especie vulnerable en los catálogos nacional y autonómico y, en peligro de extinción en el libro rojo, se localiza en la zona de la Cotera Redonda.

Por otra parte el Águila real (Áquila crhysaetus) ocasionalmente utiliza el municipio como zona de campeo, dada la cercanía del Parque Natural del Saja – Besaya, donde sí es habitual su presencia.

Inventario faunístico

Para analizar la fauna existente en la zona, se ha consultado el Inventario Nacional de Biodiversidad realizado por el Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino y la base de datos asociada.

Los datos contenidos en dicho inventario son los que integran los diferentes Atlas y Libros Rojos y en el caso de las aves se incluyen además, datos correspondientes a los programas de seguimiento actualmente en curso.

La superficie inventariada es más amplia que la directamente afectada por el proyecto incluyendo áreas de montaña que no resultarán afectadas por la actuación y en las que se concentra la mayor riqueza faunística. En las tablas que se recogen a continuación se integra la totalidad de la información extraída de dicho inventario.

Para realizar el inventario de la fauna se ha acudido a diferentes publicaciones y atlas de distribución, completándose la información con el trabajo de campo.

• DOADRIO VILLAREJO, I (2002). Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. MMA-C.S.I.C.

• PLEGUEZUELOS, J. M., MÁRQUEZ, R & LIZANA, M (EDS) (2002). Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España. DGCN - Asoc. Herpetológica Española.

• MADROÑO, A., GONZÁLEZ, C. & ATIENZA, J.C. (EDS.) (2004). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad - SEO/Birdlife.

• MARTÍ, R. & DEL MORAL, J. C. (ED.) (2003). Atlas de las aves reproductoras de España. DGCN - SEO.

• PALOMO, L.J., GISBERT, J. y Blanco (2007). Atlas de los mamíferos terrestres de España. DGCN - SECEM - SECEMU.

El nivel de conservación está basado en las categorías de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Las categorías en las que se incluyen las especies de la zona son las siguientes:

EN:	En peligro	No En Peligro Crítico, pero enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.
VU:	Vulnerable	No En Peligro, pero enfrentado a un alto riesgo de extinción en estado silvestre a medio plazo.
NT:	Casi amenazado	Aunque no satisface los criterios de Vulnerable, está próximo a hacerlo de forma inminente o en el futuro.

LC:	Preocupación menor	No cumple ninguno de los criterios de las categorías anteriores.
DD:	Datos insuficientes	La información disponible no es adecuada para hacer una evaluación del grado de amenaza.
NE:	No evaluado	Taxón no evaluado en relación a los criterios objetivos proporcionados por la UICN.

Tabla 19. Niveles de conservación basado en las categorías de UICN

Por otra parte, se indica el nivel de protección a nivel estatal de acuerdo con el Catálogo Español de Especies Amenazadas y al Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial, aprobado por el reciente Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Las categorías de protección son las siguientes:

E:	En peligro de extinción.	Especie, subespecie o población de una especie cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando
VU:	Vulnerables.	Especie, subespecie o población de una especie que corre el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los

		factores adversos que actúan sobre ella no son corregidos

Tabla 20. Niveles de protección a nivel estatal de acuerdo con el Catálogo Español de Especies Amenazadas y al Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial.

Además se incluyen las especies silvestres en régimen de "protección especial":

RPE:	Especie silvestre en Régimen de Protección Especial	Especie merecedora de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico y cultural, singularidad, rareza, o grado de amenaza, argumentado y justificado científicamente; así como aquella que figure como protegida en los anexos de las directivas y los convenios internacionales ratificados por España, y que por cumplir estas condiciones sean incorporadas al Listado

Tabla 21. Especies silvestres en régimen de "protección especial"

Finalmente se indica el nivel de protección a nivel autonómico de acuerdo con el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria, elaborado por la Dirección general de Biodiversidad (2008). En este catálogo se clasifican las especies a proteger en alguna de las siguientes categorías jurídicas:

EX:	Extinta	Cuando exista la seguridad de que ha desaparecido el último ejemplar en el territorio de Cantabria, o sólo sobrevivan ejemplares en cautividad, cultivos o en poblaciones fuera de su área natural de distribución.

PE:	En peligro de extinción	Cuando su supervivencia sea poco probable si persisten las causas de la situación de amenaza.
S:	Sensible a la alteración de su hábitat	Cuando su hábitat característico esté particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.
VU:	Vulnerable	Cuando exista el riesgo de pasar a las anteriores categorías en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre él no son corregidos.
IE:	De interés especial	En el que se incluirán aquellos taxones o poblaciones que, sin estar contempladas en ninguna de las categorías precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad.

Tabla 22. Niveles de protección a nivel autonómico de acuerdo con el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria

Las especies faunísticas que pueden estar presentes en el ámbito objeto de estudio son las siguientes:

PECES							
Identificación			Protección				Hábitat
Familia	Nombre científico	Nombre común	Hab/Aves	CEEA Protección	CREA Cantabria	LR	
ANGUILLIDAE	*Anguilla anguilla*	Anguila				VU	Especie autóctona, migradora catádroma. Coloniza los cursos de agua en todo su recorrido. Siempre decrece la densidad desde los estuarios hacia las cabeceras.
CYPRINIDAE	*Cyprinus carpio*	Carpa					
CYPRINIDAE	*Phoxinus phoxinus*	Piscardo					Especie autóctona residente de amplia distribución, principalmente en los cursos medio-alto de los ríos, con aguas limpias, frescas y fondos pedregosos.
SALMONIDAE	*Oncorhynchus mykiss*	Trucha arco-iris					
SALMONIDAE	*Salmo trutta*	Trucha				VU	Habita en la cabecera de los ríos, en aguas rápidas, frías y bien oxigenadas, carentes de contaminantes, así como en lagos de montaña.

Tabla 23. Relación de peces como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio.

ANFIBIOS							
Identificación			Protección				Hábitat
Familia	Nombre científico	Nombre común	Hab/Aves	CEEA Protección	CREA Cantabria	LR	
Salamandridae	*Lissotriton*	Tritón		PE		LC	Suele ocupar terrenos montañosos

	helveticus (Triturus helveticus)	palmeado					llegando hasta los 2. m de altitud, pero también se encuentra al nivel del mar. Para la cría utiliza aguas poco profundas de estanque, charcas y arroyos de corrientes lentas
Salamandridae	*Salamandra salamandra*	Salamandra común				NT	Prefiere zonas húmedas y boscosas de montaña, llegando hasta los 2.000 m de altitud, aunque es más frecuente que viva a moderadas alturas
Bufonidae	*Bufo bufo*	Sapo común				LC	Se encuentra en gran variedad de biotopos, incluso en zonas bastante secas. Muestra preferencia por las zonas montañosas
Bufonidae	*Bufo calamita*	Sapo corredor	Hab: IV	PE		LC	Puede vivir en condiciones muy diversas, desde zonas secas, costeras con suelos arenosos, incluso marismas, hasta zonas montañosas, donde llega a los 2. m de altitud
Discoglosidae	*Alytes obstetricans*	Sapo partero común	Hab: IV	PE		NT	Encontrados en bosques, prados, jardines, canteras o viejas construcciones, prefiriendo normalmente zonas montañosas
Hylidae	*Ranita de San Antón*		Hab: IV	PE	V	NT	Principalmente en zonas con abundante vegetación en las cercanías de masas de agua, ya sean charcas, lagunas o arroyos
Ranidae	*Rana patilarga*		Hab: IV	PE	V	VU	Especie de hábitos terrestres y acuáticos, observada generalmente en las inmediaciones de cursos de aguas frías y rápidas, sobre todo en arroyos con abundante vegetación.

Ranidae	*Rana perezi*	Rana común	Hab: V			LC	Especie poco exigente, únicamente necesita tener cerca alguna masa de agua, ya sean ríos, arroyos, marismas, pequeñas charcas estacionales, etc., soportando aguas sucias o contaminadas
Ranidae	*Rana temporaria*	Rana bermeja	Hab: V	PE		LC	Eminentemente terrestre, ocupa una gran variedad de hábitats, desde ríos, arroyos, lagunas o charcas hasta turberas, praderas, herbazales, prados alpinos y bosques húmedos.

Tabla 24. Relación de anfibios como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio.

REPTILES							
Identificación			Protección				Hábitat
Familia	Nombre científico	Nombre común	Hab/Aves	CEEA Protección	CREA Cantabria	LR	
Colubridae	*Coronella austriaca*	Culebra lisa europea	Hab: IV	PE		LC	Tiende a ocupar zonas montañosas, encontrándose en lindes de bosques, zonas abiertas con más o menos vegetación, laderas de matorral o bordes de caminos, preferentemente en zonas secas y soleadas, aunque también en lugares más húmedos
Lacertidae	*Lacerta bilineata (Lacerta viridis bilineata)*	Lagarto verde		PE		LC	Zonas soleadas con densa vegetación en bordes de bosque o matorral. También en zonas húmedas y altas
Lacertidae	*Lacerta schreiberi*	Lagarto verdinegro	Hab: II,IV	PE		NT	Se halla preferentemente en hábitats húmedos, en muchos casos cercanos a cursos de agua, pastizales, lindes de bosque y matorral en el dominio de

							bosques de robles y otras caducifolias.
Lacertidae	*Podarcis muralis*	Lagartija roquera	Hab: IV	PE		LC	Zonas soleadas en laderas, bordes de caminos, taludes y sobre todo en zonas cercana a viviendas humanas
Lacertidae	*Zootoca vivípara (Lacerta vivípara)*	Lagartija de turbera		PE		NT	Especie muy higrófila, se halla en turberas, prados húmedos y/o alpinos, bordes de hayedos, robledales y afines y en los márgenes de arroyos de montaña

Tabla 25. Relación de reptiles como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio.

AVES							
Identificación			Protección				Hábitat
Familia	Nombre científico	Nombre común	Hab/Aves	CEEA Protección	CREA Cantabria	LR	
Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Anade real					Aguas poco profundas ricas en vegetación
Apodidae	*Apus apus*	Vencejo común		PE			Cavidades, grietas de acantilados y agujeros de árboles viejos
Caprimulgidae	*Caprimulgus europaeus*	Chotacabras europeo	Aves: I	PE			Bordes y claros de bosques
Columbidae	*Columba domestica*	Paloma doméstica					
Columbidae	*Columba livia*	Paloma bravía					Rupícola, prefiere sierras calizas
Columbidae	*Columba palumbus*	Paloma torcaz					Zonas con arbolado incluso bosques
Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tórtola turca					Ambientes agrícolas, urbanos y coníferas
Alcedinidae	*Alcedo atthis*	Martín pescador	Aves: I	PE		NT	Riberas de ríos, arroyos, lagunas y embalses

Cuculidae	*Cuculus canorus*	Cuco		PE			Ubiquista forestal, prefiere frondosas
Accipitridae	*Accipiter gentilis*	Azor común		PE			Bosques de coníferas o quercíneas
Accipitridae	*Accipiter nisus nisus*	Gavilán común		PE			Todo tipo de bosques, aunque prefiere los de coníferas
Accipitridae	*Águila real*		Aves: I	PE	V	NT	Cortados rocosos o grandes árboles
Accipitridae	*Buteo buteo buteo*	Ratonero común		PE			Zonas boscosas con cercanía de zonas abiertas para cazar
Accipitridae	*Circaetus gallicus*	Águila culebrera	Aves: I	PE			Zonas forestadas en terrenos abiertos próximos
Accipitridae	*Circus cyaneus*	Aguilucho pálido	Aves: I	PE	V		Cría en brezales y otras áreas con matorral, praderas con algo de arbolado o monte bajo, cultivos cerealistas, etc.
Accipitridae	*Hieraaetus pennatus*	Águila calzada	Aves: I	PE			Forestal con claros y zonas abiertas en las proximidades
Accipitridae	*Milano real*	EN	Aves: I	EN	P	EN	Bordes de bosque o áreas abiertas con árboles aislados
Accipitridae	*Milvus migrans*	Milano negro	Aves: I	PE		NT	Amplios espacios abiertos asociados a zonas húmedas
Accipitridae	*Neophron percnopterus*	Alimoche común	Aves: I	VU	V	EN	Cortados de cualquier litología
Accipitridae	*Pernis apivorus*	Halcón abejero	Aves: I	PE			Cría en las zonas forestales húmedas sobre todo si alternan con zonas abiertas
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Aves: I	PE		NE	Asociado a cortados rocosos o arcillosos
Falconidae	*Falco subbuteo*	Alcotán europeo		PE		NT	Pequeñas arboledas situadas en terrenos abiertos y en el borde de manchas forestales extensas
Falconidae	*Falco tinnunculus tinnunculus*	Cernícalo común		PE			Amplias zonas despejadas con lugares algo elevados
Phasianidae	*Alectoris rufa*	Perdiz roja				DD	Matorral mediterráneo y zonas abiertas
Phasianidae	*Coturnix coturnix*	Codorniz común				DD	Cultivos cerealistas forrajeros y prados

Aegithalidae	*Aegithalos caudatus*	Mito		PE			Hábitos forestales; busca alimento en copas y construye su nido en arbustos
Alaudidae	*Alauda arvensis*	Alondra común					Pastizales y matorrales
Certhiidae	*Certhia brachydactyla*	Agateador común		PE			Adaptable a cualquier masa arbórea siempre que los árboles superen los 10 cm de diámetro y proporcionen cobertura horizontal superior al 20%
Cinclidae	*Cinclus cinclus*	Mirlo acuático		PE			Cursos de agua permanentes y pedregosos, especialmente zonas montañosas no contaminadas
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo					Ocupa gran variedad de hábitats, aunque prefiere comarcas montañosas y solitarias
Corvidae	*Corvus corone*	Corneja negra					Setos y límite de bosques
Corvidae	*Garrulus glandarius*	Arrendajo					Todo tipo de bosques, preferentemente de quercíneas
Corvidae	*Pica pica*	Urraca					Sotos, setos arbolados, bosquetes, parques, frutales, bordes de carreteras, vegas, encinares y otros bosques aclarados
Corvidae	*Pyrrhocorax pyrrhocorax erythrorhamphus*	Chova piquirroja	Aves: I	PE		NT	Zonas rocosas, edificios y desfiladeros fluviales
Emberizidae	*Emberiza cia*	Escribano montesino		PE			Laderas rocosas y áridas de sierras y montañas, con hierbas ralas y algunos arbustos y árboles
Emberizidae	*Emberiza citrinella*	Escribano cerillo		PE			Áreas más o menos abiertas con presencia de arbustos, vegetación herbácea y algunos árboles
Fringillidae	*Carduelis cannabina*	Pardillo común					Áreas arbustivas, tojares, bujales, brezales y piornales
Fringillidae	*Carduelis*	Jilguero					Bordes y claros boscosos, zonas

	carduelis						adehesadas, campiñas, sotos, parques, jardines, huertos
Fringillidae	*Carduelis chloris*	Verderón común					Zonas habitadas y bosques de ribera
Fringillidae	*Fringilla coelebs*	Pinzón vulgar					Todo tipo de bosques, huertos, parques y jardines
Fringillidae	*Pyrrhula pyrrhula*	Camachuelo común		PE			Bosques con presencia de haya, avellano u otras especies caducifolias, con abundante sotobosque
Fringillidae	*Serinus serinus*	Verdecillo					Cultivos, bosques caducifolios y pinares
Hirundinidae	*Delichon urbica*	Avión común		PE			Ligados a ambientes humanos
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina común		PE			Zonas ligadas a actividades humanas, en cercanías de puntos de agua
Hirundinidae	*Ptyonoprogne rupestris*	Avión roquero		PE			Roquedos, cantiles, cuevas, escarpes, acantilados, etc. y construcciones humanas
Laniidae	*Lanius collurio*	Alcaudón dorsirrojo	Aves: I	PE			Zonas abiertas con alternancia de prados, cultivos, setos y matorrales
Motacillidae	*Anthus campestris*	Bisbita campestre	Aves: I	PE			Vegetación abierta, de relieve llano u ondulado
Motacillidae	*Anthus spinoletta*	Bisbita alpino		PE			Prados y matorrales
Motacillidae	*Anthus trivialis*	Bisbita arbóreo		PE			Zonas herbosas con árboles o arbustos, prefiere los claros y lindes de bosques de zonas montañosas
Motacillidae	*Motacilla alba*	Lavandera blanca		PE			Orillas arboladas de ríos
Motacillidae	*Motacilla cinerea*	Lavandera cascadeña		PE			Agua dulce cercana a zonas rocosas o pedregosas
Motacillidae	*Motacilla flava*	Lavandera boyera		PE			Praderas encharcadizas y orla de humedales y también en zonas agrarias
Paridae	*Cyanistes caeruleus (Parus caeruleus)*	Herrerillo común		PE			Bosques de frondosas

Paridae	*Lophophanes cristatus (Parus cristatus)*	Herrerillo capuchino		PE			Bosques de coníferas preferentemente, también mixtos y de frondosas perennes
Paridae	*Parus major*	Carbonero común		PE			Bosques, huertas, parques y jardines; nidifica en agujeros, preferentemente en nidales artificiales
Paridae	*Periparus ater (Parus ater)*	Carbonero garrapinos		PE			Bosques de coníferas preferentemente, también mixtos y de frondosas perennes
Paridae	*Poecile palustris (Parus palustris)*	Carbonero palustre		PE			Bosque caducifolio con arbustos y bosque ripario
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico					Espacios abiertos con matorrales y arbolado
Prunellidae	*Prunella modularis*	Acentor común		PE			Zonas donde haya buena cobertura arbustiva
Sittidae	*Sitta europaea*	Trepador azul		PE			Bosques o plantaciones con árboles seniles
Sturnidae	*Sturnus unicolor*	Estornino negro					Ave troglodita que cría en áreas forestales, terrenos agrígolas, zonas litorales e incluso en ciudades.
Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto					Ave troglodita; sus mayores densidades se encuentran en áreas adehesadas con ganadería extensiva y zonas de regadío con arbolado
Sylviidae	*Cisticola juncidis*	Buitrón		PE			Espacios abiertos con estrato herbáceo abundante y denso
Sylviidae	*Hippolais polyglotta*	Zarcero común		PE			Riberas y setos: zarzales, majuelos,...
Sylviidae	*Phylloscopus collybita*	Mosquitero común		PE			Cualquier tipo de bosque con matorral
Sylviidae	*Phylloscopus ibericus (Phylloscopus collybita)*	Mosquitero ibérico		PE			Cualquier tipo de bosque con matorral

Sylviidae	*Regulus ignicapillus (Regulus ignicapilla)*	Reyezuelo listado		PE			Bosques de frondosas o coníferas
Sylviidae	*Regulus regulus*	Reyezuelo sencillo		PE			Preferencia por los boques de coníferas
Sylviidae	*Sylvia atricapilla*	Curruca capirotada		PE			Especie forestal que nidifica en el estrato arbustivo alto y requiere árboles de gran porte para cantar
Sylviidae	*Sylvia communis*	Curruca zarcera		PE			Linderos arbustivos y orla espinosa forestal. Eriales y matorrales montanos
Sylviidae	*Sylvia undata*	Curruca rabilarga	Aves: I	PE			Todo tipo de matorrales; preferentemente jarales y coscojares
Troglodytidae	*Troglodytes troglodytes*	Chochín		PE			Vegetación arbustiva densa con cierto grado de higrofília, matorrales y malezas
Turdidae	*Erithacus rubecula rubecula*	Petirrojo		PE			Bosque con buen desarrollo de sotobosque
Turdidae	*Oenanthe oenanthe*	Collalba gris		PE			Zonas despejadas o con matorral o árboles dispersos
Turdidae	*Phoenicurus ochruros*	Colirrojo tizón		PE			Medios rocosos con poca vegetación
Turdidae	*Saxicola rubetra*	Tarabilla norteña		PE			Prados de montaña
Turdidae	*Saxicola torquata (Saxicola torquatus)*	Tarabilla común		PE			Matorrales abiertos, pastizales, junqueras y lindes arbustivas de campiñas y secanos
Turdidae	*Turdus merula merula*	Mirlo común					Zonas arboladas o matorral desarrollado
Turdidae	*Turdus philomelos*	Zorzal común					Gran variedad de bosques, zonas arboladas y sotos
Turdidae	*Turdus viscivorus*	Zorzal charlo					Vegetación forestal abierta con matorral bajo y/o pastos. A veces en matorrales y

							campiñas
Picidae	*Dendrocopos major hispanicus*	Pico picapinos		PE			Ubiquista forestal
Picidae	*Dryocopus martius*	Pito negro	Aves: I	PE			Prefiere viejos bosques subalpinos mixtos o de coníferas
Picidae	*Jynx torquilla*	Torcecuello		PE		DD	Prefiere bosques de árboles caducifolios o mixtos. También en huertos, cultivos, parques y jardines
Picidae	*Picus viridis*	Pito real		PE			Bosques claros; dehesas, olivares, huertos, parques, jardines, viñedos y matorral con arbolado disperso
Podicipedidae	*Podiceps cristatus*	Somormujo lavanco		PE			Masas grandes de agua dulce. Imprescindible buena cobertura vegetal próxima
Strigidae	*Athene noctua*	Mochuelo común		PE			Bordes de los bosques y espacios abiertos
Strigidae	*Otus scops*	Autillo europeo		PE			Bosques poco densos: dehesas, parques, jardines
Strigidae	*Strix aluco*	Cárabo común		PE			Bosques caducifolios
Tytonidae	*Tyto alba alba (Tyto alba)*	Lechuza común		PE			Espacios abiertos y oquedades de árboles, cantiles y edificios

Tabla 26. Relación de aves como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio.

MAMÍFEROS							
Identificación			Protección				Hábitat
Familia	Nombre científico	Nombre común	Hab/Aves	CEEA Protección	CREA Cantabria	LR	
Capreolidae	*Capreolus capreolus*	Corzo				LC	Es esencialmente un animal forestal. Prefiere bosques diversos, con densas

							zonas de sotobosque para ocultarse y prados para alimentarse
Cervidae	*Cervus elaphus*	Ciervo				LC	Habita medios muy variados, bosques caducifolios y matorrales, brezales y pinares de repoblación, dehesas y marañas de matorral mediterráneo con rañas, siendo en estas últimas zonas donde alcanza mayores densidades
Canidae	*Canis lupus*	Lobo	Hab: II*,IV,V			NT	Especie generalista, puede vivir en cualquier medio donde encuentre alimento. La persecución humana le ha relegado a las zonas más despobladas, aunque en las últimas decadas el aumento de la tolerancia de la sociedad hacia el lobo le ha permitido recoloni
Canidae	*Vulpes vulpes*	Zorro				LC	Carácter generalista que le permite ocupar cualquier tipo de hábitat que le ofrezca un mínimo de refugio y alimento, adaptándose a cualquier clase de cambio
Mustelidae	*Lutra lutra*	Nutria	Hab: II,IV	PE		LC	Es un mamífero semiacuático que vive en ríos, arroyos, lagos, embalses, zonas húmedas y también en la orilla del mar
Mustelidae	*Martes martes*	Marta	Hab: V			LC	Es típicamente forestal e intenta evitar en la medida de lo posible los espacios abiertos
Mustelidae	*Meles meles*	Tejón				LC	Gran variedad de hábitats. Se encuentra sobre todo en los bosques, también se localiza en áreas de matorrales e incluso en zonas abiertas y de cultivos
Mustelidae	*Mustela putorius*	Turón	Hab: V			NT	Dos medios diferentes: las orillas de los ríos, lagunas y zonas húmedas por un lado, y el matorral mediterráneo con abundantes conejos.

Ursidae	*Ursus arctos*	Oso pardo	Hab: II*,IV	EN	P	EN	
Rhinolophidae	*Rhinolophus ferrumequinum*	Murciélago grande de herradura	Hab: II,IV	VU	V	NT	Puede vivir en una gran variedad de paisajes, siempre que exista un mínimo de cobertura arbórea o arbustiva, además de refugios apropiados como cuevas, minas, etc.
Rhinolophidae	*Rhinolophus hipposideros minimus*	Murciélago pequeño de herradura	Hab: II,IV	PE		NT	Aunque es principalmente cavernícola utiliza con frecuencia desvanes y áticos de iglesias, ermitas y otras edificaciones en medios rurales
Vespertilionidae	*Eptesicus serotinus*	Murciélago hortelano		PE		LC	No tiene grandes requerimientos en cuanto a hábitat, vive incluso en zonas donde la vegetación natural ha sido fuertemente transformada por la agricultura
Erinaceidae	*Erinaceus europaeus*	Erizo común				LC	Ocupa con mayor frecuencia las áreas que definen el contacto entre superficies boscosas y espacios abiertos con escasa cobertura vegetal (pastizales, zonas cultivadas, etc.)
Talpidae	*Desmán ibérico*	EN	Hab: II,IV	VU	V	VU	Habita en arroyos y ríos de aguas permanentes, limpias y oxigenadas
Talpidae	*Talpa europaea*	Topo común				LC	Necesitan suelos moderadamente profundos, de tierra húmeda no demasiado compactada que le permita la construcción de túneles.
Talpidae	*Talpa occidentalis*	Topo ibérico				LC	Ocupa sobre todo prados, cultivos y, en general, áreas de suelo desarrollado, y evita zonas rocosas o de suelo arenoso
Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre norteña				LC	Zonas abiertas y calveros entre el matorral de, o en bosques, prados de siega, cultivos y páramos
Gliridae	*Eliomys*	Lirón careto				LC	Especie generalista, capaz de vivir en

	quercinus						numerosos hábitats tanto terrestres como arbóreos. Es bastante frecuente en zonas pedregosas, aunque también se encuentra en áreas de matorral denso y diferentes tipos de bosque
Gliridae	*Glis glis*	Lirón gris				LC	Vive en bosques caducifolios húmedos y maduros, con abundantes peñas recubiertas de musgo
Muridae	*Apodemus flavicollis*	Ratón leonado				LC	Bosques, setos vivos, bordes de campos de cultivo.
Muridae	*Apodemus sylvaticus*	Ratón de campo				LC	Ocupa un rango de hábitats muy amplio, que incluye bosques de muy variado tipo (caducifolios, pinares, robledales, encinares, etc.), matorrales, márgenes de piedra, sitema de dunas, praderas de hierbas altas, tierras de labor, brezales, etc.
Muridae	*Arvicola sapidus*	Rata de agua				VU	Especie siempre ligada al agua, a las orillas de los ríos, arroyos y canales de irrigación, siempre que éstos presenten caudales lentos y nivel constante. También aparece en charcas, lagunas y marismas
Muridae	*Micromys minutus*	Ratón espiguero				LC	Se encuentra en prados de siega bordeados por seto vivo, con bosquetes aislados de roble y castaño
Muridae	*Microtus agrestis*	Topillo agreste				LC	Hábitats muy diversos, desde zonas boscosas, márgenes pedregosas de arroyos a zonas húmedas de densa vegetación rastrera, como prados y juncales
Muridae	*Microtus arvalis*	Topillo campesino				LC	Habita en cultivos, herbazales, prados, junqueras, sabinares y, en menor escala, en brezales y claros de bosques.

Muridae	*Microtus duodecimcostatus*	Topillo común				LC	Es una especie propia de medios mediterráneos. Requiere terrenos fácilmente excavables pero lo suficientemente consistentes para que sus galerías sean estables. Típica de espacios abiertos que están colonizados por el hombre
Muridae	*Microtus gerbei*	Topillo pirenaico				LC	Poco conocido, se conocen poblaciones hipogeas en pradoa alpinos y epigeas en claros y linderos de bosques.
Muridae	*Microtus lusitanicus*	Topillo lusitano				LC	Elige suelos blandos superficialmente, con un nivel de humedad próximo a la saturación pero no anegados, y con suficiente disponibilidad de alimento, por lo que es frecuente en huertos y campos de frutales o en praderas con cobertura herbácea
Muridae	*Mus domesticus (Mus musculus)*	Ratón doméstico				LC	Depende del hombre, ocupa casas y graneros, y, en general, cualquier lugar habitado donde existan provisiones disponibles
Muridae	*Mus spretus*	Ratón moruno				LC	Su presencia está siempre ligada a los ambientes mediterráneos subhúmeos o semiáridos, cuyas características climáticas y ambientales son los factores limitantes de su distribución
Muridae	*Rattus norvegicus*	Rata común				LC	Es un roedor comensal del hombre, por lo que su hábitat principal se encuentra en los medios urbano y rural. Sin embargo, existen también poblaciones silvestres. Aunque es una especie muy versátil, está muy ligada a la presencia de agua
Sciuridae	*Sciurus vulgaris*	Ardilla común				LC	Típicamente forestal. Vive fundamentalmente en bosques de

							coníferas y también en hayedos y otros bosques caducifolios.
Crocidurinae	*Crocidura russula*	Musaraña común				LC	Especie generalista, capaz de ocupar una amplia variedad de ambientes. En general, presenta requerimientos termófilos y se asocia a zonas de vegetación mediterránea aunque también puede ocupar pastizales o zonas cultivadas
Soricidae	*Neomys anomalus*	Musgaño de Cabrera				LC	En general, vive en ambientes ligados a medios acuáticos aunque puede aparecer en cultivos hortícolas o bosques húmedos
Soricidae	*Neomys fodiens*	Musgaño patiblanco				LC	Áreas ligadas a ambientes ribereños y encharcados. Prefiere los arroyos de aguas limpias, oxigenadas y ricas en invertebrados
Soricidae	*Sorex coronatus*	Musaraña de Millet				LC	Ligados a ambientes húmedos de características norteñas, sin excesivas limitaciones de altitud
Soricidae	*Sorex minutus*	Musaraña enana				LC	Ocupa desde bosques de coníferas o caducifolios hasta pastizales alpinos o formaciones arbustivas de alta montaña

Tabla 27. Relación de mamíferos como especies faunísticas presentes en el ámbito de estudio.

2.3 Particularizado a la zona

El área de la explotación se encuentra calificada en el mapa forestal de vegetación "PA-05 Vegetación" como Prado (figura 22) y fuera del área de interés faunístico como refleja el plano "PA-06 Fauna" (figura 23).

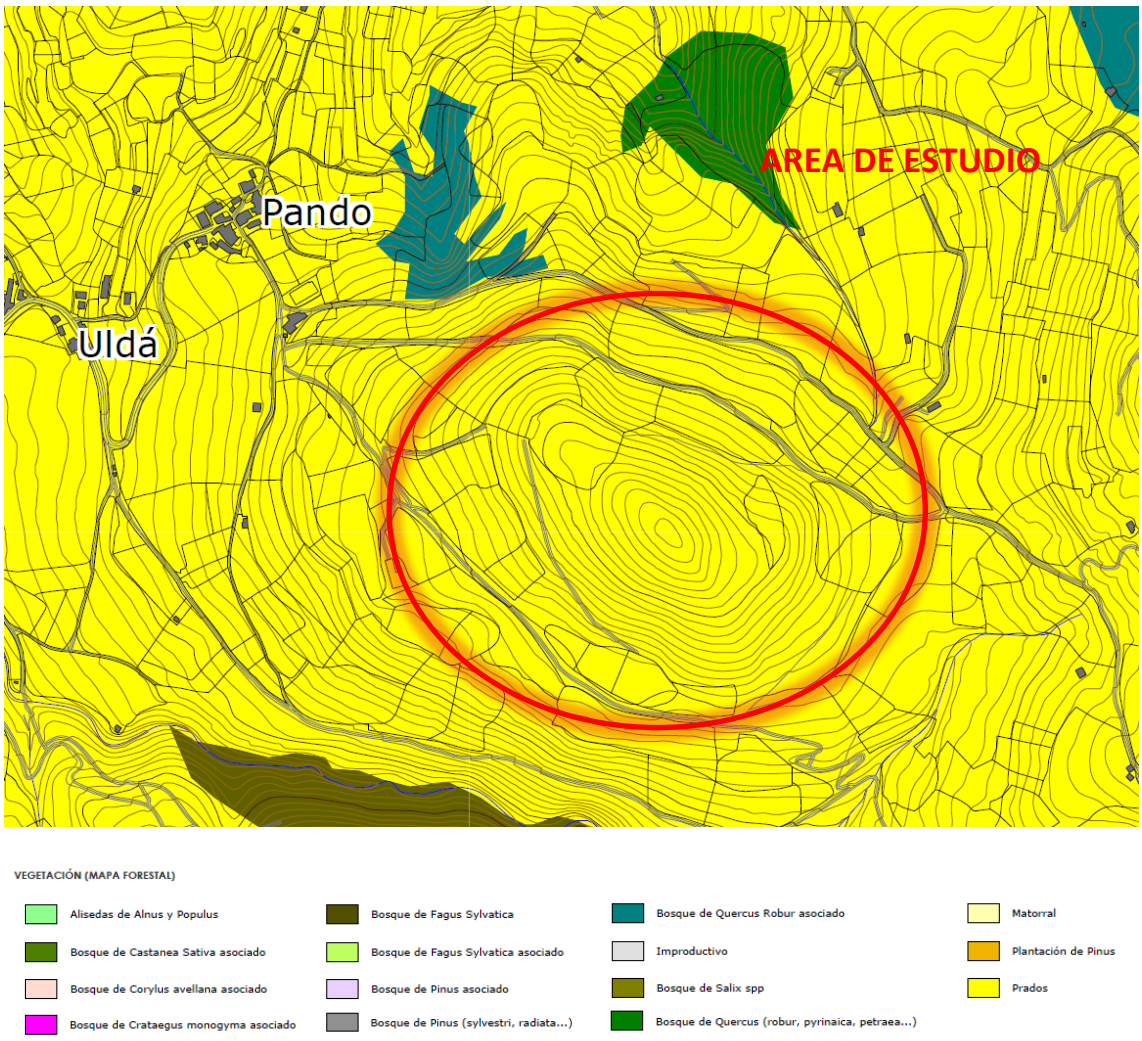


Figura 25. Extracto particularizado a la zona del Plano "PA-05 Vegetación"

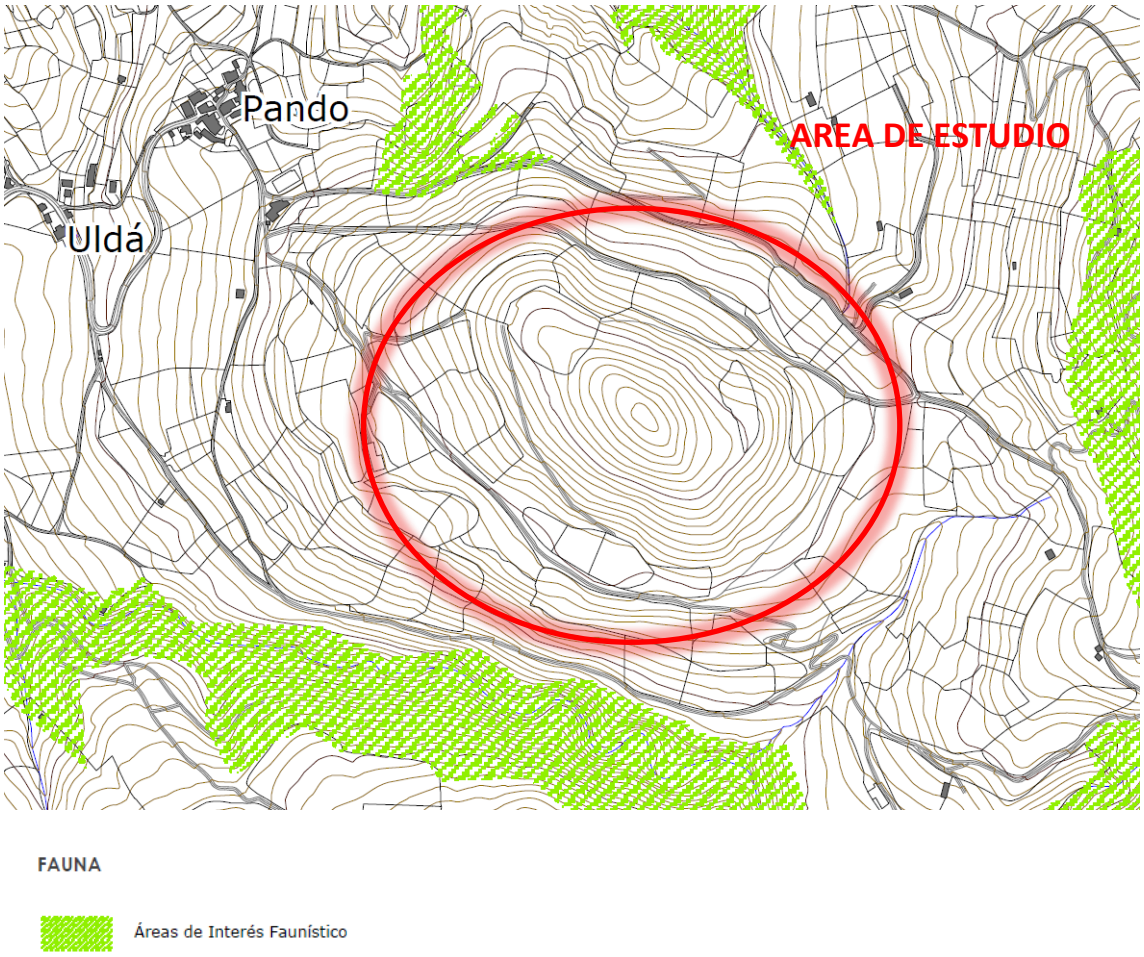


Figura 26. Extracto particularizado a la zona del Plano "PA-06 Fauna"

3. Estudio Socioeconómico

Dentro de este apartado relativo al medio humano del Término Municipal de Molledo, se describen los factores de población, vivienda, socioeconomía, usos del suelo, actividad agraria y forestal, actividad industrial y actividad turística del municipio objeto de estudio.

3.1 Población

El municipio de Molledo está compuesto por siete núcleos de población: Santa Cruz de Iguña, Helguera, Silió, San Martín de Quevedo, Santa Olalla, Cobejo y Molledo siendo este último la capital municipal.

De acuerdo con el Padrón municipal, la población residente en Molledo en el año 2011 asciende a 1.634 habitantes. Una cifra sensiblemente inferior al máximo registrado en 1960 cuando se alcanzó el máximo registro con 3.115 efectivos.

Evolución de la población

Como se puede observar en el siguiente gráfico (figura 24), en la evolución demográfica reciente del municipio de Molledo existen dos periodos claramente diferenciables:

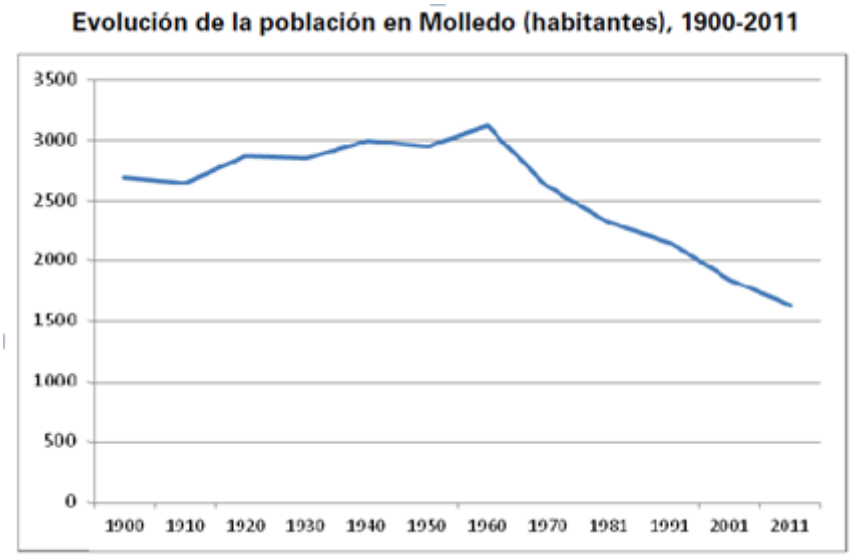


Figura 27. Evolución de la población en Molledo (1900-2011).

Este comportamiento demográfico no es excepcional ni esespecífico de Molledo, sino que responde a diversos y complejos factores socioeconómicos y coyunturales de alcance supramunicipal.

En general, podría afirmarse que el primer período, marcado por una tendencia positiva moderada, está estrechamente vinculado a una fase de fuerte desarrollo del sector ganadero. En estos tiempos la preponderancia urbana aún no es tan acusada como actualmente, y el medio rural sigue siendo capaz de mantener e incluso aumentar su contingente demográfico.

Esa fase inicial de crecimiento finaliza con nitidez en la década de los 60. La industrialización y el desarrollo de los centros urbanos, unido poco tiempo después a la crisis ganadera, se traduce en un fenómeno generalizado de continuo trasvase de población del "campo" a las ciudades. La población rural que emigra suele ser además joven, con lo que se acentúa aún más el receso demográfico. Indudablemente, en esta evolución han participado también otros factores como los relativos a los cambios en los hábitos sociales y al incremento de la demanda de mejores condiciones de bienestar y servicios. Asimismo, otras variables como el aumento de la edad han tendido un peso importante en el descenso demográfico de esta etapa, propiciando en este caso un envejecimiento progresivo de la población rural y la pérdida de empleos y actividad económica.

Cuestiones que exceden el objeto de este análisis, que únicamente pretende definir la situación actual para poder predecir la dinámica próxima.

Sin perjuicio de lo anterior, el factor más importante, que desencadena y explica el descenso demográfico, es el cambio del modelo económico. Asociado a su vez a un cambio en el modelo territorial, en el que los espacios urbanos ganan peso en detrimentos de los rurales.

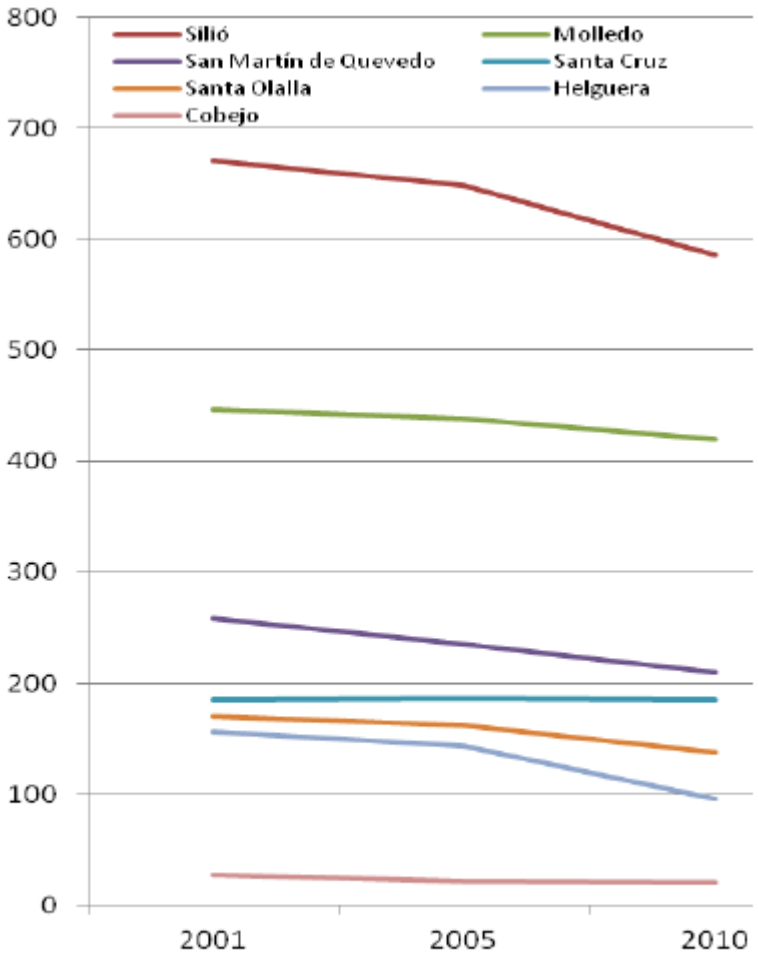
En el caso concreto de Molledo, pese a la presencia en el municipio de una cierta actividad industrial -representada en época moderna casi exclusivamente por la factoría de Hilaturas Portolín-, que llegó a emplear a 327 personas en el año 1981, la gran demanda de mano de obra manufacturera desde el exterior hizo emigrar a un gran porcentaje de la población activa y joven, cuyas consecuencias aún son perceptibles.

Por otro lado, las pautas en la evolución de la población descritas, que son características del medio rural, son perfectamente extrapolables a cada uno de los núcleos de población de Molledo, aunque a esta escala aparecen algunas matizaciones.

Si se observan por ejemplo la evolución de las localidades de Molledo en los últimos 10 años se constata que todas presentan una tendencia decreciente generalizada (excepto Santa Cruz que consigue al menos mantener el número de efectivos).

Excluyendo las situaciones singulares de Cobejo y Media Concha (localidad adscrita administrativamente a San Martín) se aprecian algunos matices en el comportamiento de un núcleo a otro. Así, pudiera afirmarse que Molledo y Santa Cruz son las únicas localidades que parecen mantener una tendencia más estable. Muy probablemente, ello se deba a que son los núcleos que disponen de mejores comunicaciones; son los más próximos a la autovía y los más septentrionales. Condiciones positivas de las que carecen otros núcleos como Helguera y sobre todo Silió, que es el que presenta un mayor descenso de habitantes, tanto en términos absolutos como relativos.

En el caso de San Martín de Quevedo, lejos de tratarse de la tercera localidad en importancia, engloba varios barrios, todo ellos con menos de 100 habitantes: San Martín (24), Casares (36), Quevedo (13), Vallejo (16), Uldá (29), Pando (61), Santián (24) y el referido de Mediaconcha (3). Además, debe tenerse en cuenta que en estas cifras correspondientes al nomenclátor de 2011 está incluido el denominado diseminado. En resumen, la línea lo que refleja en una perdida acusada de población en todos estos núcleos del sureste municipal. Una perdida que, por otra parte, es ahora más moderada que en décadas precedentes, a medida que el contingente ha sido cada vez menor, pero que para el período considerado (2001-2011) ha supuesto el 20 % del descenso.



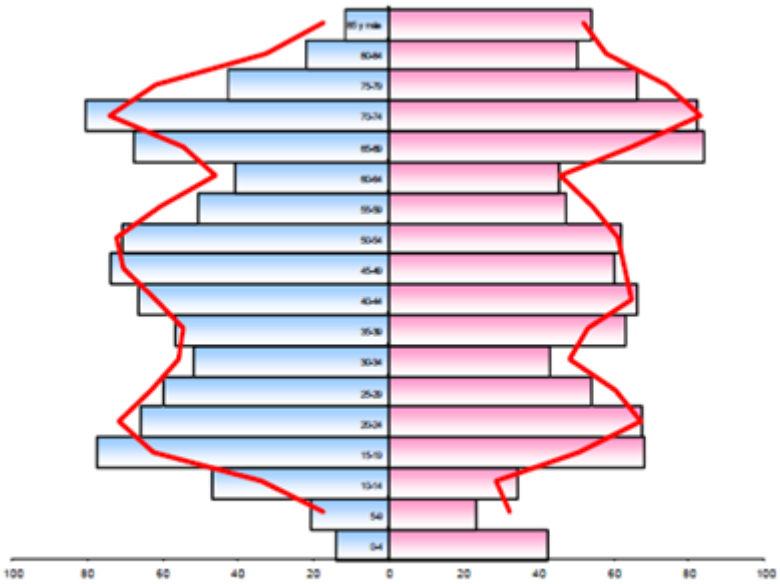
Fuente: ICANE. Datos obtenidos del Nomenclátor (2001-2010)

Figura 28. Evolución de la población en Molledo (habitantes), 2001-2011

Estructura de la población por edades

Como se observa en la gráfica siguiente, la estructura demográfica de Molledo se asemeja a la de la Comunidad Autónoma, con un gran porcentaje de población del grupo de edad mayor de 65 años representando este el 30% del total.

El grupo mayoritario es el de los adultos de entre 16-65 años alcanzando un total del 61% del conjunto poblacional. Este porcentaje supone la base del mantenimiento de la estructura poblacional del municipio ya que la población de 0-15 años solo alcanza el 9%. Con estos porcentajes estructurales de población la tasa de dependencia municipal es elevada alcanzando un índice muy superior al de la media autonómica.



Fuente: I.N.E.

Figura 29. Pirámide de población del municipio de Molledo. Comparativa con Cantabria Año 2000. Varones - Mujeres.

De toda esta estructura lo más significativo es el grupo de edad de los adultos mayores de entre 45-55 años, ya que se configura como el más numeroso dentro de este grupo de edad y supone el siguiente grupo en entrar dentro de la estructura de los mayores de 65 años, lo que equivale a aumentar dentro de unos años la tasa de envejecimiento de la población ya que los grupos de edad más jóvenes no crecen en porcentaje a lo hay que sumar la relativa baja importancia de los grupos de edad en edad fértil (entre los 25-39 años).

Estructura por sexos

El municipio de Molledo mantiene unos niveles de paridad muy semejantes en conjunto. El 51,1% de la población son mujeres y el restante 48,9% son hombres. Pero pese a esta equilibrada distribución, analizando los datos más pormenorizadamente, se observa que la estructura está desequilibrada, sobre todo entre el grupo de personas adultas y mayores.

El caso más equilibrado es el de los jóvenes donde la tasa de masculinidad es del 1,03, es decir, por cada hombre, existen 1,03 mujeres.

Este hecho equilibrado se rompe en el siguiente grupo de edad, entre los 16-64 años, justamente en el grupo de edad que se ha encargado de mantener o que se encarga de mantener la estructura equilibrada de la población. En este grupo la tasa de masculinidad es del 0,89, con lo que se supone un número de mujeres mucho menor al de los hombres, hecho que repercutirá sobre la tasa de fecundidad del municipio.

Pero el dato más significativo que rompe el equilibrio entre sexos, es el de la gente mayor de 65 años, en donde la tasa de masculinidad asciende hasta el 1,47, significando el mayor grado de envejecimiento y la mayor esperanza de vida de la población femenina frente a la masculina.

Viviendas

El desarrollo urbanístico que se ha producido en el Término Municipal de Molledo no se puede considerar como notorio. Si nos atenemos a los datos de antigüedad del parque de viviendas, obtenidos hasta 2001, casi el 66% de las mismas son construcciones anteriores a 1941, un 11% fueron construidas entre 1.971-1.990 y únicamente un 5% entre 1991-2001.

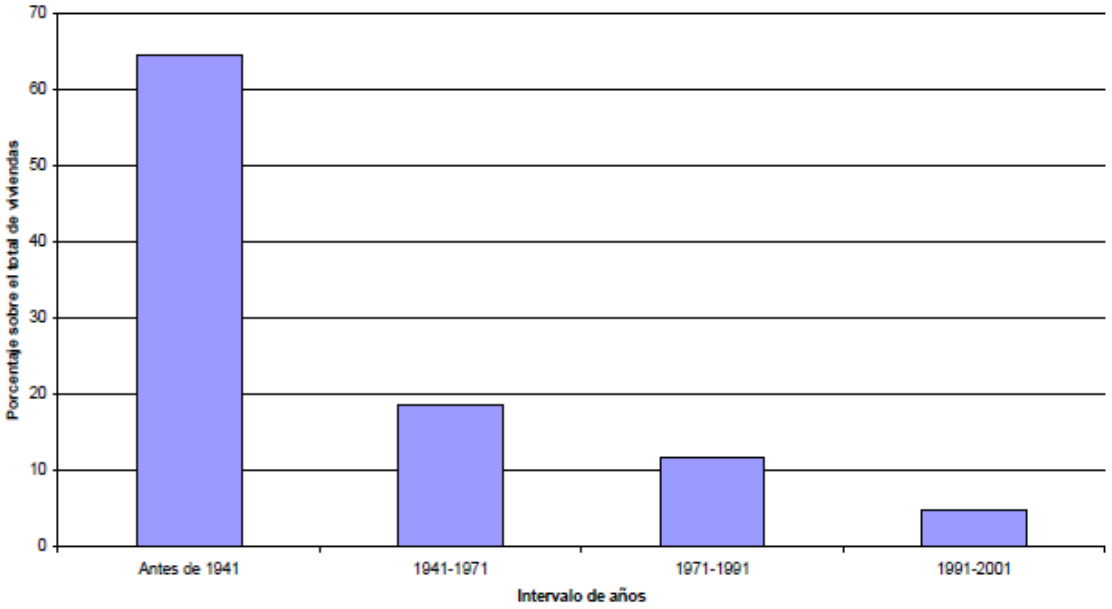


Figura 30. Viviendas en el municipio de Molledo por año de construcción. Año 2001

Más de un 67% son viviendas principales, un 13% viviendas vacías y aproximadamente, un 19% segundas residencias

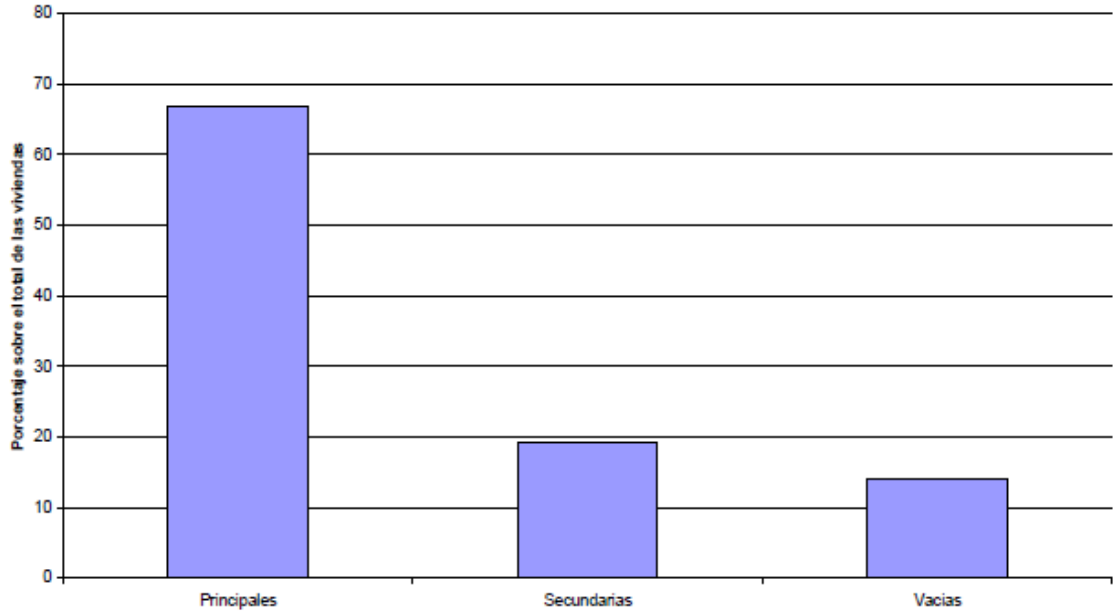


Figura 31. Grado de ocupación de las viviendas del municipio de Molledo. Año 2001

A partir de la aprobación de las Normas Subsidiarias de 1985 hasta hoy, se han tramitado 28 expedientes para la autorización de construcciones en Suelo Rústico, la mayoría de ellas aprobadas, algunas con unas condiciones concretas, y casi la totalidad referidas a viviendas, sobre todo unifamiliares. Los núcleos que más demanda han registrado en este sentido han sido los de Silió y Molledo. También se han tramitado autorizaciones para el establecimiento de turismo rural, pero en menor cuantía.

Esta situación de escasa notoriedad ha cambiado en los últimos años, de esta forma en el periodo de 2006 y 2007 se ha procedido a la concesión de licencia para la construcción de 101 nuevas viviendas, ocupando de esta manera gran parte del suelo urbano que aún no se había desarrollado.

Distribución de los usos del suelo

Según los datos consultados, la distribución actual de la superficie del municipio de Molledo en función del tipo de aprovechamiento es la siguiente:

Usos y formas de aprovechamiento. Molledo (2004)

Aprovechamiento	Superficie (Ha.)	%
Asociación de coníferas y eucalipto	15,9	0,22
Asoc. de coníferas y otras frondosas	14,5	0,2
Chopera	39,1	0,55
Coníferas	960	13,53
Frutales en secano	156,2	2,2
Improductivo	72,5	1,02
Labor en secano	3,5	0,05
Matorral	78,5	1,11
Frondosas	1.714,5	24,16
Pastizal / Matorral	2.274,5	**32,05**
Prados naturales	1.767,8	**24,91**
SUPERFICIE TOTAL	7.097	100

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2004

Figura 32. Usos y formas de aprovechamiento. Molledo (2004)

Como se puede observar en la tabla, el mayor porcentaje en extensión (casi una tercera parte del término municipal) lo representan los pastizales y matorrales, localizados generalmente en las zonas altas de las laderas fluviales y en las zonas cumbre. Estos espacios altamente naturalizados han sido tradicionalmente aprovechados (ahora en mucha menor medida) por las cabañas ganaderas, caracterizadas por un régimen de explotación extensivo basado en el uso estacional de los pastos.

Muy en relación con lo anterior y con la importancia descrita de la actividad ganadera en el municipio, el siguiente uso predominante (en términos de superficie) está constituido los prados "naturales". Representan la cuarta parte del territorio municipal y se ubican, principalmente, en las zonas bajas, en las inmediaciones de los núcleos. Pese a la denominación, se trata en realizada de áreas destinadas al alimento ganadero, sobre todo en origen como pastos "de diente", pero más recientemente explotadas mediante siega.

Otros aprovechamientos relativamente importantes, más en función de la extensión que ocupan que en términos económicos, son los asociados al aprovechamiento maderero, especialmente a mediantes las plantaciones de eucalipto y pino (13,53 %). Plantaciones que están proliferando en detrimento de antiguas zonas de pastos, ocupando las superficies más inaccesibles, pero que tienen también un cierto arraigo.

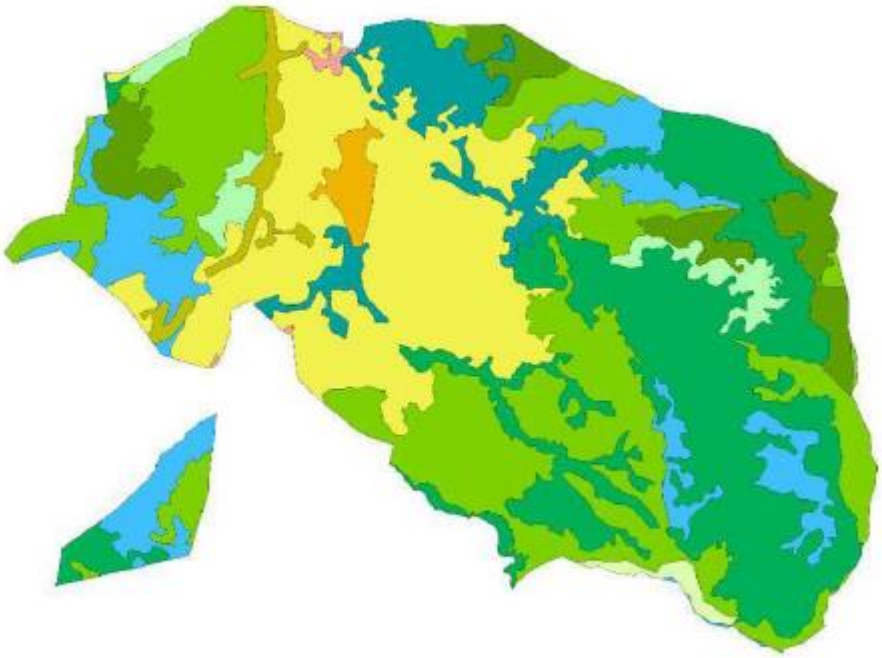
De estos datos se deduce que la ganadería y los espacios vinculados siguiendo teniendo un peso importante en el territorio municipal, aunque la actividad haya descendido y el modelo de explotación haya cambiado. También se infiere un incremento de otras formas de aprovechamiento como la silvícola. En conjunto, ambas actividades acaparan cerca del 75% del territorio municipal.

3.2 Datos de la actividad agraria y forestal

Como se ha comentado con anterioridad, dentro de la actividad agraria, destaca de forma notoria la ganadera, siendo la presencia de los cultivos agrícolas algo casi testimonial y, frecuentemente, presente como un uso

complementario de la primera y destinado más al autoconsumo o a un comercio local muy reducido.

En la siguiente figura, extraída de la cartografía de usos del programa Corine Land Cover (2006), se muestran en tonos amarillos las superficies de prados y pastos, en naranja los destinados al cultivo (denominado "mosaico de cultivos"), y los verdes más suaves son otras zonas agrícolas, que el CLC matiza como "con importantes espacios de vegetación natural y seminatural".



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del programa europeo *Corine Land Cover*, 2006

Figura 33. Distribución de usos del suelo (2006)

Consultando una fotografía aérea más reciente (PNOA, 2009) se puede apreciar igualmente la distribución de usos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que muchos de esos espacios de prados o cultivos no se encuentran actualmente en explotación o, al menos, no son objeto de un aprovechamiento significativo.

Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, 2009.

Figura 34. Ortofoto del Municipio de Molledo (2009).

Consultando el último censo Agrario disponible, correspondiente al año 2009 y publicado en 2011, se evidencia el estado de la actividad agraria en el municipio y se refrenda la continuidad del modelo ganadero.

A falta de consultar datos más recientes procedentes del siguiente censo (en elaboración desde 2009), los datos de 1999 reflejan un descenso del número de explotaciones y de titulares respecto a los correspondientes al censo previo del 89.

Aprovechamiento de tierras. Molledo, 2009

Aprovechamiento	Nº de Explot.	Superficie (Ha)	Sup. %
Maíz, patata, hortalizas, frutales y otros cultivos	2	31	0,45%
Prados y praderas permanentes	122	3.088,67	45,10%
Otras superficies utilizadas para pastos	24	1.198,80	17,51%
Superficies de pastos que ya no se utilizan a efectos de producción y están acogidas a un régimen de ayudas	3	71	1,04%
Terreno con vegetación espontánea y sin aprovechamiento agrícola y que NO se utiliza para pastos	2	3,4	0,05%
Superficie con especies arbóreas forestales que NO se utiliza para pastos	32	2.453,53	35,83%
Eras, construcciones, canteras, patios, caminos, estanques, ...	7	1,65	0,02%
SUPERFICIE TOTAL	192	6.848	100

Tabla 28. Aprovechamiento de tierras. Molledo, 2009.

Si de la tabla anterior se excluyen las 2.453 ha. calificadas como "superficies arbóreas forestales que NO se utiliza para pastos", la segunda y tercera fila (prados y pastos) suman cerca del 98% de la superficie total. Cifras que denotan la continuidad de la especialización ganadera.

Por otro lado, si se comparan las cifras globales de los censos confeccionados en 2009 y 1999, se confirma mediante la evolución de algunos datos la situación recesiva del sector agropecuario:

- Dentro de las denominadas tierras labradas, el número de explotaciones se ha reducido de 205 a 173

- Las denominadas tierras para pastos han descendido de 4.936 a 4.358 Ha.

- Y en general, la denominada superficie agrícola utilizada (SAU) ha descendido de 5.953 Ha. hasta las 4.389 Ha.

En cuanto a la cabaña ganadera, la distribución homogeneizada en Unidades Ganaderas pone de nuevo de manifiesto el predominio absoluto de la actividad ganadera bovina, con especialización láctea, que aglutina cerca del 90%. Asimismo, si se contrastan los datos de los censos más recientes (1999-2009) se desvela de nuevo el descenso de la cabaña.

Evolución de la cabaña ganadera (UG), 1999-2009

	Bovinos	Ovinos	Caprinos	Porcinos	Equinos	Aves	Conejas	TOTAL
1999	4132	93	8	25	377	18	1	**4.654**
2009	3084	50	15	5	441	3	0,2	**3.598**
								-1.055
% (2009)	89%	2%	0%	1%	8%	0%	0%	**100%**

Fuente: Censo agrario, 2009

Tabla 29. Evolución de la cabaña Ganadera (UG), 1999-2009.

Otras estadísticas, como la evolución de la cuota láctea (equivalente con matices a la producción) reflejan igualmente el receso del sector ganadero lácteo.

Cuota láctea

	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Explotaciones	11	9	7	6	4	4
Toneladas	2.104.363	2.028.900	1.333.192	1.130.346	1.049.404	1.160.672
Tm/explotación	191.305,73	225.433,33	190.456,00	188.391,00	262.351,00	290.168,00

Fuente: Anuario de Estadística Agraria Pesquera, Cantabria 2009

Tabla 30. Evoulción de la cuota láctea.

Los usos tradicionales, básicamente los ganaderos, están desapareciendo de forma especialmente notoria en el entorno de los principales núcleos urbanos que cada vez se aproximan más a un modelo urbano.

De hecho, aunque originariamente era bastante habitual la coexistencia del uso residencial en planta alta y el productivo en planta baja, incluso en los núcleos, ahora el uso productivo tiende a trasladarse a la periferia de éstos, haciéndolo además parejo de un cambio en la forma de explotación. De ahí, la relativa proliferación de estabulaciones en el medio rural, aunque este fenómeno está menos acentuada en Molledo que otros términos semejantes.

Por lo que respecta a la actividad forestal, los pinares son sin duda la plantación más abundante, ocupando cerca del 14% del total de la superficie municipal (CLC, 2006). Otros cultivos similares como el eucalipto son menos viables en el Molledo debido a la altitud y las condiciones climáticas. Lo más positivos es que estas plantaciones forestales, como en otros municipios de Cantabria, se han expandido por antiguos espacios ganaderos (los menos productivos por sus condiciones o localización), por lo que no han generado un impacto significativo sobre la ganadería (ahora menos estabulada y por tanto menos dependiente de los pastos). Asimismo, su desarrollo rara vez se ha producido en detrimento de formaciones forestal de interés ecológico.

3.3 Datos de actividad industrial

El municipio de Molledo albergó desde principios de s. XX la fábrica de Hilaturas-Portolín, que llegó a emplear a 327 personas, convirtiéndose en la mayor empresa del municipio. Estas instalaciones están hoy abandonadas por el cierre de la planta y su futuro puede calificarse de incierto. Pese a ello, algunas iniciativas en marcha permiten vislumbrar una posible reconversión y reactivación de esta antigua zona industrial.

Una vez desaparecida Hilaturas Portolín, y con la salvedad de la iniciativa apuntada, la única actividad industrial del municipio se limita a algunos talleres y naves que se sitúan en las inmediaciones de la carreteras N-611, especialmente a la altura de Helguera.

De hecho, en 2008, según cifras del Directorio de Empresas y Establecimiento de Cantabria, recopilados por el ICANE, en Molledo sólo existían 6 empresas pertenecientes al sector industrial.

De estas, dos se dedican a la fabricación de productos metálicos, otras dos a la industria maderera, una a productos alimenticios, y otra a la construcción de maquinaria.

Por otra parte, existen tres empresas dentro del sector de la construcción.

Con respecto al sector comercial, existen algunos pequeños establecimientos para el servicio local: comercios minoristas, mantenimiento y reparación de vehículos,….

3.4 Datos de actividad turística

En general los núcleos casi no tienen servicios turísticos y los servicios de hostelería son escasos.

Existen en el municipio seis establecimientos hoteleros categorizados como viviendas rurales con una oferta total de 25 plazas.

Pese al atractivo turístico de Molledo, y la celebración de eventos como la conocida "Vijanera", que atrae a multitud de visitantes, en Molledo no existen hoteles, ni hostales, ni campings ni otras formas alojativas, excepto la mencionadas casas rurales.

En cuanto al subsector de la restauración, Molledo disponía en 2010 de únicamente dos restaurantes y seis bares, casi todos ellos localizados en las mayores poblaciones.

Todos los datos expresados anteriormente se han obtenidos de las Fichas Municipales de 2.010 del Instituto Cántabro de Estadística.

4. Paisaje

El municipio de Molledo se enmarca en el denominado valle de Iguña, localizado en la zona central de la región, en torno a la principal ruta de comunicación del área costera con la zona meridional de la Comunidad Autónoma y con la Meseta.

Los diferentes elementos que caracterizan el paisaje son, básicamente, la topografía, la cubierta vegetal y los elementos antrópicos existentes.

En lo relativo a la configuración topográfica, el municipio se conforma como un valle, el de Iguña, atravesado por el cauce del río Besaya y la vega que este configura dentro del mismo, cerrado en su parte oriental por las divisorias desde las que nacen los ríos de Erecia y León, que se configuran como cuencas paisajísticas cerradas, y las laderas de la Sierra de la Rasía que lo cierran por su zona occidental, en una cuenca abierta.

Este hecho provoca que la cuenca visual del valle sea abierta, ofreciendo amplias visuales en su mitad occidental, mientras que los valles de la zona oriental, como el valle del río Erecia, forman unidades relativamente cerradas y aisladas paisajísticamente del resto del municipio.

Figura 35. Vista aérea de la orografía del municipio de Molledo.

La cubierta vegetal existente, como ya se ha descrito con anterioridad, está formada, a grandes rasgos, por prados de siega y cultivos en el fondo del valle, pastizales y matorrales de bajo porte en las zonas de ladera y cultivos forestales de pinos, fundamentalmente en las áreas más elevadas de la periferia del término. Los bosques autóctonos de cierta extensión están restringidos, principalmente, al valle del río Erecia y algunas áreas cercanas.

Tanto en las zonas de prados como en los pastizales y matorrales se mantienen algunos elementos vegetales que otorgan variedad al paisaje, como son los setos arbustivos o arbóreos que separan diferentes parcelas o algunos pequeños retazos del bosque original que se han conservado, generalmente, en zonas de topografía escarpada. La vegetación de ribera existente en torno a los cursos de agua otorga, igualmente, una mayor diversidad y calidad al paisaje.

En lo referente a los elementos antrópicos existentes en el ámbito estudiado hay que hacer mención, en primer lugar, a los núcleos de población, de marcado carácter rural, existiendo elementos singulares tanto en la arquitectura civil como en la religiosa. Otras tipologías edificatorias de características más urbanas o industriales son escasas.

Como elementos antrópicos con alta incidencia en el paisaje destacan las vías de comunicación, en especial, la carretera general de Santander a Palencia, pero sobre todo la autovía de la Meseta por la mayor ocupación de la vía y la magnitud de sus taludes. El resto de las carreteras son de carácter local, sirviendo de acceso a los diferentes núcleos y barrios de que consta el municipio y se integran en mayor medida en el paisaje. La vía del ferrocarril de RENFE también atraviesa el municipio, incidiendo también en el paisaje.

4.1 Unidades paisajísticas.

De lo apuntado hasta ahora se puede afirmar la existencia de varias unidades paisajísticas en el municipio:

Fondo de valle del Besaya

Esta unidad paisajística estaría constituida por la franja central del término municipal, en dirección Norte-Sur, en la que se ubican la práctica totalidad de los núcleos de población y de las vías de comunicación, hecho que condiciona enormemente su calidad paisajística, y que es atravesada por el río Besaya.

Figura 36. Unidad paisajística del fondo de Valle.

Domina el paisaje típico de praderías y setos vivos, con vivienda tradicional, tan característico de las zonas rurales conservadas de la región. La capacidad agrológica de los suelos permite el aprovechamiento de la mayor parte del terreno mediante praderías de siega, con frecuencia combinadas con el cultivo de frutales (sobre todo en las parcelas inmediatas a los pueblos) y cultivos forestales de gran extensión a base de eucaliptos y pinos en las elevaciones montañosas.

La calidad de paisaje es moderada, alcanzado mayor calidad en los núcleos más rústicos y con presencia de elementos patrimoniales o viviendas tradicionales bien conservadas. Y menor en las proximidades de la carretera nacional o en el entorno de los núcleos más transformados.

Figura 37. Barrio rural en Silió.

Figura 38. San Martín de Quevedo

Figura 39.Santa Cruz de Iguña

Figura 40. Molledo

La unidad de Riberas del Besaya y afluentes

Atraviesa el fondo de valle en sentido longitudinal y corresponde al paisaje fluvial de alta calidad del propio Río Besaya y los principales afluentes del mismo en su confluencia.

Figura 41. Río Besaya en Santa Cruz de Olalla

Figura 42. Río Besaya en Portolín.

La presencia de la lámina de agua y el soto ripario configuran un paisaje de gran calidad. La visibilidad está reducida por el soto ripario y la fragilidad a cualquier tipo de actuación es muy elevada.

Laderas orientales

Otra unidad paisajística se puede considerar constituida por las laderas del valle, con unos desniveles en torno a los 600 metros y que han sufrido una intensa transformación en sus características naturales debido a la acción antrópica (deforestación, monocultivos forestales, etc.).

Figura 43. Laderas orientales.

Esta unidad recoge las laderas del Cueto Helguera, del Monte Canales y de la zona septentrional de la Sierra de los Picones. La calidad es media, aunque se incrementa en las zonas con presencia de bosques naturales. La visibilidad y por tanto la fragilidad a cualquier tipo de transformación es, por lo general, elevada.

Laderas y cimas occidentales

Área de carácter montañoso correspondiente a las laderas de la Sierra de la Rasía que cierran el valle por la parte occidental. Caracterizadas por el domino de praderías y áreas de matorral, y de cultivos forestales en las cimas.

Figura 44. Laderas y cumbres occidentales desde Santa Martín.

Las cumbres de esta ladera se han considerado como una unidad paisajística propia. El paisaje es muy característico de estas elevaciones de moderada altura, cubiertas de praderías y grandes superficies de matorral. La calidad es elevada y la fragilidad muy alta.

Monte Canales

El valle del río Erecia, constituye una cuenca visual cerrada, que se ha recogido bajo la unidad paisajística denominada Monte Canales. Esta unidad recoge las elevaciones, laderas y cabecera del río Erecia. Recoge las áreas más naturales y donde se desarrollan las superficies boscosas autóctonas mejor conservadas.

Figura 45. Cabecera de valle del Río Erecia obtenida de Google Earth.

La calidad paisajística es muy elevada, el número de observadores potenciales es muy bajo y la fragilidad es muy elevada.

Figura 46. Laderas y cumbres desde Mediaconcha.

Mediaconcha

Una unidad paisajística, al margen de las anteriores, recoge el enclave de Mediaconcha, que presenta características propias puesto que corresponde a una ladera de fuerte pendiente, en el cerrado valle del río Bisueña, que posee extensiones de bosque caducifolio bien conservado, áreas cubiertas por matorrales y pastizal, cuenta con elementos antrópicos, como el propio núcleo de Mediaconcha o el trazado del ferrocarril y elementos patrimoniales como la calzada romana.

La calidad de esta unidad paisajística alcanza una magnitud muy elevada, dado el estado de conservación de su vegetación y su escasa transformación salvo por la presencia del viaducto de Montabliz.

Por todo ello, se puede concluir con respecto a la calidad del paisaje, se puede asignar una calidad paisajística diferente para cada una de las unidades diferenciadas, siendo notablemente más elevada en el valle del río Erecia y zonas aledañas, así como en Mediaconcha, por ser zonas más naturales y menos transformadas.

Figura 47. Autovía de la Meseta sobre el bosque de Montabliz.

Las laderas occidentales y orientales presentan una calidad paisajística media, por su mayor transformación antrópica ya que dominan los usos agropecuarios, sin embargo presentan una fragilidad elevada a cualquier tipo de transformación ya que ofrecen una alta visibilidad desde el valle.

La zona de la vega presenta un característico paisaje rural, en algunas zonas más degradado por la presencia de infraestructuras, naves o construcciones modernas, pero con una alta calidad potenciada por los elementos culturales y la presencia de viviendas singulares.

La calidad paisajística alcanzaría el valor relativo más bajo en torno a la traza de la carretera y la Autovía Santander-Palencia, por los efectos negativos inducidos por su presencia (baja naturalidad, presencia de una gran infraestructura viaria, entorno urbanizado, etc.).

4.2 Cuencas visuales

El único componente que define el análisis visual del municipio es la orografía ya que esta marca la distribución de cuencas visuales. Mientras que el paisaje está configurado por aspectos físicos, biológicos y humanos, las cuencas visuales se apoyan en la disposición del terreno.

De este modo, si se analiza el municipio de Molledo en relación con sus municipios colindantes de Bárcena de Pie de Concha y Arenas de Iguña estos forman una gran cuenca visual que corresponde al Valle de Iguña, y de este modo reduciendo la escala de estudio se obtendrían sucesivamente distintas cuencas visuales como la cuenca del Besaya.

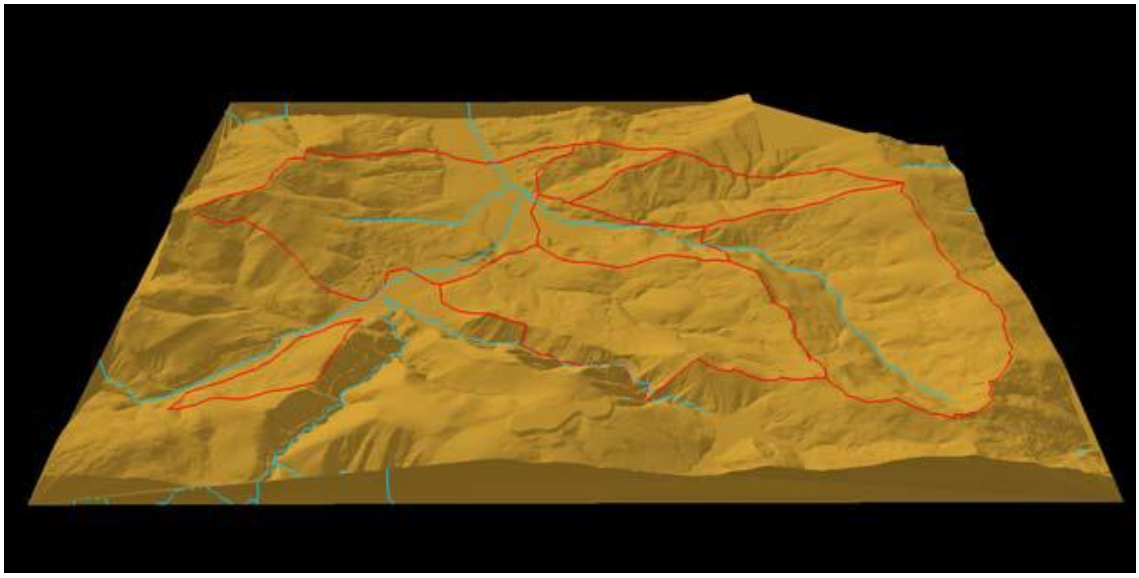


Figura 48. Cuencas visuales e hidrología sobre el modelo digital del terreno del municipio de Molledo.

El análisis de cuencas visuales puede dar resultados muy distintos, esta variación dependerá de los puntos elegidos por el observador, así se obtendrán unas cuencas u otras. Como se comentaba anteriormente en un enfoque global, el municipio pertenece al Valle de Iguña, para obtener esta cuenca visual se sitúa la observación desde en un punto aéreo trazando una visual en dirección Norte.

Analizando la visibilidad desde dentro del municipio este se encuentra dividido en valles en forma de V originados por la acción modeladora de la

hidrología, los cuales nos llevan a distinguir desde un enfoque geográfico siete cuencas visuales.

La cuenca visual más occidental corresponde al valle central del municipio, atravesado por el río Besaya, espacio con una reducida pendiente que ha dado cabida a las infraestructuras de transporte y a los principales núcleos de población, con visuales amplias y abiertas en las que confluyen las vistas del resto de cuencas del municipio.

A la anterior cuenca visual se suman las cuencas perpendiculares pertenecientes a los afluentes del río Besaya.

La cuenca del río León delimitado por las divisorias de las laderas que lo alimentan.

La Cuenca del Erecia con límites en el Monte Canales y la Sierra del Escudo. Esta cuenca visual se subdivide en dos cuencas debido al cambio de orientación del cauce del río (cuencas visuales alta y baja del Erecia), a la que a su vez se suman pequeñas cuencas por el margen derecho originadas por los Arroyos de Fuentezaro y Fuente Rabia.

Y una última cuenca visual en el entorno de Mediaconcha dado el aislamiento de esta parte del municipio, forma una isla visual con una orientación de las pendientes en umbría y visuales en dirección Norte y Oeste.

Visibilidad y calidad paisajística desde las principales vías de comunicación

A través de este territorio discurren grandes infraestructuras de comunicación. La principal es la Autovía de la Meseta A-67, que discurre a media ladera por su extremo oriental.

La carretera N-611 ha sido hasta la reciente construcción de la autovía, el camino tradicional de comunicación de Cantabria con el interior peninsular. Atraviesa al municipio en dirección Norte-Sur, siguiendo el cauce del Besaya. Sin embargo, a escala local sigue siendo el eje sobre el que se articulan las

comunicaciones entre los principales núcleos urbanos. A lo largo del tiempo, se han ido realizando proyectos de mejora para que esta carretera no atravesara las citadas poblacionales.

Figura 49. Vista general del valle de Iguña, atravesado por la carretera N-611 y el ferrocarril. A la izquierda el núcleo de Molledo.

Por otra parte la línea de ferrocarril Alar del Rey-Santander atraviesa el municipio siguiendo el curso del Besaya y posteriormente un serpenteante recorrido por las laderas del Bisueña.

Además el municipio está recorrido por numerosas carreteras autonómicas como la CA-711 de acceso a Helguera, la CA-712 de acceso a Silió, la CA-713 de acceso a San Martín, Casares y Quevedo.

A estas carreteras autonómicas habría de sumar por su importancia los tramos urbanos del antiguo trazado de la carretera nacional a través de Santa Cruz, Molledo y El Mesón. Estos tramos son ahora de competencia municipal con una función básica en las comunicaciones locales.

La infraestructura que ofrece una mayor visibilidad al municipio y su paisaje es, tanto por su volumen de tráfico como por su elevación con respecto al valle de Molledo, la Autovía de la Meseta. Esta autovía discurre por la zona occidental del municipio y ofrece una amplia panorámica del valle y los montes que la delimitan. Sin embargo esta visibilidad se reduce a algunos puntos de la infraestructura ya que en gran parte el recorrido lo hace en trinchera.

Las principales panorámicas se perciben, por tanto, desde los viaductos de la autovía, y las visuales que estas ofrecen corresponden a los puntos elevados de los montes que rodean al municipio, más que al fondo de valle.

Figura 50. Panorámica de gran calidad de Mediaconcha desde el Viaducto de Montabliz.

Figura 51. Vista de Mediaconcha desde el Viaducto de Pujayo.

Figura 52. Vista del valle desde uno de los pocos tramos que ofrecen visibilidad al mismo.

Desde la carretera nacional que recorre el municipio por la vega del Besaya, se ofrecen vistas parciales del mismo, y no, por lo general, vistas panorámicas dado los obstáculos que supone la vegetación y que la carretera discurre más o menos a nivel del terreno.

Figura 53. Panorámica desde la carretera nacional.

Figura 54. Vista del Cueto Helguera desde la carretera Nacional.

El terreno circundante del término municipal ofrece numerosas vistas panorámicas del municipio y su entorno, aunque en este caso el acceso a estas elevaciones por carreteras locales o caminos, y la escasa frecuentación supone un bajo número de observadores.

Por otra parte se trata por lo general de vistas alejadas de los núcleos de población del municipio.

Figura 55. Panorámica del Valle de Iguña desde Pico Navajo. J. Ruiz.

Figura 56. Panorámica de Molledo y Silió desde La Rasía. J. Ruiz.

Figura 57. Silió desde Obio.

Figura 58. Valle de Iguña desde Jano.

También desde las carreteras locales y los pueblos más elevados se ofrecen vistas parciales al valle y visiones panorámicas del entorno.

Figura 59. Pando desde Santa Marina.

Figura 60. Helguera desde la carretera de acceso a Las Rozas.

Figura 61. Uldá desde la carretera de acceso a Pando.

Anejo Nº6.

Estudio Geotécnico

Anejo 6. Estudio Geotécnico 174

1. Introducción 174

2. Caracterización del macizo rocoso 174

2.1 Clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos *176*

2.2 Descripción del macizo rocoso *180*

3. Estabilidad de Taludes 189

3.1 Factores condicionantes de la estabilidad del talud *189*

3.2 Características de la explotación *189*

3.3 Sismicidad *190*

3.4 Descripción del problema y métodos de investigación utilizados *190*

3.5 Datos estructurales *191*

3.6 Estado de facturación *191*

3.7 Características mecánicas de los materiales *193*

3.8 Clasificación geomecánica del macizo rocoso. *193*

3.10 Cálculo del RMR. *195*

3.11 Análisis de taludes en función de los parámetros de inestabilidad: *196*

3.12 Conclusión *198*

Anejo 6. Estudio Geotécnico

1. Introducción

El presente anejo pretende definir las características geomecánicas del macizo rocoso y obtener un modelo geomecánico a partir del cual se pueda analizar las posibles inestabilidades que puedan surgir y justificar la estabilidad del futuro hueco, a partir del conocimiento de la estructura y la litología del macizo rocoso. La definición de la geotecnia del área nos permite definir la geometría de los taludes máximos generales y de cada banco admisible en la excavación.

La finalidad del estudio geotécnico es conocer y poder prever el comportamiento del macizo ante las actuaciones de explotación que se llevarán a cabo.

Para ello se ha realizado un trabajo de campo que recoge las principales características que permiten deducir el modelo de estabilidad del macizo. Asimismo, se acompaña de un estudio para su utilización como árido para balasto y las prescripciones técnicas a cumplir dispuestas por el Pliego de RENFE.

2. Caracterización del macizo rocoso

Se define macizo rocoso como la forma en que se presentan las rocas en el medio natural. Así pues, un macizo rocoso estará formado por la roca intacta y la estructura o discontinuidades, que a su vez contendrá los planos de estratificación, fallas, juntas, pliegues y otros caracteres estructurales. Los macizos rocosos son por tanto discontinuos y pueden presentar propiedades heterogéneas y/o anisótropas.

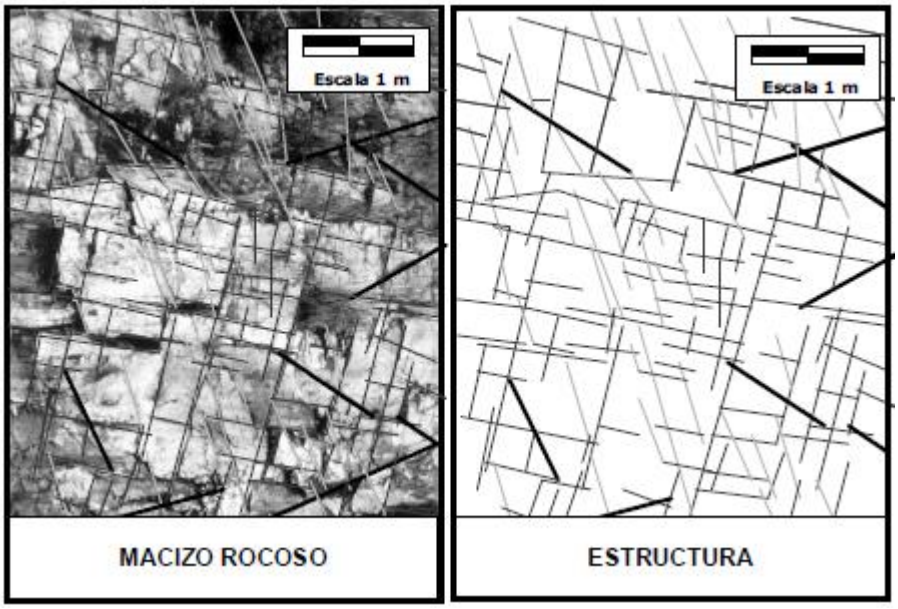


Figura 62. Croquis esquemático de la estructura de un macizo rocoso.

Para caracterizar un macizo rocoso donde se pretende realizar una excavación, se requiere conocer los parámetros básicos de la roca y de las discontinuidades, así como la estructura del macizo que incluye aspectos como el número de familias de discontinuidades existentes, el espaciado medio de los planos de discontinuidad, las características geomecánicas básicas de las discontinuidades. Asimismo será necesario medir o estimar el estado tensional in-situ.

Los macizos rocosos en la naturaleza presentan comúnmente un elevado número de discontinuidades. Por ello si se quiere conocer y describir adecuadamente el comportamiento mecánico de los macizos rocosos resulta necesario analizar previamente el comportamiento de las discontinuidades naturales.

Los factores principales que intervienen en la reacción de una discontinuidad frente a un esfuerzo cortante son:

- Las tensiones normales al plano de corte
- La rugosidad de las superficies de contacto

- El grado de alteración y la resistencia de los labios de la discontinuidad
- El espesor y tipo de relleno
- La circulación de agua y grado de saturación del relleno
- La orientación del desplazamiento de corte
- La velocidad del movimiento cortante
- La amplitud del desplazamiento de corte y la existencia de desplazamientos cortantes previos.

Considerando todos estos aspectos del macizo rocoso, tanto de la matriz rocosa como de sus discontinuidades, es posible realizar la clasificación del macizo rocoso de forma que se exprese cuantitativamente su calidad.

2.1 Clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos

Las clasificaciones geomecánicas se utilizan mucho actualmente, especialmente en los estudios geotécnicos de túneles, pero es conveniente aplicarlas no perdiendo de vista los datos sobre los que se fundamentan.

Los sistemas de clasificación de los macizos rocosos tienen por objeto evaluar sus características para determinar de forma cuantitativa su calidad. Su caracterización requiere el conocimiento de los siguientes parámetros:

- Resistencia y comportamiento de la roca
- Familias de discontinuidades existentes
- Espaciado de los planos de discontinuidad y fracturación del macizo
- Caracteres geomecánicos de las discontinuidades: continuidad, rugosidad, separación y resistencia de los labios, meteorización y relleno.
- Condiciones del agua en las juntas
- Tensiones in situ, naturales o inducidas

- Alteraciones producidas en el macizo rocoso por las excavaciones

Los criterios de clasificación tienen que ser claros y consistentes para que no haya ninguna duda a la hora de aplicarlos y las categorías que se establezcan deben ser mutuamente excluyentes, de modo que no sea posible asignarle a un macizo rocoso dos categorías distintas.

2.1.1 Utilidad, limitaciones y condiciones de aplicación de las clasificaciones geomecánicas

En la actualidad, las clasificaciones geomecánicas se emplean de forma generalizada en ingeniería para hacer una primera predicción del comportamiento de los macizos rocosos frente a excavaciones, principalmente subterráneas, aunque también a cielo abierto. Su utilidad radica en la facilidad de su aplicación y en los buenos resultados conseguidos en muchos casos. Las clasificaciones geomecánicas han producido notables beneficios a la ingeniería entre los que cabe destacar:

- Han mejorado la calidad de los estudios de los macizos rocosos por el simple hecho de requerir un mínimo de datos para llevar a cabo la clasificación y han puesto un cierto orden en los trabajos de campo en los que se basan los estudios geotécnicos.
- Han permitido dividir los macizos en grupos de características y comportamiento similar, facilitando el diseño de excavaciones al permitir relacionar las experiencias obtenidas en diversos lugares.
- Han suministrado datos básicos sobre las características de los macizos rocosos para la estimación de sus propiedades mecánicas, criterios de rotura y flujo plástico.
- Han proporcionado una base y un lenguaje de comunicación entre geólogos e ingenieros.

Las clasificaciones geomecánicas se utilizan preferentemente en las fases de viabilidad y anteproyecto, en las zonas donde existen afloramientos rocosos que permiten una buena toma de datos geológicos y geomecánicos, y alcanzan en muchos casos resultados satisfactorios a bajo coste, lo cual es muy importante en los inicios de un proyecto.

En la actualidad, las dos clasificaciones geomecánicas más utilizadas son: la Clasificación Geomecánica o RMR de Bieniawski (1973), y el sistema Q de Barton, Lien y Lunde (1974). Estas clasificaciones fueron creadas originalmente para excavaciones subterráneas, particularmente túneles, aunque el RMR se ha extendido después a otras aplicaciones, como minería subterránea metálica y de carbón (Laubscher 1977 y 1984; Cummings et al. 1982), estabilidad de taludes (Romana 1985) y arranque de rocas (Weaver 1975; Smith 1987 y Singh et al.1986).

2.1.2 Clasificación de Bieniawski Simplificada (1973, 1976, 1989)

Esta clasificación se desarrolló inicialmente a partir de la experiencia en obras realizadas en África del Sur. Su aplicación no tiene apenas limitaciones, excepto en rocas expansivas y fluyentes donde no es aconsejable su uso.

Obtención del índice RMR

Para determinar la calidad del macizo rocoso, se divide éste en dominios estructurales, es decir, en zonas delimitadas por discontinuidades geológicas, dentro de las cuales la estructura es prácticamente homogénea. El índice que define la clasificación es el denominado RMR (Rock Mass Rating), que evalúa la calidad del macizo rocoso a partir de los parámetros siguientes:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa.
- Espaciado de las discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades.
- Condiciones hidrogeológicas.

• Orientación de las discontinuidades respecto a la excavación.

La incidencia de estos parámetros en el comportamiento de la excavación se expresa por medio de un índice de calidad denominado Rock Mass Rating, RMR, que varía de 0 a 100.

Para poder representar el macizo rocoso, se aplica la clasificación geomecánica RMR del macizo rocoso a las dos zonas donde ha sido posible realizar observaciones.

Las características medibles para la obtención del índice RMR se resumen en la tabla 29.

1	Resistencia de la matriz rocosa	Compresión simple	Difícil de partir con el martillo	Se trocea con varios golpes de martillo	Se trocea con un golpe de martillo. No raspa la navaja	Se marca con martillo, se corta difícilmente con navaja	Se desmorona con martillo, se corta con navaja
	Equivalencia aprox. Kg/cm²		>1000	500-1000	100-500	50-100	2.5-50
	puntuación		15 Muy dura	12 Dura	7 Media	4 Blanda	0 Muy blanda
2	Separación entre diaclasas (m)		>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06
	puntuación		20	15	10	8	5
3	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		puntuación	6	4	2	1	0
		Abertura (mm)	nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5
		puntuación	6	5	3	1	0
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		puntuación	6	5	3	1	0
		Relleno (mm)	Ninguno	Relleno duro <5	Relleno duro >5	Relleno blando <5	Relleno blando >5
		puntuación	6	4	2	2	0
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		Puntuación	6	5	3	1	0
4	Humedad		Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
	puntuación		15	10	7	4	0

Tabla 31. Tabla para la obtención del índice RMR.

Clasificación a partir del índice RMR

CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
PUNTUACIÓN	80-65	64-49	48-33	32-17	≤16

Tabla 32. Clasificación a partir del índice RMR.

Una vez obtenidas las puntuaciones resultado de aplicar los cuatro parámetros de clasificación, se obtiene un valor numérico con el que se

determina la clasificación. Esta clasificación distingue cinco clases de calidad de macizo rocoso y sus correspondientes índices RMR. La valoración obtenida clasifica al macizo en cinco tipos, a los que se les asigna una calidad y unas características geotécnicas.

Así un macizo rocoso clasificado como Muy Bueno, (Clase I) será un macizo rocoso duro, poco fracturado, sin filtraciones importantes y poco meteorizado, presentando muy pocos problemas frente a su estabilidad y resistencia.

2.2 Descripción del macizo rocoso

La descripción de un macizo rocoso es un proceso que puede implicar un cierto grado de subjetividad. Dicha subjetividad debe evitarse realizando observaciones sistemáticas y utilizando una terminología estandarizada. En el proceso descriptivo, las etapas a seguir son las siguientes:

1) Descripción general del afloramiento
2) Descripción de cada una de las zonas
3) Descripción del macizo rocoso en su conjunto

2.2.1 Descripción General

Los materiales más modernos en los que aparecen las ofitas son los de facies Keuper, que afloran en toda la provincia en distintos puntos, y están afectados por una tectónica diapírica. “Cuento Pando” es un ejemplo de los afloramientos ofíticos de mayores dimensiones, que se encuentra en la zona central.

La fracturación y alteración superficiales descartan el empleo de las ofitas como roca ornamental, aunque no ha sido posible emplear técnicas de prospección que evaluaran a profundidades suficientes el alcance de la fracturación, los reconocimientos efectuados indican que, en general, las fracturas tienden a disminuir con la profundidad.

Para la descripción del macizo rocoso, se han efectuado reconocimientos sobre el terreno en los escasos lugares en que ha sido posible encontrar ofitas superficiales y en profundidad. Así, se han distinguido dos zonas representativas de Cueto Pando:

- Zona 1: Los afloramientos en el talud de la carretera a CA-711 a Silió
- Zona 2: El alto de "Cueto Pando"

Para comprobar la calidad del macizo rocoso se ha realizado un estudio de campo basado en el sistema de clasificación de Bieniawski (1979) por el cual se obtiene el índice RMR (Rock Mass Rating).

2.2.2 Descripción de cada una de las zonas

De acuerdo a las observaciones realizadas sobre los dos puntos de observación, se constituyen sus respectivos cuadros de RMR.

Zona 1: Afloramientos en el talud de la carretera CA-711 a Silió

En el talud de la carretera a Silió, se presenta un macizo rocoso conformado por una matriz rocosa de composición ofítica, roca de características subvolcánicas, de color verde oscuro, con una potencia entre 8 y 10 m, que presenta una meteorización ligera.

El macizo rocoso, en conjunto, presenta una ligera a moderada meteorización con fuerte diaclasado, y escasa formación de suelo.

Figura 63. Afloramientos en el talud de la carretera CA-711 a Silió.

El siguiente cuadro presenta las observaciones realizadas en dicho talud.

1	Resistencia de la matriz rocosa	Compresión simple	Difícil de partir con el martillo	Se trocea con varios golpes de martillo	Se trocea con un golpe de martillo. No raspa la navaja	Se marca con martillo, se corta difícilmente con navaja	Se desmorona con martillo, se corta con navaja
	Equivalencia aprox. Kg/cm²		>1000	500-1000	100-500	50-100	2.5-50
	puntuación		15 Muy dura	12 Dura	7 Media	4 Blanda	0 Muy blanda
2	Separación entre diaclasas (m)		>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06
	puntuación		20	15	10	8	5
3	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		puntuación	6	4	2	1	0
		Abertura (mm)	nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5
		puntuación	6	5	3	1	0
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		puntuación	6	5	3	1	0
		Relleno (mm)	Ninguno	Relleno duro <5	Relleno duro >5	Relleno blando <5	Relleno blando >5
		puntuación	6	4	2	2	0
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		Puntuación	6	5	3	1	0
4	Humedad		Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
	puntuación		15	10	7	4	0

Tabla 33. Tabla para la obtención del índice RMR zona 1.

La resistencia a la compresión simple se valora mediante la resistencia que una roca ofrece a ser partida con un martillo de geólogo. La ofita es muy difícil de partir con el martillo, incluso tras varios golpes, con lo que se concluye que tiene una resistencia a compresión simple superior a 1000 kg/cm^2, por lo que su puntuación es 15, una roca muy dura. El valor de su resistencia se determinará con el ensayo de resistencia de compresión simple.

1	Resistencia de la matriz rocosa	Compresión simple	Difícil de partir con el martillo	Se trocea con varios golpes de martillo	Se trocea con un golpe de martillo. No raspa la navaja	Se marca con martillo, se corta difícilmente con navaja	Se desmorona con martillo, se corta con navaja
	Equivalencia aprox. Kg/cm²		>1000	500-1000	100-500	50-100	2.5-50
	puntuación		15 Muy dura	12 Dura	7 Media	4 Blanda	0 Muy blanda

A continuación se mide la separación entre diaclasas, parámetro fundamental en la estabilidad del macizo. Para esta característica del macizo rocoso, Bieniawski en su clasificación RMR modificada de 1979, considera los rangos recomendados por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas. El resultado obtenido fue de 10 puntos.

2	Separación entre diaclasas (m)	>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06
	puntuación	20	15	10	8	5

El estado de las discontinuidades se mide mediante 4 factores. Bieniawski toma en cuenta la separación o abertura de la discontinuidad: > 5mm, su extensión o longitud: < 20 m, la rugosidad: ondulada, el grado de alteración de las paredes: muy alterado en afloramiento y el tipo de material de relleno: relleno blando, haciendo un total de 3 puntos.

3	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		puntuación	6	4	2	1	0
		Abertura (mm)	nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5
		puntuación	6	5	3	1	0
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		puntuación	6	5	3	1	0
		Relleno (mm)	Ninguno	Relleno duro <5	Relleno duro >5	Relleno blando <5	Relleno blando >5
		puntuación	6	4	2	2	0
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		Puntuación	6	5	3	1	0

La humedad del macizo rocoso, toma en consideración la influencia del flujo de agua subterránea en rangos de flujo observado, la relación de la presión del agua en las discontinuidades con el esfuerzo principal mayor. Para los efectos de evaluación de este parámetro se ha considerado humedad, por lo que obtiene 7 puntos.

4	Humedad	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
	puntuación	15	10	7	4	0

La puntuación total es de 38, lo que confiere a la roca la calidad de MEDIA, y la encuadra en CLASE III

Parámetro	Valor	Valoración
Compresión Simple	>1000 Kg/cm2	15
Espaciado	0.2-0.6 metros	10
Condición de las juntas	Abertura >5mm. Alterada	3
Condición del agua	Ligeramente Húmedo	10
RMR PARCIAL		38

Tabla 34. Resumen valoración del índice RMR zona 1.

CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
PUNTUACIÓN	80-65	64-49	48-33	32-17	≤16

Tabla 35. Resumen calidad del macizo rocoso en la zona 1.

El estudio de caracterización geomecánica del macizo rocoso de la zona 1, pone de manifiesto que la calidad de este macizo es, según el índice RMR (38), de calidad media con una roca matriz poco meteorizada y una separación entre diaclasas que garantiza la estabilidad de los taludes y sólo existirá riesgo de desmoronamiento de bloques en el supuesto de una mala explotación de los bancos.

Zona 2: El alto de "Cueto Pando"

En el alto de "Cueto de Pando", así como en las vertientes sur y sureste, los afloramientos de ofitas presentan una meteorización alta, apareciendo bolos de distintos tamaños con arcillas de color marrón-ocre, que forman el suelo típico de alteración de rocas básicas. Estos bolos conservan la dureza y competencia de las ofitas, pero presentan una aureola de alteración en forma de costra ferruginosa que hace que se separen por capas concéntricas mal definidas. En la cara norte y noroeste de "Cueto de Pando" los afloramientos

presentan meteorización moderada-alta, con presencia de grandes bloques en suelo ofítico.

Figura 64. Talud del Alto de Cueto Pando visiblemnte meteorizado.

El siguiente cuadro presenta el resumen de los datos obtenidos en la zona 2.

1	Resistencia de la matriz rocosa	Compresión simple	Difícil de partir con el martillo	Se trocea con varios golpes de martillo	Se trocea con un golpe de martillo. No raspa la navaja	Se marca con martillo, se corta difícilmente con navaja	Se desmorona con martillo, se corta con navaja
	Equivalencia aprox. Kg/cm²		>1000	500-1000	100-500	50-100	2.5-50
	puntuación		15 Muy dura	12 Dura	7 Media	4 Blanda	0 Muy blanda
2	Separación entre diaclasas (m)		>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06
	puntuación		20	15	10	8	5
3	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		puntuación	6	4	2	1	0
		Abertura (mm)	nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5
		puntuación	6	5	3	1	0
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		puntuación	6	5	3	1	0
		Relleno (mm)	Ninguno	Relleno duro <5	Relleno duro >5	Relleno blando <5	Relleno blando >5
		puntuación	6	4	2	2	0
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		Puntuación	6	5	3	1	0
4	Humedad		Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
	puntuación		15	10	7	4	0

Tabla 36. Tabla para la obtención del índice RMR zona 2.

El primer parámetro de Bieniawski valora la resistencia a compresión uniaxial de la roca intacta. En este caso, son arcillas consecuencia de la meteorización por lo que tienen una resistencia a compresión simple muy pequeña, por lo que su puntuación es 0, muy blanda.

1	Resistencia de la matriz rocosa	Compresión simple	Difícil de partir con el martillo	Se trocea con varios golpes de martillo	Se trocea con un golpe de martillo. No raspa la navaja	Se marca con martillo, se corta difícilmente con navaja	Se desmorona con martillo, se corta con navaja
	Equivalencia aprox. Kg/cm²		>1000	500-1000	100-500	50-100	2.5-50
	puntuación		15 Muy dura	12 Dura	7 Media	4 Blanda	0 Muy blanda

El segundo parámetro mide la separación entre diaclasas, que son parte fundamental en la estabilidad del macizo. El resultado obtenido fue de 5 puntos.

2	Separación entre diaclasas (m)	>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06
	puntuación	20	15	10	8	5

El tercer parámetro mide el estado de las discontinuidades mediante 4 factores. Bieniawski toma en cuenta la separación o abertura de la discontinuidad: > 5mm, su extensión o longitud: >20 m, la rugosidad: ondulada, el grado de alteración de las paredes: muy alterado en afloramiento y el tipo de material de relleno: relleno blando, haciendo un total de 2 puntos.

3	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		puntuación	6	4	2	1	0
		Abertura (mm)	nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5
		puntuación	6	5	3	1	0
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
		puntuación	6	5	3	1	0
		Relleno (mm)	Ninguno	Relleno duro <5	Relleno duro >5	Relleno blando <5	Relleno blando >5
		puntuación	6	4	2	2	0
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
		Puntuación	6	5	3	1	0

El cuarto parámetro mide la humedad del macizo rocoso, toma en consideración la influencia del flujo de agua subterránea en rangos de flujo observado, la relación de la presión del agua en las discontinuidades con el esfuerzo principal mayor. Para los efectos de evaluación de este parámetro se ha considerado humedad, por lo que obtiene 7 puntos.

4	Humedad	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
	puntuación	15	10	7	4	0

La puntuación total es de 14, lo que confiere al macizo rocoso un Índice RMR que se corresponde con una calidad de MUY MALA, que se encuentra, por tanto, dentro de la CLASE V

Parámetro	Valor	Valoración
Compresión Simple	2.5-50 Kg/cm^2	0
Espaciado	<0.06 metros	5
Condición de las juntas	Abertura>5mm. Muy Alterada. Rugosidad Ondulada	2
Condición del agua	Húmedo	7
RMR PARCIAL		14

Tabla 37. Resumen valoración del índice RMR zona 2.

CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
PUNTUACIÓN	80-65	64-49	48-33	32-17	≤16

Tabla 38. Resumen calidad del macizo rocoso en la zona 2.

La matriz rocosa está representada por bloques y bolos de ofitas con una meteorización alta a muy alta, embebidos en arcillas producto de la meteorización de las ofitas originales.

La calidad del macizo rocoso en esta zona es muy mala, presentando serios problemas de estabilidad que deberán ser subsanados en el diseño de la explotación.

2.2.3. Descripción del macizo rocoso en su conjunto

Debido a las escasas condiciones de observación directa de taludes limpios en la zona de estudio, se ha hecho necesario estudiar dos zonas del mismo donde pueden observarse afloramientos de la roca objeto de la explotación en dos situaciones diferentes.

Por ello, el estudio no se ha realizado como un único macizo dividido en zonas debido a características geológicas diferentes. Lo que se ha hecho es estudiar dos macizos rocosos con diferentes condiciones, tanto de ubicación como de meteorización.

La zona 1 está constituida, en conjunto, por un talud de roca de altura 3-4m, que presenta una moderada meteorización con formación de un suelo de 0.5 a 1m de potencia, una matriz rocosa formada por una roca poco meteorizada de color gris verdoso, grano fino a medio, compacta, con bordes milimétricos de meteorización por oxidación de sus componentes minerales, y potencia entre 8 y 10m. Este macizo se presenta con un diaclasado medio-alto. El cálculo de índice RMR da un valor de 38, lo que clasifica el macizo como clase III o calidad Media.

En la zona 2, el alto de “Cueto de Pando”, así como en las vertientes sur y sureste, los afloramientos de ofitas presentan una meteorización alta, apareciendo bolos de distintos tamaños con arcillas de color marrón-ocre, que forman el suelo típico de alteración de rocas básicas. La calidad del macizo rocoso en esta zona alta es muy mala (RMR =14).

A partir del estudio realizado, se concluye que en conjunto la zona objeto de estudio para el aprovechamiento de este recurso, presenta una intensa fracturación superficial con fuerte diaclasado que impide la extracción de bloques con los tamaños necesarios para su uso como roca ornamental y favorece el desarrollo de una meteorización moderada-alta que da lugar a una morfología suave y redondeada, así como a la formación de suelos arcillosos en los que quedan “bolos” (bloques redondeados) de ofita constituidos por un núcleo de roca sana y muy duro, y capas concéntricas de roca alterada. Esta

capa de potencia no superior a 1,5 m, se sacará como ripado y tratando la recuperación de “bolos”.

En el interior del macizo, a mayores profundidades, se supone un macizo ofítico fresco, diaclasado y compacto que cumple con las exigencias para áridos como balasto para ferrocarril. Razón por lo cual, se ha realizado un diseño de la explotación en 10 bancos y se ha elegido la perforación por banqueo ya que así se dispone de un frente libre para la salida y proyección del material.

3. Estabilidad de Taludes

3.1 Factores condicionantes de la estabilidad del talud

El conocimiento de estos factores permite una evaluación del peligro existente, y por tanto, las medidas necesarias para evitar o corregir los posibles movimientos.

La susceptibilidad de que se produzca inestabilidad en los taludes está condicionada por la estructura geológica, la litología, las condiciones hidrogeológicas y la morfología propia del área determinada. Otros factores a tener en cuenta son la orientación del talud respecto a las características geológicas, la climatología de la zona, la sismicidad del área, la actividad biológica, etc.

La variación de algunos de los condicionantes mencionados, producida por causas naturales o debidas a la actividad humana, puede traducirse en un incremento o disminución del esfuerzo de corte o cohesión cuyo efecto inmediato desencadena la inestabilidad de una masa de terreno o cuña conformada por discontinuidades o diaclasas.

3.2 Características de la explotación

El diseño de la explotación propone una altura de operación máxima de 20 metros, con un ángulo de 78° para los bancos de explotación acorde con

la obtención de buenos resultados en este tipo de explotaciones y de 38° para el talud final de la explotación.

3.3 Sismicidad

Según la vigente norma PDS, en zonas con riesgo sísmico elevado (mayor de VIII) debe estudiarse la estabilidad dinámica de los taludes, así como en aquellas zonas de sismicidad media (VI a VII) donde puede producirse daños humanos o materiales importantes. Así mismo, debe evaluarse el riesgo a fenómenos vibratorios de aquellas implantaciones próximas a voladuras continuas de arranque.

Como el área estudiada se encuentra en la zona de sismicidad IV, estaría exenta de evaluar las posibles consecuencias de riesgos sísmicos.

3.4 Descripción del problema y métodos de investigación utilizados

El macizo analizado es un terreno de roca ofita resistente y diaclasada, con desarrollo de sistemas de fracturas, que a falta de estudios más profundos, no parecen condicionar la estabilidad, aunque pueden conformar posibles cuñas de diferentes tamaños.

Es decir, los problemas de inestabilidad esperados se limitan a la formación de cuñas potencialmente inestables.

Los aspectos que se han tenido en cuenta para estimar el comportamiento geomecánico del terreno han sido los siguientes:

- Clase de roca.
- Características estructurales y mecánicas del macizo. Espesor del frente y características de las discontinuidades.
- Estado del macizo estudiado: grado de meteorización, presencia de agua, descripción del entorno, etc.

- Determinar la calidad del macizo utilizando la Clasificación Geomecánica de Bieniawski (1989), obteniendo el índice R.M.R. que permite asociar a leyes de resistencia al corte como las de HOEK y BROWN o de LADANYI.

Para la caracterización geomecánica del macizo se han efectuado una serie de estudios y reconocimientos "in situ" descritos anteriormente.

3.5 Datos estructurales

Los datos estructurales necesarios para valorar la estabilidad del talud se concretan en la distribución de las discontinuidades de todo tipo. Los principales parámetros que se tomaron fueron la dirección y buzamiento, espaciado, estado de alteración, relleno y rugosidad.

Estructuralmente conforman dos series monoclinales con un buzamiento contrario a la ladera que se quiere explotar.

3.6 Estado de facturación

La inestabilidad de taludes en explotaciones de este tipo está generalmente asociada a la existencia de superficies de discontinuidad, a lo largo de las cuales las fuerzas desestabilizadoras rompen el equilibrio existente, provocando el deslizamiento de las masas rocosas afectadas.

El estudio de las discontinuidades existentes en este tipo de macizos es el aspecto más importante a tener en cuenta, ya que condiciona en gran medida el talud estable, la geometría de los bloques y cuñas que se pueden formar.

El conjunto de todas las familias de planos de discontinuidad condicionan el comportamiento del macizo frente a la rotura, es decir, su capacidad para resistir esfuerzos sea muy distinto, dependiendo de la orientación relativa entre los planos y los esfuerzos.

Se ha realizado un completo estudio fractográfico de la zona distinguiendo las posibles familias de discontinuidades, considerando los factores que como la orientación, densidad, espaciado, continuidad, rugosidad, relleno y la alteración de las discontinuidades que junto con los parámetros resistentes a lo largo de las mismas, controlan el desarrollo de los mecanismos de rotura.

Del análisis y estudio fractográfico se deduce la existencia de dos familias de discontinuidades predominantes en el macizo rocoso y algunas juntas. Corresponden a dos familias conjugadas entre sí y fácilmente identificables en el terreno y que presentan cierta variación en función de la estratificación.

Las familias de juntas presentes en el macizo rocoso son las discontinuidades más importantes y que condicionan geomecánicamente el macizo rocoso.

- F1: 110°/55°NE

- F2: 30°/60°NW

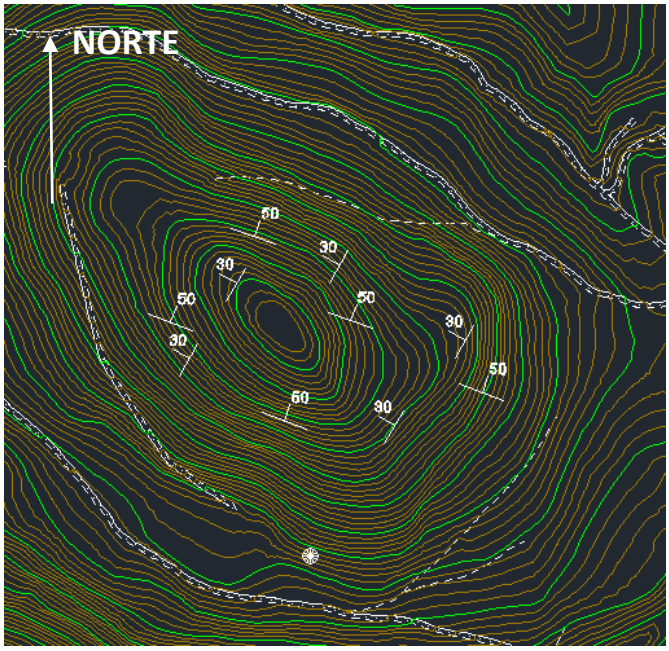


Figura 65. Mapa de Cueto Pando con direcciones y buzamientos de las familias predominantes.

3.7 Características mecánicas de los materiales

La resistencia al corte de las juntas puede ser considerada como aproximadamente drenado dada la apertura de los sistemas de juntas y la propia descompresión de la roca que se produce al abrir el talud.

3.8 Clasificación geomecánica del macizo rocoso.

Cualquier sistema de clasificación tiene que tener en cuenta los siguientes parámetros:

Caracterización global de la masa rocosa (incluyendo frecuencia, estado y agua en las juntas).

Valor de la diferencia entre los rumbos de la cara del talud y de las familias predominantes de las juntas.

Valor de la diferencia entre los buzamientos de la cara del talud y de las familias predominantes, ya que esa diferencia controla la emergencia de las juntas en la cara de talud, condición necesaria para las roturas planas y/o cuñas, y también la oblicuidad de la resultante de las tensiones que actúan sobre la junta.

Relación entre el buzamiento de las juntas con los valores normales de la fricción (para roturas planas y/o en cuña).

Comparación entre las tensiones tangenciales (A lo largo de juntas con riesgo de rotura por vuelco) con la fricción que puede desarrollarse en ellas.

La clasificación geomecánica utilizada en este estudio es la de Bieniawski (1979) que nos proporciona un índice de calidad representativo del macizo rocoso aportando información adicional acerca de ciertas características, como por ejemplo, la cohesión, ángulo de rozamiento interno de la roca, etc.

También aporta valores estimativos del módulo de deformación del macizo EM mediante la correlación:

EM (GPa) = 1,75 x RMR -85

El parámetro que define la clasificación es el denominado RMR que indica la calidad del macizo rocoso en cada dominio a partir de los siguientes parámetros:

- Resistencia de la matriz rocosa a compresión simple. R.Q.D.
- Características de las discontinuidades (orientación, espaciado, apertura, continuidad, rugosidad, resistencia de los labios, relleno).
- Presencia de agua dentro del macizo rocoso.

El RQD se ha definido en el afloramiento estudiado utilizando la correlación de Palmstrom (1975) entre el RQD y el índice volumétrico Jv (nº de juntas por metro cúbico):

RQD = 115 - 3,3 Jv

El espaciamiento entre juntas es la distancia entre ellas, medido según líneas perpendiculares a los planos de discontinuidades. Se mide con cinta, a lo largo de un afloramiento, contando el número de juntas en una distancia fija y multiplicando por los correspondientes cósenos de los ángulos entre la normal a las juntas y el plano de afloramiento.

Condición de las juntas:

- Rugosidad de los bordes.
- Material de relleno.
- Separación entre los bordes.
- Persistencia/ Continuidad.

- Grado de meteorización de los bordes.

Para la caracterización geotécnica del macizo se ha empleado la clasificación más utilizado hoy en día, la de Bieniawski del South Council for Scientific and Industrial Reserch (CSIR) que evalúa el Rock Mass Rating (RMR), está orientado a excavaciones subterráneas.

3.10 Cálculo del RMR.

Con los datos de campo y los resultados de ensayos de composición se puede construir la siguiente tabla referida al macizo rocoso del talud de la carretera a Silió, por ser el representativo de la zona de explotación:

Parámetro	Valor	Valoración
Compresión Simple	>1000 Kg/cm2	15
Espaciado	0.2-0.6 metros	10
Condición de las juntas	Abertura >5mm. Alterada	3
Condición del agua	Ligeramente Húmedo	10
RMR PARCIAL		38

Tabla 39. Resumen valoración del índice RMR zona 1.

El RMR obtenido da resultados malos de estabilidad. El modo de mejorar la estabilidad es a partir de la dirección del talud que se determina en la proyección estereográfica siguiente.

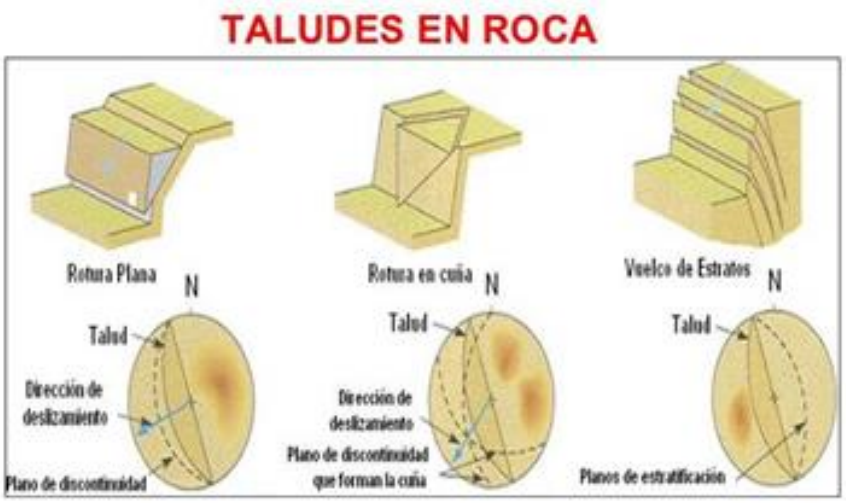


Figura 66. Representación estereográfica de los planos de discontinuidad con respecto a la orientación del talud para algunos tipos de rotura en macizos rocosos.

3.11 Análisis de taludes en función de los parámetros de inestabilidad:

En el caso de este proyecto, el factor más relevante de inestabilidad geotécnica que interfiere en el desarrollo de la explotación, se refiere a la rotura por cuñas. Las cuñas que se pueden generar como consecuencia de la concurrencia de las dos principales familias de fracturas, condicionarían la estabilidad de la explotación, por lo que los taludes se diseñarán en base a que no se genere dicha inestabilidad.

El talud que resulta estable y no tiene presencia de rotura por cuña teniendo en consideración las dos familias de juntas presentes en Cueto Pando, es un talud con una dirección de 40°N y un buzamiento de 78° SE.

Esta conclusión se ha determinado a partir de la proyección estereográfica llevada a cabo que se indica (Fig 64), donde las distintas familias de juntas vienen representadas por los colores verde y rojo y el talud, en negro.

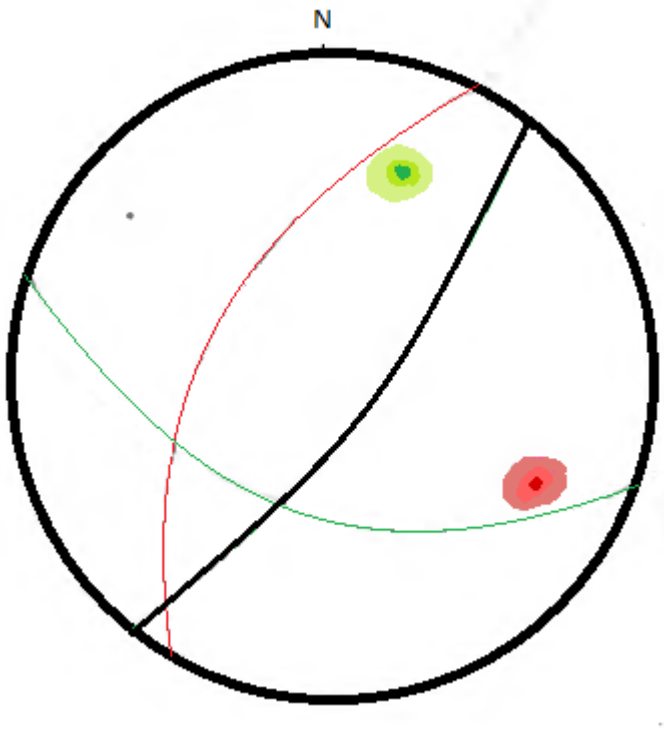


Figura 67. Proyección estereográfica de las dos familias predominantes y del talud más conflictivo.

La proyección estereográfica permite realizar análisis de estabilidad para diferentes modos de falla, tales como deslizamiento sobre un plano, deslizamiento de una cuña sobre 2 o 3 planos y vuelvo de estratos. En ella se observa la representación de las discontinuidades del macizo en las dos direcciones predominantes de fracturación. En la figura se han dibujado las líneas de igual concentración de polos y círculos máximos correspondientes a los centros de concentración de los mismos habiéndose aplicado el peso que se indica en las tablas siguientes.

Peso	F1	
	Dirección	Buzamiento
1	102,8°	51,2°
2	107,6°	53,5°
4	110°	55°

2	113°	57°
1	115°	52,8°

Tabla 40. Asignación de pesos a las direcciones y buzamientos de la familia 1.

	F2	
Peso	Dirección	Buzamiento
3	29,2°	61,4°
1	27,6°	57,3°
4	30°	60°
1	33,4°	59,6°
1	36,7°	62,4°

Tabla 41. Asignación de pesos a las direcciones y buzamientos de la familia 2.

3.12 Conclusión

El estudio de caracterización del macizo rocoso en las dos zonas seleccionadas, permite clasificar la zona 1 como un macizo de calidad media donde se aprecia una roca con buenas propiedades geomecánicas para su explotación. La zona 2, se clasifica como muy mala, debido a que se trata de la más elevada de la intrusión ofítica donde la meteorización ha jugado un papel muy importante transformando los minerales de las rocas en arcillas ferruginosas. Por tanto, en la parte donde se va a desarrollar la explotación hay una zona en la que el aprovechamiento del material no va a ser el óptimo debido a las características expuestas, lo que tiene que tenerse en cuenta en el diseño de la explotación.

Por otro lado, el estudio geotécnico con la proyección estereográfica de las principales familias de fracturas medidas en la zona 1, permite concluir que en el diseño de la explotación se debe tener en cuenta que el talud estable que no tiene presencia de cuñas es aquel con dirección 40ºN y buzamiento 78ºSE, garantizándose así la estabilidad de los taludes en la explotación.

Anejo Nº7
Estudio Geológico

Anejo 7. Estudio Geológico 201

1. Introducción 201

2. Historia Geológica 201

3. Estratigrafía 202

TRIÁSICO *203*

JURÁSICO *205*

CRETÁCICO *207*

CUATERNARIO *208*

4. Corte Geológico General de la Zona 208

5. Tectónica 209

6. Definición del yacimiento 210

Anejo 7. Estudio Geológico

1. Introducción

La concesión de Explotación del proyecto que se solicita, se sitúa geológicamente en la Hoja Nº 83 de Reinosa del Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, la cual está situada en el borde occidental de la "Cuenca Cantábrica".

2. Historia Geológica

El municipio de Molledo se encuadra dentro del área geológica denominada Cuenca Vasco-Cantábrica, en el Centro de la unidad tectónica: Franja Cabalgante del Besaya (Mapa geológico de España a escala 1:50000 del IGME nº83 -Reinosa-).

La denominada Franja cabalgante del Besaya está constituida, en esta área por las Facies Buntsandstein y Keuper del Triásico y en contacto concordante a materiales del Jurásico en facies Lías superponiéndose a favor de contactos mecánicos a materiales del Cretácico Inferior más modernos pertenecientes a la Zona tectonizada de Toranzo y Puerto del Escudo.

Se distinguen dos unidades tectónicas, La Franja Cabalgante del Besaya al Oeste y la Zona tectonizada de Toranzo y Puerto del Escudo hacia el Este, siendo el contacto entre ambas unidades de carácter mecánico, por lo que aparecen en él las Facies del Keuper entre el Buntsandstein y las Facies Weald del Cretácico Inferior.

En general, las dos grandes estructuras presentan una tectónica suave, con pliegues laxos y una serie de fallas con dirección, en general, transversal a la dirección de plegamiento.

Destacar la naturaleza marina de los materiales que constituyen ambas unidades, siendo fundamentalmente silíceos en la Franja Cabalgante del Besaya, destacándose arcillas y ofitas en facies Keuper diapíricas pasando a carbonatados en la Zona tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo, en cuyo contacto se reconocen arcillas en facies Weald.

Recubriendo estos materiales mesozoicos aparecen depósitos del Cuaternario de naturaleza esencialmente coluvial ligados a la intensa dinámica de vertientes y corrientes aluviales.

En la figura siguiente se muestra el mapa geológico de la zona:

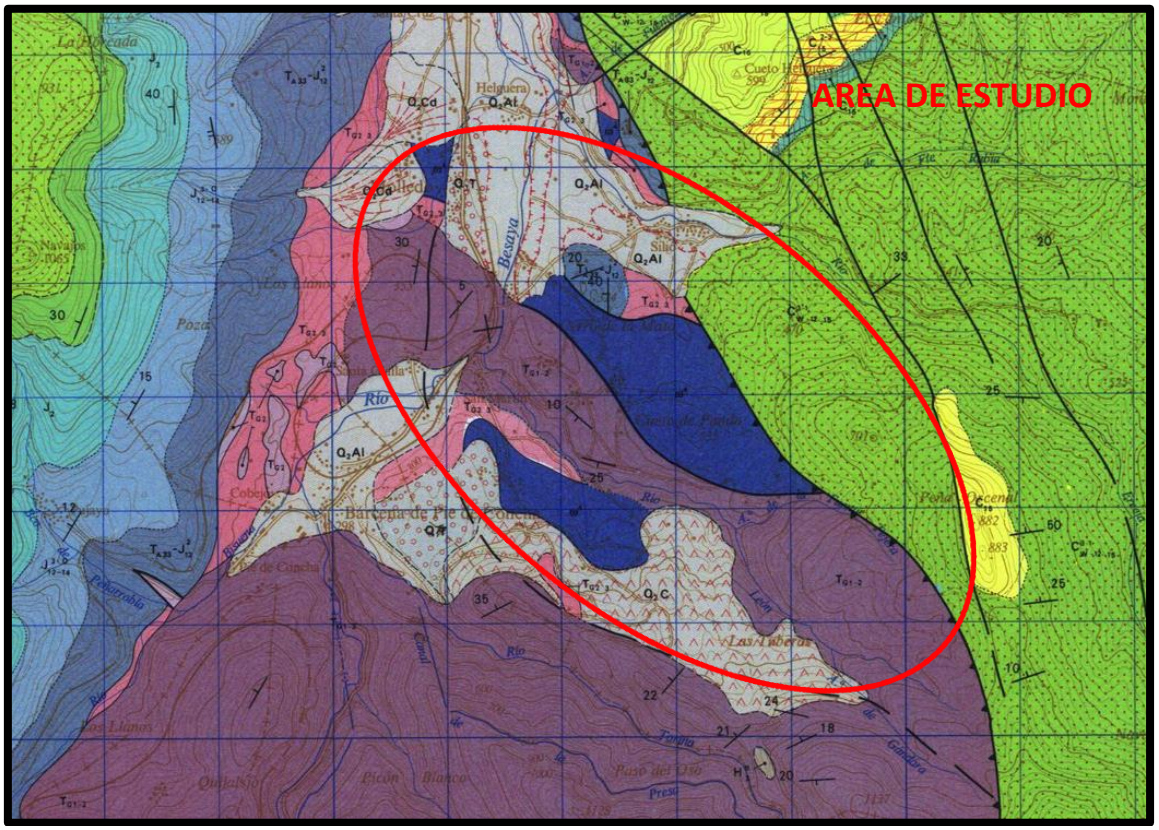


Figura 68. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000) con la situación de la zona estudiada.

3. Estratigrafía

Se realiza una breve descripción de los materiales de la Hoja de Reinosa concreta al municipio de Molledo según la edad a la que pertenecen, para posteriormente señalar en el corte geológico cuál de estos forman el área de interés objeto de explotación.

En esta Hoja afloran materiales pertenecientes al Triásico, Jurásico y Cretácico, existiendo también algunos recubrimientos Cuaternarios.

TRIÁSICO

En este apartado debemos diferenciar dos facies y los materiales intrusivos que las atraviesan:

FACIES DE BUNTSANDSTEIN

Podemos distinguir tres tramos indicándolos, a continuación, del más inferior al más superior:

♦ Conglomerados silíceos bien cementados situados en la base.

♦ Un tramo intermedio de areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso, bien cementadas, que pasan a areniscas de grano fino, y a limonitas hacia el techo, en colores blancos y marrón rojizo.

♦ Lutitas rojizas laminadas, encima del tramo anterior.

Desde el punto de vista geotécnico, se comportan como una roca de dureza variable de media a dura, en función de su composición litológica, siendo más resistentes los términos areniscos y, más débiles los términos lutíticos. La gran persistencia de la estratificación junto a las demás familias de juntas, puede originar inestabilidad de bloques y cuñas en desmontes. De modo específico pueden aparecer problemas de inestabilidad en taludes cuya orientación provoquen un descalce general de la estratificación.

FACIES DE KEUPER

Las Facies de Keuper están formadas por las típicas arcillas abigarradas de colores rojos, verdes y grises, apareciendo intercalaciones ocasionales de yesos. Las arcillas aparecen fisuradas y en los metros más superficiales se encuentran alteradas. Aparecen siempre muy tectonizadas.

Geotectónicamente, se comporta como un suelo que presenta problemas de inestabilidad en los taludes en la zona, así como fenómenos de inestabilidad en laderas naturales. Por lo tanto, son previsibles problemas de inestabilidad en los desmontes excavados en esta litología. También es destacable la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales en las cementaciones superficiales en este nivel de las estructuras a proyectar, por lo que se aconseja evitar este substrato como apoyo de estructuras con requerimientos geotécnicos exigentes.

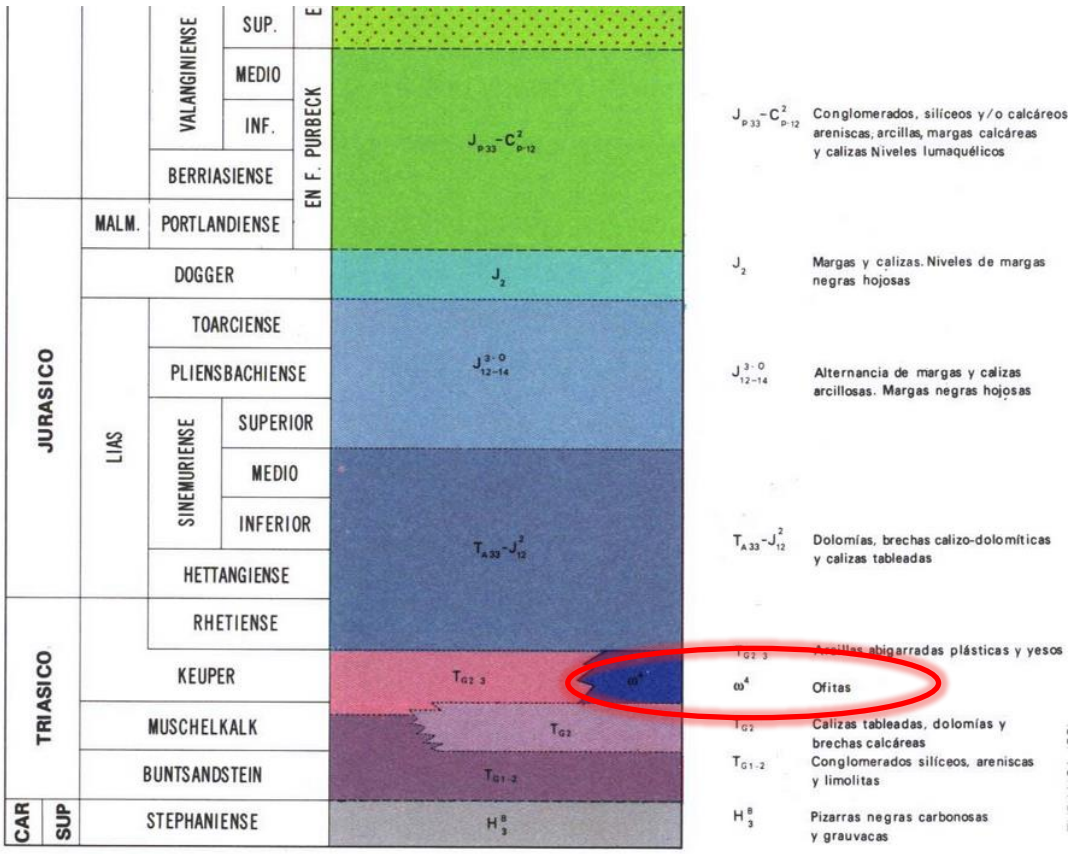


Figura 69. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000) .

OFITAS

En este municipio de Molledo, se han identificado estas masas de roca subvolcánicas, denominadas ofitas que son objeto de explotación.

Localizadas entre las facies arcillosas de Keuper, emplazadas como sills en un magmatismo toleítico intraplaca en una fase distensiva, estas ofitas corresponden a términos doleríticos. Son rocas cristalinas formadas en condiciones de elevada presión y temperatura.

Geotécnicamente se comportan como macizo rocoso consistente y estable. No ocurre lo mismo con la cobertera de alteración, que suele ser la dominante, suelo que presenta problemas de inestabilidad en los taludes existentes en la zona, así como fenómenos de inestabilidad en las laderas naturales.

Esta litología es excavable por métodos mecánicos cuando el complejo de alteración sea de varios metros, mientras que será necesario el ripado e incluso voladuras, en los afloramientos de roca fresca.

JURÁSICO

Dentro de este periodo podemos distinguir tres unidades, que son Lias Inferior, Lias Superior y Dogger. Estos dos últimos, se describen de manera escueta por no presentarse en el área de estudio, el cual se ve afectado por el Lias Inferior.

LIAS INFERIOR

Presenta, por lo general, una edad de jurásico inferior y, en ella, podemos distinguir tres unidades:

- Conjunto calcáreo dolomítico con aspecto cavernosos y oqueroso (carniolas). Se trata de dolomías sacaroideas recristalizadas y masivas en colores ocres.
- Calizas oscuras estratificadas en bancos gruesos y bastantes fracturadas. Aparecen en niveles dolomíticos formando plaquetas.

Presentan colores negros que indican un alto contenido en materia orgánica y, en ocasiones, se ha observado asfalto contenido en pequeñas fisuras.

Brechas calcáreo – dolomíticas intraformacionales, generalmente cavernosas y, por tanto, muy porosas.

Paquete de calizas microcristalinas de color gris, estratificadas en bancos gruesos, que hacia el techo se hacen más patentes y más apretados, en claro tránsito a la unidad litológica superior.

Pueden aparecer problemas geotécnicos cuando el macizo está muy fracturado, como ocurre en las proximidades de las grandes fallas y, en el contacto con el Keuper, donde además se añade la influencia negativa de la circulación subterránea.

En cuanto a la excavabilidad, en estado sano se recomienda el uso de explosivos, aunque pueden aparecer, de manera local, zonas más blandas que podrían ser ripadas, e incluso zonas superficiales muy alteradas que serían excavables. En las zonas en las que aparecen bancos de calizas masivas, se hace necesario el uso específico de voladura, en el caso de excavación.

LIAS SUPERIOR

Constituida por calizas bien estratificadas de color gris, aparecen, entre los planos de estratificación, intercalaciones margosas que se hacen más abundantes hacia el techo; Constituyendo, de esta manera, la zona de transición hacia la unidad siguiente: Dogger.

Se trata de una roca de resistencia elevada. En cuanto a los desmontes a excavar en este litotipo, se puede afirmar que las inestabilidades que se produzcan, se relacionan con la formación de cuñas y bloques a favor de la estratificación y de las otras familias de discontinuidades. La existencia de circulación subterránea, junto con la aparición de rellenos kársticos, puede generar problemas de inestabilidad en los desmontes.

DOGGER

Unidad constituida fundamentalmente por una alternancia de calizas y margas, con predominancia de las primeras.

Dentro de la serie aparecen términos de diversa composición, como son: calizas arcillosas bien estratificadas, calizas margosas con indicios de laminación y margas hojosas. Éstas, aparecen de forma alternante, variando su proporción relativa en función de la situación en la serie.

En cuanto a la resistencia a la compresión simple, se esperan valores variables en función del término litológico. Así, los términos más calizos pueden presentar valores típicos de una roca de dureza media, incluso alta. Por el contrario, los términos más margosos presentarán valores típicos de una roca débil o, incluso, inferiores en superficie, debido a la meteorización que este tipo litológico presenta. En una situación intermedia estarían los términos de calizas arcillosas con valores de una roca de dureza media.

CRETÁCICO

Dentro de este periodo se menciona:

Los alfloramientos del WALANGIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE en facies Weald (Cretácico Inferior), de la unidad estructural denominada “Zona Tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo”.

Se trata de una litología de origen terrígeno cuya profundidad se estima en 1.500 y 2.000 metros. Según los últimos estudios estratigráficos realizados en esta serie, se pueden distinguir 4 niveles o formaciones sucesivas:

- La base estaría dominada por areniscas de grano grueso con delgadas intercalaciones de arcillas en las que son frecuentes los restos vegetales:

- Por encima de esta formación reponsa un conjunto de areniscas y arcillas de color grisaceo y/o amarillentas.

- El tercer nivel estaría formado por una potente serie de areniscas de grano fino a medio con limolitas rojo-violáceas y amarillentas .

- La formación termina con areniscas de grano fino a medio con estratificación cruzada.

En todo caso, se trata de materiales poco consistentes y fácilmente deleznables, con frecuentes discontinuidades en la serie que facilitan su desmantelamiento y erosión, ya sea como consecuencia del arrastre de las aguas superficiales o como resultado de procesos que afectan a la regularización de las laderas de mayor inclinación.

CUATERNARIO

Recubriendo este conjunto litológico reposan los depósitos del Cuaternario.

El Mapa Geológico de España distingue aquellos derrubios de ladera (Q_2C) y coluviones que adquieren suficientes espesor y desarrollo superficial. Se encuentran constituidos fundamentalmente por bloques angulosos de areniscas insertos en matriz arcillo-arenosa.

Se ha reconocido en la Hoja, donde el río Besaya, la existencia de niveles de terrazas (Q_1T) constituidas por gravas, bolos de areniscas y cuarcitas bien rodadas, englobadas en una matriz arenosa.

HOLOCENO

En la cartografía se ha distinguido como aluviones (Q_2Al) un conjunto de materiales que engloban la terraza inferior de excavamiento y los depósitos de fondo de valle, estando constituidos por gravas y bolos, bien rodados generalmente, con cantos en su mayoría silíceos englobados en una matriz arcilloso-arenosa.

4. Corte Geológico General de la Zona

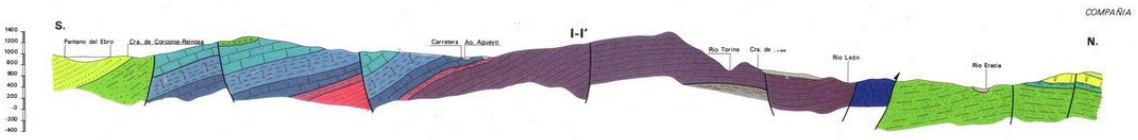


Figura 70. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000). El corte geológico.

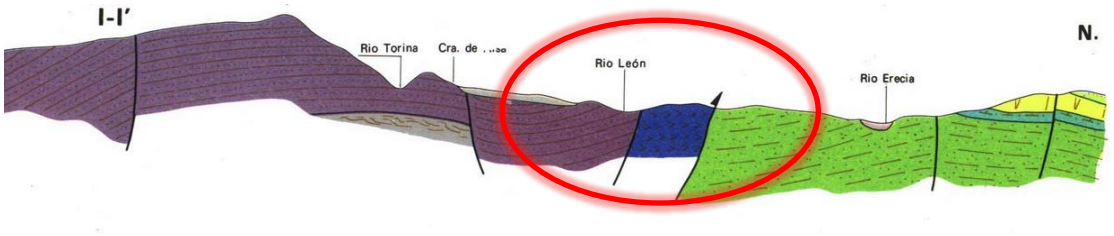


Figura 71. Extracto del mapa geológico de España, hoja 86, Reinosa (original a escala 1:50.000). Centrado al área de interés.

5. Tectónica

La Franja Cabalgante del Besaya, ocupa casi la totalidad del municipio y está constituida por las Facies de Buntsandstein y las Facies de Keuper del Triásico que, se superponen a favor de contactos mecánicos a los materiales más modernos del Cretácico Inferior

El contacto entre ambas unidades es mecánico, apareciendo en éste las Facies de Keuper entre las Facies de Buntsandstein y las Facies Weald de la base del Jurásico.

La Franja Cabalgante del Besaya, representada en la zona por la Facies Buntsandstein, presenta una estructura de serie monoclinal con buzamientos suaves (10-25º) hacia el SW. No obstante, a escala más regional el Bunt presenta una estructura en domo, dominando los buzamientos hacia el SW, mientras que según nos desplazamos hacia el Norte, pasan a dominar los buzamientos hacia el E y N – NE. En la zona de estudio existe una falla importante, que es la correspondiente al cabalgamiento de los materiales triásicos y las arenas y arcillas del Cretácico Inferior.

El Entrante de Cabuérniga, representado en la zona por los materiales jurásicos, presenta unas líneas generales una estructura de serie monoclinal con buzamientos de 15-40° hacia el Oeste. La serie está afectada por unos pliegues laxos, cuyas direcciones axiales oscilan de NW-SW a N-S pasando por las

direcciones E-W. El conjunto está trastocado por una serie de fallas con direcciones diversas, en el mismo entorno de variación que los pliegues.

En cuanto a la afección de la tectónica sobre la superficie municipal, cabe destacar:

- El contacto mecánico Keuper-Buntsandstein en el entorno de Cerro de la Mata, San Martin y Pando. Con varios afloramientos de las rocas intrusivas ultrabásicas denominadas ofitas, uno, el que es el más importante y objeto de proyecto, en el Cueto de Pando y otro, en las proximidades de Bárcena de Pie de Concha, al margen izquierdo del Río León.
- Falla normal asociada al Cabalgamiento de la Zona tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo y la Franja Cabalgante del Besaya, con dirección Noroeste – Sureste.

6. Definición del yacimiento

"Cueto de Pando" es un cuerpo intrusivo encajado en materiales triásicos, con dirección NO-SE. En el talud de la carretera a Silió los afloramientos ofíticos presentan una roca de características subvolcánicas, de color verde oscuro, con una potencia entre 8 y 10 m, que presenta un frente de roca "sana" con fuerte diaclasado.

En el alto de "Cueto de Pando", así como en las vertientes sur y sureste, los afloramientos de ofitas presentan una meteorización alta, apareciendo bolos de distintos tamaños con arcillas de color marrón-ocre, que forman el suelo típico de alteración de rocas básicas. Estos bolos conservan la dureza y competencia de las ofitas, pero presentan una aureola de alteración en forma de costra ferruginosa que hace que se separen por capas concéntricas mal definidas. En la cara norte y noroeste de "Cueto de Pando" los afloramientos presentan meteorización moderada-alta, con presencia de grandes bloques en suelo ofítico.

Anejo Nº8
Estudio Hidrológico

Anejo 8. Estudio Hidrológico..... 213

1. Hidrología Superficial 213

2. Estimación de los caudales de avenida: cálculos hidráulicos...... 214

3. Estudio de avenidas. Análisis de inundabilidad de la zona de estudio 218

3.1 Cálculos Hidrológicos..... *219*

3.2 Sección del canal..... *225*

4. Conclusiones 228

Anejo 8. Estudio Hidrológico

1. Hidrología Superficial

En la extensión de la concesión existe un cauce fluvial al sur del Cueto de Pando. Se trata del Rio León y próximo al margen Este de la concesión está el arroyo de Fuente Tejeras ambos pertenecientes a la cuenca del Besaya.

El municipio de Molledo presenta la hidrología típica de un territorio situado en la cornisa cantábrica. En esta configuración abundan los cursos de agua de poca longitud y elevada pendiente, que conducen a un cauce de mayor entidad. Estos cauces con elevada pendiente no presentan cuencas de inundación importantes por dos motivos: el primero, que tienen pequeñas cuencas vertientes y, el segundo, que se encuentran muy encajados en la orografía.

Figura 72. Río Erecia a su paso por Silió.

Como cauces principales que discurren por el municipio destaca la presencia del río Besaya y del Erecia, afluente del Besaya. Los cauces menores más importantes son:

• El río León, afluente por la margen derecha del Besaya, y que pasa por San Martín de Quevedo.

• El regato Marín, afluente por la margen izquierda del río Besaya y que discurre por Molledo.

• El río Piluecu, afluente por la margen izquierda del río Besaya.

• El arroyo de Fuente Rabia, afluente por la margen izquierda del río Erecia.

• El arroyo de Fuentezaro, que se une al Besaya justo después de la confluencia del Besaya con el Erecia.

• Otros arroyos y cauces como el Arroyo de Molledo, Arroyo Pombo, Arroyo de Prado Jorno y Arroyo de Fuente Tejeras.

2. Estimación de los caudales de avenida: cálculos hidráulicos.

El estudio hidrológico del ámbito de estudio permite determinar los caudales máximos de avenida correspondientes a los periodos de retorno de 5 y 500 años. Con estos caudales posteriormente se determinarán las cuencas de inundación correspondientes a dichos periodos de retorno.

El río Besaya desemboca en el Mar Cantábrico a través de la Ría de San Martín (Cantabria). Por su situación geográfica, el río Besaya pertenece a la Confederación Hidrográfica del Norte (Cuenca del Norte II) y, en consecuencia, puede utilizarse el ábaco de dicha Confederación para determinar sus caudales de avenida.

Atendiendo a los requerimientos de la Confederación Hidrográfica del Norte, mediante el citado ábaco o gráfico del Plan Hidrológico del Norte II (ver

ábaco en las páginas siguientes), pueden determinarse los caudales de avenida en función de la cuenca afluente y del periodo de retorno considerado.

Se entiende por avenida la elevación de los niveles de agua en el cauce a valores no usuales, como consecuencia del crecimiento del caudal que circula por la red de drenaje. Este aumento del caudal, en la mayoría de los casos, es consecuencia de precipitaciones extraordinarias de una magnitud tal que la superficie de la cuenca no es capaz de asimilarlas en su totalidad. Estos excesos de precipitación que no se infiltran, denominados escorrentía superficial, discurren rápidamente por la red de drenaje de la cuenca concentrándose en los cauces. Esta red, a su vez, tiene una capacidad de evacuación determinada, en función de sus características. El volumen de agua que le llega en un momento dado y que no es capaz de evacuarlo en dicho momento, es almacenado en el cauce, provocando la consiguiente elevación del nivel de agua

En la tabla que se adjunta a continuación, se incluye el cálculo del caudal asociado a las avenidas de periodos de retorno de 5 y 500 años para la cuenca vertiente analizada.

En el proceso de cálculo se determina, en primer lugar, el caudal específico de avenida correspondiente a los distintos periodos de retorno para la superficie de la cuenca afluente, haciendo uso del mencionado ábaco, y a continuación se definen finalmente los caudales de avenida asociados a la superficie de cuenca en cuestión.

Debido a la configuración geográfica del municipio de Molledo se han delimitado cuatro áreas en las que se considera que un desbordamiento podría afectar gravemente a los núcleos de población existentes y a sus posibles zonas de crecimiento. De estas cuatro cuencas delimitadas, tres se encuentran en el río Besaya y una en el Erecia.

Las características generales de estas cuencas se definen en la tabla que se adjunta a continuación.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS					
Cuenca	Área (m2)	Cota máxima de la cuenca (m)	Cota Mínima de la cuenca (m)	Longitud de la cuenca (m)	Pendiente media de las cuencas
Besaya 1	209.441,232	1.429	184,01	27.699	0,045
Besaya 2	158.818,496	1.429	206,65	25.964,6	0,047
Besaya 3	144.404,368	1.429	254,55	23.287	0,050
Erecia	37.065,268	1.216	210	11.832	0,085

Tabla 42. Características de las cuencas para el municipio de Molledo.

Con estos datos podemos calcular los caudales específicos de cada cuenca de estudio, para llegar así a los caudales de cálculo. Para determinar los caudales específicos se utiliza el ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte, que se adjunta a continuación.

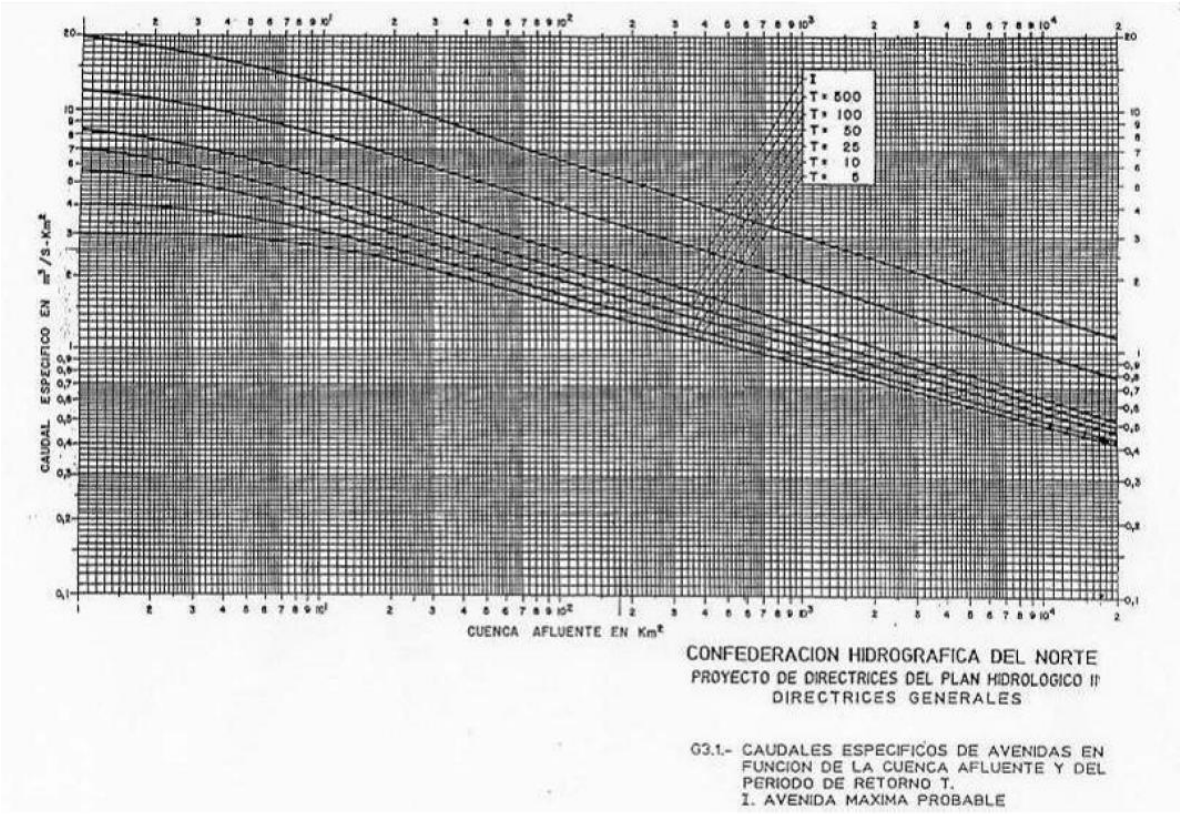


Figura 73. Caudales específicos del ábaco de la Confederación Hidrográfica del Norte.

Con los caudales obtenidos del gráfico anterior y las áreas de cada cuenca se elabora la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE CÁLCULO					
Cuenca	Área (m2)	Caudal unitario q500 (m3/s km2)	Caudal de cálculo q500 (m3/s)	Caudal unitario q5 (m3/s km2)	Caudal de cálculo q5 (m3/s)
Besaya 1	209.441,23	3,2	670,2	1,3	272,3
Besaya 2	158.818,49	3,5	555,9	1,4	222,35
Besaya 3	144.404,36	3,6	519,9	1,42	205,05
Erecia	37.065,268	5,4	200,2	2,00	74,13

Tabla 43. Determinación de caudales de cálculo para el municipio de Molledo.

3. Estudio de avenidas. Análisis de inundabilidad de la zona de estudio

Figura 74. Río Erecia a su paso por Olalla.

La red fluvial del área de explotación, está constituida por el arroyo de Fuente Tejeras y el Río León tributarios de la cuenca del Río Besaya. La

topografía de montera de la zona, susceptible de influir en la explotación, con fuertes pendientes y con altitud máxima de 537,19 m, favorecen una rápida y voluminosa escorrentía superficial, que provoca que el agua alcance los puntos más bajos con rapidez y por un trazado que se adapta a la estructura geológica y a la tectónica. El estudio que se realiza comprende el desarrollo de la red hidrográfica previo a la explotación minera.

En este apartado se calculan los caudales de agua correspondientes a las máximas avenidas que puedan originarse en la parte baja y fuera de la explotación, en condiciones particularizadas como consecuencia de los tiempos de concentración previsibles y en función del período de retorno considerado, 5, 100 y 500 años para poder realizar el cálculo de la cuneta que rodea la explotación.

3.1 Cálculos Hidrológicos

Para el cálculo de la única cuenca considerada y afectada por la explotación debido a su morfología de monte se utilizará la fórmula de Richards:

$$Q = \frac{CxIxA}{360}$$

Donde:

Q: Caudal de avenidas (m3/s).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de precipitación máxima previsible para el período de retorno elegido (mm /h).

K: Factor corrector que para cuencas pequeñas puede considerarse constante e igual a 1,20

A: Superficie de la cuenca vertiente en ha.

Para la estimación de los parámetros anteriores, se comienza por conocer el "PERIODO DE RETORNO ", que es el período en el que se producirá una sola vez la precipitación que se considera.

Estimamos suficiente un Período de Retorno de 100 años, tanto para el cálculo de la máxima avenida y por tanto de la sección de los canales perimetrales de protección de la escombrera y entorno de la explotación.

El valor correspondiente al caudal máximo, en el Período de Retorno considerado, lo hemos obtenido de los datos característicos de la zona, siendo éste de 148,962 mm en 24 horas.

P_{100}=148.962 mm/día

Por lo tanto, el valor correspondiente a la "INTENSIDAD MEDIA HORARIA" Ih será:

$$\mathrm{Ih} = \frac{\mathrm{P_{100}}}{24} = \frac{148.962}{24} = 6{,}21\ \mathrm{mm/h}$$

Para la estimación del parámetro "INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN", I, es decir, la intensidad media de la precipitación máxima, de duración igual al tiempo de concentración, se necesita estimar previamente el "TIEMPO DE CONCENTRACIÓN" Tc.

Se entiende por TIEMPO DE CONCENTRACIÓN, el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado llegue hasta la captación.

La descarga mayor se produce cuando toda el área contribuye para aportar agua, esto ocurre cuando la duración de la precipitación es tan larga,

que permite que el agua caída en el punto más alejado, llegue al punto de descarga (canal).

Para calcular el tiempo de concentración, aplicamos la fórmula de Temez modificada, utilizada para pequeñas cuencas.

$$\mathrm{Tc} = \left(\frac{0.871\mathrm{xL}^3}{\mathrm{M}}\right)^{0.385}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración (h)

L: Longitud del recorrido (km)

M: Desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de desagüe.

Dado que es un monte, el tiempo de concentración en los puntos altos desde donde se drenarán las precipitaciones será mínimo, pero realizando los cálculos del lado de la seguridad:

CUENCA 1

$$Tc = \left(\frac{0.871x0{,}45^3}{95}\right)^{0.385} = 0{,}065 = 4\,min$$

Una vez conocido el "Tiempo de concentración", para el cálculo de la precipitación horaria máxima, utilizamos la fórmula:

$$I = 9{,}25xIhxTc^{-0.55}$$

Donde Tc es el tiempo de concentración en minutos.

Sustituyendo:

CUENCA 1

$$I = 9{,}25x6.21x4^{-0.55} = 26{,}80\ mm/h$$

El valor del "COEFICIENTE DE ESCORRENTIA ", C, lo calculamos a partir de la expresión propuesta por Frevert:

$$C = 1 - (Cp + Ct + Cv + Cc)$$

Donde los valores de Cp, Ct, Cv, y Cc vienen tabulados de la siguiente forma:

Valores Cp

Pendiente	Cp
<3%	0,3
3-5%	0,2
6-10%	0,15
11-15%	0,08
16-20%	0,07
21-25%	0,05
>25%	0,02

Valores Cv

Cubierta Vegetal	Cv
Forestal cubierto	20

Prados y Pastos	15
Cultivos	10
Eriales	5

Valores Ct

Textura	Ct
Muy arenosa	50
Franco arenosa	40
Franca	20
Arcillosa	10

Valores Cc

PRÁCTICAS CONSERVACIÓN	Cc
Alomado a nivel	20
A nivel	15
Mal cultivado	10
Sin cultivar	0

Tabla 44. Coeficientes de Frevert para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

Coeficientes de escorrentía para la cuenca.

CUENCA	Cp	Cv	Ct	Cc	C
I	0,15	0,15	0,10	0,10	0,50

Tabla 45. determinación del coeficiente de escorrentía.

Aplicando la fórmula de Richards, obtendremos un caudal para las venidas centenarias.

$$Q = \frac{CxIxA}{360}$$

Cuenca 1

$$Q_{100} = \frac{CxIxA}{360} = \frac{0.50x26.8x14}{360} = 0{,}52\ m^3/seg$$

El cálculo de la avenida de 500 años, se obtiene por aplicación de la fórmula de Fuller:

$$Q_{500} = Q_{100}\frac{1 + 0{,}8log500}{1 + 0{,}8log100}$$

Cuenca 1

$$Q_{500} = 0{,}52\frac{1 + 0{,}8log500}{1 + 0{,}8log100} = 0{,}63\ m^3/seg$$

En el cuadro siguiente se expresan de forma resumida los cálculos hidráulicos para la cuenca consideradas.

Cuenca	Superficie (ha)	Tiempo de Concentración (min)	Precipitación Hora Máxima (mm/h)	Coeficiente de Escorrentía	Periodo de Retorno 100 años $Q_{100}(m^3/seg)$	Periodo de Retorno 500 años $Q_{500}(m^3/seg)$
I	14	4	26,8	0,50	0,52	0,63

Tabla 46. Cálculos hidráulicos para la cuenca considerada en Cueto Pando.

3.2 Sección del canal

Como ya se ha dicho, se proyecta proteger tanto el contorno interior de la explotación, como el de las escombreras mediante la realización de un canal perimetral de tierra ordinaria, abierto y de sección trapezoidal.

Una vez conocido el caudal de futuras avenidas y conociendo la pendiente del canal a utilizar, se pueden calcular las secciones a partir de la fórmula.

Q =A x V

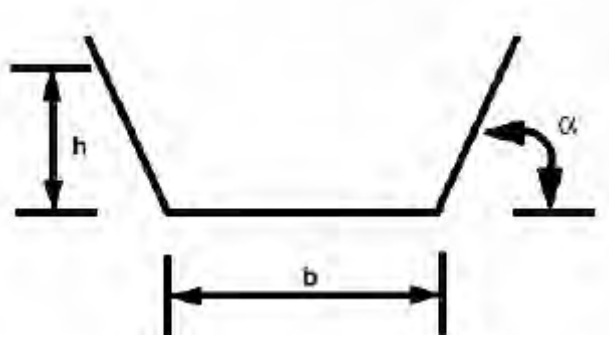
Donde:

Q: Caudal (m3 /s)

A : Sección (m2)

V: Velocidad (m/s)

Como consideramos un canal trapezoidal, de altura h e inclinación de sus paredes laterales α, tal y como muestra la figura, la sección A de dicho canal, viene dada por la siguiente expresión.



$$S = bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}$$

La velocidad puede ser estimada a partir de la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot {R_h}^{2/3} \cdot \ i^{1/2} = \frac{Q}{A}$$

$$R_h = \frac{A}{L}$$

Donde:

V: Velocidad del agua (m /s)

i: Pendiente longitudinal del canal (m /m)

R: Radio hidráulico (m)

n: Depende de la rugosidad del canal y puede tomar los siguientes valores.

TIPO DE REVESTIMIENTO	n
Tierra ordinaria con superficie uniforme	0,02
Hierba (altura de la lámina de agua superior a 15 cm)	0,04
Hierba (altura de la lámina de agua inferior a 15 cm)	0,06
Hierba espesa	0,1
Encachado de piedra, rugoso	0,04
Encachado de piedra, liso	0,02
Hormigón rugoso	0,016
Hormigón liso	0,012

Tabla 47. Valores de n para la determinación de la velocidad según Manning en función del revestimiento.

El radio hidráulico (R) es la relación existente entre la sección recta del canal A y su perímetro L, es decir:

$$R_h = \frac{A}{L} = \frac{bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}}{b + 2h\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}}$$

Sustituyendo las expresiones que nos dan la velocidad y la sección en la ecuación del caudal (Q) obtendremos:

$$Q = AxV = \left[bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}\right] \cdot \frac{1}{n} \cdot {R_h}^{2/3} \cdot \ i^{1/2}$$

Sustituyendo Rh:

$$Q = AxV = \left[bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}\right] \cdot \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}}{b + 2h\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}}\right]^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q = \frac{\left[bxh + \frac{h^2}{tg\alpha}\right]^{5/3}}{\left[b + 2h\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}\right]^{2/3}} \cdot \frac{1}{n} \cdot i^{1/2}$$

Como la construcción del canal se realiza con tierra ordinaria abierto y de sección trapezoidal, toma la rugosidad para este material el valor de 0,02.

Adoptando una inclinación de las paredes laterales del canal tomando un ángulo α de valor de 63,43º, una pendiente longitudinal del canal de i=4 % y dando a los parámetros b y h los valores de 0,8 y 1,0 obtendremos un valor de Q:

$$Q = \frac{\left[0{,}8 \cdot 1{,}0 + \frac{1{,}0^2}{tg63{,}43°}\right]^{5/3}}{\left[0{,}8 + 2 \cdot 1{,}0\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2 63{,}43°}}\right]^{2/3}} \cdot \frac{1}{0{,}02} \cdot 0{,}04^{1/2} = 7{,}39\ m^3/seg$$

Valor muy superior al calculado para las avenidas, para el caso de Periodo de Retorno de 100 y 500 años.

En el perímetro de la explotación y para que no entren las aguas de escorrentía al hueco de aquella, se realizará una zanja de sección trapezoidal, de un 0,80 metro de base por 1,00 metros de altura, con talud aproximado de 63º.

Al otro lado de la zanja perimetral, se encuentra el terreno natural.

4. Conclusiones

Se configuró el plano “PA-02-Procesos y Riesgos” (figura 72) donde se recogen gráficamente, entre otras, las áreas afectadas de riesgo de inundación pudiéndose observar que el área de interés se encuentra libre del mismo.

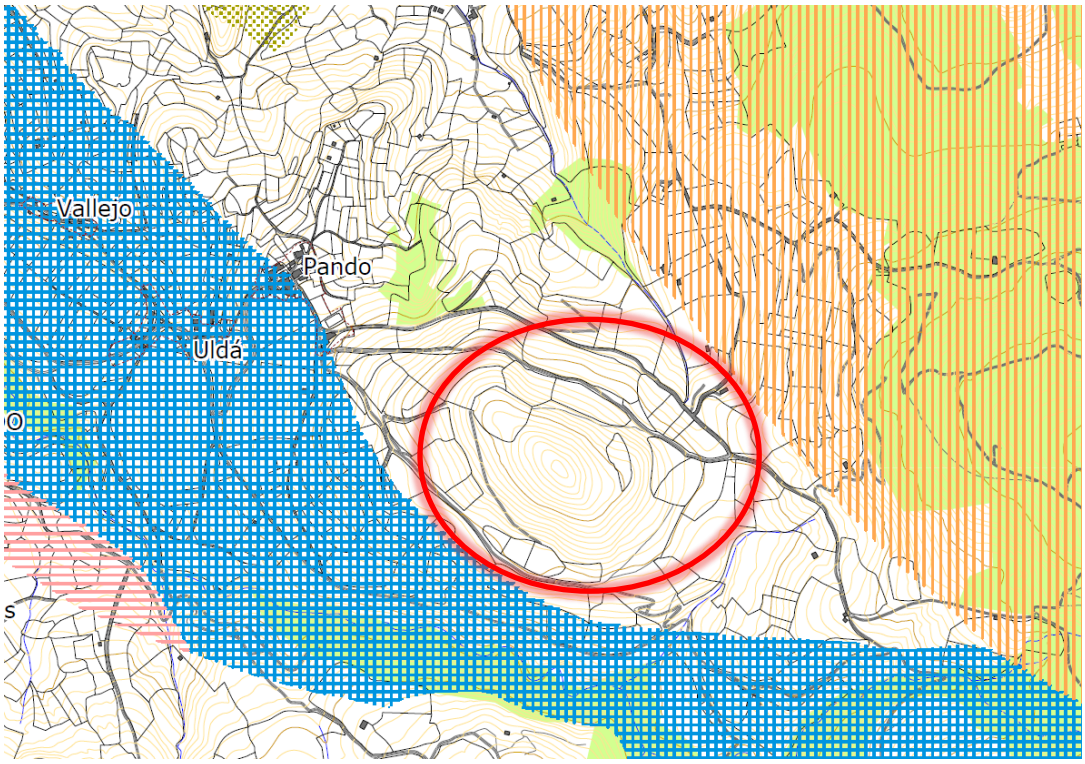
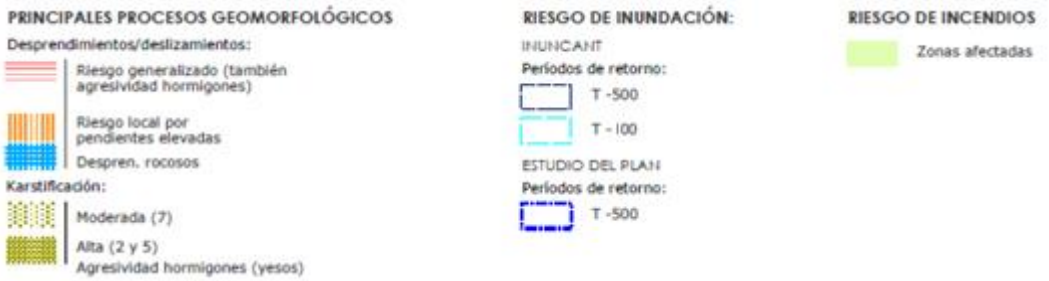


Figura 75. Recorte de plano PP-02 donde el área de estudio se encuentra fuera de riesgo de inundación.

Leyenda



Anejo Nº9
Estudio Hidrogeológico

Anejo 9. Estudio Hidrogeológico..... 232

1. Introducción..... 232
2. Características Hidrogeológicas 232
3. Balance hidrogeológico..... 233
4. Calidad..... 234
5. Contaminación..... 234
6. Conclusiones..... 235

Anejo 9. Estudio Hidrogeológico

1. Introducción

Entre los factores a tener en cuenta en el diseño de una explotación a cielo abierto, merece especial atención el agua. La mayoría de las inestabilidades que se producen son debidas a su presencia que provoca una disminución de las características resistentes del terreno.

Los problemas hidráulicos no proceden exclusivamente del nivel freático, sino también del agua de aporte directo (lluvias) y del agua de filtración. Ambas pueden generar importantes presiones en juntas, diaclasas o grietas, que modifican rápidamente sus condiciones resistentes y movilizan, en definitiva, las masas rocosas potencialmente deslizantes.

Estos fenómenos suelen producirse en épocas de lluvias persistentes y son generalmente difíciles de predecir. Como medidas preventivas, se puede tratar de controlar las infiltraciones y extremar la vigilancia de los taludes ante la existencia de masas potencialmente deslizantes.

El Municipio de Molledo se encuentra ubicado en la Cuenca Norte, zona de Cantabria en el Sistema Acuífero número 5 denominado Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de Caldas del Besaya. El sistema forma una cubeta sinclinal cuya base está constituida por materiales que van desde el Lías inferior al Cretácico Inferior, con litología y espesores muy variables.

2. Características Hidrogeológicas

El sistema está limitado al Norte por la Unidad estructural impermeable denominada Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga y al Sur y al Oeste por los materiales impermeables del Triásico. El límite Este no está bien definido por estar recubierto de materiales cretácicos.

Se diferencian dos acuíferos

• Acuífero detrítico Weald-Purbeck Se trata de un acuífero de tipo libre, formado por areniscas, arenas y arcillas del Cretácico inferior. Tiene un espesor medio inferior a 2500 m.

• Acuífero calcáreo Jurásico. Se trata de un acuífero de tipo mixto, formado por calizas y dolomías del Jurásico. Tiene un espesor medio de 150-400 metros.

Se distinguen a su vez dos subsistemas: Subsistema 5 A Unidad de Cabuérniga y Subsistema 5 B del Puerto del Escudo, estando la parte permeable de la unidad 5A fuera del municipio. La unidad 5B se encuentra limitada al Norte por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, al Oeste por materiales impermeable, fundamentalmente triásicos de la Unidad de Besaya, y al Sur y al Este desaparece bajo los materiales del Aptiense-Albiense.

Los recursos subterráneos mínimos estimados a partir de las salidas, son de 66-71 hm3/año, de los que 28-32 hm3/año corresponden al acuífero detrítico Weald-Purbeck y 38-39 hm3/año al acuífero calcáreo jurásico.

3. Balance hidrogeológico

4. Calidad

Existen dos tipos de facies hidroquímicas, una bicarbonatada cálcica, y otra bicarbonatada cálcico-magnésica.

El agua presenta las siguientes características:

- Conductividad media de 254 µs/cm

- Nitratos medios 3 mg/l

De acuerdo con estos resultados, se deduce que en general el agua se encuentra dentro de las normas establecidas y pueden considerarse las aguas como de buena calidad.

A continuación se muestran unos gráficos con la evolución del contenido en nitratos y de la conductividad.

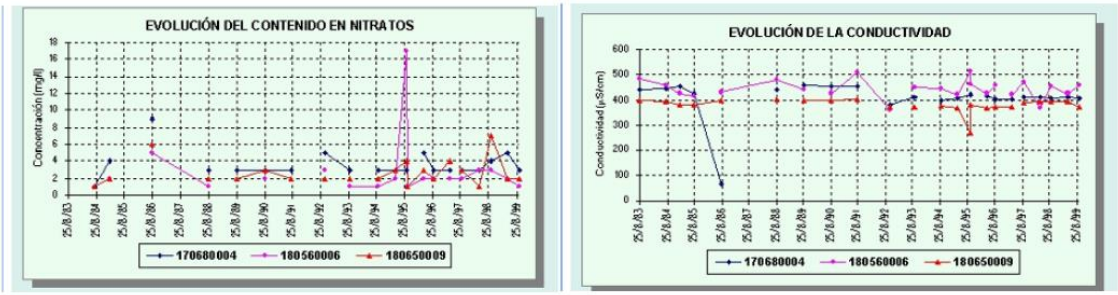


Figura 76. Evolución del contenido de nitratos y conductividad del agua de Molledo.

5. Contaminación

Las actividades agropecuarias, muy diseminadas, constituyen focos potenciales de contaminación, aunque en la actualidad, por los análisis realizados, apenas tienen incidencia en la calidad química de las aguas subterráneas.

El principal contaminante de la zona es al amonio (ión amonio) debido a las actividades agropecuaria.

Dentro de la unidad hidrogeológica pero fuera del municipio de Molledo, los vertidos industriales constituyen focos potenciales de contaminación,

estando los principales en Los Corrales de Buelna y Reinosa. En épocas con menos control medioambiental, sus vertidos han ido directamente al río Besaya distribuyéndose por toda su cuenca.

6. Conclusiones

El estudio realizado sobre hidrogeología (figura 74) de la zona muestra la existencia de dos acuíferos principales, uno detrítico y otro calcáreo, con materiales de diversa permeabilidad.

La zona que se verá afectada por la explotación presenta unos valores de permeabilidad muy baja por lo que existe una alta improbabilidad de que los efectos de la explotación de Cueto Pando afecten a los acuíferos de la zona.

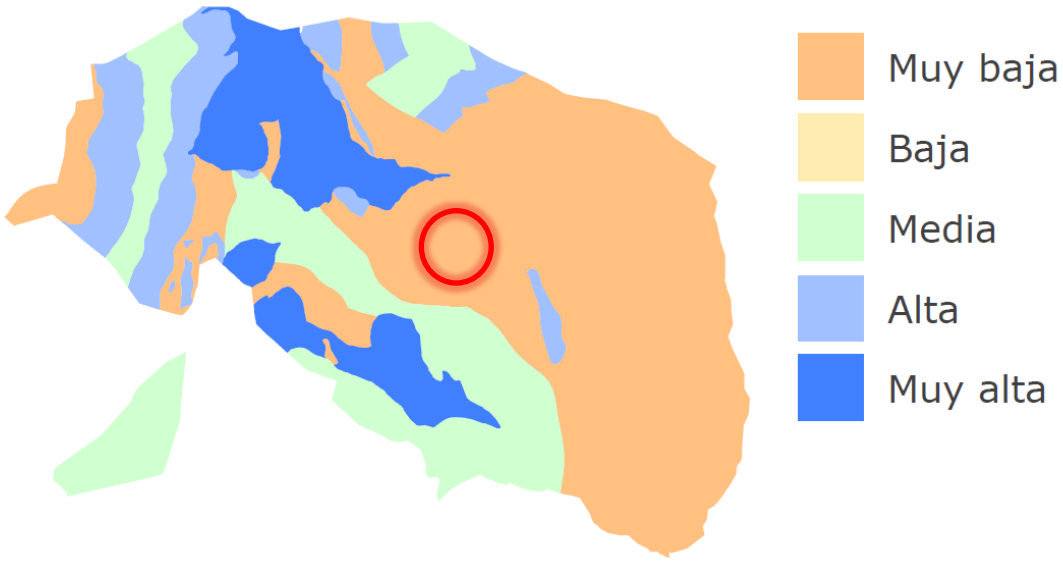


Figura 77. Permeabilidad de acuiferos.

Anejo Nº10
Estudio Edafológico

Anejo 10. Estudio Edafológico 238

1. Introducción..... 238
2. Horizontes del Suelo 239
3. Particularizado a la Zona 242
4. Conclusiones 245

Anejo 10. Estudio Edafológico

1. Introducción

Las relaciones existentes entre las propiedades y los tipos de suelo con el material original son muy complejas. La litología es muy variada, encontrándose rocas calcáreas, areniscas, margas, esquistos, granitos, etc. Su composición químico-mineralógica y el grado de estabilidad de los minerales primarios en los sistemas naturales es extraordinariamente variado y, además, aspectos de tanta importancia como el grado de fracturación y la porosidad pueden oscilar dentro de un mismo tipo de roca.

El relieve, junto con la roca, es el factor más importante de la diferenciación de un suelo, pues en un país tan accidentado como España, se producen fuertes variaciones topográficas en áreas pequeñas. Esto da lugar a que propiedades tan importantes como la profundidad efectiva, contenido en materia orgánica, humedad, erosionabilidad y fertilidad, entre otras, sean modificadas, dependiendo de la posición, aún bajo el mismo tipo de roca.

Los componentes del suelo que se observan, se miden y se interpretan, no pertenecen a un sistema de cuerpos materiales fijos, sino que transitan en el interior del pedon procediendo de la atmósfera (agua, nitrógeno, carbono); de la hidrósfera (sodio, potasio, cloro, sulfatos, etc.); de la litósfera (fósforo, oligoelementos, calcio, magnesio, etc.) o de pedones vecinos. El pedón es la unidad tridimensional más pequeña del suelo, y no debe tener menos de 1 m², para adquirir el rango lateral de variabilidad.

Estas transiciones continuadas, alternadas, cíclicas o episódicas se hacen a velocidades variables y en direcciones variadas. Por tanto, el concepto de suelo es un concepto muy difícil de definir.

El suelo es el resultado y la interacción de al menos cinco tipos de factores:

- Clima.

- Roca madre.
- Tiempo.
- Relieve.
- Seres vivos, y a veces el agua libre dentro del perfil, de las capas freáticas.

En resumen, el suelo es una estructura cuadridimensional (tiempo y espacio), en la cual persisten y transitan:

- Los residuos y productos de la alteración de la capa mineral superficial del globo.
- Las materias orgánicas muertas o vivas de la biomasa asociadas a esta capa superficial.
- Los elementos que provienen de la atmósfera, sea de modo accidental, sea de modo cíclico.

La organización y evolución de esta estructura es el resultado de variaciones de formas de energía de toda clase que se manifiestan en la superficie de la tierra. Estas pueden ser: permanentes (el peso), cíclicas (calor), acumulativas (seres vivos al comienzo de la evolución del suelo) y accidentales (acción del hombre).

2. Horizontes del Suelo

En el suelo se observa la existencia de capas paralelas a la superficie, llamadas horizontes, de textura, estructura y colores diferentes, que se producen durante la formación y evolución del suelo por la influencia de los factores ecológicos.

Los horizontes están tanto más diferenciados cuanto más evolucionado está el perfil. Su designación se realiza por las letras: A, B y C, etc.

1) Horizonte H (hístico, de histos = tejido)

Horizonte con un contenido muy alto de materia orgánica, 30% o más. Tiene que estar durante casi todo el año encharcado o con un grado de

humedad muy elevado. Es una acumulación de restos vegetales prácticamente sin descomponer en los que puede verse prácticamente la estructura primitiva, incluso puede decirse de qué especie vegetal se trata. Por tener un grado de humedad tan grande (anaerobiosis) los procesos biológicos están muy frenados. Su color es siempre negro o pardo negruzco y el espesor varía desde unos centímetros hasta varios metros. Es típico de las turberas (zonas pantanosas).

2) Horizonte O (orgánico)

Formado también por acumulación de restos vegetales. La cantidad de materia orgánica es igual a la del caso anterior, pero está libre de agua la mayor parte del año.

Hay descomposición en aerobiosis y el aspecto de las fibras vegetales no es el de unidas, sino el aspecto del tabaco o del café molido. Se subdivide en dos:

Of=Horizonte O de fermentación. Todavía se diferencian las estructuras vegetales.

Oh=Horizonte O de humificación. Las hojas sufren transformaciones más profundas, se transforman en una masa coloidal, el humus.

3) Horizonte A

Horizonte mineral, pero con un contenido en materia orgánica menor del 30% que está humidificada e íntimamente asociada con la fracción mineral. La materia orgánica de los Horizontes A está bien descompuesta, o bien está distribuida como partículas finas o bien se presenta como revestimientos sobre las partículas minerales. En consecuencia, los Horizontes A normalmente son más oscuros que los horizontes subyacentes contiguos.

4) Horizonte B

Horizonte mineral en el cual se van acumulando sustancias solubles procedentes de los horizontes superficiales. Es muy distinto de la roca madre y en él los minerales primarios han sido profundamente transformados o

alterados. Está situado debajo del horizonte A. Cuando este horizonte presenta variaciones muy pequeñas en el contenido de arcilla, hierro, aluminio y su diferenciación con el horizonte A o con el C es muy pequeña, designaremos a este horizonte como B incipiente. Los horizontes B, son de clases muy diferentes. Generalmente es necesario establecer el parentesco que existe entre los horizontes que lo rodean para considerar cómo ha sido formado. Por esto se designa a los horizontes B con un sufijo para tener una información sobre su génesis y propiedades. Podemos diferenciar los siguientes tipos:

a) *Bc: B cámbico:* Es un horizonte de alteración que carece de las propiedades que satisfacen las exigencias de los demás tipos de horizontes B. No presenta colores oscuros. Su límite inferior está por lo menos a 25 cm. de la superficie del suelo. No está coloreado por el humus, sino por los óxidos de hierro resultantes de la alteración. Es muy corriente.

b) *Bt: B argílico:* Formado por una acumulación muy grande de arcilla depositada por un proceso de lavado: iluviación. Color pardo o pardo rojizo dependiendo del tipo de arcilla. En suelos muy arcillosos. Hay otros tipos de horizontes B, pero no entra dentro del ámbito de la siguiente exposición el describirlos.

5) Horizonte C

Corresponde a la roca en vías de alteración. Es un horizonte mineral distinto de la roca inalterada situada debajo de B, o de A si B no existe.

6) Horizonte R

Roca no alterada situada bajo el perfil y que puede perfectamente no ser la roca madre o serlo parcialmente.

Al conjunto de horizontes del suelo se le llama perfil. Los horizontes están tanto más diferenciados cuanto más evolucionado es el perfil del suelo.

Figura 78. Diferentes horizontes en el suelo.

3. Particularizado a la Zona

Tal y como se puede observar en los planos que se adjuntan a continuación de este estudio, existen varios tipos de suelo. Son los siguientes:

• Cambisol: Estos suelos se corresponden a la denominación de 'tierras pardas', y constituyen el "clímax" edáfico en la zona, es decir, suelos maduros, bien desarrollados, con los horizontes bien diferenciados. Estos suelos presentan un horizonte B, de cambio, de ahí su denominación, bien desarrollado, lo que hace que las texturas que presentan sean intermedias, muy

distintas a las rocas y otros materiales de partida. El grado de acidez de este tipo de suelos varía pero en general tienen valores altos de ácidez. Dentro de este grupo de suelos se han distinguido tres tipos distintos; Cambisol eútrico, Cambisol dístrico y Cambisol calcárico.

Figura 79. Suelo Cambisol.

• Fluvisol: El término fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se

encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Los Fluvisoles suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

• Leptosol: (del griego leptos, delgado): los suelos poco profundos, delgados y poco desarrollados, se incluyen en este grupo. El límite inferior del perfil es siempre una roca dura o capa continua cementada. Los suelos que presentan esta denominación, están desarrollados la mayoría de las veces sobre materiales calcáreos consolidados (calizas y dolomías) y, en menor medida, afloramientos de areniscas. Vienen determinados por el parámetro espesor efectivo, menor de 30 cm, que condiciona un escaso desarrollo del perfil y confiere al suelo una reducida disponibilidad para el enraizamiento. Hay varios tipos: Rendzico, Lítico, Úmbrico

• Regosol: (del griego reghos, manto): Reciben este nombre los suelos desarrollados sobre materiales no consolidados y con horizonte de diagnóstico superficial ócrico. El grado de saturación, calculado por el método del acetato amónico, sirve para diferenciar los Regosoles dístricos (RGd) al no superar el 50% entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie. En los materiales no consolidados o débilmente consolidados se desarrollan suelos con un horizonte A de tipo ócrico, pobres en materia orgánica y sin otros horizontes de diagnóstico. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión. En la zona de estudio existen dos tipos de regosol: Eútrico y dístrico.

En cuanto a la capacidad agrológica de los suelos, se identifican en la zona capacidades de uso de las siguientes categorías:

- A: Muy Alta Capacidad de Uso,
- B: Alta Capacidad de Uso,
- C: Moderada Capacidad de Uso,
- D: Baja Capacidad de Uso,
- E: Muy Baja Capacidad de Uso.

4. Conclusiones

El área de la explotación está afectada por suelos bien desarrollados sobre depósitos fluviales. Corresponden al Cambisol dístrico, por lo que se comprende una profundidad media de dichos suelos alterados de 2 metros.

Figura 80. Muestra de suelo en el talud alterado en el alto de Cueto Pando.

Al final de este documento se recogen los recortes de los planos de Edafología y Capacidad Agrológica de los suelos (figura 78).

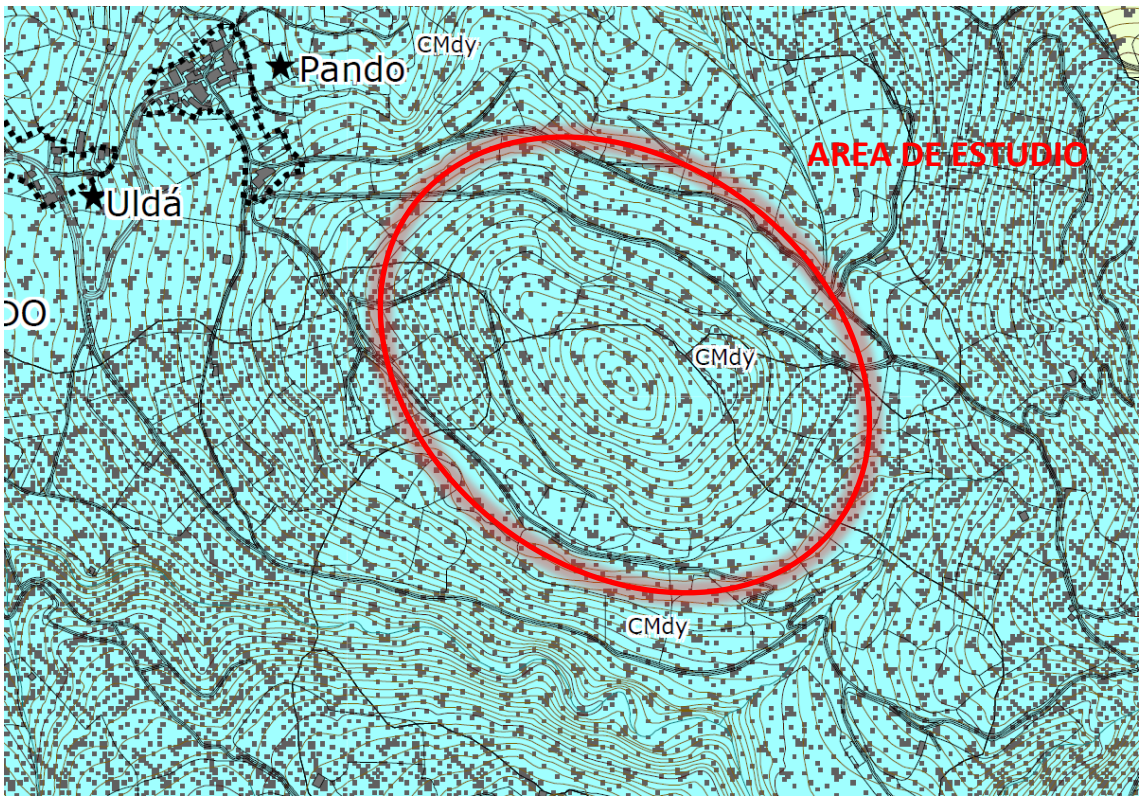


Ilustración 81. Recorte de plano de Edafología y Capacidad Agrológica

Capacidad agrológica

- Muy Alta capacidad de uso
- Alta capacidad de uso
- Moderada capacidad de uso
- Baja capacidad de uso
- Muy baja capacidad de uso

Edafología

- CMca - Cambisol calcárico
- CMdy - Cambisol dístrico
- CMeu - Cambisol eútrico
- FLdy - Fluvisol dístrico
- LPli - Leptosol lítico
- LPum - Leptosol úmbrico
- LPrz - Leptosol rénzico
- RGdy - Regosol dístrico
- RGeu - Regosol eútrico

Limitaciones

- 01. Suelos muy someros (<10 cm espesro) y abundantes afloramientos. Silíceos
- 02. Suelos muy someros (<10 cm espesro) y abundantes afloramientos. Calizos
- 04. Suelos asociados al grupo 01, de espesor irregular. Calizos
- 05. Suelos someros (<25 cm de espesor) y suelos asociados. Silíceos
- 06. Suelos someros (<25 cm de espesor) y suelos ácidos. Calizos
- 10. Suelos poco desarrollados sobre depósitos fluviales
- 11. Suelos poco evolucionados de carácter ácido
- 12. Suelos poco evolucionados de carácter neutro o básico, a veces calcalareo
- 13. Suelos evolucionados y muy evolucionados de carácter muy ácido y con acumulación de materia orgánica
- 14. Suelos evolucionados de carácter muy ácido
- 16. Suelos evolucionados de carácter neutro y básico

Anejo Nº11
Descripción del material a explotar

Anejo 11. Descripción del material a explotar 249

1. Descripción de la ofita 249

1.1 Introducción *249*

1.1.1 Origen y formación de las ofitas 249

1.1.2 Tipología de los yacimientos 251

1.1.3 Características generales de las ofitas 252

1.2 Análisis Particularizado de muestras de Cueto Pando *253*

1.2.1 Estudio Petrográfico 253

1.3 Propiedades fundamentales del árido grueso y su caracterización *254*

1.3.1 Granulometría de los áridos. 254

1.3.2 Rozamiento interno y cohesión. 256

1.3.3 Forma y angulosidad. 257

1.3.4 Limpieza y adhesividad. 258

1.3.5 Resistencia a la fragmentación 260

1.3.6 Pulimento 262

1.3.7 Coeficiente de absorción de agua 264

1.3.8 Ensayo de compresión simple UNE 22950-1 265

1.3.9 Resultados de los ensayos 266

1.3.10 Conclusiones 272

Anejo 11. Descripción del material a explotar

1. Descripción de la ofita

1.1 Introducción

En este apartado se realiza un estudio sobre las ofitas, desde el conocimiento de sus características genéticas, mineralógicas, petrográficas hasta sus aptitudes para el empleo como árido tanto de carreteras como de balasto. Se comienza con una exposición sobre los afloramientos cántabros, para con posterioridad particularizar sobre muestras de testigos de la Cantera Santa Ignacia, cuyos datos se pueden considerar como generales y válidos para la cantera de Cueto Pando que aquí se diseña.

1.1.1 Origen y formación de las ofitas

Las ofitas son doleritas de estructura poiquílica particular, denominada ofítica, con presencia variable de olivino e incluido en grandes cristales de piroxeno (angita-endiópsido, dominante) que engloban microcristales de plagioclasa (andesita, labrador).

Estas rocas aparecen a menudo alteradas y adquieren una hermosa coloración verde (serpentina, uralita, clorita, epidota), y son frecuentes en sills de dimensiones variables en el Trías Superior de los Pirineos y la Cordillera Cantábrica.

Con el paso del tiempo se ha llegado a aplicar su nombre a la textura típica de estas rocas, siendo más correcto aplicar “ofítico” como adjetivo que como sustantivo. El término OFITA hace por tanto referencia a la textura presente en ciertas rocas volcánicas o subvolcánicas, con distinta composición química y mineralógica por lo que los especialistas evitan el empleo de dicho término.

Estos complejos subvolcánicos se generan a partir de magmas que no logran una completa ascensión a la superficie, solidificando a escasa

profundidad. Las rocas así formadas presentan características a medio camino entre las plutónicas y volcánicas lávicas, constituyendo un grupo petrográfico especial que se denomina rocas “subvolcánicas”.

Estas rocas aparecen típicamente en forma de sills, diques, lacolitos, batolitos, etc, encajados en rocas sedimentarias, metamórficas o ígneas preexistentes.

Algunas clases de rocas subvolcánicas presentan equivalentes composicionales en rocas volcánicas y plutónicas, pero otras, como por ejemplo los lamprófidos, son rocas únicamente subvolcánicas.

Como ya se ha señalado, la textura es determinante, ya que muchas rocas presentan texturas específicas, inexistentes en otros grupos de rocas de origen ígneo.

Cabe señalar no obstante, que en el Trías evaporítico de Cantabria y el País Vasco existe un importante desarrollo del vulcanismo dolerítico de composición toleítica (OFITAS), al que se hará referencia empleando dicho término.

Las doleritas del Norte de España tienen origen en el magmatismo toleítico, viéndose sometidas a transformaciones tardimagmáticas y postmagmáticas de intensidad variable, con localización preferente en las zonas Norte y Suroeste de Cantabria.

Lago San José, en su resumen de la Tesis doctoral “Estudio Geológico, Petrológico, Geoquímico, y de Aprovechamiento Industrial de las Rocas Ofíticas del Norte de España” presenta una hipótesis genética basada en resultados de análisis, estableciendo en su desarrollo que la formación de ofitas se debió a la intensa fracturación del zócalo, con el consiguiente ascenso de materiales de componentes básicos y escasa diferenciación, que alcanzaron los materiales más competentes del Lías Inferior, y dado el carácter plástico del Keuper, estas masas se asentaron en este último nivel, procediendo a desplazarlo mecánicamente.

La gran uniformidad y el bajo carácter de diferenciación son indicadores de una cristalización de gran homogeneidad y unas condiciones petrogenéticas muy uniformes. Las posteriores transformaciones son debidas a procesos hidrotermales que tienen como consecuencia una modificación generalizada en la paragénesis fundamental de la roca, si bien su mayor intensidad se alcanza a través de los planos de discontinuidad causados por la propia consolidación y contracción de las ofitas.

1.1.2 Tipología de los yacimientos

Tres son los tipos de entornos estructurales que Lago San José y Pocovi establecen en los afloramientos Triásicos de Cantabria:

- Diapiros que han perforado la cobertera empleando mecanismos puramente halocinéticos, como los existentes al Sur de la región.
- Diapiros condicionados por la estructura, incluyendo los afloramientos de la mitad Norte de la región (Torrelavega, Santander, Cudeyo, Solares-Santofía, Laredo, Parbayón, Penagos). Éstos presentan fracturas oblicuas, marcando interrupciones de la cobertera en que se localiza Trías Salino desenraizado implicando en ocasiones cabalgamientos locales.
- Afloramientos en los que el tegumento tríasico da elevaciones de zócalo sin apenas disolarización. En éste último tipo se incluye el gran afloramiento estratiforme del extremo oriental de la franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga.

1.1.3 Características generales de las ofitas

Las intrusiones ofíticas en Cantabria aparecen con profusión, y adquieren una distribución regional en forma de arco, desde la zona más al Nordeste (Laredo - Limpias), al Sudoeste (Olea - Matarrepudio), y en medio, la región de interés para el presente proyecto: Molledo.

Las ofitas en la Comunidad de Cantabria se hallan en forma de diques o domos entre las arcillas yesíferas propias del Keuper (como sucede en los casos de Peña Lucía, Hermosa, Pando-Portolín, La Población, Matarrepudio), o generan a sills localizados entre las areniscas rojas del Buntsandstein (sirva de ejemplo el caso de Sierra Caballar). Únicamente en el caso Castrillo del Haya, y en función del análisis del conjunto de características del mismo, aparentemente se llega a la deducción de su correspondencia genética con una colada con disyunción planar.

La intensa fracturación que afecta a las intrusiones, impide la extracción de bloques del tamaño requerido para su empleo en la industria de la roca ornamental, favoreciendo por el contrario el desarrollo de una meteorización de intensidad moderada a alta, que origina afloramientos de morfologías suaves y redondeadas, además de la formación de suelos arcillosos en los que quedan bloques redondeados de ofita. Estos bolos aparecen constituidos por un núcleo de roca sana caracterizado por su enorme dureza, y capas concéntricas de roca alterada.

Texturalmente existe una clara predominancia de la textura ofítica, registrándose variaciones a favor de la subofíticas y, en ciertas circunstancias, presentan claros ejemplos de porfídicas de matriz claramente intergranular.

En cuanto a la composición mineralógica, los minerales esenciales en este tipo de rocas son los piroxenos y las plagioclasas. El conjunto constituido por los mismos y sus correspondientes productos de alteración representan el 86 % de la composición mineral de las ofitas. El porcentaje restante se ve completado por cantidades variables de opacos (sulfuros y óxidos de hierro) y olivino, seudomorfinado por minerales de serpentina y clorita. Forman parte asimismo

de la composición mineral de las ofitas otros minerales como epidota, así como cuarzo secundario.

Desde la óptica de la microfisuración, queda claramente constatada la existencia de una fisuración de carácter transgranular de gran escasez, visible empleando el microscopio de polarización, generalmente cerrada por minerales de alteración hidrotermal (calcita, micas o cuarzos secundarios).

Claros exponentes de la alteración hidrotermal de estas rocas lo constituyen los procesos de uralitización de los piroxenos y saussuritización y sericitación de plagioclasas, manifestados en mayor o menor medida en todos los afloramientos. A pesar de esto, las diferencias en el grado de alteración son más acusadas en el caso de las plagioclasas.

1.2 Análisis Particularizado de muestras de Cueto Pando

1.2.1 Estudio Petrográfico

El estudio petrográfico de las muestras permite precisar la clasificación de estas rocas y conocer los aspectos texturales y estructurales con cierto detalle.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: roca de color verde grisáceo con textura afanítica a porfídica, con bordes de alteración por oxidación de los minerales de 1-2mm.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MICROSCÓPICA: Las muestras estudiadas de roca fresca, muestran una textura ofítica en la que los minerales esenciales son las plagioclasas y piroxenos con diferentes grados de alteración a sericita y uralita, respectivamente, con abundancia de olivino. La textura ofítica de las muestras de Cueto Pando se caracteriza por la existencia de cristales de plagioclasa que forman un entramado dentro de piroxenos aislados. En menor proporción aparecen biotita, epidota, micas blancas y ceolitas. Los minerales opacos se presentan como cristales heterogranulares sub-idiomorfos o con formas esqueléticas que engloban parcialmente a las plagioclasas.

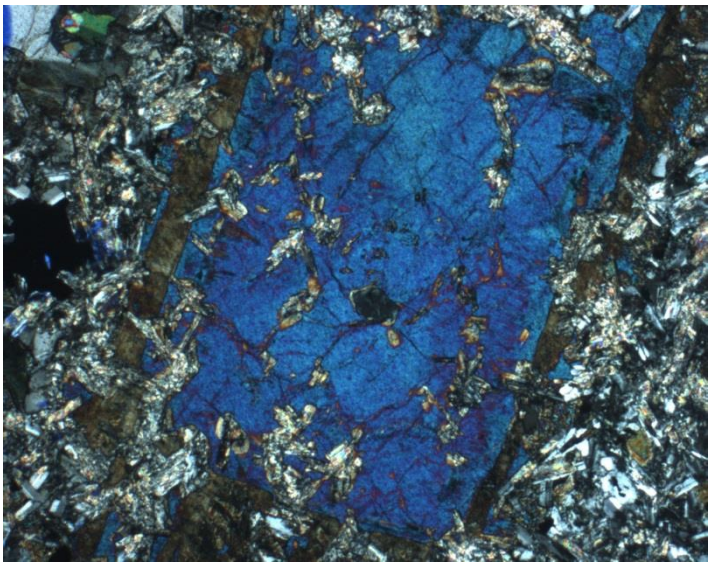


Figura 82. Piroxeno con bordes uralitizados en Cueto Pando 1 (nicoles cruzados).

1.3 Propiedades fundamentales del árido grueso y su caracterización

La aptitud de un árido depende de las propiedades físicas y químicas de sus partículas, por lo que es necesario establecer procedimientos normalizados para su determinación. Además, según sean las características de destino, se le exigirán ciertas propiedades y características que aseguren su correcto funcionamiento.

Para asegurar que las muestras ensayadas sean representativas del conjunto del lote, es necesario establecer un procedimiento de toma de muestras, recogido en la norma UNE 146147.

A continuación, mediante la realización de ensayos, se estudian las características más reseñables de las ofitas desde el punto de vista de su empleo para balasto.

1.3.1 Granulometría de los áridos.

Es una característica física fundamental de cualquier conjunto compactado de partículas, pues influye de forma importante en su resistencia

mecánica. La práctica ha sancionado para las distintas capas de los firmes unos husos granulométricos dentro de los que debe encontrarse la granulometría o fórmula de trabajo respecto de la que han de fijarse las máximas desviaciones a la hora de aplicar en obra. Suelen utilizarse unas granulometrías sensiblemente continuas a fin de conseguir la máxima compacidad posible del conjunto., si bien en ocasiones se emplean granulometrías uniformes, caso del macadam, o discontinuas, como sucede en algunas mezclas bituminosas.

A fin de encajar una granulometría dentro de un huso normalizado se mezclan en las proporciones que correspondan unas fracciones relativamente uniformes, a fin de reducir el peligro de la segregación, que son las que las instalaciones de producción suministran a las obras. Estas fracciones (d/D) están definidas por un tamaño mínimo (d), y un tamaño máximo (D), expresados ambos en milímetros. Así, a modo de ejemplo, se puede citar la normativa europea que establece unas fracciones 0/2, 2/4, 4/6, 6/10, 10/14, 14/20, etc.

El tamaño mínimo de una fracción queda definido por el tamiz en el que queda retenida la práctica totalidad de la fracción. Y a su vez, el tamaño máximo viene establecido por aquella luz de malla por la que pasa la práctica totalidad de la fracción. Hay que tener en cuenta que a menudo hay en cada fracción una cierta proporción que excede el tamaño máximo (cabeza), o que están por debajo del mínimo (cola), lo que puede dificultar el encaje al intentar componer una granulometría dentro de un huso determinado. Los análisis granulométricos se realizan por tamizado.

En la práctica se estudian por separado las propiedades del árido grueso y del fino. La separación viene marcada, según las normas europeas, por los 4mm, 2 en el caso de mezclas bituminosas, si bien comercialmente es en ocasiones habitual que todo aquel material que quede por debajo de los 6 mm. se designe como arena (fracción 0/6), sin posterior fraccionamiento. Conviene aclarar llegados a este punto que un fraccionamiento por debajo de los 2 mm. sólo es posible en el laboratorio, ya en instalaciones industriales alcanzar tamaños inferiores a los 4 mm. es difícil por la presencia de humedad.

El tamaño máximo de los áridos de una determinada aplicación está limitado normalmente por consideraciones relativas al espesor de la capa extendida, a la trabajabilidad del material, a una eventual segregación por tamaños, etc. Puede oscilar desde unos 5 mm. de algunas mezclas bituminosas o de ciertos riesgos con gravilla (en los riegos de sellado ese tamaño máximo viene a ser aún más reducido), hasta unos 80 mm. en el caso de las capas de macadam.

Por otro lado, la influencia de las partículas finas obliga normalmente a limitar su proporción y su plasticidad. En las mezclas bituminosas tiene especia influencia la fracción pasante por el tamiz 63 mm (límite establecido en las normas europeas y que en las americanas se fija en los 74 mm del tamiz □200 ASTM), llamada polvo mineral, pues muchas características de la mezcla dependen de la acción mutua entre éste y el ligante.

1.3.2 Rozamiento interno y cohesión.

La resistencia a la deformación, y por tanto la capacidad de soporte de una capa de firme, depende en esencia del rozamiento interno del esqueleto mineral y, eventualmente de la cohesión que el ligante o el conglomerante le aporte. El rozamiento interno aumenta si las partículas son angulosas (árido triturado), y de textura superficial áspera. Influyen también de forma importante la granulometría del árido y la proporción de los huecos en el material compactado. A mayores densidades, corresponden generalmente unas mayores resistencias mecánicas, por lo que la compactación es un factor muy importante. La cohesión debe confiarse exclusivamente al ligante o al conglomerante, y no a los finos. La cohesión entre las partículas de un árido suele ser despreciable; si existe, se debe a la plasticidad de la fracción fina y, en general, es más nociva que útil. Sólo interesa un a cierta plasticidad de los finos (reducida de todos modos, por ejemplo, IP<10) si se trata de capas granulares no revestidas en caminos de baja intensidad de tráfico a fin de que en tiempo seco la circulación sobre dichas superficies no levante un exceso de polvo.

1.3.3 Forma y angulosidad.

La forma de las partículas del árido grueso afecta fundamentalmente a la resistencia del esqueleto mineral del árido. Según su forma, las partículas pueden clasificarse en redondeadas, cúbicas, lajas y agujas. Las lajas son partículas planas, con una dimensión muy inferior a las otras dos; las agujas son partículas alargadas, con una dimensión muy superior a las dos restantes. Las lajas y las agujas pueden romperse con facilidad durante la compactación o bajo la acción del tráfico, modificando así la granulometría del árido, y descubriendo en su caso una superficie no envuelta por el ligante. En consecuencia, deben imponerse limitaciones a la proporción de partículas con forma defectuosa; en términos generales, en una fracción de árido no se debe sobrepasar del orden del 30% en masa de lajas y agujas. En resumen, los áridos cúbicos son los más adecuados. Se definen los índices de lajas y agujas como las proporciones (en masa respecto de la muestra total), de las partículas que son, respectivamente, lajas o agujas. Los métodos utilizados para la determinación de dichos índices de forma se basan generalmente en la medida directa de las dimensiones de las partículas. En el procedimiento normalizado en España, cada fracción tamizada se hace pasar independientemente a través de dos calibres metálicos, que son ranuras alargadas o de barras. Según se estudien respectivamente, lajas o agujas. Se determina la masa del árido que pasa por el calibre de ranuras o que es retenida por el calibre de barras.

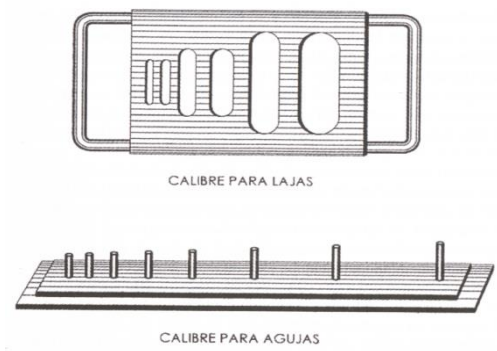


Figura 83. Calibre para lajas y agujas.

Además de la forma de las partículas del árido grueso, se debe tener en cuenta su angulosidad, que influye (junto con la textura superficial de las partículas), en la resistencia del esqueleto mineral, por su contribución al rozamiento interno. En España se evalúa la angulosidad únicamente por la proporción de partículas de dos o más caras de fractura. Según los casos, para que el material pueda considerarse suficientemente anguloso se exige que dicha proporción supere un valor mínimo (que por ejemplo puede ser el 50%, el 75% o el 95% en masa).

1.3.4 Limpieza y adhesividad.

La limpieza de los áridos es fundamental, cualquiera que sea la aplicación que se les vaya a dar. Eso significa que la superficie de las partículas ha de estar exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Si los áridos están contaminados la capa del firme puede resultar sensible a la acción del agua. Por otro lado, según la naturaleza de las partículas contaminantes, pueden surgir problemas con los conglomerantes hidráulicos o con los ligantes hidrocarbonados. La falta de limpieza es el mayor problema en muchos casos debido a deficiencias en los procesos de trituración, a contaminaciones de los acopios por los suelos en que se apoyan, o a la dificultad de lavar los áridos (debido a escasez de agua, o por unas fuertes exigencias de tratamiento de las aguas empleadas en el lavado antes de reintegrarlas a los cauces naturales). Una forma sencilla de cuantificar la limpieza de los áridos gruesos es mediante un coeficiente de limpieza: se separa por lavado el polvo adherido a la superficie de las partículas que debe estar limitado generalmente a proporciones inferiores al 0,5% o el 1% en masa.

Entre los fenómenos físicos y químicos que tienen lugar en la superficie de los áridos tiene especial importancia la adhesividad con los ligantes hidrocarbonados. En un fenómeno complejo en que intervienen factores físicos (suciedad del árido, textura y porosidad, viscosidad y tensión superficial del ligante, espesor de la película del ligante, etc.) y químicos (relativos a la naturaleza del ligante y del árido). Si la sequedad y limpieza de los

áridos son absolutas, se dejan mojar fácilmente por los ligantes hidrocarbonados. Sin embargo, con algo de humedad, que siempre pueden estar presentes, sus superficies presentan una polaridad cuyo signo depende de la naturaleza de los áridos que, atendiendo a este criterio, se clasifican en ácidos y básicos.

La acidez está en general relacionada con un alto contenido de sílice y determina una gran afinidad del árido por el agua (hidrofilia) y una polaridad negativa. La adhesividad entre los áridos ácidos y los ligantes hidrocarbonados es mala, teniendo que recurrirse a disminuir la tensión superficial del ligante mediante el empleo de unos activantes (que lo cargan eléctricamente a fin de crear una adhesividad química).

En cambio, los áridos básicos como los calizos, con altos contenidos en óxidos alcalinos y alcalinotérreos y bajos en sílice son menos hidrofílicos que los ácidos y se cargan positivamente en presencia de agua. Por ello, presentan cierta atracción por los ácidos libres que existen en los betunes asfálticos y tienen, en general, una mejor adhesividad con ellos.

De todos modos, en los pavimentos asfálticos no sólo interesa el problema de la adhesividad considerada en el sentido de que el ligante moje el árido al ponerlos en contacto. La posibilidad de que el agua, en combinación con la acción de los vehículos (y a veces con el polvo y la suciedad), perturbe esta adhesividad desplazando el ligante de la superficie del árido (en inglés stripping), que quedará de nuevo descubierta o lavada, también debe de preocupar. La adhesividad pasiva o resistencia al desplazamiento del ligante dependerá también en los mismos factores químicos y físicos citados:

- Afinidad polar por el ligante.
- Espesor de la película.
- Viscosidad.
- Tensión superficial.

- Textura superficial.

Un método simple de evaluación de la adhesividad pasiva entre el árido grueso y el ligante consiste en apreciar visualmente si unas partículas de árido envueltas con betún se mantienen cubiertas por él tras un periodo de inmersión en agua, exigiéndose para que sea positivo, que, por ejemplo, más de 95% de las partículas permanezca perfectamente envueltas al final del ensayo.

Para los tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla se emplea específicamente un ensayo denominado de la placa Vialit. Por otra parte, para las mezclas bituminosas que no sean abiertas se pueden emplear los ensayos denominados de inmersión-compresión, o en general de resistencia conservada, con los que se evalúa el efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas.

Existen diversas formas de mejorar una adhesividad deficiente entre un árido y un ligante, en particular en el caso de las mezclas bituminosas, en última estancia, se pueden recurrir, como ya se ha señalado a incorporar (en unas proporciones del orden del 1% sobre la masa del ligante) unos agentes tensoactivos denominados activantes. Los procesos de activación resultan, sin embargo, caros y sus efectos se pierden si se pretende almacenar en caliente el ligante un cierto tiempo tras la incorporación del activante.

1.3.5 Resistencia a la fragmentación

La resistencia mecánica del esqueleto mineral es un factor predominante en la evolución del comportamiento de una capa de firme tanto durante su construcción como después de ponerla en servicio. La evaluación de dicha resistencia se realiza mediante diversos ensayos de laboratorio. Los basados en la determinación de la resistencia intrínseca de la roca medida sobre probetas cúbicas no ofrece unos resultados satisfactorios al estar sometido el material a un estado tensional diferente del que luego han de soportar las partículas en el esqueleto mineral; además, las determinaciones son laboriosas y lentas. A la vista de todo esto, se pusieron a punto unos ensayos que tienden a simular en

el laboratorio de una manera más sencilla, pero a la vez más severa, a las que con posterioridad se verán sometidos los áridos en servicio. Para ello, se preparan las muestras con unas granulometrías próximas a las que van a emplearse en obra, sometiéndolas a unas acciones mecánicas para, de manera indirecta, obtener información acerca de la resistencia del material.

Ensayo de desgaste de Los Ángeles UNE EN 1097-2.

Este ensayo trata de medir la pérdida de masa que sufre un árido al someterlo a un proceso continuado de desgaste. Se fundamenta en someter una determinada cantidad de muestra a la acción de la máquina de Los Ángeles, compuesta por un cilindro hueco de acero (tambor) atravesado longitudinalmente por un eje en su parte central que posibilita su giro.

En ella se introduce tanto la muestra de árido como la carga abrasiva que se compone de unas bolas de fundición o de un acero cuya masa total depende de la granulometría elegida. Una vez dentro, se hace girar el tambor con una velocidad angular entre 31 y 33 r.p.m., dando entre 500 y 1000 vueltas, según la granulometría del árido.

Realizado el ensayo se separa la muestra por el tamiz de 1,6 mm. lavando y secando en estufa lo retenido en dicho tamiz. El coeficiente de desgaste de Los Ángeles vendrá dado por la relación entre la masa perdida o diferencia entre inicial y final, y el peso inicial de la muestra de árido, expresado en tanto por cien.

$$L.A. = \frac{Peso\ incial - Peso\ final}{Peso\ inicial} \cdot 100$$

En general, se puede decir que coeficientes por encima de 40 son indicativos de áridos de mala calidad, no aptos en principio para la construcción de capas de firme. Por el contrario, coeficientes inferiores a 20 corresponden a áridos con una elevada resistencia mecánica, suficiente para cualquier posible aplicación y, en particular, para capas de rodadura bituminosas que hayan de soportar un tráfico pesado de elevada intensidad.

1.3.6 Pulimento

Resistencia al pulido

La resistencia al pulimento de las partículas de un árido, es decir, la resistencia a perder la aspereza de su textura superficial, tiene una gran importancia desde el punto de vista de la resistencia al deslizamiento si dichas partículas van a ser empleadas en las capas de rodadura de naturaleza bituminosa o en determinados acabados de los pavimentos de hormigón.

Para medir la degradación de los áridos como consecuencia de la continuada fricción ocasionada por el paso de vehículos se han ideado diversos procedimientos de ensayo, entre los que destaca el ensayo de pulimento acelerado.

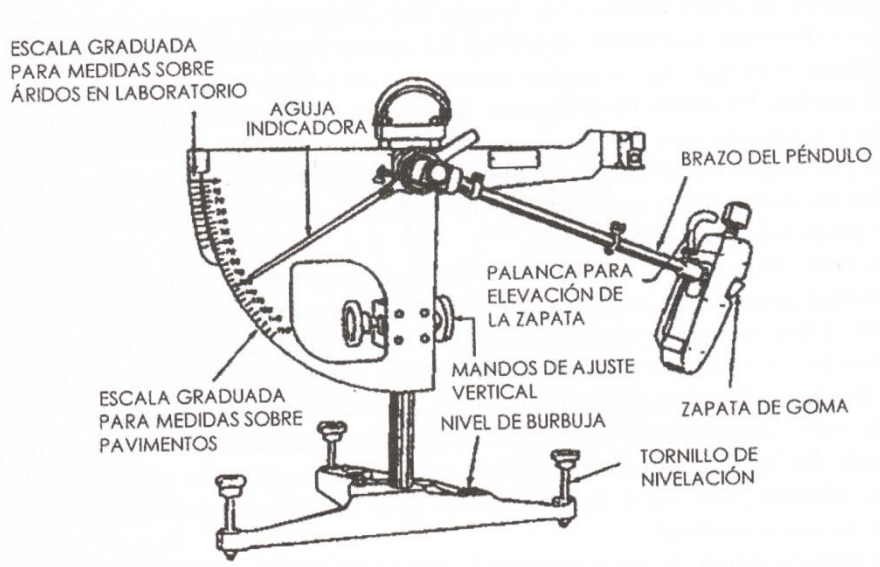


Figura 84. Péndulo de fricción.

Ensayo de pulimento acelerado UNE EN 1097-8

Este ensayo determina el grado de pulimento del árido grueso mediante el mismo péndulo de fricción con el que se determina la resistencia al deslizamiento sobre los pavimentos, aunque son distintas zapata y escala de

medida. Refleja el proceso de pulido progresivo al que se ve sometido un árido en la capa de rodadura del firme.

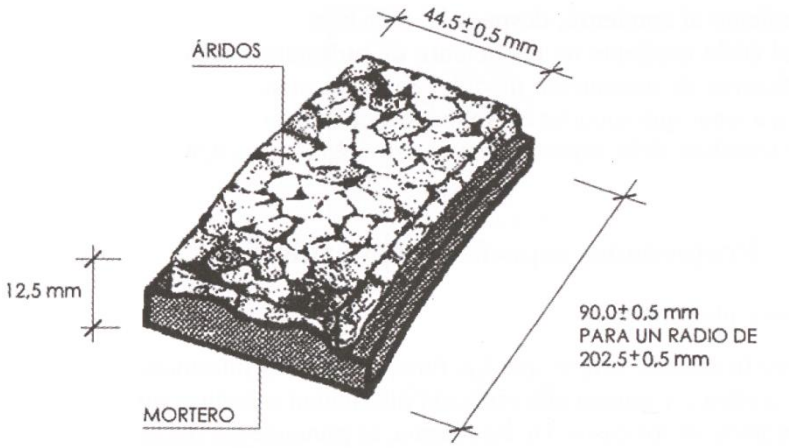


Figura 85. Probeta para el ensayo del CPA.

Los áridos, embebidos en una probeta de mortero de cemento y resinas son sometidos a unos ciclos de pulimento por medio de unos abrasivos introducidos en húmedo entre las probetas, colocadas periféricamente en una rueda de ensayo, y las ruedas de caucho que producen el desgaste: tres horas con una arena silícea normalizada y una de las ruedas de caucho y tres horas con un polvo de esmeril, y la otra rueda de caucho (de cualidades resilientes diferentes). La medición del coeficiente de rozamiento al comienzo, después de cada hora y al final del ensayo, permite caracterizar el árido mediante un coeficiente de pulimento acelerado (CPA) o valor final del coeficiente de rozamiento medido. Según la menor o mayor intensidad del tráfico que vaya a tener que soportar el pavimento, el CPA que se exige al árido grueso de una capa de rodadura debe superar unos valores de 0,45, de 0,50, o de 0,55.

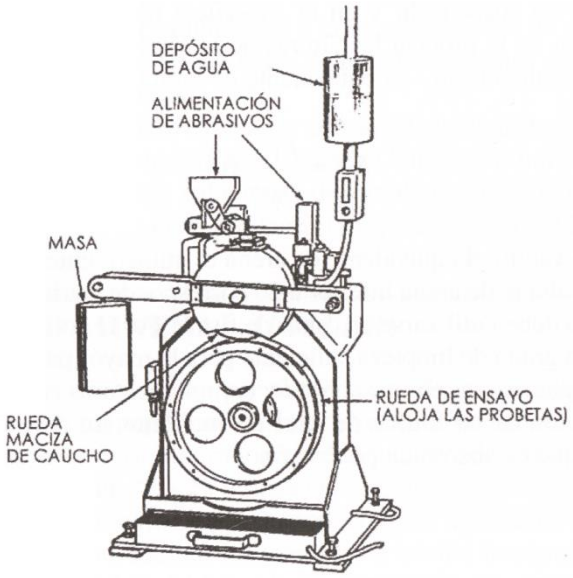


Figura 86. Máquina de pulimento acelerado.

1.3.7 Coeficiente de absorción de agua

El balasto para ferrocarriles es un material que requiere largos periodos de vida útil con el objeto de mantener el mayor tiempo posible y en las mejores condiciones técnicas los tramos de ferrocarril sin la necesidad de realizar labores de mantenimiento. Con este ensayo, se trata de determinar la resistencia del árido a la acción erosiva del agua.

La absorción de agua influye igualmente en el comportamiento de los áridos frente a los ciclos de hielo-deshielo y en definitiva su durabilidad.

Se denomina coeficiente de absorción de un grano de árido al porcentaje máximo que absorbe de agua con respecto al peso en seco del mismo.

$$k = \frac{Peso\ con\ superficie\ seca - Peso\ del\ árido\ seco}{Peso\ del\ árido\ seco}$$

Se trata de que el agua no absorba agua que pueda helarse y fragmentar la piedra. Su límite es < 0,5. Si hay una absorción mayor pero menor de 1,5 % hay que realizar un ensayo resistencia a la heladicidad mediante sulfato magnésico.

1.3.8 Ensayo de compresión simple UNE 22950-1

Uno de los problemas más importantes de la mecánica de rocas consiste en determinar las propiedades mecánicas de éstas cuando se hallan en un campo tensional compresivo, lo cual se consigue principalmente mediante los ensayos de compresión simple.

El ensayo se realiza sobre un cilindro de roca, al que se aplica gradualmente fuerza axial hasta que se produce su rotura. En máquinas de ensayo convencionales, la variable de control es la fuerza, cuya velocidad y magnitud de aplicación puede ser controlada. Las deformaciones axiales que se van produciendo en la probeta se miden mediante comparadores o bandas extensiométricas. Durante el ensayo se van registrando las curvas esfuerzo-deformación axial de la probeta. El valor de la fuerza máxima que soporta la probeta dividido por el área sobre la que se aplica la fuerza es su resistencia a compresión simple.

Figura 87. Prensa para ensayo de compresión simple.

Si bien se asume que la fractura de la roca por compresión ocurre al alcanzarse la resistencia de pico, experimentalmente se ha comprobado que el proceso de rotura y la generación de microfisuras comienza por esfuerzos previos al de pico, entre el 50% y el 95% de la resistencia a compresión simple.

El ensayo permite determinar en laboratorio la resistencia uniaxial no confinada de la roca, o resistencia a compresión simple, σ_c.

1.3.9 Resultados de los ensayos

Tomando en consideración las especificaciones del PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN DEL BALASTO. P.R.V. 3-4-0.0. / 5ª Edición de RENFE en su Capítulo 2, "CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA PARTIDA", y de la Norma N.R.V. 3-4-0.1/ 1ª Edición "BALASTO. HOMOLOGACIÓN DE CANTERAS SUMINISTRADORAS", adjunto en el presente anejo, se han tomado varias muestras de calicatas realizadas en Cueto Pando, sobre las que se han realizado diversos ensayos, a fin de determinar mediante los mismos la calidad geotécnica de las rocas a explotar, así como su aptitud como árido destinado tanto a carreteras y balasto, como ya se hiciera en el caso de los análisis mineralógicos y petrográficos.

Según el Pliego, los Ensayos mínimos a realizarse, para caracterizar geotécnicamente el material, son:

- Resistencia a la compresión simple, determinación mediante el ensayo de carga puntual.
- Coeficiente de Desgaste Los Ángeles.
- Densidad relativa aparente de la roca.
- Porcentaje de absorción.
- Resistencia de la roca a la acción del Sulfato Magnésico, si fuese necesario.

Para completar el control de calidad del balasto, se han realizado otros ensayos complementarios que son: granulometría, limpieza, espesores mínimos y elementos aciculares.

Se tomaron cuatro muestras.

Muestra	Ensayos
M1	Los Ángeles, Compresión Simple, Absorción de Agua, Densidad y Pulimento Acelerado
M2	Los Ángeles, Compresión Simple, Absorción de Agua, densidad y Pulimento Acelerado
M3	Los Ángeles, Compresión Simple, Absorción de Agua, densidad y Pulimento Acelerado
M4	Los Ángeles, Compresión Simple, Absorción de Agua, densidad y Pulimento Acelerado

Tabla 48. Ensayos aplicados a cada muestra.

Los resultados de los ensayos se incluyen a continuación

1.3.9.1 Ensayos Geotécnicos

Ensayo de Los Ángeles

Los valores obtenidos de este ensayo se muestran en la siguiente tabla:

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
L.A. (%)	8.9%	9.7%	10.1%	9.3%	9.5%

Tabla 49. Valores obtenidos para cada muestra del ensayo de Los Ángeles.

El coeficiente de Los Ángeles medio es de 9,5%, por debajo de 18%, límite máximo para la obtención de balasto, de Tipo 1, válido para Líneas de Alta Velocidad.

Densidad relativa aparente o peso específico

La densidad media de las cuatro muestras es de 2.905 kg/cm^3.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media

Peso específico (kg/cm^3)	2.891	2.916	2.904	2.910	2.905

Tabla 50. Valores obtenidos de densidad relativa para cada muestra.

Coeficiente de pulimento acelerado

Los resultados de los ensayos de coeficiente de pulimento acelerado se adjuntan en la siguiente tabla.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
CPA (%)	0.50	0.47	0.47	0.48	0.48

Tabla 51. Valores obtenidos de coeficiente de pulimento acelerado para cada muestra.

Absorción del agua

Los porcentajes de absorción son los que se adjuntan en la siguiente tabla. No fue necesario realizar el Ensayo de Durabilidad Frente a la Acción de la Helada como establece el Pliego pues el valor medio de absorción no superó el 0,5%.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
Absorción (%)	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04

Tabla 52. Valores obtenidos de absorción del agua para cada muestra.

Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple

De este ensayo se obtuvieron unos resultados completamente satisfactorios al establecerse valores muy superiores a los que el Pliego establece para Balasto de Tipo I de 1.200 kg/cm^2. La resistencia a compresión media fue de 2.590 kg/cm^2.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
R.C.S.	2561	2734	2641	2429	2590

(kg/cm^2)					

Tabla 53. Valores obtenidos de resistencia a compresión simple para cada muestra.

1.3.9.2 Ensayos de forma

Estos ensayos se elaboraron a fin de establecer que la forma de las partículas cumplen las condiciones del Pliego y de la norma UNE 146147.

Granulometría

Este ensayo se realizó en todas las muestras. Como puede apreciarse se observa cumplimiento en todos los tamices, en todas las muestras.

Peso retenido en muestra (%)	80 mm	71 mm	63 mm	45 mm	31,5 mm	25 mm	20 mm
M1	0,0	0,0	1,8	52,9	96,7	99,8	99,8
M2	0,0	0,0	1,9	56,8	97,5	99,8	99,8
M3	0,0	0,0	2,6	48,7	96,8	99,6	99,8
M4	0,0	0,0	3,0	52,3	96,4	99,7	99,8

Tabla 54. Granulometría de cada muestra.

Nota: el tanto por ciento representa el peso retenido en los tamices.

Limpieza

Todas las muestras ensayadas dieron valores de contenido en polvo por debajo del límite del Pliego, establecido en 0.5%. La media que se obtuvo de todas las muestras se sitúa en 0.1%. Teniendo en cuenta las características del material explotado, con una cierta proporción de material fino, que procede de la alteración de la ofita, estos bajos valores de polvo indican un eficaz sistema de eliminación de finos.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
Absorción	0.1	0.05	0.15	0.1	0.1

(%)					

Tabla 55. Limpieza de cada muestra.

Espesor de los elementos granulares

En este ensayo todas las muestras cumplieron con las especificaciones del Pliego. Los elementos entre 16 y 25 mm aparecen en proporción muy inferior (C=27), dado que el C medio es de 39,5 – 9,5= 30%, de acuerdo con el Pliego, al dar valores entre 21,4 y 23,2, tal como se observa en la pertinente tabla. La media es de 22,23 %. En cuanto a los elementos menores de 16 mm., los valores oscilan entre 1,6 y 2,1, muy inferiores también al máximo admisible del 0,5% del peso total. La media es de 1,68%.

Muestra	Retiene entre 5 y 16 mmm (%)	Pasa por 16 mm (%)
M1	21,4	1,6
M2	22,5	1,7
M3	23,2	1,3
M4	21,8	2,1
Media	22,23	1,68

Tabla 56. Espesor de los elementos granulares de cada muestra.

Elementos aciculares

En este ensayo se encontraron valores siempre claramente dentro de los límites permitidos. Las muestras dieron valores comprendidos entre 3,1 y 4,2, bien por debajo del 7% admisible por el Pliego. La media se sitúa en 3,65%.

Muestra	M1	M2	M3	M4	Media
Aciculares	3,8	4,2	3,1	3,9	3,65

Tabla 57. Valores en elementos aciculares de cada muestra.

1.3.10 Conclusiones

Los resultados de estos ensayos demostraron que las ofitas de Santa Ignacia son aptas para la fabricación de balasto. Dada la hipótesis inicial que establecía la similitud de condiciones de éstas con las de Cueto Pando, se puede determinar que las ofitas de Cueto Pando son también aptas para balasto.

Dado que los resultados del Coeficiente de Los Ángeles permiten establecer estas ofitas como balasto del Tipo I, éstas se pueden destinar al suministro de líneas de Alta Velocidad. La media de los ensayos está fijada en 9,5%, un valor extraordinariamente por debajo del 18% establecido por el Pliego. La resistencia a Compresión Simple toma un valor de 2590 kg/cm^2, muy por encima de los 1200 kg/cm^2 que dicta el Pliego. Respecto a la absorción de agua, los resultados son excepcionales, al tratarse de un valor medio de 0,04% siendo lo establecido por RENFE de un límite del 0,5%, resultando innecesario establecer la resistencia a la acción del Sulfato Magnésico. Por último, la densidad de este material es relativamente alta, con un valor medio de 2,905 g/cm^3.

Respecto al proceso de producción de balasto, los Ensayos de forma que se realizaron dieron unos resultados totalmente correctos en aspectos relativos a limpieza, elementos retenidos entre los tamices de 25 y 16 mm., elementos que pasan el tamiz de 16 mm y el porcentaje de aciculares. Los ensayos granulométricos dieron igualmente resultados correctos. Es de resaltar que las muestras que se elaboraron el día de la recogida dan valores excelentes en todos los tamices.

Así, se adjunta la siguiente tabla resumen.

Ensayo	Norma	Resultado
• **Peso específico**	UNE EN 1097-6	2.905 g/cm^3
• **Coeficiente de absorción de agua**	UNE EN 1097-6	0.04%
• **Resistencia a la compresión simple**	UNE 22950-1	2590 kg/cm^2
• **Coeficiente de Los Ángeles**	UNE EN 1097-2.	9.5%
• **Coeficiente de pulimento acelerado**	UNE EN 1097-8	0.48
• **Granulometría**	UNE EN 933-1	Cumple
• **Limpieza**	UNE 146147	0.1 %
• **Espesor de los elementos granulares**	PLIEGO	Cumple
• **Elementos Aciculares**	UNE 146147	3.65 %

Anejo Nº12
Diseño de explotación

Anejo 12. Diseño de explotación

1. Introducción 277

1.1 El sistema Chimenea - Galería *278*

1.2 Alternativas *282*

1.2.1 Alternativa 1 284

1.2.2 Alternativa 2 284

1.2.3 Alternativa 3 286

1.3 Conclusiones *291*

2. Situación actual y límites de la explotación 292

3. Criterios de diseño 293

4. Método de explotación 294

5. Parámetros de la explotación 297

6. Cubicación de las reservas explotables 301

7. Ritmos y fases de la explotación 303

7.1 Ritmo de explotación *303*

7.2 Secuencia de explotación *303*

8. Datos operacionales de partida 314

8.1 Producciones anuales previstas *314*

8.2 Días laborables anuales y jornada laboral *318*

9. Régimen de explotación 319

10. Dimensionamiento de maquinaria minera 320

10.1 Criterios de cálculo de maquinaria minera *321*

10.1.1 Factor de eficiencia y organización 321

10.1.2 Coeficiente de disponibilidad mecánica 322

10.2 Perforación *323*

10.3 Voladuras *324*

10.3.1 Diseño de voladura tipo 324

10.4 Carga y transporte *331*

10.4.1 Palas cargadoras 331

10.4.2 Retroexcavadora 333

10.4.3 Dumpers 334

10.5 Maquinaria auxiliar *336*

10.6 Trituración y clasificación *337*

10.6.1 Capacidades de trituración y clasificación 339

10.6.2 Descripción del proceso 341

10.6.3 Almacenamiento de los productos obtenidos. 342

Anejo 12. Diseño de explotación

1. Introducción

En la minería subterránea, la utilización de la gravedad para el transporte del mineral ha sido y sigue siendo una práctica habitual: el empleo de piqueras y chimeneas permite el vertido del todo-uno desde los distintos niveles de explotación hasta el nivel general de transporte, desde donde el mineral es extraído al exterior por pozos o planos inclinados, con métodos de transporte continuos, discontinuos y de bajo coste.

En la minería a cielo abierto, el desarrollo de las grandes cortas características de la minería metálica y de carbón, con grandes movimientos de estéril y mineral, ha favorecido el diseño de volquetes de mayor capacidad, con el objetivo de reducir costes de transporte en una minería caracterizada por la necesidad de elevar el mineral y el estéril desde el fondo de la corta hasta plantas de tratamiento o escombreras situadas en superficie.

Sin embargo, éste no es el caso de la mayoría de las explotaciones de áridos situadas en zonas montañosas o de relieve acusado, donde la explotación se realiza mediante canteras en ladera y el mineral debe transportarse desde las cotas altas de la explotación hasta la planta de tratamiento, ubicada generalmente en la plaza de cantera o en el valle inmediato al relieve montañoso objeto de explotación.

En este tipo de canteras, el método tradicional de minería en ladera ha sido la explotación ascendente con vertido o volteo del mineral desde los frentes de arranque hasta la plaza de cantera. El método de explotación aprovecha la fuerza de la gravedad, como en el caso de la minería subterránea, y es un método de bajo costo de operación, pero plantea en general serios inconvenientes desde el punto de vista de la seguridad y de la afección ambiental:

- Riesgo de vuelcos durante el vertido.

- Bloques colgados.
- Polvo
- Imposibilidad de simultanear explotación y restauración, al realizar una explotación ascendente.

Además, desde el punto de vista económico, el método plantea distintos inconvenientes: derivados de la caída del mineral, produciéndose una generación excesiva de finos, lo que disminuye la calidad del producto, afecta al rendimiento de producción e incluso puede contaminar con polvo los acopios de productos vendibles.

La necesidad de adecuar las explotaciones a cielo abierto a condiciones ambientales y de seguridad cada vez más estrictas ha llevado a la sustitución del vertido por el transporte mediante volquetes de gran tonelaje, pero realizado en condiciones inversas a las de las grandes cortas de la minería metálica, ya que en las canteras en ladera el mineral es transportado en sentido descendente y el volquete asciende vacío.

A su vez, la adecuación de las pistas de transporte a las ITC, con pendientes del orden del 10 %, obliga a la realización de pistas en ladera de gran longitud, con el consiguiente impacto ambiental, y a la realización de ciclos de transporte muy largos, lo que supone elevados costos de transporte, riesgo de accidentes y afección ambiental originada por la circulación de maquinaria pesada y por el elevado consumo de combustible.

Con estos planteamientos, la utilización del transporte subterráneo por gravedad en la minería de áridos y rocas industriales a cielo abierto está constituyendo una alternativa cada vez más atractiva desde el punto de vista económico, técnico y ambiental.

1.1 El sistema Chimenea - Galería

El transporte subterráneo por gravedad en la minería de áridos implica realizar una explotación descendente y sustituir el transporte en descenso,

mediante volquetes o vertido, por un transporte horizontal (en banco)-vertical (en chimenea)-horizontal (en galería) mediante la construcción de una infraestructura constituida básicamente por una chimenea y una galería.

Existen diferentes alternativas del método de explotación en función de las necesidades de operación y situación de las infraestructuras, y tipo de maquinaria, que se desarrollarán posteriormente.

La chimenea debe diseñarse de manera que el material pueda descender a través de ella con suficiente fluidez incluso cuando está completamente llena, de manera que no se produzcan atascos. Esto se consigue con un ángulo de inclinación de la misma de 72° y un diámetro adecuado a la granulometría del producto a verter, del orden de 4 metros normalmente. La chimenea se construye por el método de raise boring, lo que permite disminuir costos y tiempos de ejecución.

El punto de emboquille de la chimenea está condicionado por el centro de gravedad del macizo a explotar, con objeto de optimizar el transporte en banco, y por el diseño de la explotación, dado que el trazado de la chimenea debe situarse en el interior del hueco de explotación.

Figura 88. Apertura de la cámara de trituración primaria en Canteras de Alaiz.

La galería enlaza la base de la chimenea con el exterior. Se realiza por métodos convencionales de perforación y voladura y debe situarse a cota adecuada para permitir la utilización de la estructura durante toda la vida de la explotación y facilitar el transporte del material hasta la planta de tratamiento. Sus dimensiones vienen condicionadas por el método de transporte que se utilice en ella.

Las labores necesarias para la construcción de la infraestructura de transporte por gravedad se inician con la realización de la galería de transporte y la plataforma de emboquille de la chimenea. Desde la plataforma se realiza el sondeo piloto de la chimenea hasta calar con la galería de transporte. Una vez finalizado el sondeo piloto se monta la cabeza escariadora en la base del pozo. El escariado a diámetro final se realiza evacuando el escombro generado a través de la galería de transporte previamente realizada.

La sustitución del transporte convencional del todo-uno mediante volquetes por el transporte por gravedad mediante un sistema chimenea-galería tiene evidentes ventajas de reducción de costos, aumento de la seguridad y mejoras ambientales, aunque la realización de las infraestructuras de interior supone una inversión mayor que el de las infraestructuras habituales a cielo abierto, por lo que antes de acometerlas es necesario un buen conocimiento de las reservas explotables sobre las que repercutirán estas inversiones iniciales en infraestructuras.

El mayor nivel tecnológico que actualmente poseen las explotaciones de áridos y rocas industriales y la preocupación creciente por un correcto conocimiento de las reservas existentes permiten acometer la realización de estas infraestructuras de transporte con mayores garantías técnicas y de viabilidad que en el pasado.

Aunque la elección de un sistema de transporte mediante chimenea-galería supone una mayor inversión en infraestructuras en la etapa de preparación, al tratarse de infraestructuras que duran toda la vida de la explotación, sin prácticamente costos de mantenimiento y con notable reducción de los costes de operación, es posible su amortización en un breve plazo de tiempo.

En este sentido, y en base a la experiencia de los proyectos realizados, con cifras de producción del orden de un millón de toneladas de áridos calizos anuales, la reducción de los costos de operación permite recuperar la nueva inversión en infraestructuras en un plazo entre tres y cinco años, plazo muy reducido en comparación con la vida prevista para cualquier explotación de rocas industriales a cielo abierto.

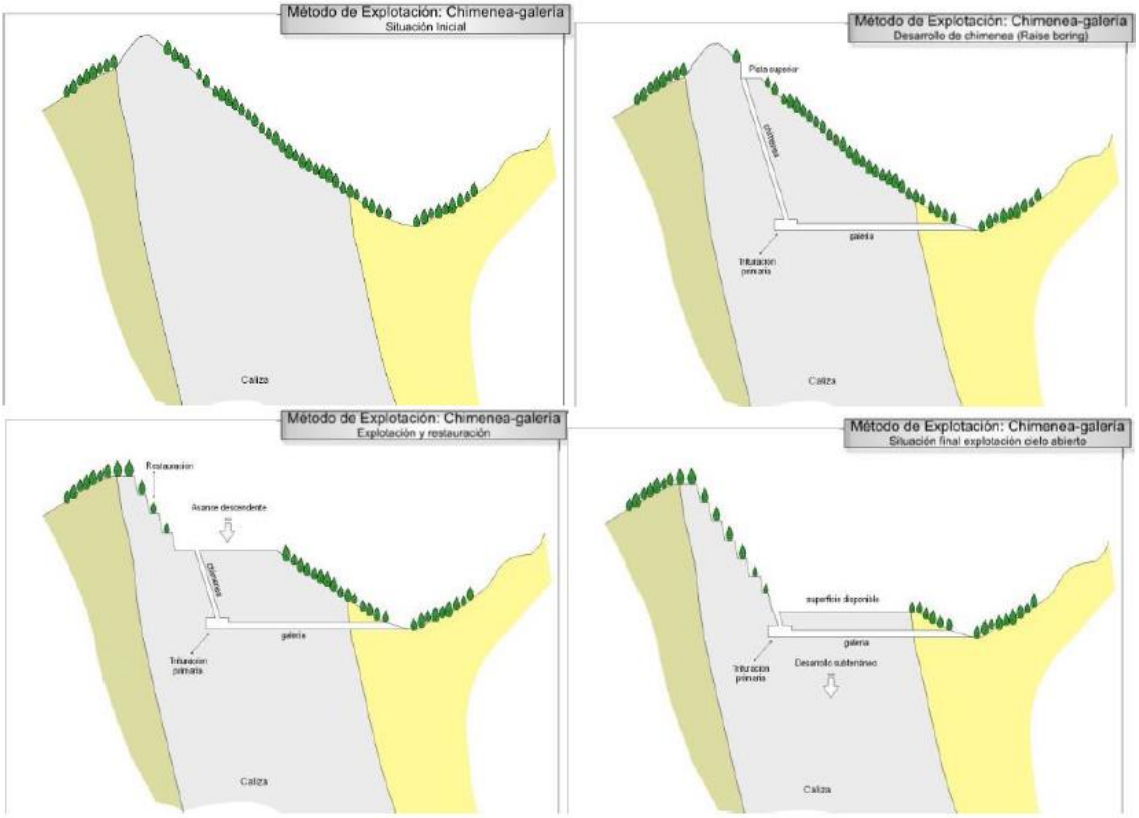


Figura 89. Desarrollo de una explotación descendente con sistema chimenea-galería y cámara de trituración primaria interior.

1.2 Alternativas

Los proyectos actualmente en funcionamiento son el resultado de análisis de alternativas en explotaciones a cielo abierto, en las que se ha estudiado la conveniencia de sustituir el sistema de transporte del todo-uno utilizado, bien mediante volquetes o por vertido, por un sistema de transporte por gravedad en interior, mediante una chimenea y una galería que enlazan el banco en explotación con la cota de las instalaciones de tratamiento.

Figura 90. Equipo de raise-boring en la cantera de Rigoitia.

Partiendo de una explotación a cielo abierto por banqueo descendente, se analizan las distintas alternativas de sistemas chimenea-galería que se han implantado en algunas explotaciones de áridos en Vizcaya y Navarra, siendo la tercera alternativa (Cantera de Apario) la considerada en este proyecto en el Alto de Cueto Pando:

- **Alternativa 1**. Transporte del todo uno por chimenea y carga y transporte con volquete hasta primaria fija exterior. Canteras de Orozko y Rigoitia.
- **Alternativa 2.** Trituración en banco mediante machacadora móvil y transporte del mineral machacado por chimenea-galería. Cantera de Aranbeltz

- **Alternativa 3.** Transporte por gravedad del todo-uno hasta cámara de trituración primaria interior y transporte por cinta en galería. Canteras de Apario y Alaiz

1.2.1 Alternativa 1

En la primera alternativa, el mineral arrancado se transporta en banco mediante volquetes hasta la chimenea, desde cuya base se transporta de nuevo mediante pala o volquete hasta una instalación primaria de exterior. La longitud de la galería de transporte depende del diseño de la explotación, el relieve y la localización de la chimenea. Dependiendo de esta longitud el transporte en la galería puede hacerse directamente mediante palas cargadoras hasta el exterior, donde el mineral se descarga en volquetes o directamente en la tolva de alimentación de primaria; o mediante volquetes. En este último caso el mineral puede cargarse en los volquetes mediante un alimentador situado en la base de la chimenea, o mediante pala cargadora, desde el cono de vertido de la chimenea. Esta opción implica galerías de amplia sección (del orden de 50 m2), la realización de un culatón para las maniobras de carga y giro e inversiones mayores en ventilación.

Esta alternativa es la que más maquinaria móvil precisa e implica dos operaciones de carga y transporte, pero en contrapartida permite utilizar instalaciones de tratamiento primario ya existentes.

Ejemplos de explotaciones que han desarrollado esta alternativa son la Cantera de Orozko y la Cantera de Errigoiti, ambas de Cementos Lemona en Bizkaia. En ambos casos, el sistema se implanta sin ningún tipo de mecanización, el cual consistía en la carga del mineral en la base del pozo mediante pala sobre los volquetes que alimentan la trituradora primaria.

1.2.2 Alternativa 2

En la segunda alternativa, el mineral arrancado mediante perforación y voladura se carga mediante retroexcavadora o pala cargadora en la tolva de alimentación de una machacadora móvil, que se desplaza por el banco en explotación situándose siempre próxima al frente de arranque. El mineral ya

machacado se transporta por cintas hasta el emboquille de la chimenea. En la base de la chimenea, un sistema de cintas transporta por galería el mineral hasta la plaza de cantera y planta de tratamiento secundaria. Este método elimina totalmente el transporte por volquetes y es el más adecuado para canteras circulares, pudiendo emplearse el material de destierre en labores de restauración. Una variante del mismo, en canteras estrechas y de gran desarrollo longitudinal, puede ser emplazar la machacadora móvil próxima al emboquille de la chimenea y realizar el transporte en banco mediante volquetes. En este caso la primaria móvil cambia de emplazamiento al finalizar la explotación de cada banco.

Ejemplo de explotación que ha desarrollado esta alternativa es la Cantera de Aranbeltz que viene funcionando regularmente desde el año 2008. La chimenea se emboquilló a cota 887, con un diámetro de 4,04 m, 72° de inclinación y 104 m de longitud hasta la cota 789. Se realizó mediante raise boring sin revestimiento.

El material machacado por la primaria móvil es vertido mediante un sistema de cintas en la boca de la chimenea y conducido por misma hasta una tolva situada en una cámara en el nivel inferior, desde donde se evacúa al exterior mediante la acción de un alimentador vibratorio y una cinta transportadora.

La galería, situada a cota 770 tiene una longitud de 228 m, con una pendiente ascendente del 2,5% y una sección de 45 m2, (8 m ancho x 6 m de alto y cielo en arco).

Las dimensiones de la cámara donde se sitúa la tolva de descarga es de 14,5 m de ancho, 13,77 m de alto y 24 m de largo.

Figura 91. Emplazamiento del sistema de machaqueo, transporte por cinta y vertido a chimenea en la cantera de Aranbeltz.

1.2.3 Alternativa 3

En la tercera alternativa se realiza el transporte del mineral arrancado en cada banco mediante volquetes hasta la chimenea, donde desciende por gravedad hasta una cámara de trituración primaria en interior, a cota de plaza de cantera. El mineral machacado se transporta por cinta en galería hasta las instalaciones de tratamiento secundario. Esta alternativa presenta claras ventajas ambientales, al eliminar la generación de ruidos y polvo de la trituración primaria. En este caso, la infraestructura subterránea está formada por chimenea, galería y cámara, cuyas dimensiones dependen de la planta de trituración primaria a instalar.

Figura 92. Galería de transporte en la cantera de Apario.

Figura 93. Chimenea realizada con raise-boring.

A continuación se describen dos variantes del sistema en función del tipo de maquinaria de trituración primaria situada en el interior cámara, condicionando las dimensiones de la cámara. En la cantera de Apario se ha instalado un alimentador primario blindado de minería "Panzer" sin ningún tipo de tolva metálica, específico de minería subterránea, situado bajo el pozo, seguido de una trituradora horizontal. En la cantera de Alaiz se optó por instalar una planta convencional

Cantera de Apario: El conocimiento desarrollado en la explotación de las canteras a cielo abierto de Cementos Lemona que cuentan con este sistema culmina en el año 2006 con su desarrollo e implantación en la cantera de Apario mejorándolo con la última evolución técnica disponible, que consiste en la implantación de una instalación de trituración primaria de gran producción bajo el pozo que la alimenta directamente, con el objetivo de poder realizar posteriormente y de forma continua el transporte del mineral triturado directamente por cinta transportadora a las instalaciones ya existentes situadas a más de un kilómetro de distancia. De esta manera, una vez se alimenta con la roca volada la parte superior del túnel, todo el transporte posterior se realiza verticalmente por la propia gravedad del pozo y horizontalmente mediante cintas transportadoras.

La aplicación concreta del sistema en la cantera de Apario, permite la explotación a cielo abierto de una cantera con un desarrollo superior a tres kilómetros en horizontal y a 300 metros en vertical (desde las instalaciones principales productivas al extremo más alejado de la explotación), sustituyendo todas las pistas y los equipos de transporte necesarios para el acarreo del mineral por el sistema del pozo túnel y las cintas de transporte únicamente con un acarreo mínimo y totalmente horizontal por camión desde el frente de voladura hasta la parte superior del pozo.

En la cantera de Apario, el pozo cuenta con 154 metros de longitud en su máximo desarrollo, 72º de inclinación respecto a la horizontal y dispone de un diámetro de 4,4 metros. La altura de la cámara excavada es de únicamente 7 metros.

Figura 94. Puesto de trituración primaria en interior de cámara. Cantera de Apario.

Cantera de Alaiz: El proyecto de explotación planteaba la extracción de un volumen total de reservas de calizas del orden de 54 Mt, con un ritmo de producción de 2 Mt de calizas anuales, lo que permitía garantizar la vida de la explotación durante un período de aproximadamente 30 años, empleando para el transporte del material arrancado un sistema chimenea-galería que sustituyera al método de vertido utilizado entonces.

Obtenidas las autorizaciones necesarias, en al año 2007 se comienza a utilizar la infraestructura de transporte.

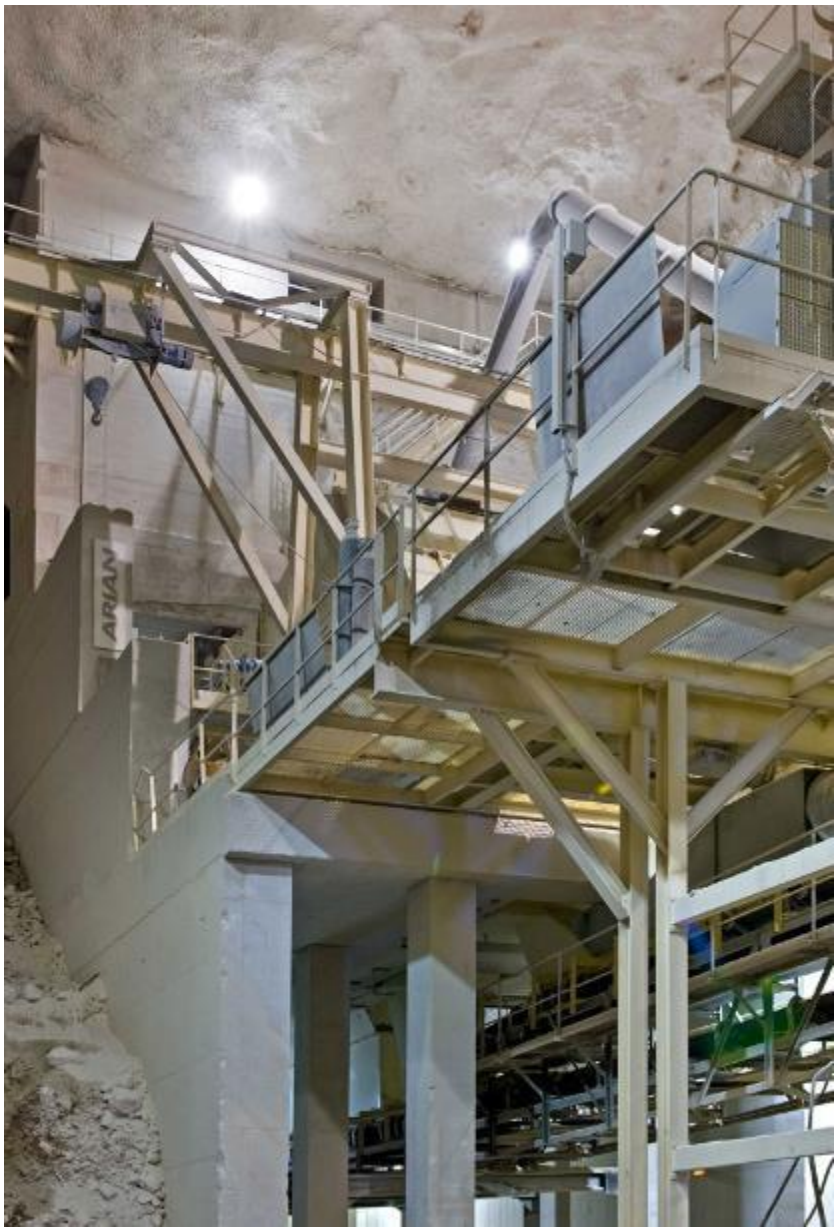


Figura 95. Puesto de trituración primaria en interior de cámara. Cantera de Alaiz.

La chimenea de transporte interior por gravedad se realizó creando una plataforma a cota 835. La chimenea tiene un diámetro de 4,75 m y una longitud de 207 m, desde la cota 835 hasta la cota 646, a la que se encuentra el techo de la cámara, con una inclinación de 70º. Está excavada en caliza y su base se encuentra en una cámara de 10x15x21 m que conecta con una galería de 137 m de longitud y 30 m^2 de sección, excavada a cota 625 en el talud 625/695 de la

plaza de cantera. La anchura de la galería es de 6 m y su altura de 5 m, con objeto de permitir el paso de vehículos junto con la instalación de la cinta de transporte. La situación de la cámara es perpendicular a la galería y está unida a la misma en el tramo final de ésta. La chimenea se realizó mediante raise boring y no va revestida.

1.3 Conclusiones

La ventaja del sistema chimenea-galería radica en la posibilidad de transportar grandes cantidades de mineral, salvando elevados desniveles y reduciendo de equipos móviles o cintas transportadoras.

Su uso en explotaciones a cielo abierto, además, conlleva las ventajas de la eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente en canteras situadas en zonas de difícil orografía, así como del impacto visual y medioambiental que conllevan.

Se elimina el volteo entre bancos minimizándose las emisiones de polvo y CO_2 ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte y permite una explotación descendente en la que sólo hace falta un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar restaurados los bancos superiores terminados.

Permite la adopción de sistemas continuos de explotación en vez de discontinuos mejorando el rendimiento de la operación minera.

Los bajos costos unitarios de explotación obtenidos con el empleo del transporte por gravedad mediante sistemas chimenea-galería, permiten plantearse el beneficio de un yacimiento combinando la explotación a cielo abierto con la explotación subterránea en el caso de rocas industriales de elevado valor añadido, como pueden ser las materias primas para cementos o cales o, incluso, los áridos en aquellas regiones donde alcanzan un elevado valor y se transportan desde elevadas distancias hasta los centros de consumo.

2. Situación actual y límites de la explotación

Al ser un proyecto multidisciplinar los diferentes enfoques y posibilidades se han analizado desde un punto de vista de técnica minera en la que se han tenido en cuenta variable, operacional, técnica, de seguridad y viabilidad generando diferentes tipos de proyecto explotación. Posteriormente se han aportado los criterios medioambientales más adecuados para cada proyecto hasta consensuarse el proyecto definitivo, que es el que describimos a continuación.

El presente Proyecto se desarrollará abarcando una superficie total inicial de 377325,3 m^2 correspondientes al 27,1% de la superficie total de la Concesión Minera (139 ha).

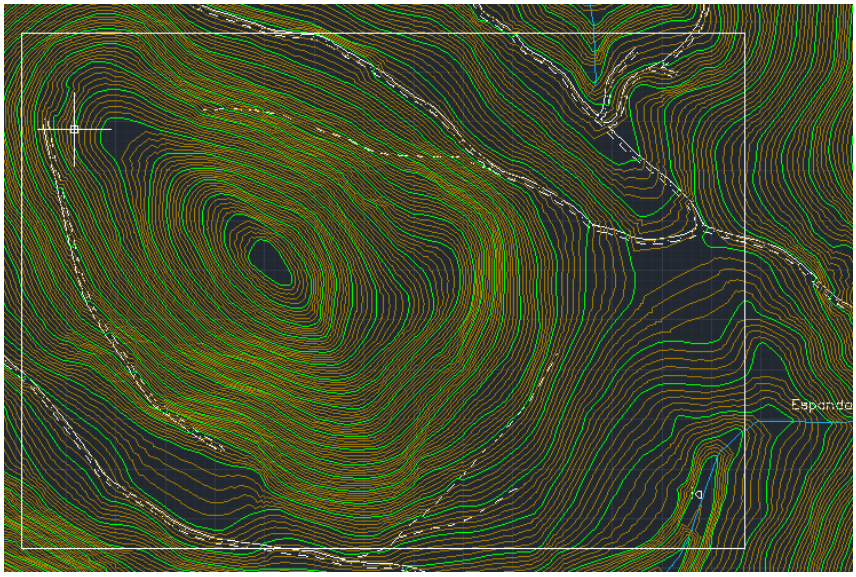


Figura 96. Perímetro y área de la explotación.

Total Superficie de Concesión	**139.29 ha**	**100%**
Superficie Explotación	37.73 ha	27.1 %
Superficie Restante	101.56 ha	72.9 %

Tabla 58. Distribución de superficie de concesión.

En el siguiente apartado se plantea y diseñan los requisitos de producción que desea obtener el promotor minero, dimensionando los medios materiales y humanos que serán necesarios emplear, así como proceder a estudiar la adaptación del yacimiento a la solicitación productiva requerida.

Se plantea una explotación a cielo abierto regulada como un aprovechamiento minero de la sección A de la Ley de Minas. A continuación se plantea un diseño de explotación que unifique criterios de operatividad, financieros, seguridad y medioambientales.

3. Criterios de diseño

Para el diseño del método y fases de explotación propuestos, se han tenido en cuenta cinco grupos de parámetros que intervienen en cualquier explotación:

- Estructurales: están íntimamente ligados a la disposición espacial o morfológica del yacimiento, e incluyen los límites y la disposición estructural de la masa caliza objeto de explotación.

- Geotécnicos: persiguen la estabilidad del hueco de explotación, y son función de la litología y estructura del macizo rocoso en explotación. Permiten definir la geometría de los taludes generales y de cara de banco admisibles en la explotación.

- Hidrogeológicos: persiguen la estabilidad de la propia mina así como eliminar cualquier afectación en las aguas subterráneas y superficiales.

- Operativos: de dimensionamiento de la explotación para que los equipos puedan moverse en condiciones de efectividad y seguridad.

- Medioambientales: desde las primeras fases de realización del proyecto se adoptan criterios de diseño que implican acciones minimizadoras de impacto, de modo que la actividad minera se desarrolle con la menor afección

posible a los seres vivos y al medio ambiente en general, sobre todo en los aspectos de:

· Reducción de la visibilidad

· Minimizar molestias las alrededor de la explotación.

· Inicio de las labores de restauración lo antes posible y acompasadas con el laboreo.

· Aplicación de minería de transferencia para el relleno de huecos.

El cálculo y simulación de los modelos de explotación se realizan apoyados en programas informáticos, tales como Autocad y Autocad CIVIL 3D.

El área de la concesión suma 139.29 ha. de terreno de naturaleza ofítica, en los cuales aflora y se desarrolla en profundidad un macizo rocoso de ofita, siendo 37.73 ha. la superficie total del hueco generado por la explotación proyectada.

4. Método de explotación

La morfología del material a extraer y la topografía del entorno hacen que el método más idóneo para la explotación de Cueto Pando sea el método de explotación por banqueo descendente con arranque mediante perforación y voladura aplicando el sistema chimenea – galería desde el inicio en la cota 530 (alternativa 3).

Por este método, se realiza el transporte del mineral arrancado en cada banco mediante volquetes hasta la chimenea, donde desciende por gravedad hasta la cámara de trituración primaria, a cota 430. El mineral machacado se transporta por cinta desde ésta cámara por la galería hasta las instalaciones de tratamiento secundario.

En este caso, la infraestructura subterránea está formada por chimenea, galería y cámara, cuyas dimensiones dependen de la planta de trituración primaria a instalar, de la cinta transportadora y de las dimensiones características para el tránsito de vehículos.

Figura 97. Explotación por chimenea - galería en Canteras de Alaiz, S.A.

Este sistema consistente en la implantación de una instalación de trituración primaria de gran producción bajo el pozo alimentada directamente, tiene por objetivo poder realizar posteriormente y de forma continua el transporte del mineral triturado directamente por cinta transportadora a las instalaciones secundarias en el exterior situadas a casi 400 metros de distancia. De esta manera, una vez se alimenta con la roca volada la chimenea, todo el

transporte posterior se realiza verticalmente por la propia gravedad del pozo y horizontalmente mediante cintas transportadoras.

La aplicación concreta del sistema en Cueto Pando, permite la explotación a cielo abierto de una cantera con un desarrollo superior a 500 metros a lo largo y a 200 metros a lo ancho en planta de la corta, sustituyendo todas las pistas y los equipos de transporte necesarios para el acarreo del mineral, por el sistema de pozo-túnel y las cintas transportadoras.

En Cueto Pando, la chimenea cuenta con 82,5 metros de longitud en su máximo desarrollo, 76° de inclinación respecto a la horizontal y dispone de un diámetro de 4 metros. La chimenea, que no va revestida, se ha realizado mediante el método de "raise boring", que consiste en realizar primero un sondeo piloto descendente de aproximadamente 350 mm. de diámetro y, posteriormente, con una cabeza escariadora, realizar en sentido ascendente el diámetro final. La cámara excavada se encuentra con un piso intermedio sobre el que cae directamente del pozo la roca volada a una tolva de alimentación que manda ésta roca a la instalación de trituración primaria situada 10 metros más abajo.

Figura 98. La chimenea parece "pulida" por el método Raise Boring.

La roca ya triturada sale a través de la cinta transportadora al exterior, por una galería de casi 350 metros de longitud y una sección de 67 m^2 con una anchura y altura de 8 metros, con objeto de permitir el paso de vehículos junto con la instalación de la cinta de transporte. Por motivos de seguridad, se proyecta una segunda galería auxiliar de longitud 370 metros y sección de 47 m^2, con un ancho de 5,3 metros y una altura de 8 metros, con objeto de garantizar una segunda salida y por si se diese el caso improbable de colapso en la tolva de alimentación, permitirse el acceso a ésta de maquinaria auxiliar que triturara la roca.

Figura 99. Figura del método Raise Boring.

5. Parámetros de la explotación

Según lo recogido en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, se relacionan a continuación los criterios específicos que tienen una mayor entidad dentro de la explotación proyectada.

Berma de trabajo

Las plataformas de trabajo serán siempre lo suficientemente amplias para permitir que la maquinaria maniobre en condiciones de eficacia y seguridad, manteniendo una anchura de berma mínima de 30 m, de acuerdo a lo establecido en la ITC 07.1.03. La plataforma de carga tendrá una anchura mínima de 30 m para permitir la maniobra y circulación holgadas de la maquinaria y de los vehículos de transporte, evitando que se aproximen innecesariamente al frente de arranque. La anchura final de las bermas será de 14 m., tal y como se puede ver en los planos, facilitando el acceso a los bancos y servirá como área de protección en caso de que hubiera algún desprendimiento de los bancos superiores.

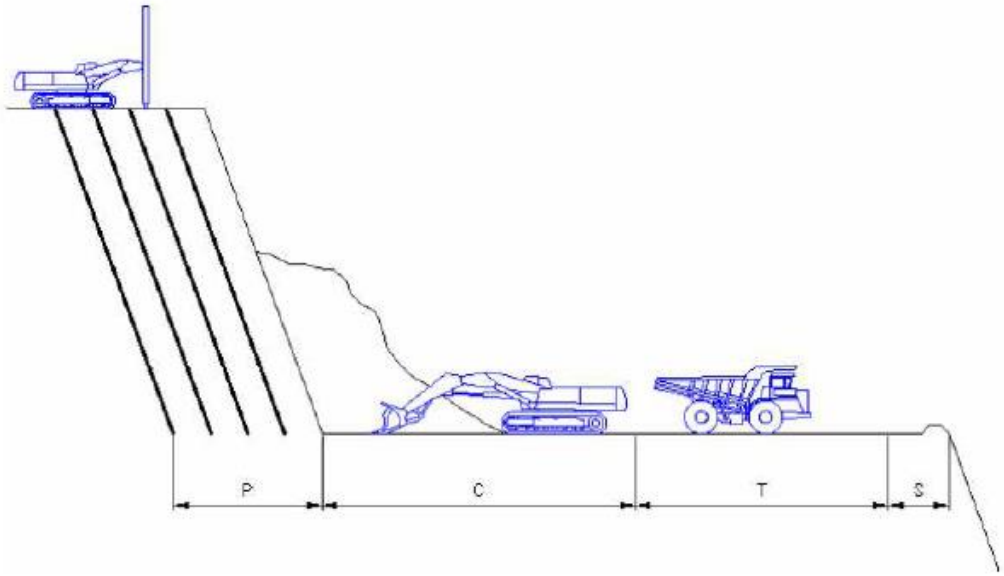


Figura 100. Esquema de dimensiones de una plataforma de trabajo.

Altura de banco de trabajo

La altura máxima de los bancos de trabajo en la explotación proyectada, es de 10 m con objeto de minimizar el impacto visual y favorecer su posterior apantallamiento mediante revegetación. Las distintas cotas de las bermas serán,

en excavación 490, 480 y 470. Las alturas citadas serán también las de la situación final de los bancos.

Número de banco

El número total de bancos viene condicionado por la diferencia entre la cota superior de la corta 490 m. y la cota del fondo de la misma 460m. Así, y teniendo en cuenta que los bancos en el macizo de ofitas tendrán 10m de altura, el número total máximo de bancos será de 3.

Longitudes de los bancos

Según la cota del banco su longitud variará de modo que el banco más largo es el que se sitúa a cota 490 con una longitud total de 1100 m. A medida que se profundiza la corta las longitudes de los bancos disminuyen hasta un mínimo de 900 m.

Talud de cara de banco

El talud de cara de banco en explotación será de 76° dado que para una altura de 10 metros, este tipo de pendientes están totalmente justificadas.

Anchura y pendiente de las pistas

Este proyecto plantea la apertura de varias pistas descendentes con una pendiente del 10% y una anchura de 9 m para las pistas de un solo carril, que según lo dispuesto en la ITC.07.1.03, para un camión cuyo ancho es de 4 m, la anchura mínima pista de 1 carril con barrera es la siguiente:

- ANCHO DE PISTA 1 CARRIL= 1 + 1,5A + 2 = 9 m
- ANCHO DE PISTA 2 CARRILES= 3A + 2 = 12 + 2 = 14 m

Pista perimetral

Permitirá el acceso a la corta. Su trazado es amplio y permite la máxima visibilidad en todo su recorrido, que se iniciará en la explanada situada a 448 m de cota, que es la zona de acceso a la explotación y finalizará en la cota 538, situación más de la zona a explotar. Según la explotación avance, la cota más alta va disminuyendo hasta su cota definitiva establecida en 490 m. El cometido de dicha pista es esencialmente la circulación de la maquinaria y vehículos de mantenimiento para acceder a la explotación, así como el futuro acceso para mantenimiento en la consolidación de la restauración. La construcción de esta pista de desarrollará en la fase inicial de la explotación. La pendiente transversal será la suficiente para garantizar una adecuada evacuación de agua de escorrentía y la pendiente media longitudinal será 10%.

Pista de acceso a la explotación

Se procederá al acondicionamiento del camino de acceso actual desde su conexión con la carretera CA-711 hasta el límite Noroeste de la explotación.

Circulación interna

El resto de los accesos a bancos, internos en la cantera, serán mediante rampas temporales, y cumplirán las pendientes de acuerdo a las características de la maquinaria móvil sin sobrepasar el 20% de pendiente los accesos.

Parámetros Geométricos	
Cota máxima en coronación	490m
Cota fondo de explotación	460m
Altura máxima de banco de trabajo	10m
Talud de banco de trabajo	76°
Anchura de plataforma de trabajo	30m
Anchura pistas de transporte (1 carril)	9m
Anchura pistas de transporte (2 carriles)	14m
Pendiente longitudinal media de las pistas	<10%
Pendiente máxima de las pistas	10%
N° de bancos totales generados en la	3
Talud general	46°

Tabla 59. Parámetros geométricos de la explotación.

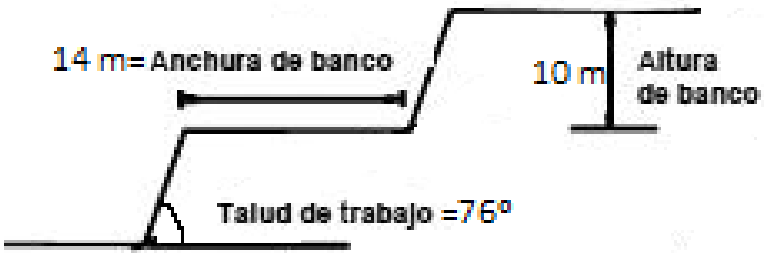


Figura 101. Croquis Conceptual de talud de banco de trabajo.

6. Cubicación de las reservas explotables

Para llevar a cabo la cubicación de reservas de roca ofita correspondientes al presente proyecto se ha partido de una serie de planos digitalizados, que corresponden a las siguientes fases y cotas:

- Galerías y Pozo
- Cota 530
- Cota 520
- Cota 510
- Cota 500
- Cota 490
- Cota 480

- Cota 470
- Cota 460

A partir de dichos planos, haciendo uso de medios informáticos, se han obtenido los Modelos Digitales del Terreno (MDT) para las diferentes cotas. La comparación de los MDT así generados permite calcular, mediante herramientas específicas del propio programa Civil 3D, las diferencias de volumen existentes entre cada par de situaciones sucesivas entre las cotas indicadas y que permiten dar idea de la situación de la cantera en dicha fase, obteniéndose así el volumen de material bruto extraído en cada cota de explotación.

Cálculo de Reservas			
Material extraido en cada estadio (m^3)	**Desmonte (m^3)**	**Terraplen (m^3)**	**Neto (m^3)**
Galerías y Pozo	33608,227	0	33608,227
Cota 530	52445,6	20052,15	32393,45
Cota 520	97729,56	78,86	97650,7
Cota 510	238959,87	244,56	238715,31
Cota 500	467726,36	715,39	467010,97
Cota 490	798103,79	1549,95	796553,84
Cota 480	684478,32	10,76	684467,56
Cota 470	476404,18	0	476404,18
Cota 460	284769,49	0	284769,49
		TOTAL	***3111573,73***

Tabla 60. Cálculo de reservas.

Las reservas totales brutas explotables calculadas dentro del hueco de explotación proyectado son de 3.111.573,73 m^3 de ofita, es decir, 9.023.563 t.

7. Ritmos y fases de la explotación

7.1 Ritmo de explotación

El ritmo de explotación será constante a lo largo de todos los años de vida de la explotación, exceptuando el primer año destinado en parte a la preparación de las labores iniciales (realización de la explanada, galerías, pozo, pista de acceso), a partir de la cual se obtendrá una producción anual media de:

Producción anual	
Volumen extraído	100.000 m3
Toneladas extraídas	290.000 t
Toneladas vendibles (96%)	278.400 t
Toneladas estériles	11.600 t

Tabla 61. Producción anual de la explotación.

7.2 Secuencia de explotación

La duración prevista para el proyecto de explotación es de 30 años, por lo que se ha secuenciado en fases que se describen a continuación:

Plan de Labores				
Fase	**Año**	**Denominación**	**Volumen Bruto extraído en m^3**	**Volumen Bruto extraído en t**
1	1º	Labores Preparatorias (Túnel, Cámara,Pozo, acceso a cota 530)	66.001,677	191.404
2	2º	Explotación a Cota 520	100.000	290.000
3	3º	Explotación en cota 510	100.000	290.000
4	4º	Explotación en cota 510	100.000	290.000
5	5º	Explotación en cota 510 e inicio de labores en cota 500	100.000	290.000
6	6º a 10º	Explotación en cota 500 e inicio de labores en cota 490	500.000	1.450.000
7	10º a 20º	Explotación en cota 490 y corta en 480	1.000.000	2.900.000
8	20º a 30º	Explotación hasta cota 460 m	1.000.000	2.900.000
	TOTAL 30 años		**2.966.001,677**	**8.601.404**

Tabla 62. Plan de labores previsto.

FASE 1. LABORES PREPARATORIAS

- Se vallará el perímetro de toda la explotación y se señalizará con carteles que advierten del peligro por maquinaria pesada, el uso de explosivos y la prohibición de la entrada a personal no autorizado.
- Desbroce y retirada de tierra vegetal de las zonas iniciales de trabajo.
- Se acondicionará la pista general de acceso existente actualmente y se construirá las pistas de acceso a la explotación que llegará hasta la plataforma que se generará a cota 448m. Se procederá también a la apertura de frentes de explotación, concretamente se iniciará la explotación con la apertura del Frente Noreste.
- Puesta en marcha de instalaciones móviles y servicios, que en un principio se situarán en la plataforma situada a cota 448 m.
- Con el material obtenido en estas labores previas y en las primeras voladuras se explanará el área inicial de instalaciones.
- El periodo que será necesario para realizar las labores preparatorias es de 1 año.
- El volumen de ofita a extraer suma un total de 66001,677 m^3 (191.404 t)

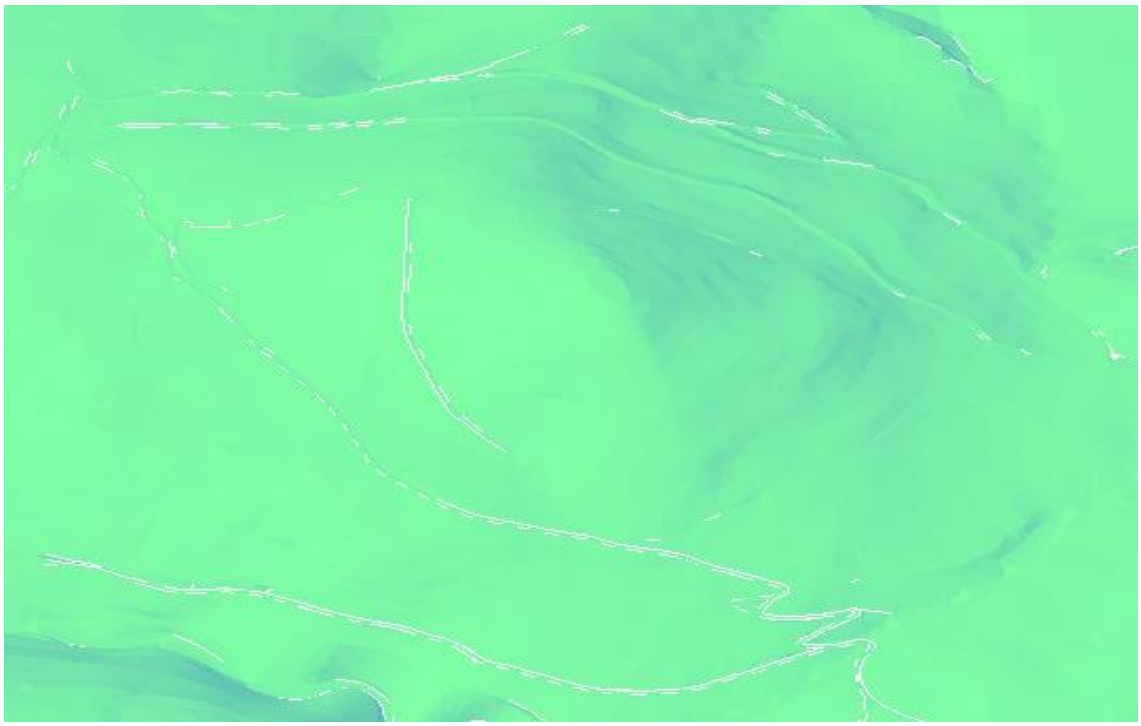


Figura 102. MDT del Estado Inicial (Terreno Natural).

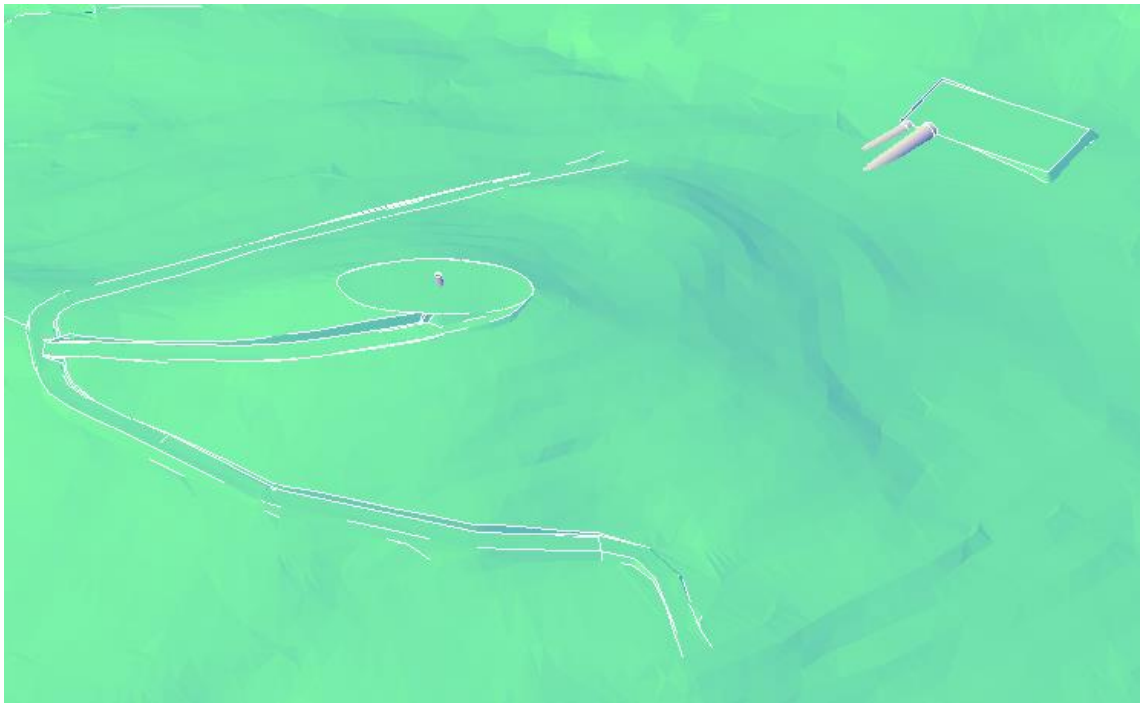


Figura 103. Fase 1. Labores Preparatorias (Túnel, cámaras, Pozo, accesos).1º año.

En la plataforma desarrollada, se situará la plaza de la explotación, donde irán los polvorines, tolvas de distribución, casetas, báscula y todo lo necesario para la explotación. Esta, se sitúa a cota 448 m y tiene unas dimensiones de 50 x 100 m^2.

FASE 2

- Desbroce, retirada y apilamiento de la tierra vegetal del área a explotar.

- Se avanza en el frente Noroeste, hasta alcanzar la cota 520 m. Los materiales acopiados en la fase anterior y los derivados en esta fase serán transferidos a la vaguada adyacente al perímetro de la explotación, que servirá de escombrera durante los trabajos de la explotación.

- La Fase 2 se realizará en un periodo de 1 año.

- El volumen de ofita a extraer es de 100.000 m^3 (290.000 t)

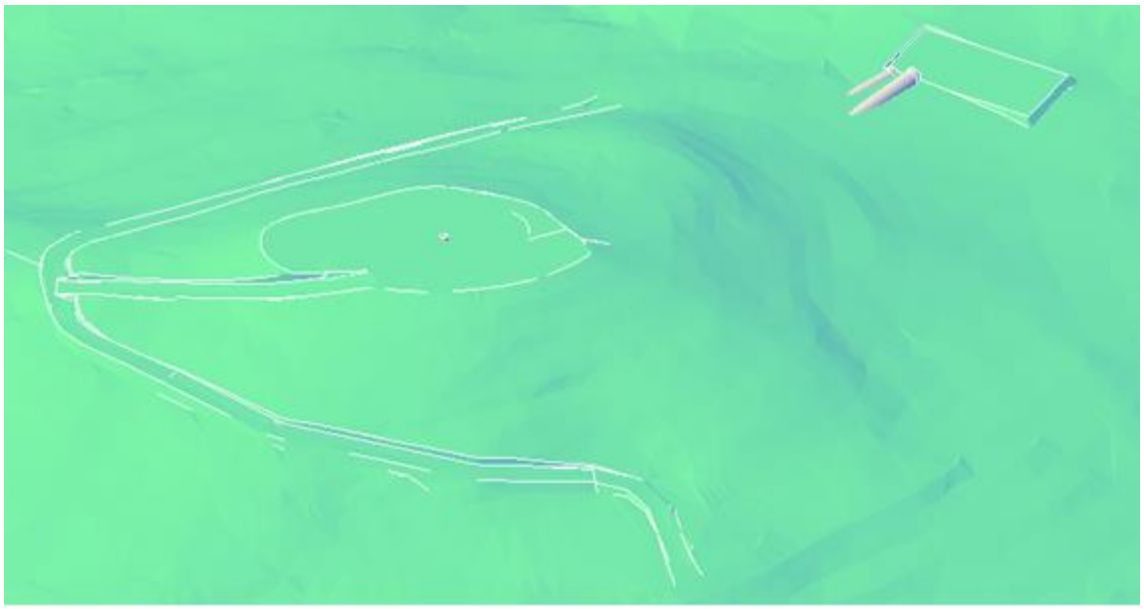


Figura 104. MDT Fase 2 (cota 520)

FASE 3

- Se procederá al avance en la cota 510 m
- Esta fase tendrá un periodo de 1 año.
- El volumen de ofita a extraer es de 100.000 m^3 (290.000 t).

FASE 4

- Se procederá al avance en cota 510.
- Esta fase tendrá un periodo de 1 año.
- El volumen de ofita a extraer es de 100.000 m^3 (290.000 t).

FASE 5

- Se procederá al avance del frente hasta completar la cota 510 m y al inicio de las labores en cota 500.
- Esta fase tendrá un periodo de 1 año.
- El volumen de ofita a extraer es de 100.000 m^3 (290.000 t).

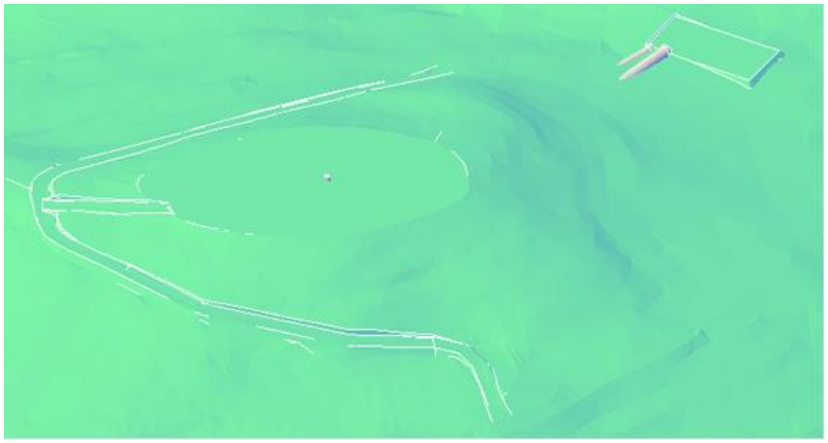


Figura 105. MDT Fase 5 (cota 510 finalizada).

FASE 6

- Se procederá al avance de la explotación en cota 500 y al inicio de las labores en cota 490.
- Esta fase tendrá un periodo de 5 años.
- El volumen de ofita a extraer es de 500.000 m^3 (1.450.000 t).

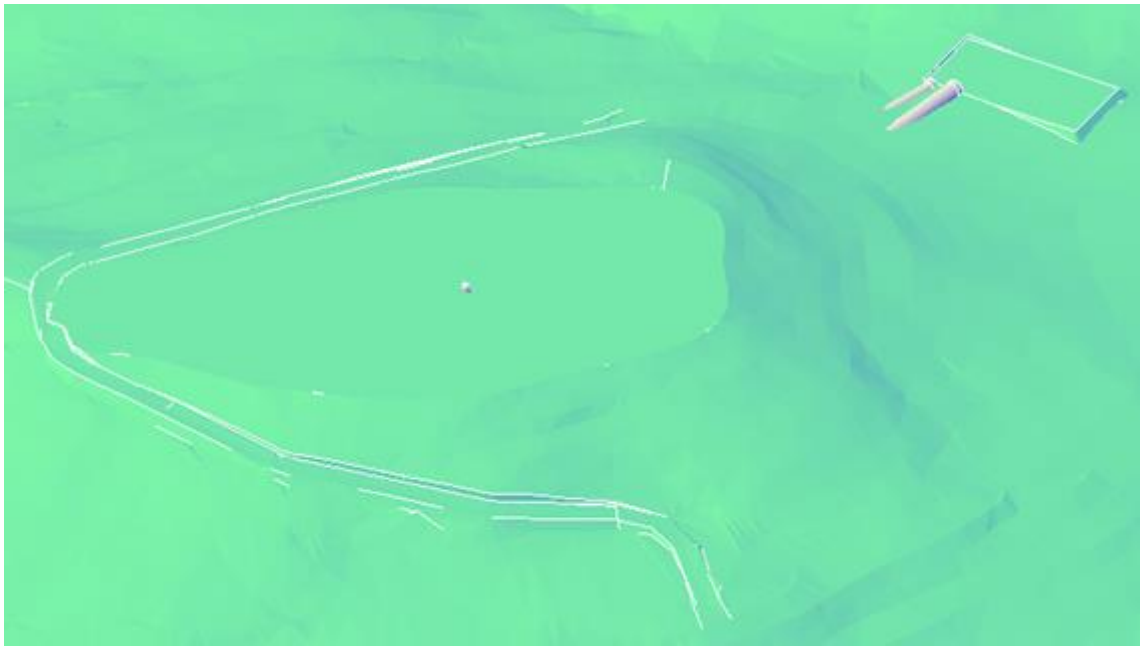


Figura 106. MDT Fase 6 (cota 500 finalizada).

FASE 7

- Se procederá al avance de la explotación hasta la cota final 480m
- Esta fase tendrá un periodo de 10 años.
- El volumen de ofita a extraer es de 1.000.000 m^3 (2.900.000 t).

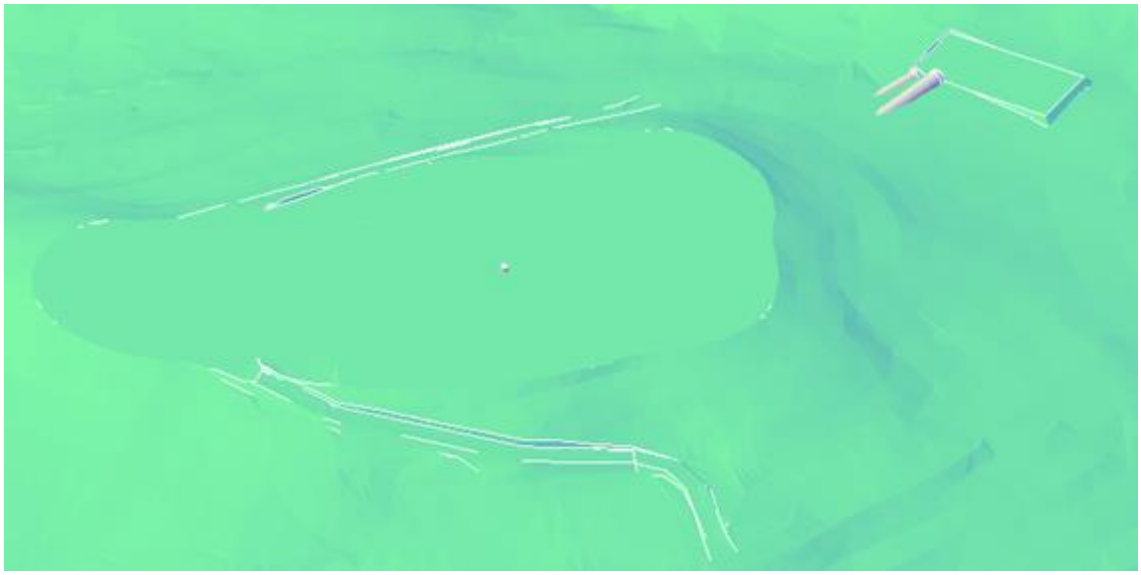
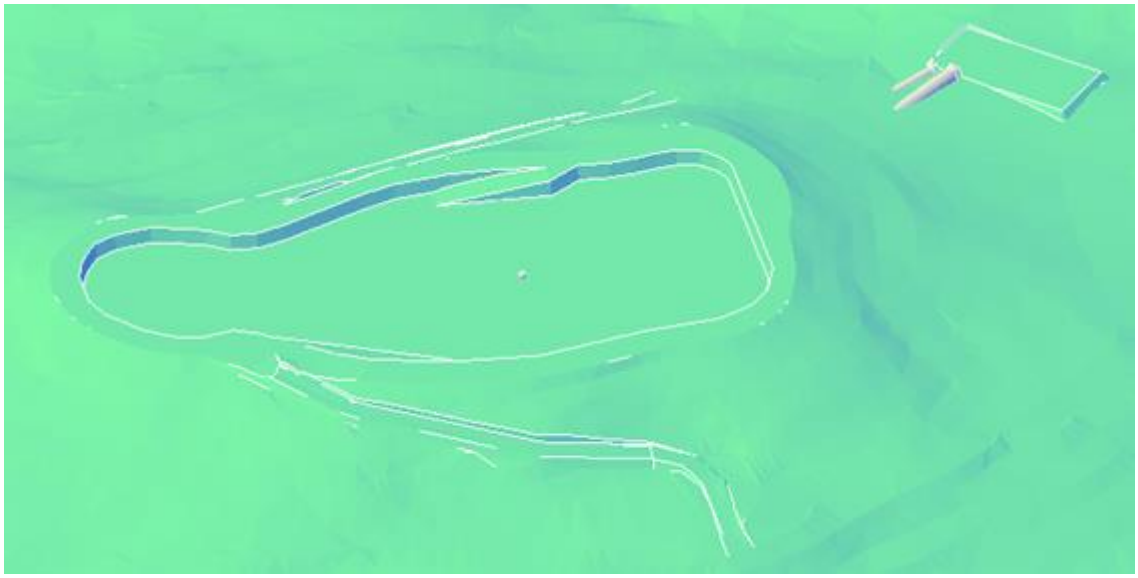


Figura 107. MDT Fase 7 (cota 490).



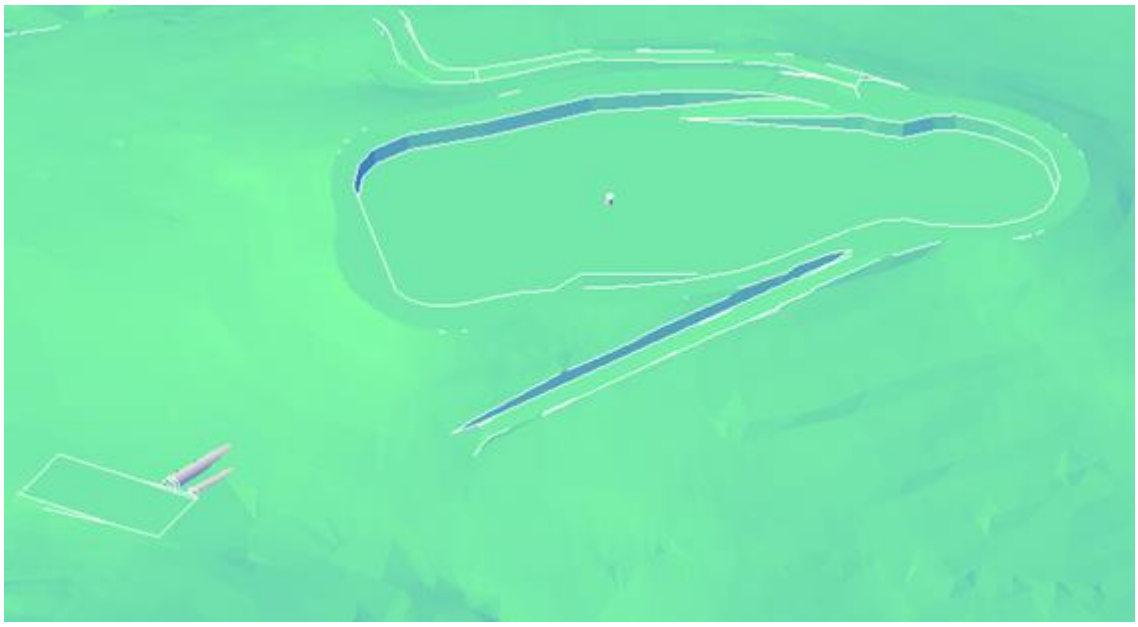


Figura 108. MDT Fase 7 (cota 480).

FASE 8

- Se procederá al avance de la explotación hasta la cota final 460 m
- Esta fase tendrá un periodo de 10 años.
- El volumen de ofita a extraer es de 1.000.000 m^3 (2.900.000 t).

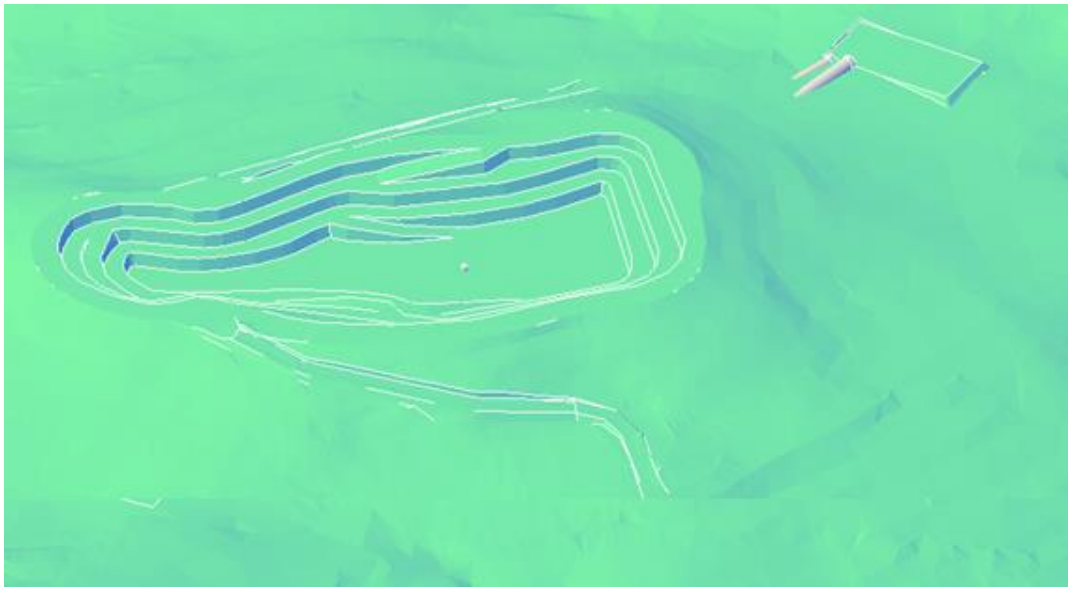


Figura 109. MDT Fase 8 (cota 460 Final vista sureste).

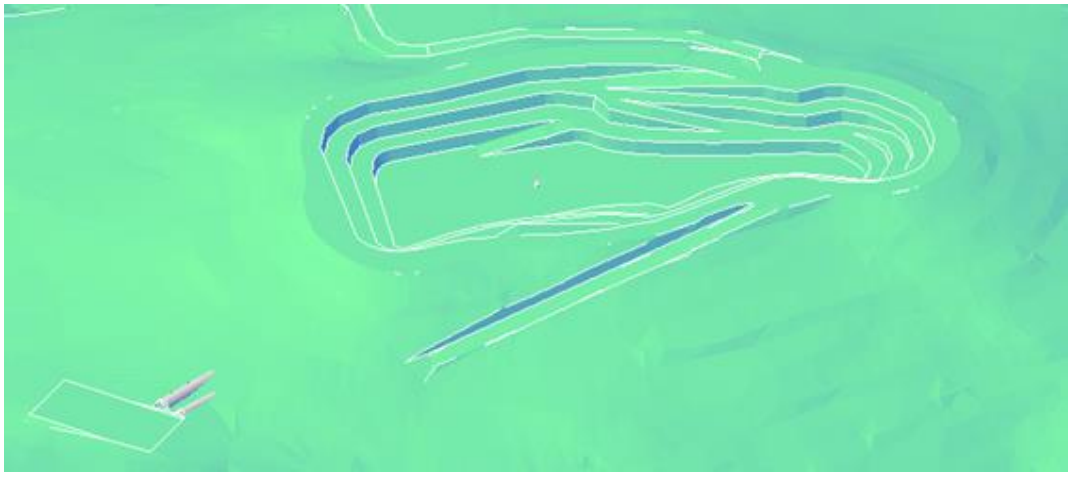


Figura 110. MDT Fase 8 (cota 460 Final vista noreste).

A continuación se muestra un resumen de la evolución de las fases desde la vista Suroeste:

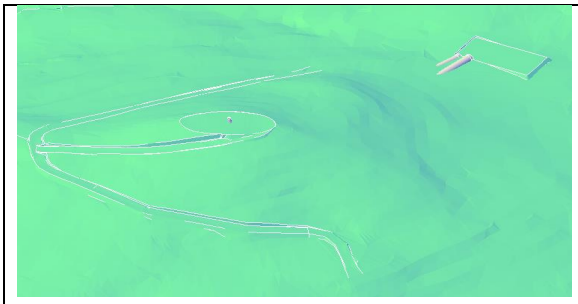
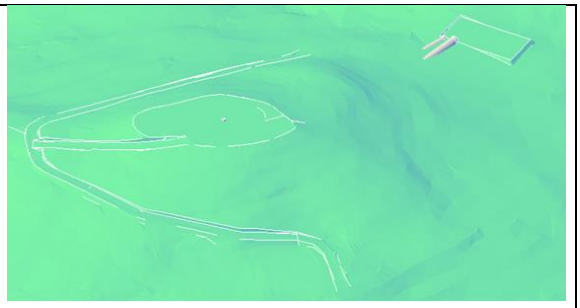
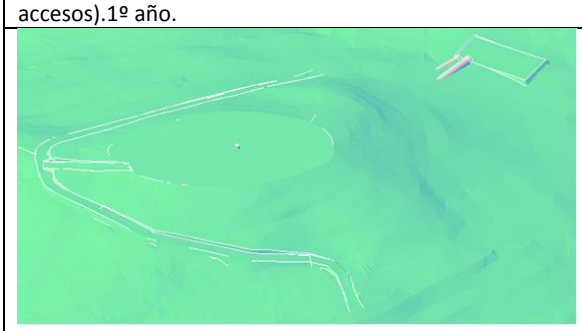
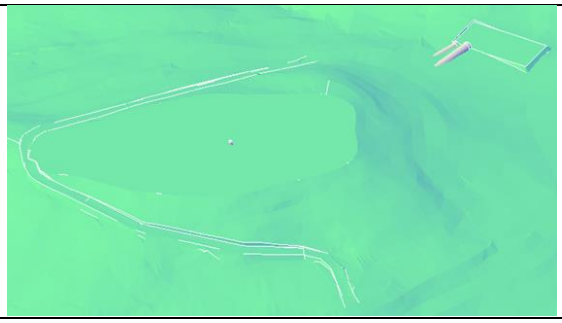
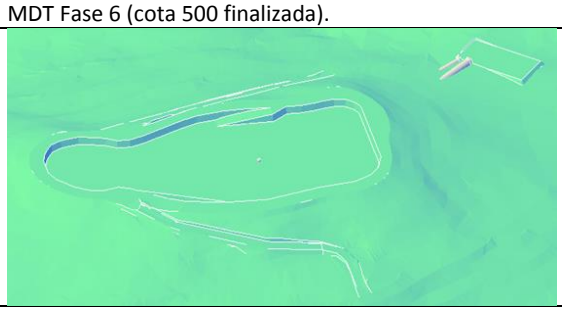
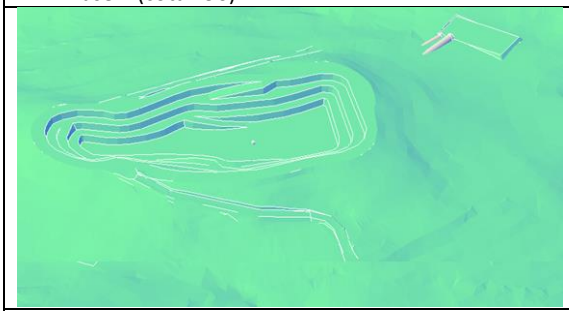
	
Fase 1. Labores Preparatorias (Túnel, cámaras, Pozo, accesos).1º año.	MDT Fase 2 (cota 520)
	
MDT Fase 5 (cota 510 finalizada).	MDT Fase 6 (cota 500 finalizada).
	
MDT Fase 7 (cota 490).	MDT Fase 7 (cota 480).
	
MDT Fase 8 (cota 460 Final vista sureste).	

Tabla 63. Resumen gráfico por fases de la explotación.

8. Datos operacionales de partida

8.1 Producciones anuales previstas

Se plantean unas producciones medias de 100.000 t/año y se establece grado de aprovechamiento de 95 % de acuerdo al conocimiento del lugar y a la experiencia que se tiene de explotaciones similares, al objeto de proceder con suficiente factor de seguridad a la hora de dimensionar la explotación.

El promotor nos solicita que la duración de la explotación del recurso sea el máximo periodo, que según los cálculos de cubicación realizados es de 30 años.

Con las premisas anteriores se realiza la tabla siguiente que dispondrá los volúmenes extraídos, toneladas, estériles producidos y toneladas vendibles anuales.

FASE	Denominación	Año	Todo-uno (m^3)		Estéril (m^3)		Árido Vendible (m^3)		Árido Vendible (t)	
			Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
1	**Labores Preparatorias (Túnel, Cámara,Pozo, acceso a cota 530)**	**Año 1**	**66001,7**	**66001,7**	**3300,1**	**3300,1**	**62701,6**	**62701,6**	**181834,6**	**181834,6**
2	**Explotación a Cota 520**	Año 2	100000	166001,72	5000	8300,1	95000	157701,64	275500	457334,6
3	**Explotación en cota 510**	Año 3	100000	266001,72	5000	13300,1	95000	252701,64	275500	732834,6
4	**Explotación en cota 510**	Año 4	100000	366001,72	5000	18300,1	95000	347701,64	275500	1008334,6
5	**Explotación en cota 510 e inicio de labores en cota 500**	Año 5	100000	466001,72	5000	23300,1	95000	442701,64	275500	1283834,6
6	**Explotación en cota 500 e inicio de labores en cota 490**	Año 6	100000	566001,72	5000	28300,1	95000	537701,64	275500	1559334,6
		Año 7	100000	666001,72	5000	33300,1	95000	632701,64	275500	1834834,6
		Año 8	100000	766001,72	5000	38300,1	95000	727701,64	275500	2110334,6
		Año 9	100000	866001,72	5000	43300,1	95000	822701,64	275500	2385834,6
		Año	100000	966001,72	5000	48300,1	95000	917701,64	275500	2661334,6

		10								
7	**Explotación en cota 490 y corta en 480**	Año 11	100000	1066001,7	5000	53300,1	95000	1012701,6	275500	2936834,6
		Año 12	100000	1166001,7	5000	58300,1	95000	1107701,6	275500	3212334,6
		Año 13	100000	1266001,7	5000	63300,1	95000	1202701,6	275500	3487834,6
		Año 14	100000	1366001,7	5000	68300,1	95000	1297701,6	275500	3763334,6
		Año 15	100000	1466001,7	5000	73300,1	95000	1392701,6	275500	4038834,6
		Año 16	100000	1566001,7	5000	78300,1	95000	1487701,6	275500	4314334,6
		Año 17	100000	1666001,7	5000	83300,1	95000	1582701,6	275500	4589834,6
		Año 18	100000	1766001,7	5000	88300,1	95000	1677701,6	275500	4865334,6
		Año 19	100000	1866001,7	5000	93300,1	95000	1772701,6	275500	5140834,6
		Año 20	100000	1966001,7	5000	98300,1	95000	1867701,6	275500	5416334,6
8	**Explotación hasta cota 460 m**	Año 21	100000	2066001,7	5000	103300,1	95000	1962701,6	275500	5691834,6
		Año 22	100000	2166001,7	5000	108300,1	95000	2057701,6	275500	5967334,6
		Año 23	100000	2266001,7	5000	113300,1	95000	2152701,6	275500	6242834,6

		Año 24	100000	2366001,7	5000	118300,1	95000	2247701,6	275500	6518334,6
		Año 25	100000	2466001,7	5000	123300,1	95000	2342701,6	275500	6793834,6
		Año 26	100000	2566001,7	5000	128300,1	95000	2437701,6	275500	7069334,6
		Año 27	100000	2666001,7	5000	133300,1	95000	2532701,6	275500	7344834,6
		Año 28	100000	2766001,7	5000	138300,1	95000	2627701,6	275500	7620334,6
		Año 29	100000	2866001,7	5000	143300,1	95000	2722701,6	275500	7895834,6
		Año 30	100000	2966001,7	5000	148300,1	95000	2817701,6	275500	8171334,6
Total			**2.966.001,7**		**148300,1**		**2.817.701,6**		**8.171.334,6**	

Tabla 64. Producciones anuales previstas.

8.2 Días laborables anuales y jornada laboral

Tal como recoge el BOC del lunes, 10 de Febrero de 2014, el total de horas laborales para el convenio de la construcción es el siguiente:

HORAS DE CALENDARIO		1.928 horas
HORAS DE VACACIONES	21dias x 8 horas	- 168 horas
HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2014)	2 días x 8 horas	- 16 horas
TOTAL HORAS		1.744 horas
DIAS DE PLUS CONVENIO=	241 días – 23 días de vacaciones =	218 días
HORAS DE LIBRE DISPOSICION		6 horas
TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo)		1.738 horas

Tabla 65. Días laborables anuales y jornada laboral .

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

ÉPOCA INVERNAL	
Periodo de trabajo	(Diciembre/Marzo)
Duración	4 meses
Días laborables	72
Coeficiente climatológico	90%
Coeficiente de asistencia/efectividad de producción	87 %
Jornadas de producción estimadas en el periodo	56 días
Duración Jornada laboral	8 horas/día
Horas de producción en el periodo	448 horas

Tabla 66. Días laborables anuales y jornada laboral , época invernal.

ÉPOCA ESTIVAL	
Periodo de trabajo	(Abril/Noviembre)
Duración	8 meses
Días laborables	146
Coeficiente climatológico	99%
Coeficiente de asistencia/efectividad de producción	99%
Jornadas de producción estimadas en el periodo	143días
Duración Jornada laboral	9 horas/día
Horas de producción en el periodo	1287 horas

Tabla 67. Días laborables anuales y jornada laboral , época estival.

En definitiva, de acuerdo con lo expuesto, en un periodo anual de 218 jornadas laborales, a efectos de dimensionamiento de las labores de producción se considera de forma conservadora:

N° días efectivos de producción al año	202
N° horas efectivas de producción al año	1735

9. Régimen de explotación

En el capítulo 9 de "Dimensionamiento de maquinaria minera" se expone la maquinaria y equipamiento imprescindibles para la implantación y desarrollo inicial de la actividad, de acuerdo con las solicitaciones de producción y con la distribución de los tajos de explotación.

Durante los años iniciales todo el equipamiento será de tipo móvil, no necesitándose ningún tipo de cimentación o estructura que los soporte. Este permite su fácil intercambio entre los frentes de explotación y su retirada cuando la actividad de la cantera exija los equipos fijos de tratamiento.

La operación en cantera se realizará con los medios que a continuación se describen.

- Arranque mecánico con retroexcavadora.
- Carga
- Transporte interno (en explotación)
- Tratamiento: trituración y clasificación
- Mecánica en general.
- Transporte comercial
- Perforación y voladura.

- Servicios de taller.
- Transporte comercial.
- Restauración de terrenos.
- Revegetación.

La mayoría de los trabajos se contratarán externamente a empresas especializadas que disponen de equipos que permiten dar continuidad a los trabajos con equipos suficientes.

10. Dimensionamiento de maquinaria minera

Una vez que se han determinado las cantidades, calidades y ritmos de las producciones a obtener y se han definido el método y la forma de obtenerlos, debemos proceder al dimensionado de la explotación, tanto en medios humanos como materiales, acordes con los ratios definidos.

Los datos básicos de partida para el cálculo de la maquinaria minera necesaria para llevar a cabo el laboreo de la explotación son los siguientes:

Producción anual	
Producción Anual	100.000 m^3
Días de trabajo anual efectivos	202 días
Nº relevos/día	1 relevo
Horas disponibles al año	1735 horas

Tabla 68. Datos de partido para dimensionamiento de maquinaria.

El diseño productivo que se ha realizado para el régimen normal extractivo, se ha basado en la existencia de un único frente de explotación, y la localización de la plataforma de trabajo que servirá como referencia. La distancia no superará los 500 metros, gracias al diseño de explotación con

chimenea, lo que exige la necesidad de dimensionar los medios materiales y humanos de acuerdo con ello.

Toda la maquinaria que se propone es usual en este tipo de explotaciones mineras.

10.1 Criterios de cálculo de maquinaria minera

En el cálculo de las producciones medias de los equipos que realizan el ciclo de explotación, se ha tenido en cuenta, tanto el ritmo de extracción anual, como las pérdidas de tiempo o retrasos característicos de cualquier operación, siendo los factores que finalmente configurarán la utilización efectiva los siguientes:

- Factor de eficiencia y organización
- Coeficiente de disponibilidad mecánica

10.1.1 Factor de eficiencia y organización

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

En la tabla siguiente, se especifican los coeficientes de eficiencia y organización típicos en explotaciones similares, que son los mismos que se van a aplicar a la hora de calcular los equipos.

EQUIPO	COEF. DE EFICIENCIA Y ORGANIZACIÓN %
Perforadoras	85
Palas cargadoras	90
Dumperes	95
Planta Tratamiento	90

Tabla 69. Rendimientos de eficiencia y organización por equipos.

10.1.2 Coeficiente de disponibilidad mecánica

Para el cálculo también se debe tener en cuenta la disponibilidad mecánica y la disposición de los equipos para actuar durante el tiempo programado, es decir, hay que considerar las pérdidas de horas de trabajo debidas a averías intempestivas y a reparaciones programadas y rutinas de mantenimiento. En la tabla siguiente se especifican los coeficientes de disponibilidad habituales en tales situaciones, los cuales han sido obtenidos de la experiencia adquirida en otras explotaciones.

EQUIPO	COEF. DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA %
Perforadoras	80
Palas cargadoras	85
Dumperes	90
Planta Tratamiento	85

Tabla 70. Coeficientes de disponibilidad mecánica por equipos.

Se expone a continuación la maquinaria y equipamiento imprescindibles para la implantación y desarrollo inicial de la actividad, de acuerdo con las solicitaciones de producción.

10.2 Perforación

Dadas las características mecánicas de la ofita (resistencia a compresión simple) determinadas en el estudio geotécnico, es necesario su arranque mediante perforación y voladura.

La perforación de los barrenos será realizada por carros perforadores, de desplazamiento sobre cadenas, con compresor y captador de polvo incorporados, con un diámetro de perforación de 3 pulgadas.

A continuación se calculan las horas necesarias anuales de perforación.

Producción anual	290000	t
Horas disponibles año	1735	horas
Coef. eficiencia y organización	85%	%
Coef. disponibilidad mecánica	80%	%
Horas disponibles por máquina	1179,8	horas
Velocidad de perforación	10	ml/hora
Altura de banco	10	m
Diámetro de los barrenos	3,5	' (88,9mm)
Piedra	3,69	m
Espaciamiento	4,6125	m
Inclinación	14	°
Sobreperforación	0,95	m
Longitud del barreno	11,41	m
Volumen arrancado por barreno	170,2	m3
Toneladas arrancadas	493,6	t
Rendimiento específico	43,3	t/ml
Producción horaria	432,6	t/hora
Horas anuales necesarias	670,4	horas
Factor de Seguridad	1,76	

Puesto que las horas anuales necesarias son menores que las disponibles, el cálculo es bastante conservador ante imprevistos que se alarguen en el tiempo.

10.3 Voladuras

El tipo de voladuras que se plantean en el presente proyecto para las producciones requeridas de la cantera, es considerado por la Autoridad Minera como "Voladuras especiales" por el consumo de explosivo.

El mineral a beneficiar se trata de roca ofita masiva en un macizo que obliga al uso de explosivo para su extracción, siendo una operación muy importante que afecta la actividad, tanto a factores externos, de seguridad y medioambientales, como internos que afectan al laboreo, rendimiento y productividad de la cantera.

Los criterios que han conformado el diseño de la voladura por orden de importancia han sido:

- Criterios ambientales: se plantea realizar voladuras tipo en diámetro 3,5 pulgadas.
- Criterios productivos: es necesario cumplir las cantidades requeridas que hagan viable la explotación y abastezca las necesidades del promotor.
- Criterios técnicos: se obtenga un tamaño de voladura acorde con el dimensionamiento que permita su carga con facilidad.
- Criterios de seguridad: las voladuras se han de realizar cumpliendo la normativa que garantice la seguridad de personas, fauna, flora e instalaciones.

10.3.1 Diseño de voladura tipo

Para diseñar la voladura según las necesidades extractivas de la cantera, se ha utilizado el método de cálculo de voladuras de diámetro medio (según

tablas del IGME). Todos los cálculos auxiliares están incluidos en la hoja Excel correspondiente.

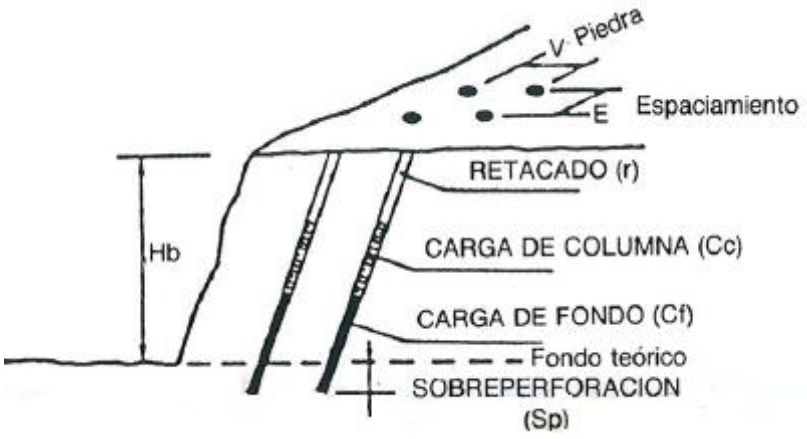


Ilustración 111. Variables de diseño en una voladura.

Langefors y Kihlstrom proponen la siguiente expresión para calcular el valor de la piedra máxima "V":

$$V = \frac{D}{33}\sqrt{\frac{\rho_f \cdot S_f}{c \cdot f \cdot \left(\frac{E}{V}\right)}}$$

Siendo:

- V=Piedra máxima en m
- D= Diámetro de perforación en mm
- ρ_f=Densidad del explosivo de fondo
- S_f=Potencia relativa del explosivo de carga en fondo
- c=Factor de la roca
- f=Grado de fijación (coef. Que depende del grado de inclinación de los barrenos)
- E/V=Relación entre la separación de los barrenos E y la piedra (V). Suele tomarse 1,25 aunque debe determinarse experimentalmente.

De este modo, con un diámetro de perforación de 4", determinada la goma como carga de fondo, la piedra queda:

$$V = \frac{D}{33}\sqrt{\frac{\rho_f \cdot S_f}{c \cdot f \cdot \left(\frac{E}{V}\right)}} = \frac{88{,}9}{33}\sqrt{\frac{1{,}1 \cdot 1}{0{,}4 \cdot 0{,}95 \cdot (1{,}25)}} = 4{,}1\ m.$$

Para compensar los defectos de emboquillado y desviaciones de perforación, por las exigencias de una mayor proyección en el caso de efectuar varias filas de barrenos, este valor debe reducirse en un 10%. Luego la piedra práctica es:

$V_{Práctica}$=0,9·V=3,69 m.

El espaciado viene dado por la relación preestablecida E/V=1,25. Por lo que:

E=1,25·V=4,61 m.

La longitud de perforación viene determinada por la siguiente expresión:

$$L_b = Sobreperforación + \frac{K}{\cos \propto} = 0{,}3V + \frac{10}{\cos(arctg\left(\frac{1}{4}\right))}$$

$$= 0{,}3 \cdot 3{,}69 + 10{,}3 \approx 11{,}41\ m$$

El esquema de perforación es:

$V_p \cdot E \cdot L = 3{,}69 \cdot 4{,}61 \cdot 11{,}41$

- Determinación de la carga de fondo

Determinación de la longitud de fondo:

L_F=1,3·V_P=1,3·3,69=4,80 m

Volumen ocupado por la carga de fondo:

$$V_F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_F = \frac{\pi \cdot 8{,}89^2}{4} \cdot 480 = 29794{,}4\ cm^3$$

La carga de fondo:

$$q_F = V_F \cdot \rho_F = 29794{,}4\ cm^3 \cdot \frac{1{,}1gr}{cm^3} = 32753{,}84\ gr$$
$$= 32{,}75\ kg\ de\ carga\ de\ fondo$$

- Determinación de la carga en columna

Longitud de la carga de columna

$L_C=L_{Barreno}-L_{Fondo}-L_{Retacado}=L_{Barreno}-1{,}3V_P-V_P= L_{Barreno} - 2{,}3V_P=11{,}41-2{,}3\cdot3{,}69=2{,}93$ m

Volumen de la carga de columna:

$$V_C = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_C = \frac{\pi \cdot 8{,}89^2}{4} \cdot 293 = 18187\ cm^3$$

Carga de columna:

$$q_C = V_C \cdot \rho_C = 18187 cm^3 \cdot \frac{0{,}8gr}{cm^3} = 14539{,}59\ gr$$
$$= 14{,}53\ kg\ de\ carga\ de\ fondo$$

- Carga Total del barreno

$Q = q_F + q_C = 32{,}75 + 14{,}53 = 47{,}28$ kg de explosivo.

- Consumo Específico de explosivo

C.E.(kg explosivo/m^3 roca volada) =
47,28/(3,69·4,61·10/cos(14°))=0,27 kg explosivo/ m^3 roca volada.

- Rendimiento de la perforación

$$Rto.perforación\left(\frac{m^3 roca\ volcada}{m\ perforado}\right) = \frac{Volumen\ de\ roca\ volado}{Longitud\ de\ perforación}$$
$$= \frac{3{,}69 \cdot 4{,}61 \cdot 10}{11{,}41} = 14{,}9\ \frac{m^3 roca\ volcada}{m\ perforado}$$

- Perforación Específica

$$Perforación\ específica\left(\frac{m\ perforado}{m^3 roca\ volcada}\right)=\frac{1}{Rto.perforación}$$
$$=\frac{1}{14{,}9}=0{,}07\frac{m\ perforado}{m^3 roca\ volcada}$$

Tabla resumen:

CÁLCULO DE VOLADURA			
PIEDRA	V_p	3,69	m
ESPACIAMIENTO	$1{,}25 \cdot V_p$	4,61	m
SOBREPERFORACIÓN	$0{,}3 \cdot V_p$	1,11	m
RETACADO	V_p	3,69	m
LONGITUD DEL BARRENO	L_b	11,41	m
LONGITUD CARGA FONDO	L_F	4,80	m
LONGITUD COLUMNA	L_C	2,93	m
CARGA FONDO	Q_f	32,75	Kg
CARGA COLUMNA	Q_c	14,53	Kg
CARGA TOTAL	Qf+Qc	47,28	Kg
CONSUMO ESPECÍFICO	$Q_T/(E{\cdot}B{\cdot}H/\cos\beta)$	0,27	Kg explosivo/m3 Roca
CONSUMO ESPECÍFICO (gr explo/ton. Roca)	$C.E{\cdot}10^3/\rho_{Roca}$	92,97	gr explosivo/ton Roca
RENDIMIENTO PERFORACIÓN	VR/Lbarreno	14,91	m3 volados/m perforado

Datos de entrada	
Diámetro por perforación	88,9 mm
Inclinación barrenos	0,97
Ángulo de barrenos (β)	14°
Altura de banco (H)	10 m
Longitud de los barrenos	11,41m
Nº de barrenos perforados	14
Densidad Roca (ρ)	2,9 Ton/m^3
Resistencia compresión simple	Dura

Tabla 72. Datos de entrada de la voladura.

Explosivo utilizado	
Carga de fondo	GELATINOSO
Diámetro cartucho (D_f)	70 mm
Longitud cartucho	500 mm
Densidad cartucho (ρ_f)	1,45 g/cm^3
Peso cartucho	2,5kg
Carga de columna	NAGOLITA
Diámetro cartucho (D_c)	75 mm
Longitud cartucho	490 mm
Densidad Carga columna (ρ_c)	0,80gr/cm^3
Peso cartucho	1,563 kg

Tabla 73. Características del explosivo utilizado en la voladura tipo.

Datos de salida	
Piedra	3,69 m
Espaciamiento	4,61 m
Longitud del barreno	11,41 m
Sobreperforación	1,11m
Retacado	3,69 m
Longitud total perforada	159,78 m
Número de filas	2

Número de barrenos por fila	7
Número total de barrenos	14
Volumen arrancado por barreno	170,16 m^3
Volumen total arrancado por voladura	2382,31 m^3
Carga de columna por barreno	14,53 kg
Carga de fondo por barreno	32,75 kg
Carga total por barreno	47,28 kg
Carga total voladura	661,98 kg

Tabla 74. Variables de la voladura tipo.

El cálculo del material arrancado por voladura en m^3 es de:

- Volumen de material arrancado= 170,16*14=2382,31 m^3
- Toneladas arrancadas totales= 2382,31 x 2,9 = 6908,7 t

La carga de fondo se cebará con detonadores Rionel MS 18 (14 ud.) y la carga superior con Rionel MS 20 (14 ud.) que irán conectados en la superficie por medio de conectadores Rionel SCX-17 y Rionel SCX-42.

El cálculo de material arrancado por voladura anualmente es:

- Volumen arrancado al año = 2382,3 * 202 / 5 (día laborables/semana) = 96245,324 $m^3 \approx 100.000\ m^3$
- Toneladas arrancadas al año = 100.000 x 2,9 = 290.000 t

Para cumplir con la producción anual establecida, una vez llegado a la fase de explotación continua (a partir del 2º año) y al mismo tiempo mantener una continuidad en la producción diaria de explotación de 495 m^3, se realizará UNA voladura a la semana.

Por último, el consumo anual de explosivo en fase de explotación será de:

- 661,98 kg/voladura * (202/5) semana/año *1 voladura/semana = 26744 kg/año.

10.4 Carga y transporte

Para la selección de los equipos y conocer el número necesario de cada uno de ellos, partimos de las siguientes condicionantes:

- **Producción anual**

Carga de material a transportar anualmente es de 290.000 t.

- **Producción diaria**

Por tanto el abastecimiento diario es 290.000 (t/año)/(202 días/año)=1435,65 t/día , o en volumen sería 495 m^3/día.

- **Producción horaria**

En conclusión, el abastecimiento hora sería 1435,65 (t/día) / 8 (horas/día) = 179,45≈180 (t/hora) ó en volumen que representaría 62 (m^3/hora).

- **Distancia media** de transporte desde el punto de carga hasta descargue por la chimenea en las instalaciones es de 500 m, para el cálculo de tiempos.

10.4.1 Palas cargadoras

Partiendo de los condicionantes anteriores, dentro de la gama de palas cargadoras de ruedas disponibles actualmente en el mercado, se ha optado por aquellas que sean capaces de dar dicha producción al máximo rendimiento posible. Serán las encargadas de cargar los dumpers en el frente. Para ello será necesaria 1 pala cargadora frontal tipo:

PALA CARGADORA HITACHI ZW550 o similar	
Capacidad del cazo	8,3 (m^3)
Factor de llenado	90%
Densidad del todo-uno ofita	2 (t/m^3)
Capacidad real del cazo	10,2 t
Producción anual necesaria	290000 t
Numero de cazos necesarios	28431 cazos
Ciclo por cazo	1,66 (min/cazo)
Horas necesarias de maquina /	786 horas

Tabla 75. Características de la pala cargadora.

En la plaza de cantera es necesario mover los productos finales de la planta de clasificación a los lugares de acopio y cargar sobre camión los productos finales para su distribución a los puntos de consumo. Además puede resultar necesaria como maquina auxiliar de carga en explotación. Para cumplir con estas funciones será precisa 1 pala cargadora:

PALA CARGADORA HITACHI ZW550

Ilustración 112. Pala cargadora HITACHI ZW550.

10.4.2 Retroexcavadora

Para el dimensionamiento de la pala retroexcavadora, el objeto principal es que ésta necesite de 3 a 6 cazos para llenar el dumper que trasladará la roca a la planta de tratamiento desde la cantera. Para ello se necesitará una pala retroexcavadora del tipo:

PALA RETROEXCAVADORA HITAchi ZX520-3 o similar	
Capacidad del cazo	2,8 (m^3)
Factor de llenado	90%
Densidad del todo-uno ofita	2 (t/m^3)
Capacidad real del cazo	8 t
Tiempo ciclo de cargue y vertido	1 min
Producción anual necesaria	290.000 t
Numero de cazos necesarios	36250 cazos
Ciclo por cazo	1,66 (min/cazo)
Horas necesarias de maquina / año	1002 horas
Producción horaria necesaria	180 t/hora
Producción horaria teórica de la máquina	480 t/hora
Producción horaria real de la máquina (90%)	432 t/hora

Tabla 76. Características de la retroexcavadora HITACHI ZX 520-3.

De acuerdo a la condición de producción horaria necesaria y a la producción horaria real de la máquina, ésta es apta con un factor de seguridad conservador para posibles imprevistos.

RETROEXCAVADORA HITACHI ZX520-3

Ilustración 113. Retroexcavadora HITACHI ZX 520-3.

10.4.3 Dumpers

Para el cálculo de dúmpers se considerarán como número mínimo necesario 3 unidades, con objeto de no parar todo el ciclo en caso de avería y optimizar el cargue. Hay que tener en cuenta, que los dúmperes recorrerán la distancia antes señalada, tanto cargados como vacíos a una velocidad media de 15 km/h y les ocuparán 1,5 minutos las maniobras de vaciado y vuelco, y 0,5 minutos las maniobras de posicionamiento para el cargue, teniendo en cuenta que se emplearán 4 minutos en la carga del dúmper y 4 minutos será el tiempo medio de recorrido (2 min ida + 2 min vuelta), el ciclo de carga, por lo que el ciclo total de carga y transporte hasta el punto de tratamiento será de 11. 7 minutos.

Ciclo Total Dumper = $t_{ida}+t_{posicionamiento}+t_{carga}+t_{vuelta}+t_{descarga}$= 2min + 0,5min + 4min + 2min + 1,5min = 10 min.

Para una producción horaria de 180 t/h el número de dumpers es:

Dumper Bell B40D o similar	
Velocidad de circulación	15 km/h
Carga media dumper	32 t
Numero de cazos necesarios para carga	4 cazos
Tiempo de ida	2 min
Tiempo maniobras de aproximación al cargue	0,5 min
Tiempo de carga	4 min
Tiempo de vuelta	2 min
Tiempo maniobras de vaciado y vuelco	1,5 min
Total ciclo	10 min
Viajes/ hora	6 viaje/h
Producción horaria teórica	192 t/h
Coef. De eficiencia y organización	95%
Coef. De disponibilidad mecánica	90%
Producción horaria real	164,1 t/h
Producción horaria necesaria	180 t/h
Unidades necesarias	1,1 ud

Tabla 77. Características Dumper BELL articulado B40D.

Por tanto la cantidad de unidades de Dumpers necesarias para los trabajos será de 2.

El camión que más se asemeja a nuestras necesidades es:

Camión Dumper BELL ARTICULADO B40D con capacidad de caja de 32 t.

Ilustración 114. Dumper Bell articulado B40D

10.5 Maquinaria auxiliar

Las operaciones descritas anteriormente exigen unos equipos auxiliares que básicamente realizarán las siguientes funciones:

- Martillo rompedor hidráulico ARDEN AB 4052 apto para las características de la retroexcavadora. El martillo será necesario en la retroexcavadora en varias de las siguientes labores que realizará la máquina :
  - Labores preparatorias.
  - Ejecución de pistas y accesos.
  - Retirada de tierras para la restauración.
  - Rotura de bolos.
  - Saneo de frentes.

Ilustración 115. Martillo hidráulico

- Vehículo todo-terreno para servicios auxiliares y transporte de personal.

10.6 Trituración y clasificación

El proceso general de tratamiento es el siguiente:

El material procedente del arranque directo mediante perforación y voladura, es recogido por medio de la retroexcavadora de potencia media y transportado por volquetes hasta la chimenea de descarga donde el material acopiado en la galería, con ayuda de una pala cargadora es cargado en la tolva para el inicio del tratamiento primario. En este punto, el material menor de 90 mm es descartado mediante una criba para su posterior uso en labores de relleno. El pasante mayor de 90 mm es sometido a proceso de trituración mediante machacadora de mandibulas obteniéndose un material de hasta 170 mm. El material tratado por la planta primaria es trasladado mediante cinta transportadora para su posterior tratamiento secundario en las instalaciones exteriores.

Para las producciones exigidas, se requieren equipos cuya capacidad de producción ronde 300 t/hora. Dependiendo de las circunstancias de explotación, se recurrirá a un equipo similar al siguiente:

- Equipos móviles: Durante el primer año de explotación el tratamiento se realizará con equipos de carácter móvil sobre orugas, ya que la cercanía de los frentes obliga a mover los equipos cuando se producen voladuras.

Ilustración 116. Equipo móvil de trituración.

- Equipos fijos: Una vez realizadas las infraestructuras que requieren el sistema chimenea-galería, se pretende instalar equipos fijos en la galería, con la capacidad de tratamiento de 300 t/h y por lo tanto con la capacidad de producción anual prevista. Estas instalaciones quedaran ocultas en el interior de la montaña con la consecuente reducción de contaminación acústica en el entorno.

Durante el primer año de explotación, el material obtenido del laboreo de la cantera será tratado en un proceso de trituración y clasificación mediante el uso de equipos móviles con capacidad para obtener producciones en el rango de 300 t/h.

Los productos obtenidos caen al suelo y son cargados con pala cargadora de ruedas sobre dúmper que los trasporta a la zona de acopio.

Estos equipos tienen la ventaja de poder desplazarse con el frente de explotación, siendo de fácil instalación pues solo necesitan de un lugar apropiadamente nivelado para su simple ubicación sobre su sistema de traslación. Su concepción móvil permite que el tratamiento se realice a pie de cantera, con la consiguiente disminución de molestias a las poblaciones más cercanas. Los modernos equipos garantizan con suficiente seguridad el nivel de producciones pretendidas.

No obstante, el rendimiento de los equipos mejora si la zona de molienda y clasificación es la misma y se eleva sobre el terreno permitiendo mayor altura de acopios disminuyendo los acarreos a acopios y facilitándose las labores de limpieza del conjunto.

La planta de tratamiento de áridos móvil, se situará en un principio en la explanada situada a una cota de 448 m.

10.6.1 Capacidades de trituración y clasificación

De acuerdo con la producción anual estimada, a continuación calcularemos la capacidad necesaria de la planta móvil.

Producción anual necesaria	**290.000 t**
Horas disponibles al año	1.735 Horas
Coef. de eficiencia y organización	90 %
Coef. de disponibilidad mecánica	85 %
Horas disponibles de la planta	1.327 Horas
Capacidad necesaria	219 t/h

Tabla 78. Capacidad de trituración necesaria.

En los inicios de la explotación, la trituración será llevada a cabo por un solo equipo de trituración. Para ello se ha seleccionado una trituradora móvil de impactos LOKOTRACK LT 110, la cual ofrece una producción máxima de 400 t/h.

El equipo LOKOTRACK LT 110 puede contar con una criba de dos pisos y cintas transportadoras de alta eficiencia. De esta forma, hacen posible la producción de hasta dos productos finales calibrados.

Ilustración 117. Croquis planta de trituración móvil.

En el momento que se consolide la producción y se disponga del espacio suficiente, se procederá a la elaboración de la instalación de la planta fija de trituración primaria constituida por los siguientes componentes:

- Tolva de recepción de 25 m^3 de capacidad.
- Precribador de barras
- Trituradora de mandíbulas Nordberg CT110
  - Abertura de alimentación 1.100x850 mm
  - Reglaje: 70 -170 mm.
  - Capacidad: 250 a 400 t/h.
  - Motor Caterpillar C-13 310 KW

- Cinta transportadora Trellex EP 315/3
  - Ancho de cinta 650 mm
  - Peso aproximado 8,2 kg/m^2
  - Espesor total 7,3 mm

- Cinta transportadora Trellex EP 500/4
  - Ancho de cinta 1000 mm
  - Peso aproximado 11,6 kg/m^2
  - Espesor total 9,8 mm

Ilustración 118. Cinta transportadora.

10.6.2 Descripción del proceso

El todo-uno, tras ser extraído mediante los equipos de arranque, es transportado por los camiones a la chimenea donde es volcado. Una vez alcanza la galería, es volcado sobre la tolva de recepción de 25 m^3 de capacidad. A partir de ahí pasa a un transportador de tablero metálico de paletas tipo "APROM" accionado por un motor de 20 C.V. La granza pasa a un precribador de barras con el objeto de desechar las tierras arcillosas y hacer una primera

selección de los materiales previa a la entrada en la machacadora de mandíbulas.

Los materiales comprendidos entre los 90 mm. y 1 m. pasan a la machacadora de mandíbulas "Nordberg CT110". El material de tamaño inferior a los 90 mm. es apartado de la línea de producción mediante una cinta transportadora EP315/3 de 650 mm.

De la machacadora se obtiene un material oscilante entre 0 y 170 mm. Dicho material sale por una cinta transportadora EP500/4 de 1000 mm. y que es transportado a la planta de tratamiento secundario en la explanada donde se separarán los diferentes tamaños obteniéndose el producto final para balasto con un tamaño entre 31,5 y 63 mm.

10.6.3 Almacenamiento de los productos obtenidos.

Una vez obtenidos los productos finales, se almacenarán diferenciándolos por su granulometría. Para tal fin, se dispondrá de un área de acopios situada en la explanada a cota 448 m.

La carga de los productos sobre camiones para su posterior expedición a los puntos de consumo se realizará con pala cargadora.

Anejo Nº13
Seguridad y Salud

Anejo 13. Seguridad y salud 346

1. Objeto del anejo de seguridad y salud 346

1.1.- Marco Legal. *347*

2. Características de la explotación 349

2.1-Descripción y situación. *349*

2.2.- Vida de la explotación y número de empleados *349*

2.3.-Interferencias y servicios afectados. *350*

2.4.- Unidades constructivas constituyentes de las actividades. *350*

3. Riesgos 351

3.1- Riesgos profesionales: *351*

3.2 Riesgo de daños generados a terceros. *352*

3.3. Prevención de daños a terceros *353*

4. Medicina preventiva 353

5. Órganos internos de seguridad 354

6. Prevención de riesgos laborales 354

6.1.-Medidas generales de seguridad para el personal en operación. *354*

7. Disposiciones internas de seguridad generales 355

7.1.-PLANOS. *355*

7.2.-ASPECTOS BÁSICOS. *356*

7.3.-INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS. *357*

7.4.-ACCIDENTES E INCIDENTES. *359*

7.5.-TRABAJOS.....361

7.6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (E.P.I.s).....362

7.7.-PROTECCIONES COLECTIVAS.....365

7.8.- SEÑALIZACIÓN.....367

7.9.-MAQUINARIA DE OPERACIÓN.....367

7.10.-DISPOSICIONES INTERNAS DE CIRCULACIÓN.....371

7.11.- INCENDIOS.....385

7.12.-ANDAMIOS Y PLATAFORMAS.....387

7.13.-MANIPULACIONES DE MATERIALES.....388

7.14.- ÁREAS DE EXPLOTACIÓN.....390

7.15.-ÁREA DE MANTENIMIENTO.....405

7.16.-OPERACIONES DE VOLADURAS.....425

Anejo 13. Seguridad y salud

1. Objeto del anejo de seguridad y salud

El presente anejo de seguridad y salud se realiza a fin de establecer las guías para la prevención de accidentes laborales y los riesgos de los que éstos se derivan, así como también los posibles daños a terceros. Se fijarán igualmente en este apartado las DIS, Disposiciones Internas de Seguridad para la cantera.

Todas estas directrices permitirán a la empresa garantizar el cumplimiento de sus obligaciones y responsabilidades en la prevención de los riesgos laborales. La seguridad en la explotación de las canteras está directamente vinculada a la calidad del diseño de las mismas, y el manejo y empleo de los equipos, la maquinaria, y los explosivos. Unas condiciones adecuadas en la operación suponen unos índices de accidentabilidad en proporción inversa a los de productividad, siempre que el personal empleado esté debidamente cualificado y concienciado de la importancia de su actitud en materia de seguridad. El análisis de la causa de los accidentes evidencia el alto grado de errores humanos generados a raíz de una inapropiada formación, pudiendo valorarse la importancia de las distintas causas y su incidencia en los accidentes con resultado de víctimas mortales. La mitad de los mismos presenta clara relación con cuatro motivos principales:

- Caídas o vuelcos con las máquinas, teniendo lugar en la mayoría de los casos en terraplenes o taludes.

- Caída de rocas y desprendimientos.

- Caídas desde las máquinas e instalaciones, con un 70% producidas en estas últimas, pudiendo señalar la presente como principal causa de accidentes no mortales, relacionados con resbalones en la subida o bajada.

- Aprisionamiento en las propias máquinas, móviles o elementos de las plantas de tratamiento, con incidencia en cada supuesto del 50%.

Al contrario de lo que pudiese parecer, los explosivos no son causa de gran número de víctimas mortales, si se compara su incidencia con las demás causas. Esto es probablemente debido a la existencia de una exigente normativa para su manipulación y empleo.

1.1.- Marco Legal.

Se deberán contemplar rigurosamente las disposiciones legales contenidas en los siguientes textos:

- Estatuto de los trabajadores.

- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71).

- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71).

- Comités de Seguridad e Higiene en el trabajo. (Decreto 432/71 de 11-3-71) (B.O.E. 16-3-71).

- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59).

- Homologación de medios y protección de los trabajadores (O.M. 28-8-70) (B.O.E. 29-5-74).

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M.20-9-73)(B.O.E. 9-10-73).

- Reglamento de Líneas Aéreas de Baja Tensión (O.M. 28-11-68).

- Reglamento de Explosivos (R.D. 2-3-78) (B.O.E 7-9-78). En caso de emplear explosivos, lo cual no está previsto.

- Estatuto del Minero.

- Reglamento de la Policía Minera y Mineralúrgica.

- R.G.N.B.S.M y las I.T.C que lo desarrollan

- Disposiciones Internas de Seguridad.

2. Características de la explotación

2.1-Descripción y situación.

La cantera de ofitas cuyo diseño es objeto el presente proyecto se localiza en Molledo, concretamente en el "Cueto de Pando".

Los principales puntos de actuación presentados en este proyecto son los siguientes:

Enlace con los accesos existentes, es decir, con la pista de concentración parcelaria, mediante la creación de una entrada a la cantera.

Retirada de la cubierta vegetal y acopio de la misma para su posterior empleo en la restauración.

Diseño de la cantera para su explotación.

Restauración de la misma.

2.2.- Vida de la explotación y número de empleados

La vida de la cantera se fija en catorce años.

2.3.-Interferencias y servicios afectados.

Por el planteamiento inicial de enlace entre la presente cantera y los accesos, se verá afectada la circulación por el tránsito de camiones en las pistas de concentración.

2.4.- Unidades constructivas constituyentes de las actividades.

Se optará por una metodología de trabajo basada en el arranque mediante el empleo de perforación y voladura, con el auxilio de una retroexcavadora, que desempeñará labores de limpieza de la plaza y carga principalmente. La adquisición de tres dumpers para el transporte y se considerará también la adquisición de un martillo hidráulico para acoplar a la retroexcavadora a fin de romper algún bolo cuyas dimensiones resulten excesivas. Por último, una pala cargadora que traslade los acopios.

El equipo se verá por tanto compuesto por:

- 1 Retroexcavadora.
- 1 Cargadora
- 3 Dumpers
- 1 Martillo Hidráulico.

3. Riesgos

3.1- Riesgos profesionales:

- Atropellos por maquinaria o vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caída a distinto nivel.
- Caída el mismo nivel.
- Desprendimientos de tierras.
- Polvo.
- Ruidos.
- Golpes contra objetos.
- Caída de objetos.
- Heridas debidas a elementos punzantes en manos y pies.
- Inundaciones

- Riesgos derivados del trabajo en condiciones meteorológicas adversas.
- Erosiones y contusiones resultado de la manipulación
- Riesgos de interferencia con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos en posturas inadecuadas.
- Riesgos derivados del trabajo sobre superficies mojadas.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Atrapamiento por la maquinaria.
- Riesgos debidos a agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendios.

3.2 Riesgo de daños generados a terceros.

Éstos aparecerán generalmente en relación al movimiento de maquinaria bien en el interior de la explotación o en sus inmediaciones.

3.3. Prevención de daños a terceros

Deberá señalizarse de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, debiendo tomarse las medidas de seguridad que en cada caso se prescriban. Deberán señalizarse así mismo todos los accesos naturales a la cantera, restringiéndose además el acceso a toda persona ajena a la misma mediante el empleo de los pertinentes cierres.

En caso de existir zanjas, se procederá al establecimiento del servicio de precaución y las señales de advertencia y aviso necesarias

4. Medicina preventiva

Botiquines: Se dispondrá de un botiquín con el material necesario especificado en la ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo. Se revisará mensualmente, realizando la consiguiente reposición de los elementos empleados.

Asistencia a los accidentados: Se deberá informar de la localización de la cantera a los distintos centros médicos (servicios propios, mutuas patronales, ambulatorios, mutualidades laborales,...) donde deban ser trasladados los accidentados para su rápida y efectiva atención.

Deberá disponerse de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para la atención de urgencias, ambulancias taxis, etc. Habrá de colocarse en sitio bien visible, facilitándose así una rápida gestión en caso de accidente.

Reconocimientos médicos: Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento inicial a fin de garantizar las óptimas condiciones para desempeñar su labor, que deberá ser repetido con periodicidad anual.

5. Órganos internos de seguridad

La explotación contará con un delegado de Seguridad e Higiene, que podrá unirse a un comité, y que deberá reunirse mensualmente.

6. Prevención de riesgos laborales

6.1.-Medidas generales de seguridad para el personal en operación.

Todo el personal está obligado a conocer y cumplir la Ordenanza de Seguridad e Higiene, la Ley y Reglamento de Minas, así como las normas y disposiciones de seguridad interna de su empresa las líneas sucesivas se

desarrollan las DIS por las que se regirá la cantera en aspectos internos de seguridad, constituyendo un elemento fundamental en la prevención de riesgos laborales. Cualquier aspecto que no quedase recogido en las mismas. Sería objeto de nuevas disposiciones a establecer por la Dirección Facultativa, debiendo contar con la aprobación de la autoridad competente. Se trata por tanto de una compilación abierta de preceptos para la correcta labor en la cantera. Se ha optado por reiniciar la designación decimal para simplificar el seguimiento de las mismas.

7. Disposiciones internas de seguridad generales

7.1.-PLANOS.

Se deberán tener disponibles para su uso los siguientes planos o croquis actualizados:

- Topográfico
- Generales de labores.
- General de red eléctrica.
- General de comunicación.
- General de red de aguas.
- General de transporte.

7.2.-ASPECTOS BÁSICOS.

1- Deberá existir una óptima señalización de la cantera, restringiéndose además el paso a personas ajenas mediante los correspondientes cercados.

2- Se prestará especial atención a los accesos, que deberán contar con la inclinación óptima.

3- La anchura de los bancos garantizará la correcta maniobra de la maquinaria

4- A la hora de construir las pistas se deberá tener en cuenta las características geométricas básicas de la misma, así como también el tipo de vehículos en circulación y la intensidad de tráfico.

5- Se tomarán las medidas pertinentes para reducir el polvo, tanto en el arranque, en caso de ser inevitable el empleo de explosivos, como en los puntos de notable generación y la planta de tratamiento, ajena a la presente cantera.

7.3.-INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS.

7.3.1 Es obligación de todos los mandos:

a) Los mandos deberán mostrar una conducta ejemplar de respeto a las DIS establecidas, ejerciendo una activa vigilancia del respeto de las mismas por parte del personal, y encargándose a su vez de comunicar por escrito a sus superiores las faltas contra ellas.

b) Deberán exigir al personal el empleo de las prendas y equipos de protección.

c) Habrá de proponer medidas de seguridad enfocadas a minimizar los riesgos en los distintos puestos.

d) Los mandos con personal a su cargo, serán responsables de garantizar la ejecución de las labores en las óptimas condiciones de seguridad, así como la observación de las mismas en los equipos que estén bajo

su tutela. Deberán encargarse de la gestión de recursos para el préstamo de primeros auxilios. Se ocuparán además de la formación y el adiestramiento del personal a su cargo en materia de seguridad.

7.3.2 Es obligación de todo el personal:

a) Al serles dadas las instrucciones, los operarios deberán exponer todas las dudas que les aparezcan, a fin de tener las mismas claras. Deberán mostrar especial interés por todos aquellos aspectos enfocados a reducir los riesgos.

b) El uso de los equipos y prendas de seguridad es obligado. Deberá comunicarse a los mandos la ausencia de dicho empleo en caso de darse en otros operarios.

7.3.3 Formación.

Todo trabajador deberá recibir en el momento de ingreso en la explotación una completa exposición de los procesos productivos y riesgos derivados de los mismos, además de las medidas de seguridad que deberá cumplir.

Se estudiarán las aptitudes y actitudes del personal, eligiendo a los más cualificados para recibir cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de tal manera que se disponga de algún socorrista en los tajos.

Previo al comienzo de nuevos trabajos de carácter específico, se deberá formar a los trabajadores que vayan a intervenir en los mismos tanto en los riesgos a que se enfrentarán, como en sus medidas de prevención.

7.4.-ACCIDENTES E INCIDENTES.

7.4.1 Notificación.

a) Si un operario se ve implicado en un accidente o incidente, deberá comunicarlo a su mando inmediato, que deberá informar a la Dirección.

b) La investigación de los incidentes y accidentes ha de ser causa común de mandos y operarios.

7.4.2 Actuación.

a) En el caso de darse un accidente con resultado de lesión, o incidente que comprometa de modo grave la seguridad del personal, deberá seguir las siguientes instrucciones.
b) Quien tenga conocimiento del suceso informará al mando inmediato, y en función del mismo informará al mando inmediato, y al servicio que deba repararlo, en función de la situación.

c) Cualquier mando está en la obligación de hacerse cargo de una circunstancia de este tipo, debiendo a su vez ser comunicado a la Dirección.

d) En función de la situación de los accidentados, el mando a cargo se hará responsable de organizar el traslado al servicio de atención médica más próximo si éste es requerido, a fin de ofrecerles un pronto auxilio, pudiendo disponer de todo el personal que considere oportuno

e) Se garantizará en todo momento la conexión mediante emisoras con las instalaciones de la Cantera Buenavista para la coordinación de

emergencias y reparaciones, por depender claramente en dichos aspectos de la misma.

7.5.-TRABAJOS.

7.5.1 Preparación de las labores.

Antes de iniciar el trabajo, los implicados en el mismo deberán tener claras las instrucciones, y habrán de revisarse los equipos y el emplazamiento a fin de garantizar las óptimas condiciones de seguridad.

7.5.2 Trabajos con maquinaria parada.

Al realizar trabajos relacionados con la maquinaria, como pueda ser la revisión, el mantenimiento, deberá prestarse especial atención a evitar riesgos de puesta en marcha imprevista de la misma.

7.5.3 Orden y limpieza.

Se deberá mantener el cuartel en adecuadas condiciones para el trabajo, señalizando las zonas que presenten riesgos particulares en caso de requerirse.

7.6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (E.P.I.s).

1. El empleo del casco de protección es extensivo a todas las personas que accedan a las labores, aún desempeñando su labor en cabina, o estando de visita. Es obligatorio en cualquier explotación del sector minero, extendiéndose además dicho precepto a las plantas de tratamiento y los talleres. Constituye sin duda el E.P.I de mayor importancia.

2. En función de las circunstancias en que se desarrollen los distintos trabajos, se emplearán los siguientes E.P.I.s:

   - El empleo de gafas, caretas transparentes o pantallas se hace obligatorio en aquellos casos que pudiesen implicar riesgo de proyección de partículas sólidas o líquidas, y en el caso de trabajar con productos químicos peligrosos, gases perjudiciales, o ante la existencia de peligro de deslumbramiento.

- Protección individual auditiva en las zonas en forma de auriculares cubreorejas o tapones es obligatoria en aquellas zonas donde el nivel de ruidos sea superior a lo permitido, que se indicarán mediante la señalización oportuna.

- Protección en los puestos con peligro de inhalación de polvo o gases.

- Protección de las extremidades en el caso de existir riesgo de lesión en las manos.

- Siempre que se trabaje a alturas superiores a los 2,5 metros, se emplearán arnés de seguridad para evitar la caída.

- En todos los puestos de conducción de maquinaria se emplearán cinturones faja.

- Se empleará guantes apropiados cuando se manejen materiales calientes, abrasivos, corrosivos o de tensión.

3. Se hará una evaluación de la necesidad de cada uno de estos equipos por parte del mando, que además vigilará que todo el personal cuente con los equipos necesarios para garantizar su seguridad.

4. Se evitará el pelo suelto y las prendas holgadas o susceptibles de enganche en caso de desempeñar su trabajo en puestos al alcance de elementos mecánicos móviles.

5. Deberá estar garantizada la disponibilidad y empleo de:

   - Cascos suficientes para garantizar el suministro a todas las personas que accedan a la explotación, tanto empleados como visitantes.

   - Guantes de uso general para el manejo de materiales mecánicamente agresivos.

   - Guantes de neopreno para el eventual trabajo con hormigón.

   - Guantes dieléctricos para los electricistas.

   - Botas de agua para los trabajos en zonas húmedas.

   - Botas de seguridad para los trabajos de arranque, carga y descarga.

   - Botas aislantes para los electricistas.

- Monos y buzos para garantizar el suministro a todos los operarios.
- Trajes de agua para casos de lluvia.
- Gafas antipolvo y contra impactos.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores acústicos.
- Polainas, manguitos y mandiles de soldador.
- Chalecos reflectantes para señalistas
- Cinturón porta-herramientas.

7.7.-PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico en viales, accesos y salidas de obra.
- Señales de seguridad en el tajo en función de los riesgos posibles.
- Cintas de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Jalones de señalización.
- Topes para los desplazamientos de camiones.
- Extintores para locales.
- Interruptores diferenciales en los cuadros y máquinas eléctricas.
- Riego en las zonas de importante generación de polvo.
- Vehículos provistos de las pertinentes señales acústicas y visuales de marcha atrás.

7.8.- SEÑALIZACIÓN.

Todo el personal está en obligación de conocer y respetar las distintas señales dispuestas en la cantera.

7.9.-MAQUINARIA DE OPERACIÓN.

7.9.1 Manejo de máquinas.

Solamente podrá manejar la maquinaria el personal autorizado que cuente con el pertinente carnet otorgado por organismo competente, o que se encuentre en fase de prácticas para la obtención del mismo y cuente con el pertinente permiso.

7.9.2 Puesta en movimientos de máquinas y vehículos.

1. Previo al inicio del movimiento de una máquina o vehículo, deberá garantizarse que el área de alcance de la misma o de los posibles apéndices móviles esté libre de personal.

2. Al subir o bajar de la maquinaria, se deben observar las siguientes precauciones: tener las manos y el calzado limpios de barro, grasa o aceite, manteniendo siempre tres puntos de apoyo repartidos entre la escala y la barandilla, disponiéndose de cara al equipo, y no empleando nunca los mandos como asideros. No se deberá saltar, ni bajar de la maquinaria con la misma en funcionamiento.

3. El operador siempre permanecerá sentado y con el cinturón de seguridad puesto. Ninguna persona no autorizada podrá estar presente en la cabina.

4. En el momento en que un operario inicie los trabajos con la maquinaria, revisará el correcto funcionamiento de la misma, prestando especial interés a todos los controles, su correcta posición y la presencia de señales o advertencias en los mismos. Tendrá que prestar también atención a ruidos no habituales.

5. El motor de arranque no se deberá accionar de modo continuo más de 30 segundos, y habrá de dejarse enfriando durante varios minutos, al menos 2, para así evitar el riesgo de incendios.

El arranque lo efectuará el personal autorizado, tras accionar la bocina. Se deberá revisar el correcto funcionamiento de todos los controles, vigilando sus indicaciones y prestando especial atención a ruidos extraños y no habituales

7.9.3 Medidas al finalizar el uso de la maquinaria:

1. La máquina nunca se abandonará con el motor encendido. El procedimiento de parada respetará las indicaciones del fabricante, liberándose de presión los circuitos, dejando los controles en la posición de parada y estacionamiento haciendo uso de los bloqueos existentes. Ante eventuales anomalías se dejará una nota.

2. Se aparcará siempre lejos del borde de un banco o del talud del mismo, evitando también áreas con peligro de inundación o en pendiente. En caso de necesidad ante este último caso, se bloqueará la maquinaria y se procederá al correcto calzado de la misma.

3. El equipo únicamente se podrá abandonar cuando esté totalmente parado, con los mandos bloqueados, sin saltar, y prestando especial atención al posible estado resbaladizo de los escalones y la barandilla.

7.9.4 Repostado.

1. El transporte de combustible se realizará en conformidad a las disposiciones establecidas en el Reglamento Nacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas, Real Decreto 2115/98 de 2 de Octubre.

2. Las operaciones de repostado se realizarán por los proveedores autorizados por los mandos.

3. Para repostar se deberá apagar el motor, las luces, se bajarán todos los implementos, y se evitará fumar, la apertura de llamas abiertas o el manejo de aparatos de telefonía móvil en un área de 15 metros en el entorno del punto de repostado.

4. En los puntos accesibles para los camiones cisterna, la carga de los depósitos se hará directamente de estos a la maquinaria, mediante gravedad o bombas. Si es imposible, el combustible se transportará en bidones hasta el punto de interés.

7.9.5 Baterías.

No se deberá fumar ni abrir fuego en las proximidades de una batería, y especialmente durante la revisión de la misma.

7.10.-DISPOSICIONES INTERNAS DE CIRCULACIÓN.

7.10.1 Normativa de aplicación y señalización

1. Se seguirán las normas vigentes de seguridad, salvo en aquellos puntos de la explotación que presenten contradicción con las mismas, debiendo prevalecer en tal caso lo dispuesto en la DIS.

2. Por las características de la circulación y el bajo índice de intensidad de la misma, únicamente se señalizarán las preferencias en cruces sin visibilidad, ateniéndose el resto a lo aquí expuesto.

3. Todo vehículo que acceda a la explotación deberá atenerse a las señales, y en caso de darse, al personal dispuesto para dirigir el tráfico.

7.10.2 Normas Básicas.

1. La atención será obligatoria y continua en la circulación por la explotación a fin de evitar accidentes y situaciones de peligro.

2. Los conductores y operarios podrán parar o modificar la velocidad a fin de evitar riesgos, como condiciones del mal firme o pésima visibilidad.

3. Se adecuará la velocidad a las condiciones de las superficies de las pistas (estado, grado de humedad…).

4. Al desplazarse en una máquina o a pie, el operario deberá saber a ciencia cierta que ha sido observado por el resto de personal circulante, y que conoce sus intenciones antes de iniciar una maniobra o un cambio de trayectoria.

5. Al desplazarse por las pistas los implementos de la maquinaria se dispondrán de tal modo que favorezcan tanto la visibilidad como la movilidad.

6. Al circular con maquinaria lenta (tractores de orugas, excavadoras hidráulicas, etc.) por pistas de tráfico general, el operador deberá conducir la máquina por la derecha y lo más próximo posible al borde para evitar dificultades al resto de máquinas. Previo al inicio de cualquier maniobra, el operario al cargo de la maquina lenta deberá cerciorarse de que las condiciones de circulación lo posibilitan.

7. Al circular cerca de otra maquinaria, personal, cisternas de combustible, instalaciones, etc., se circulará a velocidad baja, recurriendo a otros operarios para colaborar en la maniobra si así lo requiere.

7.10.3 Circulación bajo condiciones especiales de tráfico

1. En días en que la visibilidad y las condiciones del firme se vean claramente disminuidas, como en el caso de nieblas, lluvia, nieve, etc., la velocidad se reducirá hasta una adecuada para la circulación, debiendo aumentarse a su vez la distancia de seguridad. En este tipo de circunstancias los operarios garantizarán tanto su propia visión, como el ser visibles por el resto.

2. Deberá inspeccionarse con regularidad las luces del vehículo.

3. Si por la presencia de barro, se hace necesaria la limpieza del parabrisas, ésta se realizará tantas veces como sea necesario, no olvidando limpiar también las luces en el caso de mala visibilidad.

4. En caso de eventuales trabajos nocturnos, las luces del vehículo se deberán conectar por lo menos media hora antes de la puesta del sol y apagarse, como muy pronto, media hora después de amanecer.

7.10.4 Circulación con condiciones de tráfico particularmente peligrosas.

1. Se evitarán los adelantamientos siempre que sea posible. De efectuarse, deberá ser en tramo autorizado, con visibilidad, espacio y reserva de potencia suficiente.

2. En pistas con un talud al borde, deberá circularse lo más alejado posible del mismo, salvo que se estén efectuando tareas de mantenimiento, nivelación o similares en el mismo.

3. En pistas en que se estén desempeñando labores auxiliares, se podrá circular por la izquierda si se requiere. El conductor deberá tener control sobre el vehículo en todo momento, y aminorará la velocidad.

4. En pistas recién regadas se aminorará la velocidad y se emplearán todos aquellos dispositivos integrados en la maquinaria que mejoren la circulación.

5. Los operadores y conductores de vehículos ligeros deberán circular guardando distancias con los vehículos de transporte, para evitar posibles las consecuencias de caídas de material de los mismos.

Situaciones como las señaladas no están previstas como habituales.

7.10.5 Transporte de personal.

1. Sólo se transportará personal en vehículos adecuados, vigilando que no se superen las plazas del mismo.

2. Bajo ningún concepto se permitirá el transporte de personas en cajas de camiones, cazos de palas o excavadores o similares.

7.10.6 Prioridades de paso.

1. En caso de contradicción, las señales dispuestas prevalecerán sobre lo aquí dispuesto.

2. En aquellas zonas en que la preferencia no venga establecida por señales explícitas, se seguirán para su determinación las siguientes indicaciones:

    - La maquinaria de operación tendrá prioridad sobre cualquier otra (turismos, maquinaria auxiliar, 4x4, de supervisión…).

    - Los vehículos de transporte tendrán prioridad sobre en resto. Dentro de ellos, los pesados sobre los ligeros, y en igualdad de categoría, cargados sobre ligeros.

    - La cuba de riego se considera vehículo de transporte bajo todos los aspectos.

3. En el caso de obstáculos en las pistas (labores auxiliares,…), se seguirán las indicaciones anteriores. Para las no contempladas, tendrá preferencia el vehículo a cuya izquierda quede el obstáculo.

4. En las pistas exteriores de las explotaciones, los vehículos de transporte de personal tienen prioridad. En caso de cruzarse maquinaria con este tipo de vehículos en dichas pistas, lo preceptivo será que se aparte y detenga.

5. Ante las situaciones expuestas, al conductor al que se vaya a ceder el paso deberá dársele además la certeza de que tal cesión se va a realizar, para evitar así que deba aminorar su velocidad o detenerse.

7.10.7 Estacionamiento en la explotación.

1. Está prohibido dejar abandonados vehículos o maquinaria sin autorización.

2. Se prohibe estacionar vehículos en tajos de trabajo, pistas, y zonas de vertido. Igualmente queda restringido en todos aquellos puntos en los que se pueda interrumpir o perjudicar la correcta marcha de las labores. Debe tenerse en cuenta que el tráfico puede resultar

perjudicado tanto físicamente como estacionando en lugares en los que, a pesar de no suponer un estorbo, generen malestar en otros conductores.

3. Cuando se tenga que aparcar un vehículo, su conductor deberá respetar lo indicado anteriormente, y hacerlo en zona llana y que cuente con buena visibilidad, fuera de los carriles de circulación. Si el estacionamiento fuera a prolongarse, deberá avisar a un encargado preparar la adecuada señalización en el terreno.

4. Si se estaciona en una plaza de trabajo, se hará al menos a una distancia de 50 m de cualquier otra máquina aparcada en la misma. Únicamente quedarán exentos de esta norma los vehículos de servicio que, por su trabajo, deban aproximarse a una máquina. En ese caso se estacionarán donde sean visibles para el operador del otro vehículo, debiendo prestar especial atención a este aspecto.

7.10.8 Voladuras

7.10.8.1.- Manejo y utilización de explosivos

Antes de proceder a enunciar las disposiciones de seguridad a seguir en las diferentes fases de ejecución de las voladuras, es preciso, como disposición interna, indicar, que está expresamente prohibido realizar la carga de los barrenos mientras se efectúa la perforación, ya que en tal caso, existen riesgos

de detonación accidental del explosivo por contacto con los útiles y equipos de perforación.

7.10.8.2.-Disposición general de seguridad

Los trabajos de perforación, carga y disparo de los barrenos, estarán bajo control, supervisión y dirección de un TÉCNICO TITULADO, que actuará como DIRECTOR FACULTATIVO, de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica y Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Las voladuras basarán su desarrollo, en cuanto a cargas, esquema de tiro e iniciación, según las pautas marcadas en el Proyecto, previamente dictaminado por la autoridad minera.

No obstante, a criterio de la Dirección Facultativa, pueden introducirse modificaciones oportunas, siempre con la autorización de la Jefatura del Distrito.

Estas modificaciones señaladas, serán siempre preceptivas en su cumplimento, cuando se señalen por la propia Jefatura del Distrito.

7.10.8.3.-Medidas al transportar explosivos dentro de las instalaciones.

1. Asegurarse de que todo vehículo destinado a transportar explosivos reúne las condiciones exigidas por el organismo competente.

2. Llevar en los vehículos extintores de incendios, en lugares apropiados y de fácil acceso, debiendo conocer obligatoriamente el chofer y ayudantes su uso.

3. Impedir que la carga sobresalga y disponer de lonas de cubrición del explosivo en caso de lluvias.

4. Tener apagado el motor del vehículo durante las labores de carga y descarga de explosivos.

5. Verificar que la plataforma del vehículo sea compacta sin huecos ni fisuras.

6. Durante la carga y descarga de explosivos, solo podrán permanecer en las inmediaciones el personal autorizado a tal efecto, PROHIBIÉNDOSE CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD EN UN RADIO DE 50 METROS.

7. Nunca transportar de forma conjunta con explosivos materiales plásticos, combustibles o corrosivos.

8. No transportar los accesorios de las voladuras conjuntamente con los explosivos. El cordón detonante se considera incluido dentro de los explosivos industriales.

9. Nombrar a una persona responsable del movimiento y expedición de explosivos y accesorios.

10. Distribuir el explosivo a utilizar en la voladura y evitar la creación de pilas con grandes cantidades.

11. Colocar los detonadores en lugar alejado de la zona de carga.

12. Vigilar la zona de descarga de explosivos hasta su colocación en los barrenos y conexión de la pega.

7.10.8.4.- Medidas en el áres de voladuras

1. Limpiar el área de la voladura retirando las rocas sueltas, la maleza, los metales y otros materiales.

2. Determinar con estacas o banderines de colores llamativos la zona a volar e impedir el paso de maquinaria sobre la misma.

3. Comunicar al personal de operación de la realización de voladuras ese día.

4. Impedir el acceso a la zona señalizada y proximidades al personal ajeno a las labores de manipulación de los explosivos.

5. Reducir al máximo el equipo de personal de carga y nombrar a un responsable y supervisor.

6. Señalizar de forma correcta la ubicación de todos los barrenos.

7.10.8.5.- Medidas al preparar el cebo

1. Preparar los cebos de acuerdo con los métodos recomendados por los fabricantes de explosivos y comprobar que el iniciador está bien colocado dentro del cartucho.

2. Asegurarse que durante la carga no se ejerce tensión en los cables del detonador o en el cordón detonante y puntos de unión.

3. Insertar los detonadores dentro del orificio practicado en los cartuchos con un punzón adecuado para este propósito, que podrá

ser de madera, cobre, bronce o alguna aleación metálica que no produzca chispas.

4. No preparar con mucha antelación ni en cantidad mayor a la que se va a utilizar de inmediato los cebos. Tampoco realizar dicha operación en el interior de polvorines o cerca de explosivos.

7.10.8.6.- Medidas durante la carga de barrenos

1. Examinar cada barreno cuidadosamente antes de cargarlo para conocer su longitud y estado, usando para ello un atacador de madera, una cucharilla extractadora o incluso una cinta métrica.

2. Cortar del carrete el trozo de cordón detonante una vez que haya penetrado en el barreno, y antes de introducir el resto de la carga explosiva.

3. Evitar que las personas dedicadas a la operación de carga, tengan expuesto parte de su cuerpo sobre el barreno que está cargándose o estén colocadas en la dirección del mismo.

4. Prever siempre la posibilidad de peligro de electricidad estática cuando se efectúa la carga neumáticamente y tomar precauciones como la de colocar una línea de tierra. Con una baja humedad relativa en la atmósfera se aumenta el riesgo de electricidad estática.

5. Fijar el extremo del cordón detonante a una estaca de madera o roca para impedir su caída dentro de los barrenos.

6. Comprobar la elevación de la carga de los explosivos a granel, y tomar las medidas pertinentes en caso de presencia de huecos o coqueras en los barrenos que hayan podido detectarse durante la perforación.

7. No dejar explosivos sobrantes dentro de la zona de trabajo durante y después de la carga de los barrenos.

8. No cargar los barrenos con explosivos justo después de terminar la perforación, sin antes cerciorarse de que está limpio y no contiene piezas de metal o restos de accesorios calientes.

9. No deformar, maltratar o dejar caer el cebo dentro de los barrenos.

Tampoco dejar caer sobre ellos cargas pesadas.

10. NUNCA RECARGAR BARRENOS QUE HAYAN SIDO CARGADOS Y DISPARADOS ANTERIORMENTE.

7.11.- INCENDIOS.

1. Nunca se deberán encender fuegos en el entorno de sustancias combustibles, guardando cuidado de no durante el repostado.

2. Los operarios deberán conocer los sistemas de extinción, especialmente los vinculados a su puesto, y cual son las características del método más eficaz para cada caso de fuego.

3. Los operarios deberán revisar diariamente el precinto y correcto estado de la maquinaria con la que trabaja.

4. La premura en el caso de incendio es providencial, dado que los extintores únicamente son eficaces en los momentos iniciales del fuego. Por ello se actuará con la máxima rapidez.

5. En caso de incendiarse la ropa de un trabajador, nunca deberá correr. Se le cubrirá con mantas, o se revolcará en el suelo para apagar el fuego.

6. En incendios en habitáculos cerrados, tras desalojar los operarios, se actuará sobre la alimentación de aire, cerrando las vías de acceso del mismo con el fin de aislarlo, para así sofocar el fuego.

7. El acceso a locales en presencia de humo se efectuará con el equipamiento adecuado, y estando la Dirección en conocimiento y conformidad.

7.11.1 Prescripciones contra incendios de origen eléctrico.

1. En fuegos vinculados a la electricidad, se procurará cortar la corriente además de emplear el extintor adecuado.

2. Queda expresamente prohibido el empleo de extintores que tengan la indicación de no ser utilizados con corriente eléctrica, especialmente los de agua. Se utilizarán exclusivamente los de nieve carbónica o bien, de polvo seco.

3. Ante la duda, se deberá leer las indicaciones suministradas por los fabricantes del extintor, tanto de manejo como de contenido.

4. En caso de encontrarse el elemento o la instalación en tensión, deberá guardarse una distancia de seguridad entre el mismo y el extintor.

5. Nunca se deberá arrojar agua a mandos de control, conducciones eléctricas o depósitos de líquido ardiendo.

7.12.-ANDAMIOS Y PLATAFORMAS.

En aquellos trabajos en que se requiera el empleo de andamios, plataformas, escaleras, y similares, tanto los operarios como los mandos deberán asegurar la correcta sujeción y resistencia de los elementos para garantizar las óptimas condiciones de seguridad.

Nunca se emplearán escaleras con peldaños rotos, ausentes o defectuosos, y en el caso de ser de tijera, nunca se utilizarán en caso de faltar la cadena o dispositivo destinado a evitar súbitas aperturas.

7.13.-MANIPULACIONES DE MATERIALES.

Ante la manipulación de cargas, los implicados en el proceso y su supervisión valorarán el método e instrumental auxiliar más adecuado para realizar la tarea en óptimas condiciones de seguridad.

7.13.1 Manipulación de cargas pesadas.

1. Al levantar cargas se debe partir de la premisa de que los músculos que deben soportar el esfuerzo son los de las piernas, no los de las piernas, el abdomen o la espalda. No contemplar esto puede ocasionar, entre otras, lesiones lumbares.

2. Para sostener y transportar una carga se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

   - Prepararse para el esfuerzo, calentando piernas y/o brazos.

   - Fijar correctamente la postura de columna vertebral.

   - Realizar el levantamiento con el cuerpo lo más vertical posible, flexionando las piernas. Se buscará que sean éstas las que desarrollen el esfuerzo.

   - Utilizar el propio peso del objeto y el empuje del cuerpo a favor del movimiento.

3. Bajo ningún concepto se realizarán esfuerzos no razonables. Se buscará el medio o instrumental adecuado para dicha tarea.

7.14.- ÁREAS DE EXPLOTACIÓN.

7.14.1 Normas Generales: Operador de máquinas.

1. Solamente podrá manejar la maquinaria el personal autorizado que cuente con el pertinente carnet otorgado por organismo competente, o que se encuentre en fase de prácticas para la obtención del mismo y cuente con el pertinente permiso.

2. El operario tendrá una formación acorde a la máquina a manejar. Antes de utilizarla deberá conocer el manual de funcionamiento y sus cuidados.

3. Deberá mantener la máquina limpia, prestando especial cuidado a cristales, luces, instrumentación, controles y puntos de acceso como escalas, barandillas, etc., al subir o descender de las máquinas y al moverse por las plataformas de las mismas, deberán mantenerse tres puntos de apoyo entre asideros y peldaños.

4. Se asegurará de que el combustible, aceite, refrigerante, líquidos hidráulicos, engrase, etc., se encuentran dentro de los niveles correctos, en conformidad con las instrucciones del fabricante.

5. Antes de abrir totalmente el tapón del circuito de refrigeración, se asegurará de que la presión interna del mismo y la atmosférica, considerablemente menor, se igualen, aflojando lentamente el mismo.

7.14.2 Puesta en movimiento de la maquinaria para iniciar el trabajo.

1. Previo al ascenso a la máquina, el operador comprobará si existe algún obstáculo o persona en el radio de acción de la máquina o de alguno de sus elementos, susceptible de ser alcanzada por ello.

2. Hecho esto, emitirá sucesivas señales acústicas a fin de alertar de la maniobra iniciada.

3. Al comienzo del relevo, o al serle asignada otra máquina, el operario deberá atenerse al siguiente patrón de actuación, teniendo en cuenta:

    a. Los puntos indicados para la revisión preventiva que aparecen en el parte de trabajo. Las anomalías detectadas se anotarán en el mismo.

b. La disponibilidad del extintor y el buen estado de los precintos del mismo.
c. Que no existe ningún cartel de aviso de imposibilidad de arranque de la máquina.

7.14.3 Anomalías en el funcionamiento.

En caso de detectarse anomalía en el transcurso de la revisión preventiva,que impida el correcto funcionamiento de la máquina, el operador deberá para la máquina, avisar al Mando inmediato y rellenar el parte.

7.14.4 Máquinas en el trabajo.

1. Ninguna persona no autorizada podrá estar en la máquina o en el entorno de acción de la misma.

2. El remolcado de efectuará con cable o barra en buen estado, comprobando el Mando directo que su resistencia es adecuada ala solicitación. Deberá tenerse constancia de la operatividad de los frenos de la máquina a remolcar para garantizar el proceso en condiciones de

seguridad. Antes de iniciar la tracción, se tensarán los cables, procurando que nadie se encuentre en las proximidades.

3. Al tener que desplazar la máquina en espacios excesivamente confinados, se prestará especial atención a los elementos móviles de la máquina, recurriendo a la colaboración de otro operario si esta es necesaria para las maniobras.

4. Si se va a realizar un movimiento no habitual de la máquina, se deberá informar al resto de personal y maquinaria operante en su entorno mediante las correspondientes señales acústicas.

7.14.5 Finalización del relevo.

1. En la medida de lo posible se estacionará la máquina en zonas llanas, fuera de pistas y zonas que puedan sufrir inundación.

2. La maquinaria debe dejarse con el motor parado, todos los elementos móviles de la misma apoyados en el suelo y el freno de estacionamiento puesto.

7.14.6 Excavadoras.

1. En las maniobras de clara dificultad, el operador debe auxiliarse de un peón ayudante de excavadora que dirija la maniobra.

2. La carga de cualquier vehículo se realizará con el conductor en lugar seguro, con movimientos pausados y desde el lateral o parte trasera del mismo.

3. Está prohibido usar el cucharón como plataforma para elevar personas, dada la gran peligrosidad de dicha maniobra.

4. El cucharón permanecerá levantado el menor tiempo posible, no debiendo pasar nunca sobre personas o máquinas.

5. La descarga del cucharón sobre el volquete se realizará a la altura óptima, evitando golpes innecesarios, sobrecargas o posibles derrames del material, distribuyéndolo de modo racional y operativo sobre la caja.

6. De ser necesario el desplazamiento con el cucharón cargado, se llevará tan bajo como sea posible, de forma que la visibilidad y estabilidad sean correctas.

7. Las excavaciones en los bordes de un banco, bajo su nivel de emplazamiento, se realizarán evitando cargar material que pueda descalzar su asentamiento.

7.14.7 Medidas de seguridad durante el arranque.

- Previo al retroceso, deberá inspeccionarse la zona trasera, y avisar del mismo mediante señal acústica, por ejemplo la bocina, si la máquina no viene ya equipada con dicha señal.

- Se deberá obedecer la señalización de tráfico, estando atento en el caso de sentidos de circulación no habituales, y cediendo la preferencia de paso a las unidades cargadas.

- El operador mantendrá continua atención sobre su trabajo, dado que en cualquier momento pueden variar las condiciones del mismo.

- La velocidad será adaptada a los condicionantes de la pista, a la visibilidad, y a las densidades del tráfico de la propia explotación manteniendo las pertinentes distancias de seguridad.

- El cruce de zanjas o caballones se realizará a velocidad lenta, incidiendo oblicuamente al obstáculo.

- En el transporte la carga se mantendrá a la mínima altura posible, a fin de mantener una óptima estabilidad

Medidas al terminar el arranque:

- La máquina se deberá estacionar en terreno llano. En caso de necesidad de hacerlo en pendiente, el equipo se dispondrá transversal a la misma.

- La máquina sólo podrá abandonarse cuando se encuentre totalmente parada , vigilando realizar el correcto descenso de la misma (vigilando la limpieza de manos y calzado de agentes que puedan motivar resbalones, el correcto estado de limpieza de la escala y los asideros, manteniendo en la bajada tres puntos de apoyo, no agarrándose a los mandos, y evitando los saltos).

7.14.8 Medidas a aplicar durante el transcurso de la carga.

- La carga de cualquier vehículo se realizará con el conductor en lugar seguro, con movimientos pausados y desde la parte lateral o trasera del mismo, minimizando el tiempo de elevación del cucharón.

- La descarga del cucharón sobre el volquete se hará a la altura adecuada, evitando golpes innecesarios y sobrecargas.

- En caso de disponer de emisora en la cabina, no se deberá contestar hasta que la máquina no esté parada.

7.14.9 Camiones-volquetes en el área de explotación.

1. El conductor mantendrá continua atención a su trabajo, siguiendo las directrices del operario de la cargadora o persona autorizada a tal efecto, no pudiendo abandonar la cabina durante el proceso de carga.

2. Se empleará el retardador o el freno motor en el descenso de pendientes, a fin de no abusar del de servicio, evitando así el descenso a niveles peligrosos de la presión del sistema.

3. Previo al descenso de una pendiente, se elegirá la gama de velocidades ideales para mantener un ritmo seguro para realizar el mismo.

7.14.10 Medidas de seguridad en el transporte y vertido.

1. Antes de afrontar una pendiente, como ya se ha señalado, se deberá seleccionar el rango de velocidades adecuadas para garantizar el correcto control de vehículo. El operador ha de conocer además y aplicar el sistema de frenado más adecuado en cada situación. En cada momento se habrá de circular a velocidad segura.

2. Salvo permiso y garantía de realizarse en condiciones de seguridad, no se deberá adelantar.

3. La superficie del punto de carga y descarga deberá ser lo más horizontal posible.

4. Durante la carga se adoptarán las siguientes medidas:

5. Seguir las indicaciones del operador de la cargadora o del responsable.

6. Estacionar el vehículo en punto muerto y accionar el freno de estacionamiento.

7. No abandonar la cabina durante el proceso de carga.

8. En la descarga se seguirán los siguientes puntos:

9. Se atenderá a las indicaciones del peón auxiliar.

10. El conductor deberá estar seguro de que la zona de vertido esté libre de obstáculos o de personal no autorizado.

11. En todo momento el conductor permanecerá sentado, accionando los frenos y extrayendo la marcha atrás previo al accionamiento del basculante.

7.14.11 Cubas de riego en el área de explotación.

1. Se vigilará la cantidad de agua vertida en cada pasada: suficiente para evitar la generación de polvo, pero sin llegar a comprometer la adherencia de las pistas.

2. Es especialmente importante en las pistas con terraplén en uno o los dos lados, pistas en pendiente y en los lugares de cambio de dirección de la pista evitar los riegos en exceso.

3. La cantidad de agua que se deposita en la operación de regado, es función de la velocidad de la cuba y del número de difusores operativos. El operador debe optimizar ambas para obtener un riego que no ocasione deslizamientos en las pistas.

4. En épocas frías y secas, antes de dar una pasada completa, el operador comprobará en una zona lejana que el agua no se congela.

7.14.12 Peones en el área de explotación.

1. El traslado de peatones queda supeditado al desplazamiento de los vehículos, siendo prioritario éste. Aquellos deberán alejarse en la medida de lo posible de las zonas de circulación de maquinaria.

2. Los peones deben dirigir las maniobras de las máquinas desde lugares caracterizados por ser visibles y seguros.

3. Se hace obligatorio el uso de manguitos o accesorios reflectantes por parte de los peones en eventuales trabajos nocturnos.

7.14.13 Peones en los trabajos auxiliares.

1. Durante el desarrollo de las mismas, el operador de cualquier maquinaria articulada cuidará de que nadie se introduzca en el área de potencial aprisionamiento mientras el motor se encuentre en funcionamiento o exista riesgo de puesta en marcha del mismo

2. El remolque de grupos electrógenos, para eventuales trabajos nocturnos, no previstos, o en malas condiciones de visibilidad se hará con maquinaria sobre vehículos.

3. Para la colocación y retirado de bombas, en caso de requerirse, debe recurrirse a la maquinaria apropiada (excavadora hidráulica, camión,

etc.), empleando además un cable resistente y efectuando el amarre correctamente.

4. El estacionamiento de grupos electrógenos se materializará en terreno horizontal, procediendo al calzado de sus ruedas, y fijando los soportes a fin de dejarlos inmovilizados y en posición lo más horizontal posible.

5. Se prohibe la apertura de la caja de contadores del grupo, o tocar cualquier elemento eléctrico del mismo si antes no se detiene su funcionamiento.

6. En el arranque de las bombas, el peón debe alejarse de la de impulsión.

7. Se prohibe realizar operaciones de reparación en la línea de la bomba sin parar antes la misma.

7.14.14 Seguridad en las plantas de tratamiento.

Si bien como ya se ha señalado, el diseño de la planta de tratamiento y los aspectos relacionados con la misma no constituyen materia del presente trabajo, al intervenir la preparación de los áridos en el proceso, se relacionarán los aspectos en materia de seguridad en instalaciones de este tipo.

Medidas durante el arranque y funcionamiento de la planta de tratamiento:

- El operador encargado del arranque conocerá la secuencia adecuada y segura de puesta en marcha de los diferentes equipos que componen la instalación.

- El arranque se anunciará con el código de señales acústicas y luminosas adecuado, que deberán ser conocidas por todo el personal.

- Nunca se arrancará una sección o equipo hasta que no se conozca con toda seguridad que los antecedentes funcionan correctamente, y la ausencia de riesgo para el personal esté igualmente garantizada.

- El operador de la trituradora primara cuidará de la descarga de los volquetes, procurando evitar la caída en la tolva de alimentación de bolos que puedan ser causantes de atascos.

- El personal nunca empleará las cintas transportadoras para su propio transporte.

- El supervisor vigilará que funcione correctamente la instalación , las protecciones y el alumbrado, prestando especial atención al humo, su color y ausencia en todos los puntos del proceso. Será el encargado a su vez de cuidar el deslizamiento de correas de transmisión o cintas transportadoras y los ruidos anómalos, la correcta operación en los puntos de transferencia de materiales, y las manchas de aceite o grasa en pavimentos, escaleras o barandillas, que puedan provocar deslizamientos.

Medidas al parar la instalación:

- La parada deberá realizarse a partir del sistema primario de alimentación, una vez que se asegure la ausencia de volquete alguno en la pendiente de descarga, y en el mismo sentido que el flujo de materiales.

- En la secuencia de parada, se tendrá la seguridad de que una sección está parado y descargado antes de proceder con el siguiente.

- Las condiciones normales de parada no se observarán en caso de emergencia, debiendo estar el supervisor al corriente de todas las posibles anomalías existentes en la planta.

7.15.-ÁREA DE MANTENIMIENTO.

7.15.1 Inspecciones periódicas de la maquinaria.

Las inspecciones periódicas de la maquinaria se realizan con clara finalidad: garantizar un mantenimiento preventivo, conservación y medidas de seguridad para una correcta y segura utilización de la maquinaria.

Para esto, se seguirán las prescripciones que cada fabricante facilita en el manual de instrucciones, mantenimiento y engrase de cada una de las máquinas.

Para lograr estos objetivos, es preciso realizar unas revisiones periódicas a todas las máquinas para lograr una mejor conservación y, detectar posibles desgastes de apéndices mecánicos móviles o fallos mecánicos.

En los dichos manuales de instrucciones se especifica para cada máquina la conservación y lubricación, los tipos de aceite y grasa para cada zona de las mismas, además de la periodicidad y horario de cambio de los fluidos lubricantes, y la revisión de los distintos componentes.

Como la maquinaria que trabaja en las explotaciones de exterior suelen ser comunes en aspectos como el sistema de motores Diesel, las transmisiones, dirección y mandos, accionados por sistemas hidráulicos, se procederá seguidamente a referir los elementos básicos y su utilidad a la hora de realizar un correcto mantenimiento, a fin de desempeñar las tareas en mejores condiciones de seguridad.

ELEMENTO	SERVICIO O REVISIÓN
Neumáticos	Comprobación de la presión el desgaste y cortes en la superficie.
Radiador	comprobación del nivel del líquido de refrigeración.
Motor	Comprobación del nivel de aceite. Cambio aceite y elementos del filtro. Revisar fugas.
Batería	Comprobación del nivel electrolítico.
Correa del alternador	Comprobación del desgaste y ajuste.
Transmisión	Cambio del filtro y lavado del respiradero.
Sistema hidráulico	Cambio de filtros y aceites.
Tanque combustible	Vaciado del agua y sedimento
Frenos	Comprobación y ajuste
Servofreno	Comprobación de presión.
Intermitentes	Comprobación de luces y nivel sonoro. Acústica.

Se especificarán en los apartados siguientes las líneas a seguir en el mantenimiento específico de cada máquina.

7.15.2.-Retroexcavadora

RETROEXCAVADORA.

PUNTOS DE REVISIÓN DIARIA.
Comprobar los frenos.
Comprobar los niveles de agua y aceite del motor

PUNTOS DE REVISIÓN SEMANAL.
Lavado y engrase general.
Comprobar el ajuste de cadenas.
Revisar posibles fisuras en Monoblock y Plumón.
Comprobar los filtros.
Comprobación el nivel de electrolitos de batería.
Revisar del sistema hidráulico
Comprobar la presión de extintores

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 250 HORAS.
Cambiar filtros, aceite hidráulico diferencial y mandos finales.
Revisisar el mecanismo de dirección de emergencia.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 1000 HORAS.
Ajustar las válvulas del motor
Inspeccionar el cinturón de seguridad.
Recargar el extintor.

7.15.3.- Cargadora

CARGADORA MIXTA.

PUNTOS DE REVISIÓN DIARIA.
Revisión de frenos.
Revisar los niveles de agua y aceite del motor.
Engrasar cucharón y dirección.
Comprobar nivel de aceite de transmisión, convertidor, mandos finales y diferencial.
Comprobar luces y señales acústicas y luminosas de marcha atrás.
Limpiar plataformas y asideros de subida y bajada de la máquina.

PUNTOS DE REVISIÓN SEMANAL.
Lavado y engrase general.
Revisar neumáticos.
Revisar el sistema de frenos.
Comprobar el estado de filtros.
Comprobación del nivel de electrolitos de batería.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 250 HORAS.
Cambiar el aceite y filtro.
Revisar correas.
Revisar la dirección.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 1.000 HORAS.
Cambiar filtros hidráulicos.
Cambiar filtros de gasoil.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 2.000 HORAS.
Cambiar aceite hidráulico y filtros.
Ajustar válvulas del motor.
Recargar extintores.
Inspeccionar el cinturón de seguridad.

7.15.4.-Camiones

DUMPERS Y CAMIONES

PUNTOS DE CONSERVACIÓN DIARIOS.
Comprobación de frenos.
Revisión del nivel de agua y aceite del motor.
Drenar el tanque de aire al sistema de frenos.
Comprobar luces y señales acústicas y luminosas de marcha atrás.
Limpiar plataformas y asideros de subida y bajada de la máquina.
Comprobar la operatividad del freno de emergencia.

PUNTOS DE REVISIÓN SEMANAL.
Lavado y engrase general.
Revisar la presión y desgaste de neumáticos
Comprobar la presión del extintor.
Revisar el estado de filtros.
Comprobar el nivel de electrolitos de batería.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 250 HORAS.
Cambiar el aceite del motor.
Revisión del alternador y ajuste de correas.
Revisar los frenos de estacionamiento y servicio
Comprobar el sistema hidráulico.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 1.000 HORAS.
Cambiar aceite y filtros de transmisión.

PUNTOS DE REVISIÓN A LAS 2.000 HORAS.
Cambiar aceite de mandos finales y diferencial.
Ajustar válvulas del motor.
Renovar aceite y filtros del sistema hidráulico.
Recargar extintores.
Inspeccionar el cinturón de seguridad.

7.15.5 Vehículos de obra

LAND ROVERS Y VEHÍCULOS DE OBRA.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DIARIOS.
Comprobar el nivel de agua y de aceite del radiador.
Revisión del estado de ruedas y neumáticos.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN SEMANALES.
Proceder al lavado y engrase general.
Comprobar el líquido del freno y del sistema de dirección.
Comprobar el sistema de alumbrado.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN A LAS 250 HORAS.
Revisión del estado de correas.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN A LAS 500 HORAS.
Cambiar aceite y filtros.

7.15.6. Consideraciones finales sobre la maquinaria.

Al comprobar el nivel de la refrigeración de las máquinas, se deberá abrir el tapón lentamente. Se dejará primero salir la presión aflojando únicamente lo necesario, sin abrirlo del todo.

La Dirección Facultativa podrá fijar la frecuencia necesaria de las revisiones así como los aspectos que las mismas contengan en caso de requerirlo oportuno, así como también la periodicidad de nueva maquinaria que

se adquiera, debiendo comunicar a la Autoridad competente tales incorporaciones.

Los Mandos y los Encargados de Mantenimiento se encargarán de comprobar que los operarios realicen las revisiones pertinentes.

7.15.7 Equipos de seguridad. Mantenimiento de herramientas y máquinas herramientas..

7.15.7.1.- Equipos de Seguridad.

Además de las prendas de seguridad, de uso obligatorio, los operarios deberán utilizar gafas en caso de peligro de proyección de materiales o riesgos para la cara y vista.

7.15.7.2.- Herramientas manuales.

1. Los mecánicos deben conservar las herramientas y útiles auxiliares en buen estado y limpias. Tendrán que comunicar a su superior inmediato cualquier posible deficiencia en ellas.

2. En caso de trabajar con martillos o mazas, debe cerciorarse antes de iniciar su empleo que el mango no tiene grietas, fisuras, o imperfecciones, y que se encuentra encajado, de tal manera que no

pueda saltar despedida la maza. Deberá comprobarlo repetidamente a lo largo del empleo, en todas las ocasiones que estime oportunas.

3. Nunca deberá emplear herramientas para utilidades distintas a aquellas para las que fuesen concebidas, ni instrumental en mal estado.

7.15.7.3.- Máquinas herramientas.

1. Nunca de deberá trabajar con una herramienta o máquina en mal estado o que no conozca.

2. Previo al empleo de cualquier máquina herramienta deberá:

    - Revisar que las protecciones estén en correcta posición.

    - Cerciorarse que el entorno de la máquina y la propia máquina estén limpios y sin de obstáculos para el trabajo.

    - Comprobar que el área o trayectoria de recorrido de la máquina esté libre.

- Fijar correctamente los elementos sobre los que se vaya a trabajar, empleando para ello los útiles apropiados para evitar movimientos o la proyección de las mismas.

3. Estando la máquina en el proceso operativo:

   - Posicionarse fuera del alcance de posibles proyecciones.

   - Emplear un sistema de lubricación automático en tanto sea posible. Si la máquina no cuenta con el mismo, o no funciona correctamente, se deberá realizar manualmente, parandola antes de iniciar el proceso.

4. Nunca se tomarán medidas de piezas en movimiento, ni se frenarán con la mano.

5. Nunca se dejará una máquina en marcha. Si el operario debe abandonar su puesto, lo hará parándola debidamente.

6. Tras terminar el trabajo, se retirará cintas, recortes,..., empleando para ello el instrumental adecuado que garantice las correctas condiciones de seguridad.

7.15.8 Neumáticos

15.8.1.-Montaje de las partes metálicas del neumático.

Cuando instalen componentes metálicos en una rueda, se deberán seguir las siguientes instrucciones.

- Mediante la limpieza con un cepillo de alambre se eliminarán los óxidos y suciedad de las partes metálicas que ha de instalar. No se deberán usar ni disolventes ni combustibles.

- Se inspeccionará cada parte metálica antes de instalarla, a fin de localizar grietas, fisuras o abolladuras.

- Nunca se deberán cambiar por piezas dañadas. La sustitución deberá ser con piezas iguales, en buen estado.

- Antes de empezar a inflar el neumático, se deben disponer las uñas de la desmontadora en una posición que se oponga al posible escape de los aros.

- Habrá de tenerse la seguridad de que los sellos y aros ocupan su posición correcta sobre la llanta, y que los primeros no quedan atrapados entre el aro-cuña.

- En la primera parte del inflado, se debe golpear los aros de cierre para lograr un óptimo acoplamiento. El cuerpo y la cara no deben quedar sobre el neumático, pues en caso de saltar el aro puede tener graves consecuencias para el operario.

- El neumático deberá inflarse hasta su presión de seguridad (del orden de 30 psi),es la suficiente para lograr que las partes de la llanta permanezcan en su posición. A tal fin, se deberá emplear una manguera lo suficientemente larga que permita adoptar posiciones sin riesgo. Una vez que el neumático alcance dicha presión de seguridad, deberán retirarse las uñas de la desmontadora.

- Si el neumático ha de almacenarse posteriormente, se hará a la presión de seguridad.

7.15.8.2.- Desmontaje de neumáticos

1. Primeramente se ha de desinflar lentamente, quitando el obús de la válvula hasta la presión de seguridad. Se deberán emplear gafas de seguridad, y tomar lugar lo más alejado posible de la posible trayectoria del obús proyectado.

2. En el caso de tratarse de neumáticos gemelos, habrán de desinflarse conjuntamente.

3. Únicamente cuando los neumáticos estén a presión de seguridad se procederá a retirar el averiado y, tras eliminar la presión de seguridad, a desmontar la llanta con la ayuda de los útiles adecuados.

7.15.8.3.- Desmontaje de los componentes metálicos del neumático.

Antes de comenzar a desmontar los componentes de la rueda, deberá comprobarse varias veces que el neumático carece de presión, y sólo en dicha circunstancia, se procederá a desmontar los componentes metálicos con la ayuda de los el óptimo instrumental.

7.15.8.4.-Desmontaje y montaje de neumáticos en que el buje supla funcionalmente a la llanta.

Para desempeñar esta tarea, se seguirán los siguientes pasos:

- Levantar adecuadamente la máquina, y el eje si este es basculante, mediante los soportes mecánicos precisos, no pudiéndose utilizar como calzos, elementos hidráulicos ya que presentan riesgo de fugas.

- Desinflar, previamente al desmontaje, totalmente el neumático.

- Adoptar posiciones laterales para evitar los riesgos de golpes por componentes metálicos.

- En el montaje de neumáticos revisar, en especial, que el anillo de cierre y su fija queden perfectamente instalados.

7.15.8.5.- Manipulación de los neumáticos

1. Las cubiertas de repuesto, deberán tener solamente la presión de aire suficiente para mantener las partes de la llanta en su sitio. De este modo permanecerán almacenadas, dispuestas sobre llantas desmontables.

2. Nunca se deberá transportar un neumático totalmente inflado, sino a presión de seguridad. Infle el neumático a su presión de trabajo únicamente cuando la cubierta y la llanta ya hayan quedado sujetas al buje de la máquina, con todos sus dispositivos de cierre y tuercas debidamente ajustados.

3. La manipulación de neumáticos ha de realizarse con precaución, a fin de evitar lesiones en los pies, las piernas o el cuerpo por aplastamiento al caer aquellos.

7.15.8.6.-.Inflado de neumáticos.

1. Nunca se deberá dar aire a un neumático sin comprobar antes su presión. Una vez conocida esta, se seguirán las instrucciones siguientes.

2. Si se ha de dar aire a un neumático hasta su presión de trabajo, deberá de colocarse al aire libre, y el operario a resguardo.

3. Se deberá evitar deambular, circular o estar en las inmediaciones de un neumático al que se esté dando aire..

4. Cuando haya que manipular un neumático o completar presiones, interesará conocer cuáles son las presiones de seguridad y de trabajo, en función del tamaño y posición en la que va instalado en la máquina. Si tuviese alguna duda sobre estos valores, se deberá preguntar el Mando inmediato.

7.15.8.7.- Revisión de neumáticos

1. Se deberán realizar frecuentes revisiones de los neumáticos, con el objeto de detectar posibles fisuras o dobleces en las piezas de la llanta, así como los desperfectos y determinar estado del neumático (desprendimientos, etc.) y su presión. Se deberá anotar cada deficiencia en le parte de revisión, así como comunicarlo al Mando inmediato

2. Si al tomar la presión de un neumático en la revisión periódica se observa que el valor de ésta es 2/3 menor que el valor que correspondería en base a su tamaño y posición, no se deberá dar aire al neumático. Se comunicará esta circunstancia al Jefe, quien dictará el procedimiento a seguir.

7.15.8.9.-. Otros trabajos relacionados con neumáticos.

1. En todas las fases de realización de trabajos, en que se encuentren los componentes metálicos instalados y el neumático esté sometido a presión, se instalaran las piezas auxiliares especiales de seguridad diseñadas a fin impedir el escape de dichos elementos de carácter metálico.

2. El inicio de trabajos de reparación, soldadura o calentamiento de componentes metálicos para neumáticos, precisará expresa autorización técnica previa del Jefe inmediato.

7.15.9 Trabajos de mantenimiento y maniobras relacionadas.

1. Al realizar un trabajo de reparación o revisión de una máquina de ruedas, reinflado o cambios de neumáticos, si existe riesgo de desplazamiento de la misma, se deberá proceder previamente al debido calzado para evitar posibles accidentes.

2. Cuando se realice maniobras de subir, bajar o girar elementos móviles, debe asegurarse de que en la trayectoria que seguirán estos elementos, no existan obstáculos.

3. Las personas encargadas de la reparación deberán mostrar especial cautela en la maniobra con las máquinas, máxime si no están habituados a su manejo.

4.- Para el movimiento de maquinaria averiada convendrá siempre que se requiera recurrir a las indicaciones de algún operario, a la hora de realizar las maniobras.

7.15.10 Trabajos de soldadura y corte.

7.15.10.1.-Soldadura autógena.

1. Previo al empleo de un equipo oxiacetilénico ha de revisarse que no existen fugas y que las mangueras y conexiones están en perfectas condiciones, además de cerciorarse de que el equipo dispone de todos sus elementos precisos y en plena operatividad.

2. Habrá de evitarse la realización de labores de soldadura en las proximidades de productos inflamables. Si un trabajo conllevar un riesgo de combustión, explosión o incendio, debe consultarse antes del inicio del mismo con los correspondientes mandos, quienes le indicarán si puede o no ejecutarse. En el caso de que proceda su realización, los medios y medidas de prevención precisas (ventilación, acopio de extintores, mantas de amianto, etc.)

3. Cuando se considere necesario el empleo de extintores, no deberán usarse los de las máquinas, salvo que la incidencia producida así lo aconseje. En todo caso, la persona o personas que usen extintores de cualquier procedencia, deben comunicarlo a sus mandos a fin de reponerlos.

7.15.11 Trabajos de montaje y desmontaje.

7.15.11.1.- Antes de la operación.

1. Deberá tenerse la certeza de que, en cualquier trabajo de reparación o revisión, se comprenden perfectamente las distintas operaciones a realizar. De no ser así, se deberá consultar al inmediato superior y tantas veces como se requiera, cualquier duda que surja en relación a la tarea a desempeñar.

2. Antes de desmontar un elemento, deberá conocer las partes que lo componen o que determinan su funcionamiento. En caso de duda, la reflexión y la posterior pregunta en caso de no alcanzar la respuesta serán los pasos a dar.

3. En toda máquina o instalación, se prohibe terminantemente montar o desmontar protecciones, correas, carenas, y componentes o partes de conjuntos estén en movimiento o que en las proximidades de partes en movimiento carentes de protegidos.

7.15.11.2.-Durante la colocación.

1. Si se ha de trabajar en el montaje y desmontaje de muelles o resortes, se ha de tener la certeza que la presión de los mismos no pueda dañar al propio operario o a sus compañeros. La colocación deberá de ser lateral y fuera de la trayectoria del muelle.

2. Si se tiene que abrir un sistema hidráulico, antes de hacerlo hay que cerciorarse de la ausencia de presión en el sistema, ya que la presión o la temperatura pueden ser fuente de importantes accidentes. Hay que tener en cuenta que, si se quita una manguera en un sistema hidráulico, puede presentar como consecuencia un movimiento de los vástagos y elementos soportados por el aceite, o de la propia máquina. Por ello, en caso de tener que realizar reparaciones en máquinas sustentadas por cilindros hidráulicos, será obligatorio calzarlas adecuadamente con

maderas, de modo que éstos sustenten la máquina en caso de darse una repentina bajada de los cilindros hidráulicos.

3. Al montar o desmontar correas, ha de tenerse presente que en muchos casos pueden estar soportando, piezas que pueden moverse al ser aflojarse, pudiendo ser fuente de accidente.

7.15.11.3.- Concluida la colocación.

1. Deberá comprobarse que todos los elementos relacionados con la reparación se encuentran en el adecuado estado para el arranque. Tras realizar estas comprobaciones, habrá de colocarse cada elemento empleado, pieza o repuesto en su lugar, retornándose a la situación de orden y limpieza adecuada.

7.16.-OPERACIONES DE VOLADURAS

7.16.1.-Personal autorizado

1. Sólo estarán capacitados para uso de explosivos aquellas personas que, especialmente designadas por la Dirección Facultativa, estén en posesión de un certificado de aptitud, expedido por la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía, lo cual les autorice para el tipo de trabajo y por el período de tiempo que, en dicho certificado, se especifique.

2. Las personas que manejen o manipulen explosivos, distintas de los artilleros, deberán ser debidamente instruidas por la Dirección Facultativa. El artillero es la persona responsable de la correcta utilización del explosivo en las voladuras.

7.16.2.-Carga de barrenos

1. Antes de introducir la carga, el barreno se limpiará adecuadamente para evitar rozamientos, atranques de los cartuchos de explosivo, etc. Si la temperatura en el interior de los barrenos excediese de 65°C no se cargarán sin tomar precauciones especiales aprobadas por la autoridad minera. En las labores en que el perforista no coincide en la misma persona que el artillero, aquél debe darle el mayor número de detalles sobre las observaciones hechas en el momento de la perforación.

2. La carga, cuando se trate de explosivos encartuchados, estará constituida por una fila de cartuchos en perfecto contacto. En el caso de carga discontinua, con intervalos vacíos o inertes entre cartuchos, deberá asegurarse la detonación de los mismos mediante el empleo de cordón

detonante o un sistema de iniciación adecuado. En la carga con explosivos encartuchados la diferencia entre el diámetro de éstos y el del barreno debe ser la adecuada para evitar el acuñamiento del explosivo.

3. Si en el transcurso de la perforación de un barreno se detectan cavidades, fisuras o grietas, quedará terminantemente prohibida la carga a granel del mismo, salvo que se adopten las medidas necesarias que eviten la acumulación de explosivos fuera del barreno. Es práctica habitual cuando se cargan explosivos a granel en barrenos donde pueda haber fisuras o cavidades, el enfundar los barrenos con plástico flexible. También si la oquedad está perfectamente controlada se puede hacer un tapón con material inerte; para esto es fundamental la colaboración del perforista.

4. Durante la carga de los barrenos, si se trata de explosivos a granel, se tomarán por el personal autorizado las medidas necesarias para comprobar que la cantidad de explosivos introducida es, la teórica calculada para el barreno por el Director Facultativo. En el momento en que se detecte la introducción de una cantidad superior de explosivo se procederá a interrumpir la operación de carga.

5. Las máquinas y elementos auxiliares empleados para la carga mecánica de barrenos deberán haber sido previamente autorizados y homologados por la Dirección General de Minas, haciéndose constar expresamente en la homologación los explosivos.

6. No podrá realizarse simultáneamente, en un mismo frente o tejo, la perforación y la carga de los barrenos, salvo autorización de la autoridad minera.

7.12.3.-Cartucho-cebo

1. El cartucho-cebo, debe ser preparado inmediatamente antes de la carga. El detonador debe sor lo suficientemente enérgico para asegurar la explosión del cartucho-cebo. Si por cualquier causa no se utilizase, el Artillero retirará el detonador del cartucho de explosivo.

2. El uso de más de un cartucho-cebo por barreno deberá contar con la autorización previa de la autoridad minera competente.

3. Cuando se utilice cordón detonante a lo largo del barreno, tanto en el caso de pega con mecha, como en el supuesto de pega eléctrica, el detonador se adosará al principio del cordón detonante, con el fondo del mismo dirigido en el sentido de la detonación.

4. Todo cartucho cebado que no se utilice debe ser privado de su detonador, realizando la operación la misma persona que preparó el cebo.

7.12.4.-Retacado

1. El retacado de los barrenos debe asegurar convenientemente el confinamiento del explosivo, no podrá ser inferior a 20 centímetros, excepto para el taqueo en el que se podrá rebajar a la mitad, se efectuará con materiales que sean plásticos. En las voladuras a cielo abierto se usa el propio detritus de la perforación, arena o arcilla.

2. El retacado se efectuará con elementos de madera u otro material que no produzca chispas o cargas eléctricas estáticas al roce con las paredes. El material empleado será suficientemente maleable para conseguir un buen confinamiento del explosivo y con una longitud igual a la piedra del

barreno. En la mayoría de los casos, los atacadores serán de madera. Un elemento metálico válido para esta operación es el latón.

7.12.5.-Precauciones en el caso de pega eléctrica

1. Antes de comenzar a cargar los barrenos, se tomarán las debidas precauciones para evitar la presencia de corrientes extrañas a la de encendido en el lugar de trabajo.

2. Salvo autorización en contra, se utilizará un solo cartucho-cebo, provisto de un solo detonador, que podrá colocarse, indistintamente en cualquiera de los extremos de la carga del barreno, pero siempre con el fondo del detonador dirigido hacia la carga.

3. Los conductores de las líneas de tiros serán individuales y con suficiente aislamiento. Solamente se utilizarán conductores paralelos cuando sea autorizado por la Autoridad Minera.

4. Solamente se admitirán conductores desnudos en la unión de los terminales de la línea de tiro con los hilos de los detonadores y en la unión de éstos entro si. Estos empalmes no deberán estar en contacto con el terreno, ni con ningún otro material. No se permitirán derivaciones de la línea de tiro, y sus extremos se mantendrán en cortocircuito hasta que se conecte la línea de tiro al explosor.

5. Todas las energías capaces de producir una explosión espontánea (electricidad estática, radiofrecuencias en radiotransmisores o repetidores de televisión, líneas eléctricas cercanas, etc.) deberán ser analizadas antes del proyecto de voladura, para tomar las precauciones

necesarias, empleándose entonces detonadores eléctricos de alta insensibilidad, aconsejándose también sistemas de iniciación no eléctricos.

6. Cuando exista tormenta en las proximidades, no se efectuará la carga de barrenos ni el cebado de explosivo.

7. Una vez conectados los hilos de los detonadores a la línea de tiro y entre sí en serie, se comprobará el circuito por medio de un ohmetro homologado desde el refugio adoptado para el accionamiento del explosor. Si se observarse alguna anomalía, se conectará en cortocircuito la línea de tiro y se corregirá el defecto, volviendo a efectuar la comprobación del circuito desde el refugio, dejando la línea de tiro en cortocircuito y desconectada del explosor.

8. Cuando se trate de pega eléctrica deberá hacerse uso de explosores con capacidad suficiente y tipo homologado.

9. Los explosores eléctricos y los comprobadores de circuito deben ser revisados, limpiados y comprobados con la frecuencia que se prescriba en las Disposiciones internas de Seguridad.

10. Los explosores eléctricos y los comprobadores de circuito sólo podrán ser revisados y reparados por el fabricante, el distribuidor o en talleres autorizados.

11. Hasta el momento del disparo la línea estará desconectada del explosor, y en cortocircuito, conservándose siempre en poder del artillero o del responsable de la voladura las manecillas de dicho explosor.

12. En la conexión en serie de los detonadores, la persona que lo ejecute (Director Facultativo, Artillero, etc.), debe descargarse a tierra de la posible electricidad estática que pueda existir en sus manos.

7.12.6.-En las pegas con mecha se tomarán las siguientes precauciones

1. No se debe disparar más de seis barrenos en cada pega con mecha ordinaria.

2. El único cartucho-cebo debe siempre colocarse en el extremo más externo de la carga del barreno con el fondo del detonador dirigido hacía la carga del mismo.

3. La longitud mínima de cada mecha será la del barreno más metro y medio a partir de su boca.

4. El Artillero contará el número de barrenos explosionados. En el supuesto que estos no coincidan con los cargados no podrá volver hasta transcurrida por lo menos media hora.

7.12.7.-Medidas antes y después del disparo.

1. Cerciorarse de que todos los explosivos excedentes se encuentran en lugar seguro y que todas las personas y vehículos estén a una distancia segura o debidamente resguardados.

2. Impedir los accesos al área de las voladuras disponiendo del personal y medios adecuados.

3. No disparar sin una señal de autorización de la persona encargada y sin haber dado el aviso adecuado.

4. Disparar desde lugares seguros, campanas de protección, cazos de excavadora etc.

5. No regresar al área de la voladura hasta que no se hayan disipado los humos y gases.

7.12.8.-Disparo de barrenos

1. Entre la carga de los barrenos y la pega transcurrirá el menor tiempo posible.

2. Todo barreno cargado quedará bajo vigilancia cuando sea posible el acceso al mismo, o no esté debidamente señalizado.

3. En los trabajos de voladura, antes de conectar la línea de tiro al explosor, si se utiliza pega eléctrica, el responsable de la misma comprobará que están bajo vigilancia todos los accesos al lugar en que se va a producir la explosión. Dicha vigilancia se ejercerá por operarlos, preferentemente o por medio de señales ópticas o acústicas. En todos los casos, antes de proceder a la pega, el responsable de la voladura deberá asegurarse de que todo el personal de las inmediaciones está convenientemente resguardado, y será el último en abandonar la labor, situándose a continuación en refugio apropiado.

4. Cualquiera que sea el tipo de pega empleado, el frente se reconocerá por el responsable de la labor, con anterioridad a la reanudación de los trabajos, prestando especial atención a la posible existencia de barrenos fallidos. Como líneas generales, conviene que en el momento del disparo haya el menor número de personas posibles en el entorno de las pegas,

aprovechando los cambios de relevo, con le fin de que se habitúen a que a tales horas hay voladuras.

7.12.9.-Medidas con barrenos fallidos

1. Señalizar el lugar donde se encuentran los barrenos fallidos.

2. Eliminar los barrenos fallidos antes de reiniciar los trabajos de perforación en áreas próximas.

3. Si la pega ha sido eléctrica y el circuito está visible, comprobar la continuidad del mismo desde un área segura y disparar si es correcto, tomando medidas suplementarias frente a las posibles proyecciones.

4. En el caso de cebado con cordón, intentar retirar el material de retacado y colocar cebo junto al explosivo para su destrucción. Retacar la pega con arena o material granular fino.

6. Si el explosivo no está accesible, perforar un nuevo barreno a una distancia superior a <10 D>, en los casos en que está permitido por la reglamentación vigente.

7. Destinar a personal muy cualificado las labores de neutralización y eliminación de explosivos no detonados.

7.12.10.-Otras medidas de seguridad

1. Se prohíbe terminantemente recargar fondos de barreno, reprofundizar los barrenos fallidos y utilizar fondos de barrenos para continuar la perforación.

2. Asimismo, queda prohibido:

- Cortar cartuchos.
- Introducir los cartuchos con violencia o aplastarlos
- fuertemente con el atacador.
- Deshacer los cartuchos o quitarles su envoltura.

Anejo Nº14
Restauración

Anejo 14. Restauración 437

1. Objetivo 437

2. Posibles alternativas 437

3. Descripción de la alternativa proyectada 438

4. Medidas de Prevención de Impactos Ambientales 439

3.1 Prevención del Proceso de Erosión *439*

3.2 Contaminación de Aguas *440*

3.3 Impacto Visual *440*

5. Esquema General de Restauración 441

6. Elección de especies 443

5.1 Introducción *443*

5.2 Relación de especies seleccionadas *444*

a) Siembra en Bermas *444*

b) Siembra en plaza y otras superficies *446*

c) Plantaciones *447*

7. Métodos de Revegetación 448

8. Plantación 449

7.1 Densidad de Plantación *451*

7.2 Hidrosiembra *451*

9. Tipos de Actuaciones 454

a) Riegos *454*

b) Fertilización *454*

c) Reposición de marras y repetición de la hidrosiembra..... 454

Anejo 14. Restauración

1. Objetivo

El objetivo principal de este anejo es dar unas pautas que sirvan la restauración de la corta explotada en Cueto Pando, situada en el término municipal de Molledo (Cantabria).

Este trabajo pretende:

- Realizar la restauración aplicando las medidas correctoras óptimas.
- Analizar los impactos negativos y positivos que la restauración puede ocasionar en el espacio durante el tiempo que se estén realizando dichos trabajos.

El objetivo final de lo que pretende este anejo, es la mención de posibles alternativas y la descripción de las recomendaciones que pueden ayudar a realizar el Proyecto de Restauración, así como recoger los criterios para la recuperación de un espacio estableciendo las medidas correctoras necesarias para anular o mitigar los impactos más significativos asociados a la explotación minera.

2. Posibles alternativas

El diseño de explotación realizado en Cueto Pando con el sistema chimenea-galería, basado en un desmonte hasta cota 490, con una corta final de tres escalones hasta cota 460 permite establecer 2 alternativas óptimas de restauración.

La primera, consistiría en aprovechar la infraestructura creada a partir del sistema chimena-galería, de manera que la corta sirva de embalse receptor de aguas, y éstas bajen por la chimenea hacia una turbina que permita generar electricidad. Aprovechandose la galería para la disposición de las intalaciones propias de la central hidroeléctrica necesarias y los túneles para desagüe del agua al río león, afluente del río Besaya.

La segunda, consistiría en tapar la chimenea con material estéril próximo de la corta y establecer un vertedero de residuos de sólidos inertes. De manera que el hueco creado fuera rellenándose y alcanzando cada vez más cota hasta alcanzar la cota inicial previa de explotación (530) garantizando la integración en el paisaje.

Puesto que la primera opción requiere de conocimientos técnicos sobre centrales hidroeléctricas que no son objeto del presente proyecto, a continuación se describen los siguientes apartados que servirán de guía para el Proyecto de Restauración.

3. Descripción de la alternativa proyectada

La superficie original se remodelara con el fin de suavizar el relieve y obtener una morfología susceptible de ser revegetada.

Las principales modificaciones morfológicas planificadas han sido, el relleno mediante materiales inertes de la chimenea y la galería además de la suavización de los taludes de cota 480-490 como media de seguridad mientras se aprovechan las pistas y accesos existentes de la explotación para el vertido de materiales inertes.

La entrada de vehículos se realizará por la pista de acceso de la propia explotación una vez sea desarrollada como carretera para el tráfico de vehículos.

El talud de contorno de la corta, se debe destacar que los proyectados muestran unas grandes pendientes (76º) que se planifican suavizar con el uso de maquinaria que permita unificar las bermas y taludes como un único talud con un ángulo suave (40º), lo que producirá un relieve marcadamente más suave, el cual es bastante conservador en criterios geotécnicos. Se debe considerar que la posterior aplicación de la capa de tierra vegetal e implantación de vegetación disminuirá el impacto visual, proporcionando un relieve suave.

Se establecerán canales perimetrales de desagüe con el fin de evitar encharcamientos sobre la plataforma de tránsito y proteger de la erosión las tierras remodeladas, especialmente para la protección de la tierra vegetal que sustentará la vida vegetal.

Así mismo, con el fin de restringir el acceso a la misma, se proveerá un vallado perimetral.

4. Medidas de Prevención de Impactos Ambientales

La explotación en Cueto Pando va a llevar consigo una afección al medio ambiente durante el desarrollo de la explotación. Se deben establecer un conjunto de medidas preventivas encaminadas a reducir todo lo posible sus efectos, buscando unos niveles aceptables de calidad ambiental. Aquí se va a hacer referencia a las medidas que tengan influencia en la estabilidad de terrenos, impacto visual y contaminación de aguas.

3.1 Prevención del Proceso de Erosión

Debido a la naturaleza rocosa del material a extraer, la totalidad del hueco (bermas, taludes y plaza de cantera) irá excavado en material difícilmente erosionable en el plazo de tiempo proyectado de explotación (30 años). No obstante, para prever la erosión de zonas removidas (pistas, etc) el proyecto prevé la realización de drenajes adecuados para preservar esos elementos ante una erosión de las aguas de escorrentía (anejo de hidrología), además de adoptarse las siguientes medidas:

- Aplicación a la berma perimetral de una pendiente aproximada del 2%, en sentido contrario a la de los taludes, para favorecer el drenaje y de una pendiente longitudinal mínima del 0,5%.

- Establecimiento de una red de canaletas favorecidas con suaves pendientes para evitar encharcamientos por acumulación de sus propias aguas.
- En las zonas de repoblación y de establecimiento de pantallas visuales vegetales se aplicarán las medidas oportunas para evitar el arrastre de tierra orgánica y de plantones.

Se protegerán los acopios temporales tanto de la acción de las aguas meteóricas como del viento. En el primer caso, construyendo drenajes perimetrales y en el segundo realizando siembra de gramíneas y leguminosas en los cordones de tierras destinadas a la restauración.

3.2 Contaminación de Aguas

Para evitar la contaminación de las aguas superficiales, únicamente por sólidos en suspensión al no utilizarse productos de tipo industrial en los procesos de la planta, se tomarán las siguientes medidas:

- Establecimiento de canales perimetrales y de una adecuada red de cunetas de drenaje de la explotación.
- Realización de balsas de decantación.
- Control de los puntos de vertido

No está prevista la utilización de ningún tipo de componente químico que pueda afectar a la calidad de las aguas subterráneas o superficiales en las labores de explotación.

Además, se tomarán especiales precauciones en las actividades de mantenimiento de la maquinaria: cambio de aceite, engrase, reposición de combustible, etc.

3.3 Impacto Visual

Los efectos sobre el paisaje son los derivados de la apertura del hueco de mina. Las medidas que el proyecto ha incorporado para mitigar el impacto visual de la explotación son las siguientes:

- Creación de un pozo en el interior hasta cota 430 m donde arrojar el material explotado que cae por gravedad a la maquinaria de trituración para su posterior transporte mediante cinta por un túnel hacia la plataforma de cantera.
- Creación de pantallas arbóreas para ocultar acopios temporales de tierras y estériles.

5. Esquema General de Restauración

El plan de restauración de la explotación pretende el acondicionamiento de las superficies mediante adición de materiales inertes, de tierras y su posterior revegetación. La revegetación consistirá en la siembra extensiva de la superficie acondicionada y en la plantación de especies arbóreas y arbustivas.

La restauración se iniciará en la última fase de la explotación y consistirá en la realización de pantallas visuales y en el relleno del hueco de explotación , mediante el aporte de estériles, el remodelado de los materiales aportados, la extensión de una capa de tierra vegetal y la posterior plantación de herbáceas, arbustivas y arbóreas.

Con el fin de ocultar en la medida de lo posible la superficie de la corta y amortiguar los efectos derivados de la actividad de la explotación sobre la calidad atmosférica, al inicio de la explotación se crearán pantallas vegetales en todo el perímetro del Alto de Cueto Pando a una distancia de 15 m.

Esta pantalla de protección visual estará formada por frondosas de crecimiento rápido, como el álamo temblón (Populus tremula) o el chopo negro (Populus nigra), en combinación con especies coníferas como el ciprés de Lawson (Chamaecyparis lawsoniana), para que en el menor tiempo posible alcancen una talla tal que oculte la mayor superficie posible de corta y amortigüen sus efectos.

A partir del inicio de la séptima fase de la explotación, las labores de restauración consistirán en el aporte de estéril, su remodelado para adaptarlo al perfil de restauración decidido, el posterior aporte de tierra vegetal en un

espesor de 0,4 a 0,5 m y la revegetación mediante especies herbáceas, arbustivas y arbóreas.

Las especies arbóreas a replantar serán las existentes actualmente en el propio Alto de Cueto Pando. En concreto, quejigos (Q. faginea), encinas (Q. ilex subsp. rotundifolia) y pinos silvestres (Pinus sylvestris) y, como arbustos acompañantes, endrino (Prunus spinosa), majuelo (Crataegus monogyna), cornejo (Cornus sanguinea) morrionera (Viburnum lantana), aligustre (Ligustrum vulgare) o labiérnago (Phyllyrea latifolia)

En la etapa final, el canal de drenaje coincidente con el pequeño valle creado con la remodelación del terreno se revegetará con una estrecha franja de vegetación ribereña en la que predominarán los sauces de diversas especies (Salix spp), fresnos (Fraxinus excelsior), arces (Hacer minor) y avellanos (Corylus avellana).

También en esta fase final, una vez finalizada la fase de explotación de la corta, serán demolidas y retiradas todas las instalaciones auxiliares, tanto las de nueva creación como las actualmente existentes, con transporte de restos a vertedero o lugar previsto de disposición. Posteriormente se procederá a la restauración del terreno ocupado para su restitución a las condiciones originales.

Los trabajos de restauración del emplazamiento de las instalaciones a realizar conllevarán necesariamente la ejecución de la siguiente secuencia de labores:

- Movimientos de tierras, modelados y perfilados del terreno para adecuación y adaptación fisiográfica al entorno de las superficies alteradas, escarificado y descompactación del suelo a profundidad conveniente.
- Aporte de tierra vegetal de calidad en la totalidad de las superficies de afección en espesor mínimo de 40 cm.

- Laboreo, mullido y refino de la superficie del terreno hasta la correcta terminación para su posterior siembra o hidrosiembra y, en su caso, plantación.

La retirada de la cubierta y tierra vegetal se hará de forma paulatina conforme se acometan las labores de construcción de pistas y apertura de bancos de trabajo. El suelo vegetal se retirará y acopiará en cordones situados al Suroeste del Cueto, sobre parcelas agrarias, propiedad del promotor.

La construcción y acondicionamiento de pistas y drenajes afectará de forma limitada a la vegetación natural, ya que se aprovecharán parte de las pistas existentes en la actualidad y zonas donde no existe vegetación.

El proceso de retirada de suelo y cobertera vegetal va a continuar durante la etapa de explotación, a la vez que se restauran las zonas ya explotadas correspondientes a los bancos superiores.

6. Elección de especies

5.1 Introducción

Para la selección de especies que se exponen a continuación, se han tenido en cuenta las características climáticas y edáficas de la zona donde discurre la traza, además de los criterios enunciados a continuación:

Las especies que se van a emplear en la restauración se han de seleccionar de acuerdo a una serie de criterios, teniendo en cuenta que satisfagan los objetivos propuestos y asegurar el éxito del proyecto.

Estos son:

- La capacidad de supervivencia; para ello tener en cuenta además el tipo de clima de la zona, sobre todo que soporte sequedad y temperaturas bajas, y el suelo sobre el que se realicen las operaciones.
- Integración en el paisaje; deberán tener primacía las especies preexistentes en el entorno, además de las cultivadas, pues serán muestra de su capacidad de desarrollo en esas condiciones.

- Facilidad de germinación, asiento y poder tapizante; necesario en cuanto la necesidad de consolidar los taludes y como previo paso a la formación de una base vegetal.
- Disponibilidad en el mercado; un gran abastecimiento de una sola vez puede crear dificultades en las provisiones de los viveros, por lo que se deberá tener la previsión de asegurarse que no faltará lo requerido en el momento que se precise; así como que el precio al que puedan adquirir las especies a utilizar no sea excesivamente alto.
- Mantenimiento mínimo; para que no dependa su persistencia de él.

Se han seleccionado para la hidrosiembra semillas de gramíneas encespedantes, que crean una cubierta vegetal y leguminosa encargada de producir nutrientes nitrogenados, utilizados por las gramíneas para su desarrollo.

Dado el carácter del proyecto, para la elección de especies básicamente se han utilizado especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona. Otras de las condiciones que se han tenido en cuenta son la rusticidad de las distintas especies, necesaria en aquellas zonas en que las condiciones de dureza son importantes, así como la elección de determinadas especies con un crecimiento relativamente rápido.

5.2 Relación de especies seleccionadas

a) Siembra en Bermas

Para la implantación de herbáceas y algunas leñosas se ha optado por la técnica de hidrosiembra. Estas se realizarán a doble pasada, empleando mulch de alta persistencia (del tipo de los de celulosa) con estabilizadores y fertilizantes de liberación lenta. La dosis a aplicar será de 35 g/m^2.

Las especies y proporción a emplear serán las siguientes:

Especie	**Porcentaje (%)**
Lolium rigidum	45
Festuca rubra	25
Bromas erectus	20
Lotus corniculatus	5
Trifolium pratense	5

Se ha seleccionado una combinación de especies que permita consolidar un estrato herbáceo en el menor tiempo posible. En la composición de especies se han combinado taxones alóctonos como Lolium rigidum con especies propias de los pastizales continentales. La inclusión de Lolium rigidum en un porcentaje elevado es debido al fácil establecimiento de las especies del género Lolium, por su alto grado de adecuación al clima oceánico con periodos moderados de lluvias y al poder de resiembra natural por el elevado número de semillas que produce. El resto de las especies que le acompañan ayudan a consolidar un césped y perpetuarlo mientras no se alcance una fracción de cabida cubierta total de las especies arbustivas y arbóreas.

No se han incluido especies muy representativas de la zona tales como Brachypodium retusum debido a la problemática de suministro en el mercado. No obstante es de esperar que esta especie se instale de forma natural.

b) Siembra en plaza y otras superficies

Tanto en la plaza como en las zonas de instalaciones se realizará una siembra mediante siembra de precisión accionada por tractor agrícola con una preparación previa del terreno consistente en el laboreo cruzado con doble paso de rotovator y abonado. Todo ello a fin de obtener una superficie pascícola de calidad.

Las especies y proporción a emplear serán las siguientes:

Especie	**Porcentaje (%)**
Lolium perenne	25
Lolium multiflorum	25
Festuca rubra	25
Agrostis catellana	15
Medicago sativa	5
Trifolium repens	5

En previsión de que al cabo de casi una treintena de años se siga manteniendo la actividad del pastoreo en el término de Pando, se ha optado por utilizar unas especies con las que se combina el valor nutritivo, la palatabilidad para los animales y la tolerancia interespecífica.

Aún en el improbable supuesto de que el pastoreo haya desaparecido en la zona al finalizar la restauración de la plaza, el correcto empleo de estas especies garantiza el establecimiento y consolidación del estrato herbáceo que bien podrá ser utilizado como hábitat, biotipo y comedero por especies de fauna silvestre.

c) Plantaciones

Se prevé la plantación de especies arbóreas y arbustivas en las bermas, reservando el resto de las superficies para la creación de pastizal.

Las especies seleccionadas así como su densidad son las siguientes:

Especie	**Densidad (pies/ha)**
Encina arrasca (Quercus rotundofolia)	1.200
Quejigo (Quercus faginea)	300
Espino (Grataegus monogyna)	500
Endrino (Prunas spinosa)	500
Mostajo (Sorbus aria)	500
Viburno (Viburnum lantana)	500
Genista (Genista hispanica)	250
Arbóreas	**1.500**
Arbustivas	**2.250**

Para la selección de las especies a utilizar es necesario considerar la orografía final que va a tener el terreno una vez realizado el aprovechamiento

minero. Las especies a utilizar en la restauración han de ser especies de la región cantábrica, más concretamente de los valles del interior.

Entre las especies arbóreas y arbustivas que pueden prosperar en este tipo de terrenos acondicionados, de escasa profundidad, sin perfiles edáficos definidos se encuentran las anteriormente indicadas. Se trata de especies de crecimiento lento emplazadas en una zona edáficamente pobre y con escasez hídrica por lo que es necesario aplicar labores de mantenimiento en los años posteriores a la plantación.

7. Métodos de Revegetación

Los métodos de implantación de la vegetación que se van a utilizar son la plantación manual y la hidrosiembra mediante la hidrosembradora. Para preparar adecuadamente el terreno se deberá extender una capa de 50 cm de espesor de tierra vegetal, que ascenderá a 80 cm una vez mezclada con el abono.

El paso previo a la plantación es la apertura de hoyos, que se realizará con una retroexcavadora. Esta operación consiste en la remoción del suelo, sin la extracción de la tierra, en un volumen de forma prismática mediante la acción del cazo que esta posee.

Equipo y aperos.- El único equipo necesario para abrir los hoyos es una máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 30 cm.

Método operativo.- Tras un marcado previo de los hoyos, la máquina avanza en línea de máxima pendiente y hacia arriba estacionándose, de forma que desde un mismo punto pueda realizar los hoyos correspondientes a tres o cinco líneas. En cada hoyo clava el cazo, gira, levanta y suelta la tierra en el mismo sitio, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones del prisma proyectado.

Condiciones de aplicación y efectos.- Se trata de un procedimiento de preparación del suelo puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado en su mayor parte y de profundidad alta. El efecto hidrológico con la formación de

microcuencas es favorable a la reducción de escorrentía. El efecto paisajístico es apreciable pero no desfavorable. La mejora de las condiciones del perfil es notable por el alto volumen de tierra removido.

Rendimiento.- Varía con la pendiente, el espaciamiento de los hoyos y la potencia de la máquina. Valores medios oscilan entre 40 y 65 hoyos/hora.

8. Plantación

La plantación se iniciará una vez preparado el terreno. Conviene dejar al tempero durante 1-2 semanas los hoyos antes de empezar a plantar, con el fin de permitir la meteorización del suelo removido.

Las rocas y demás obstrucciones del subsuelo deben retirarse conforme sea necesario y transportarse a vertedero controlado.

El tamaño de la planta afecta directamente al tamaño del hoyo por la extensión del sistema radical o las dimensiones del cepellón de tierra que le acompaña. Las dimensiones de los hoyos variarán según el tamaño de la especie seleccionada, en este caso se excavarán hoyos de las siguientes dimensiones:

Especies arbóreas:	40x40x20
Especies arbustivas:	30x30x20

La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo, y en cubrir las raíces con una capa de tierra de 10 cm al menos, distribuidas de modo que no queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva. Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar las precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material como hojas, tela, papel, etc. que las aísle de alguna manera del contacto con el aire.

La plantación deberá realizarse durante el periodo de reposo vegetativo, pero evitando días de heladas. Si las plantas se reciben en obra en uno de esos días deberán depositarse en zona protegida hasta que cesen las heladas.

Cuando la permeabilidad del suelo no sea suficientemente alta, es conveniente colocar una capa filtrante en el fondo de los hoyos o zanjas de plantación.

En definitiva, se trata de preparar un medio idóneo para la planta permitiendo el buen arraigue y desarrollo del sistema radical. Una vez acabado el ahoyado y habiendo esperado a que el terreno tuviera buen tempero se procederá a la plantación.

Las plantaciones se proyectan de la siguiente manera:

- Disposición de hoyos:

  Arbóreas: Tresbolillo en dos hileras (1.250 pies/ha) complementado con plantación irregular (250 pies/ha)

  Arbustivas: Al azar/boleo en arbustivas

- Marco de plantación:

  Arbóreas: 3 x 2 m

  Arbustivas: Irregular

  Distancia interfilas: 3 m

  Distancia entre hoyos: 2 m

Las características de la planta a utilizar en la repoblación son las siguientes:

Especie

Encina arrasca (Quercus rotundofolia)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo
Quejigo (Quercus faginea)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo
Espino (Grataegus monogyna)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo
Endrino (Prunas spinosa)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo
Mostajo (Sorbus aria)	0,20-0,50 m/2 savias en alveolo

Viburno (Viburnum lantana)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo
Genista (Genista hispanica)	0,20-0,30 m/2 savias en alveolo

En el supuesto de que no se disponga de planta en envase se optará por planta repicada en su primera savia. La planta procederá preferentemente de semilla de etiqueta verde y únicamente se utilizará planta generada con semilla de etiqueta blanca o amarilla en los casos de que no se disponga de la primera. En aquellos casos en los que exista antagonismo entre el tipo de planta y la semilla de origen, primará la primera condición sobre la segunda.

El agua que se emplee para riegos y en las hidrosiembras tendrá un contenido inferior al uno por ciento en cloruros y sulfatos, y su pH será igual o superior a seis, no superando 8. Se admitirán, para cualquier uso, todas las aguas que estén calificadas como potables.

7.1 Densidad de Plantación

Las densidades propuestas, manteniendo las proporciones antes indicadas, se resumen en lo siguiente:

Especies arbóreas:	1.500 pies/ha
Especies arbustivas:	2.250 pies/ha

7.2 Hidrosiembra

Este método se utilizará sólo con las herbáceas. Consiste en depositar en el terreno, preparado anteriormente, la cantidad adecuada de semillas de las especies seleccionadas para realizar la revegetación

Los objetivos que se pretenden alcanzar mediante la hidrosiembra de estas especies son: frenar los procesos erosivos lo más rápidamente posible, crear una cubierta vegetal capaz de proteger el suelo mejorando así las condiciones para la instalación posterior de la vegetación natural y aumentar la integración paisajística del área a recuperar.

Las operaciones de hidrosiembra se realizarán siguiendo las siguientes fases:

- Preparación del terreno (eliminación de surcos y regueros, para impedir que la mezcla sea arrastrada por el agua al caer por ellos)
- Siembra.
- Tapado.
- Cuidados posteriores a la siembra.

La siembra y el tapado se deberán realizar en la misma jornada, previendo que no caigan lluvias en las 24-48 horas siguientes a su realización para evitar el arrastre de la cubierta, se deberá trabajar manejando una previsión meteorológica fiable en pro del mayor éxito de ejecución.

En la siembra se utilizará para lanzar sobre el terreno una mezcla de semillas, mulch de fibra corta (absorbe el agua y facilita su infiltración en el suelo), estabilizador (fija las partículas al terreno dando consistencia a la mezcla) y todo ello disuelto en agua.

Para aumentar la eficacia de la hidrosiembra se efectuará una segunda pasada de tal manera que las semillas que hayan quedado en superficie sean tapadas y protegidas permitiendo una germinación más adecuada.

El tapado posterior se realiza con mulch, estabilizador y agua, y su objetivo es proteger a la semilla de las condiciones atmosféricas desfavorables.

Las dosificaciones para la hidrosiembra proyectadas, tanto en la fase de siembra como en la de tapado, se muestran en la tabla siguiente:

Especie	**Porcentaje (%)**
Lolium perenne	25
Lolium multiflorum	25
Festuca rubra	25
Agrostis catellana	15
Medicago sativa	5
Trifolium repens	5

La dosis de semillas a emplear será de 350 kg/ha.

El mulch de fibra corta se compone de 50% de pasta de madera, obtenida por procesos mecánicos, nunca químicos, y 50% de heno de hierba picado y deshidratado. En lugar de la pasta de madera se pueden utilizar trozos de papel picado.

El mulch de fibra larga se compone de paja de cereal picada: caña del cereal seca y separada del grano que se trocea por métodos mecánicos.

El estabilizador será de extractos acuosos de algas marinas, que posee las siguientes características:

- Los suelos tratados con él, poseen alto contenido en fósforo y potasio asimilable, y son ricos en oligoelementos.
- Aumentan la germinación de las semillas.
- Inducen la resistencia a las enfermedades criptogámicas y al ataque por insectos.
- Aumentan la resistencia a las heladas.

  En cuanto al agua a utilizar será válida la calificada como potable.

La hidrosiembra solo se efectuará en zonas de talud o de moderada y fuerte pendiente. A continuación, se indican las cantidades necesarias de cada uno de los aditivos que deben estar presentes en la hidrosiembra y posterior tapado de la misma.

	semilla (g/m^2)	MULCH (g/m^2)		Estabilizador (g/m^2)	Fertilizante complejo NPK de liberación lenta (g/m^2)	H_2O (l/m2)
		fibra corta	fibra larga			
Siembra	40	60	40	20-25	150	2
Tapado	-	-	150	100	-	2

9. Tipos de Actuaciones

a) Riegos

Además del riego de plantación e hidrosiembra será conveniente mantener la humedad del suelo por encima de unos niveles mínimos durante los meses posteriores a la plantación e hidrosiembra (en especial el mes siguiente a ésta y el primer verano tras dicha operación).

Se realizará con cuidado de no producir arrastres de tierra o semillas y de manera que el agua llegue al cepellón de las plantaciones realizadas.

La frecuencia de los riegos estará en función de las condiciones hídricas de los suelos.

b) Fertilización

Se deberán realizar chequeos anuales para asegurarse que la vegetación instaurada no presenta síntomas de deficiencias nutricionales. En caso de que aparecieran, habrá que proceder a fertilizar el terreno.

El tipo de fertilizante a emplear dependerá de las deficiencias nutricionales que se hayan presentado, del sustrato, del pH, de la presencia o no de especies competidoras, etc., pero básicamente estarán formados por nitrógeno, fósforo y potasio (fertilizante complejo del tipo N-P-K de liberación lenta).

c) Reposición de marras y repetición de la hidrosiembra

Se repondrán todas las plantas muertas (marras) durante los tres años siguientes a la ejecución de la plantación.

Si pasados dos meses después de afectada la hidrosiembra no se observa ningún brote de vegetación o existen zonas en las que no se ha producido completamente el nacimiento de ella, será necesario repetir la operación de nuevo. Se efectuará con las mismas especificaciones y dosificaciones que en la primera hidrosiembra.

Documento Nº2
Planos

PL-01. Plano de Localización……..457

PL-02. Plano del término municipal de Molledo……458

PL-03. Plano de Cueto Pando……459

PL-04. Límite de ofitas según corte geológico……460

PL-05. Plano de malla de perfiles……461

PL-06. Plano de perfiles longitudinales……462

PL-07. Plano de perfiles transversales……463

PL-08. Plano de sistema chimenea – galería……464

PL-09. Plano de secciones Chimeneas y Galerías……465

PL-10. Plano de explotación Cota 530……466

PL-11. Plano de explotación Cota 520……467

PL-12. Plano de explotación Cota 510……468

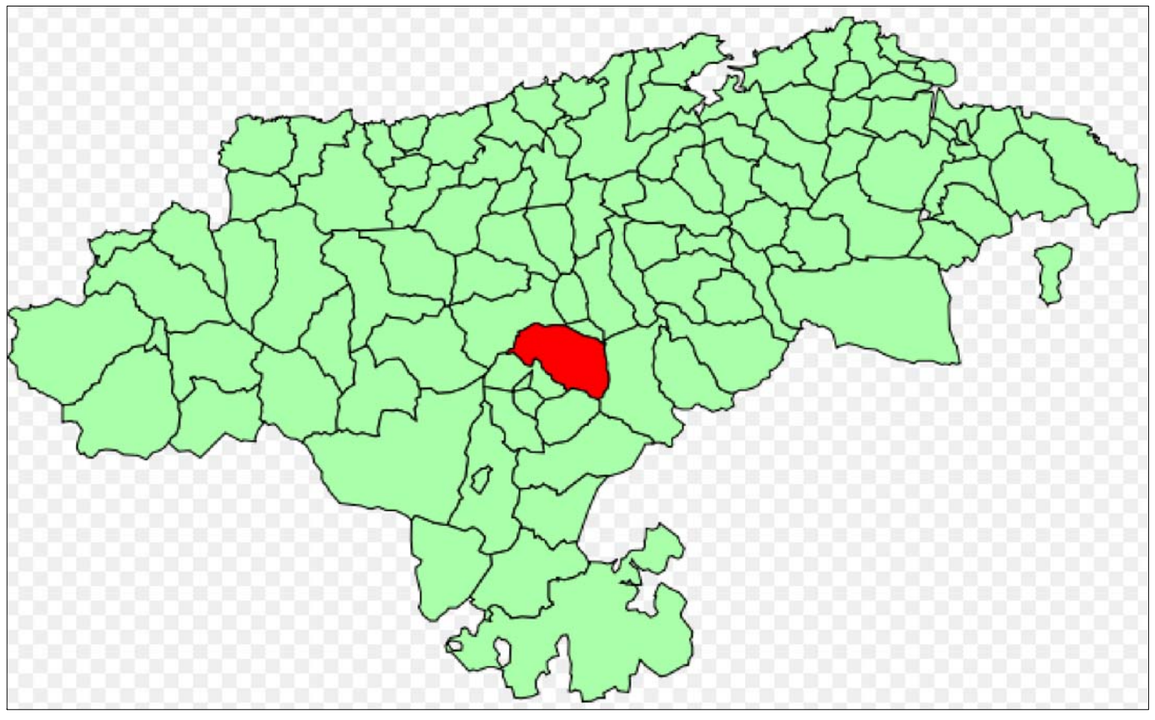
PL-13. Plano de explotación Cota 500……469

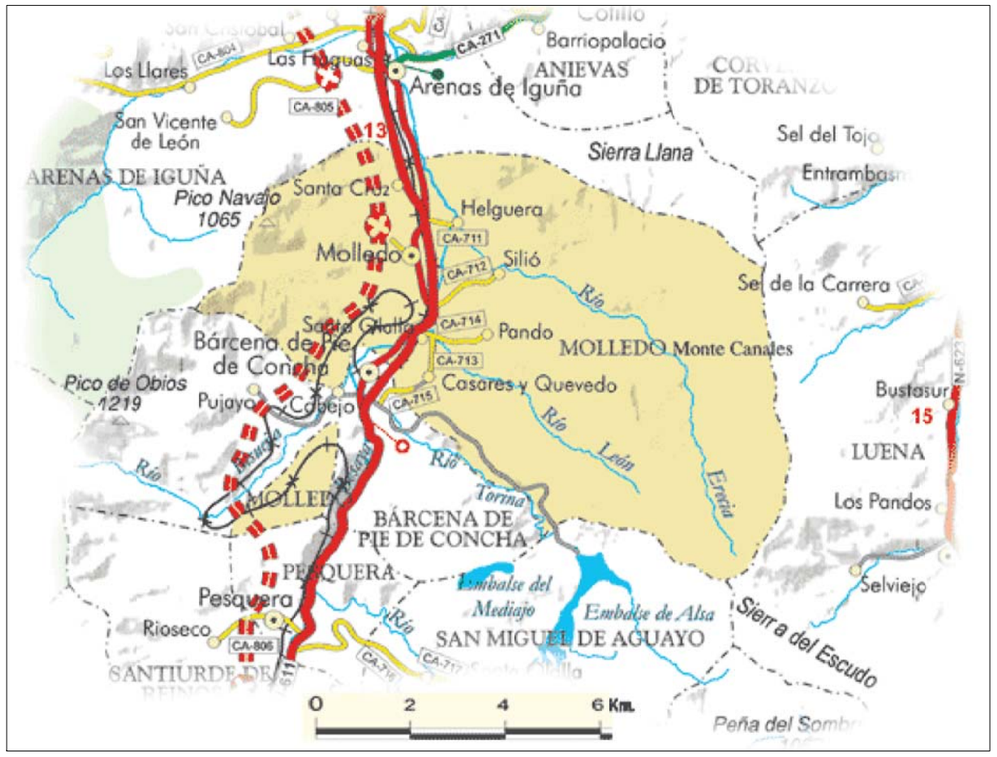
PL-14. Plano de explotación Cota 490……470

PL-15. Plano de explotación Cota 480……471

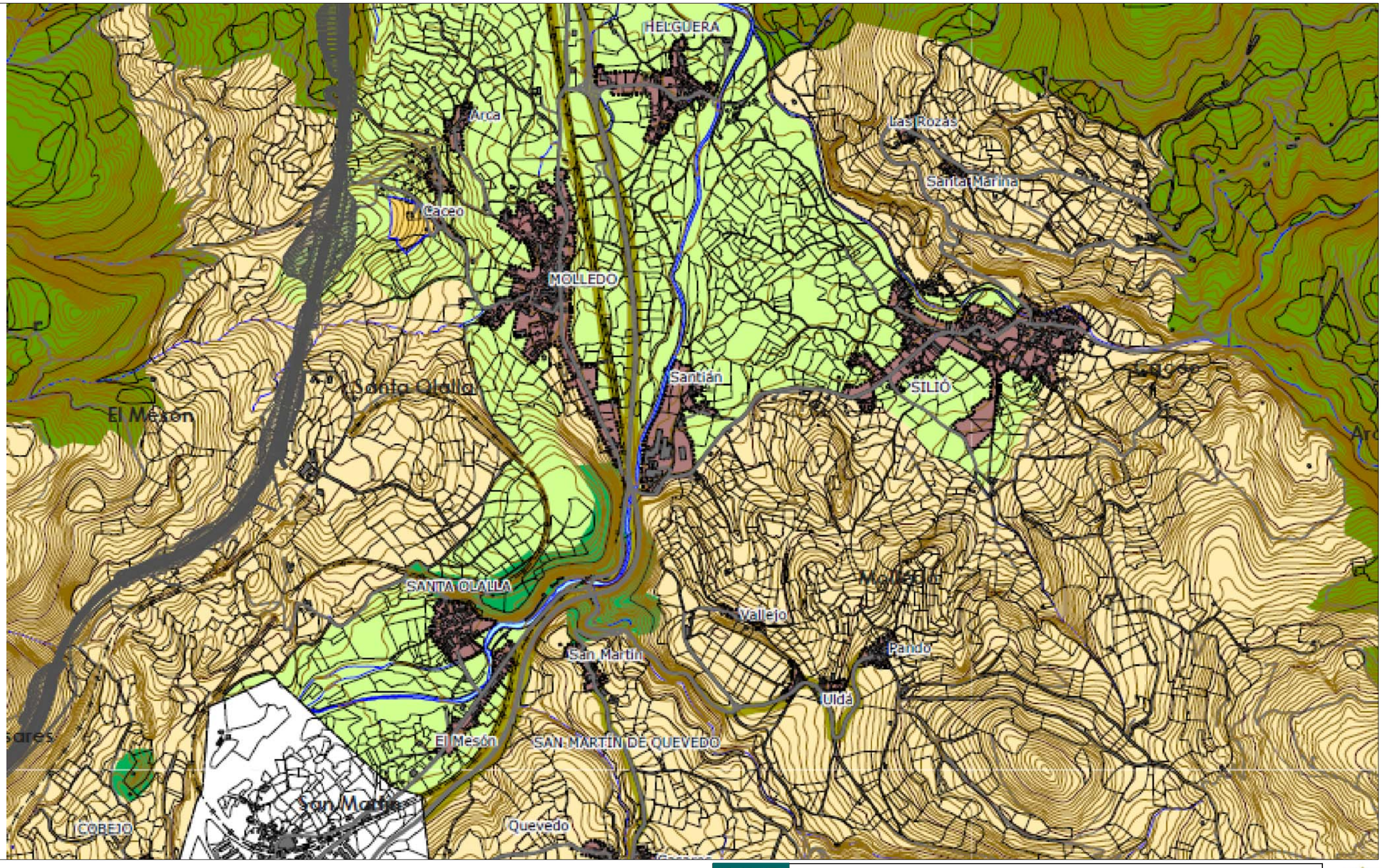
PL-16. Plano de explotación Cota 470……472

PL-17. Plano de explotación Cota 460……473





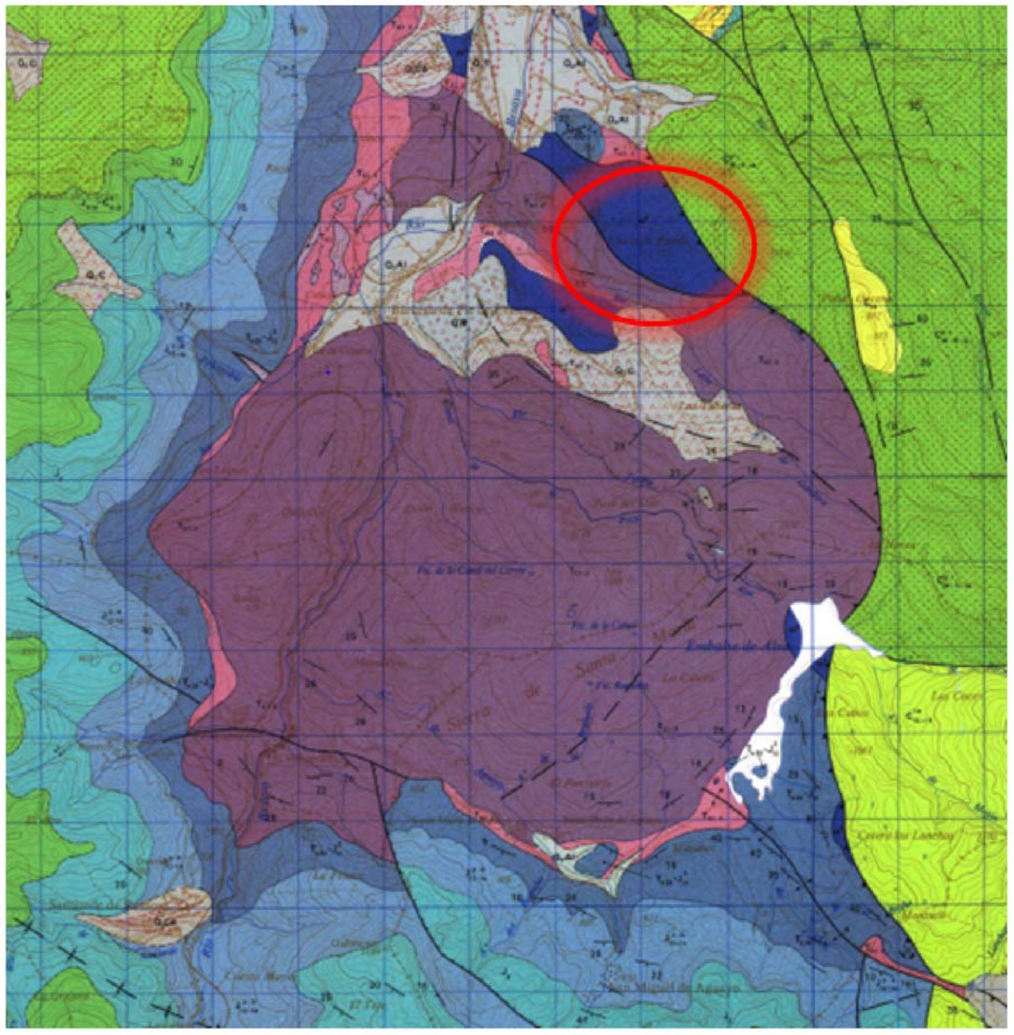
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA **ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA** **DE MINAS Y ENERGÍA**			
Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas			
Autor: Luis Olarreaga Vegas	Tipo de plano: Plano de Localización	Código: PL-01	Número: .
Promotor: Universidad de Cantabria	Nombre del plano:	Fecha: 06/2014	Escala: .

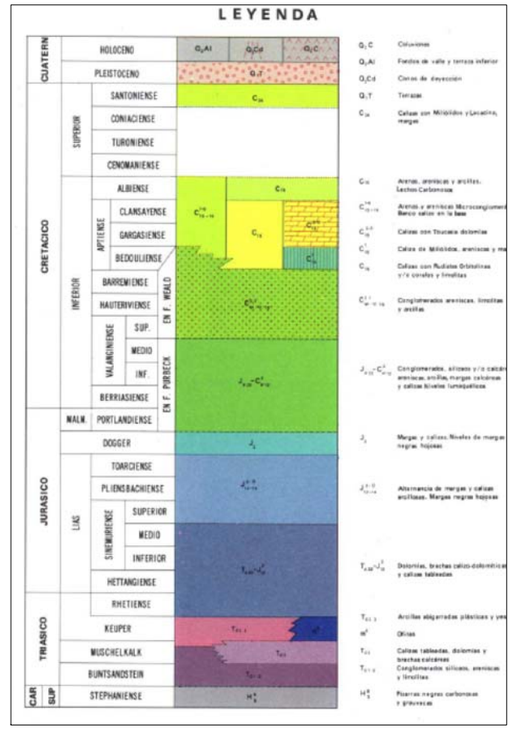


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano del Término Municipal de Molledo	PL-02	.
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa Topográfico	06/2014	.

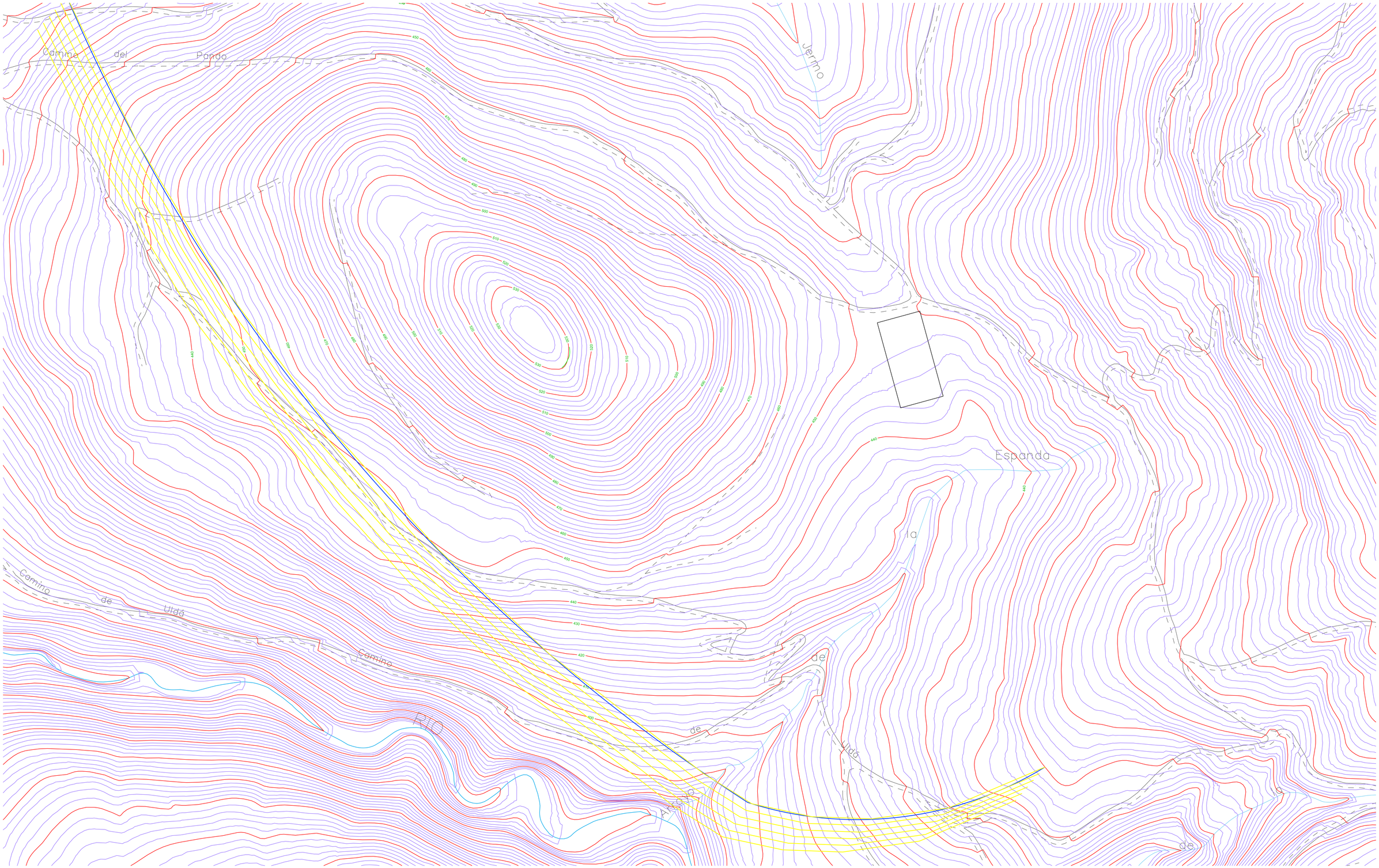




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

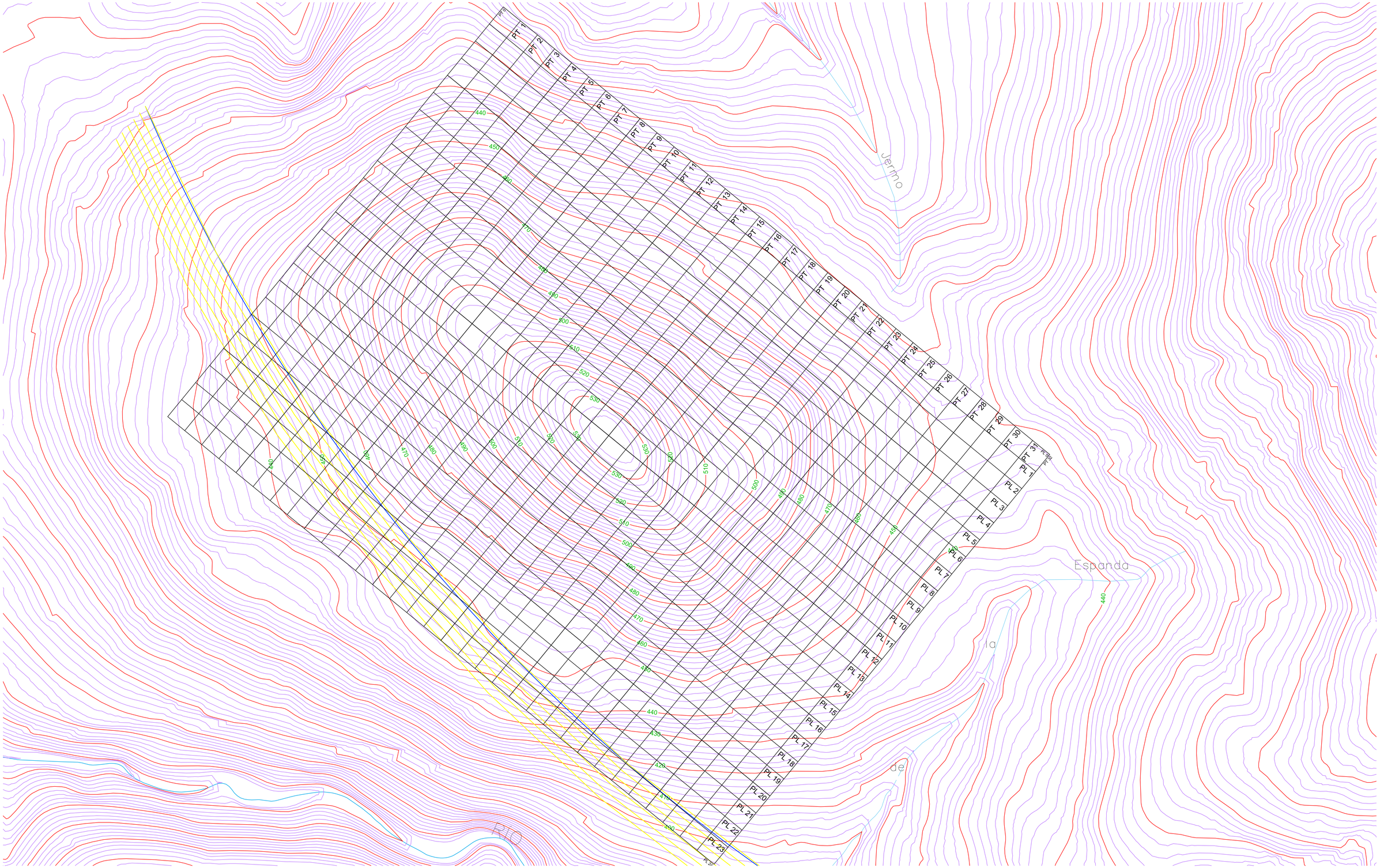
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de Cueto Pando	PL-03	.
Promotor:	**Nombre del plano:**	**Fecha:**	**Escala:**
Universidad de Cantabria	Mapa Geológico Hoja Reinosa	06/2014	.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de Cueto Pando	PL_04	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Limite de Ofitas según Corte Geológico	09/2014	1:2000

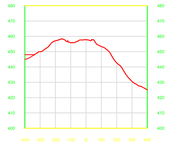


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA **ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA** **DE MINAS Y ENERGÍA**			
Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de ofita en el municipio de Molledo			
Autor: Luis Olarreaga Vegas	Tipo de plano: Plano de malla de perfiles	Código: PL_05	Número:
Promotor: Universidad de Cantabria	Nombre del plano: Mapa topográfico de Cueto Pando	Fecha: 09/2014	Escala: 1:2000

PL 1 0+025

PL 2 0+050

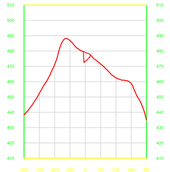
PL 3 0+075



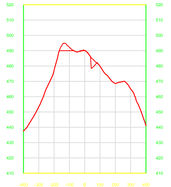
PL 4 0+100

PL 5 0+125

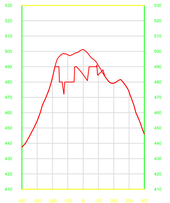
PL 6 0+150



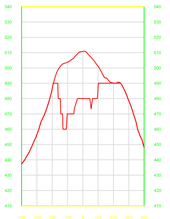
PL 7 0+175



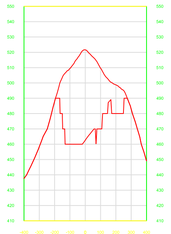
PL 8 0+200



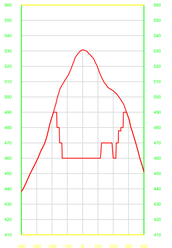
PL 9 0+225



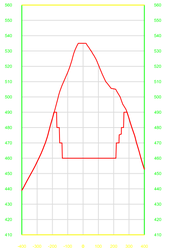
PL 10 0+250



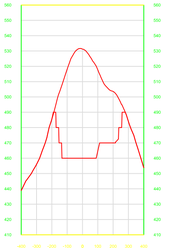
PL 11 0+275



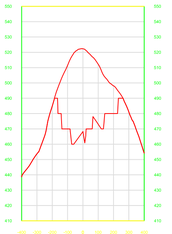
PL 12 0+300



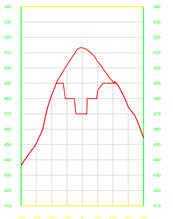
PL 13 0+325



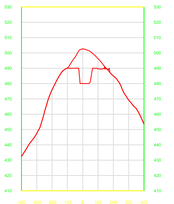
PL 14 0+350



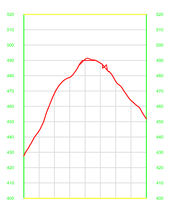
PL 15 0+375



PL 16 0+400

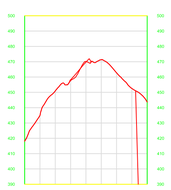


PL 17 0+425



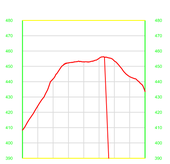
PL 18 0+450

PL 19 0+475

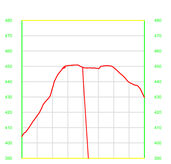


PL 20 0+500

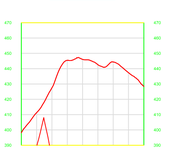
PL 21 0+525



PL 22 0+550



PL 23 0+575

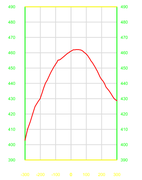


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

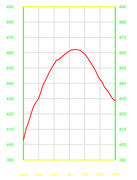
Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de perfiles Longitudinales	PL_06	
Promotor:	**Nombre del plano:**	**Fecha:**	**Escala:**
Universidad de Cantabria	Mapa de Cueto Pando	09/2014	

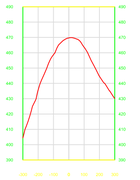
PT 1 0+025



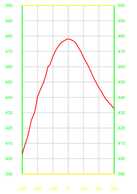
PT 1 0+025



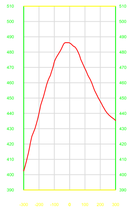
PT 2 0+050



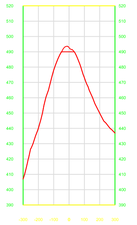
PT 3 0+075



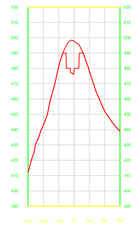
PT 4 0+100



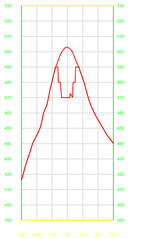
PT 5 0+125



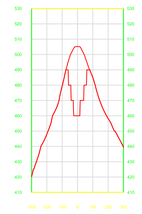
PT 6 0+150



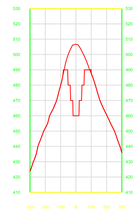
PT 7 0+175



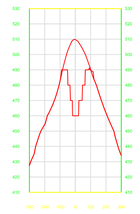
PT 8 0+200



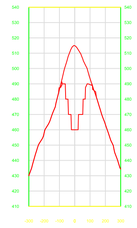
PT 9 0+225



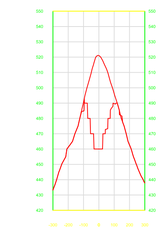
PT 10 0+250



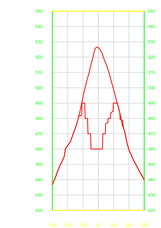
PT 11 0+275



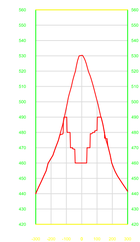
PT 12 0+300



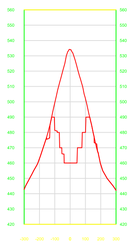
PT 13 0+325



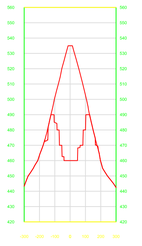
PT 14 0+350



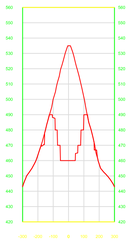
PT 15 0+375



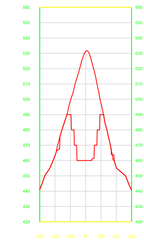
PT 16 0+400



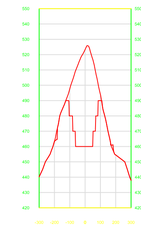
PT 17 0+425



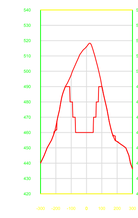
PT 18 0+450



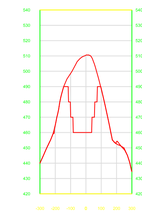
PT 19 0+475



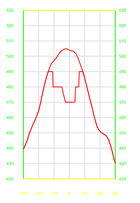
PT 20 0+500



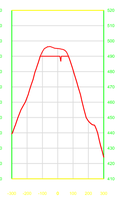
PT 21 0+525



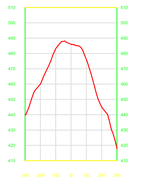
PT 22 0+550



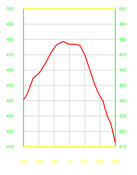
PT 23 0+575



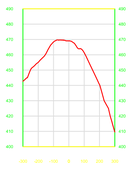
PT 24 0+600



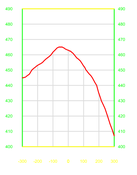
PT 25 0+625



PT 26 0+650

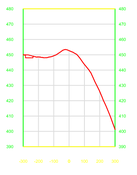


PT 27 0+675



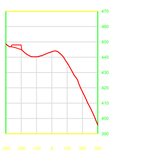
PT 28 0+700

PT 29 0+725



PT 30 0+750

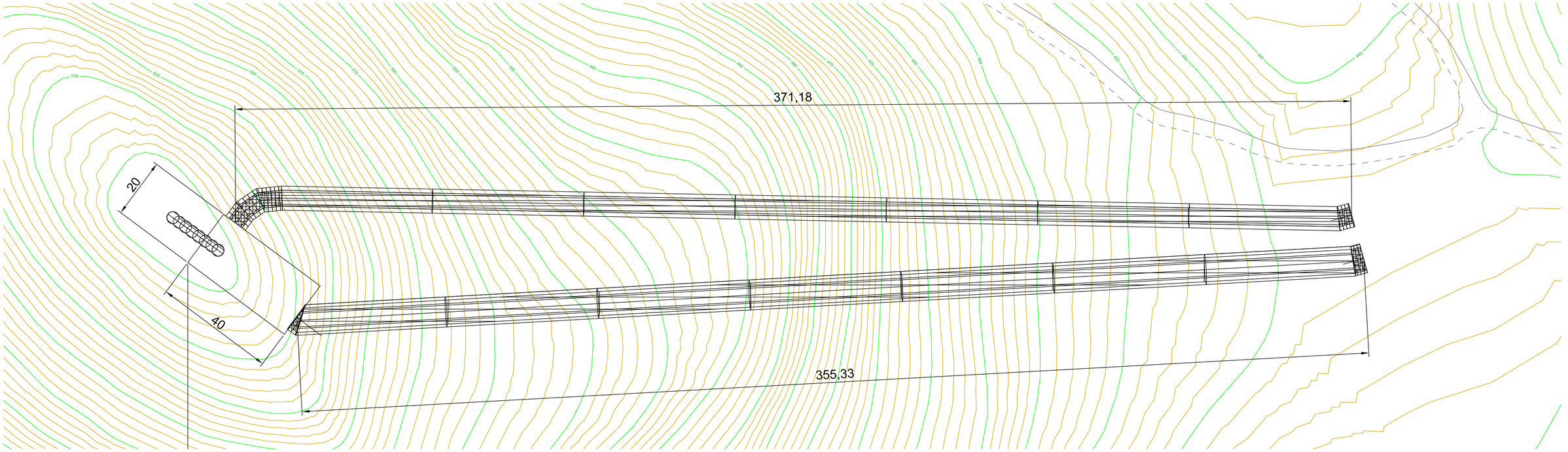
PT 31 0+775

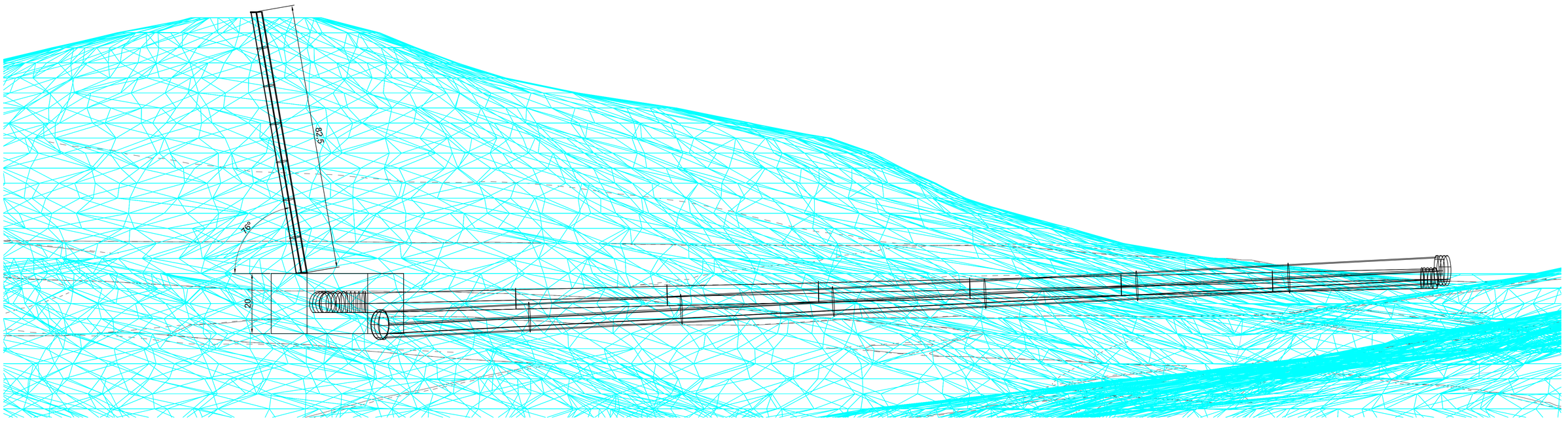


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de perfiles Transversales	PL_07	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa de Cueto Pando	09/2014	



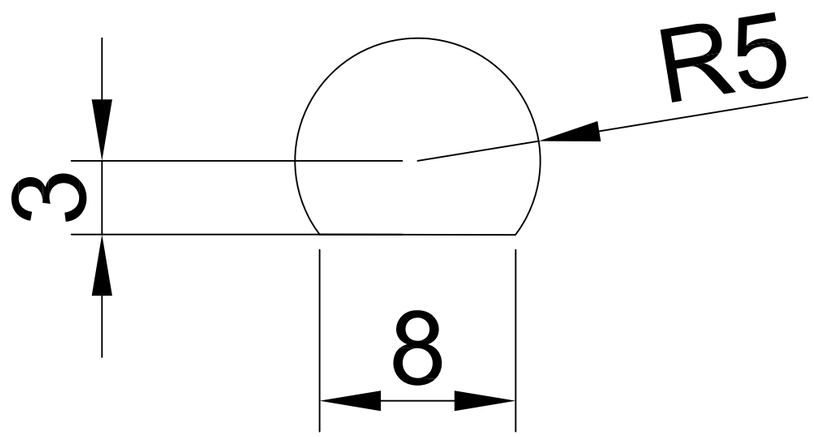


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

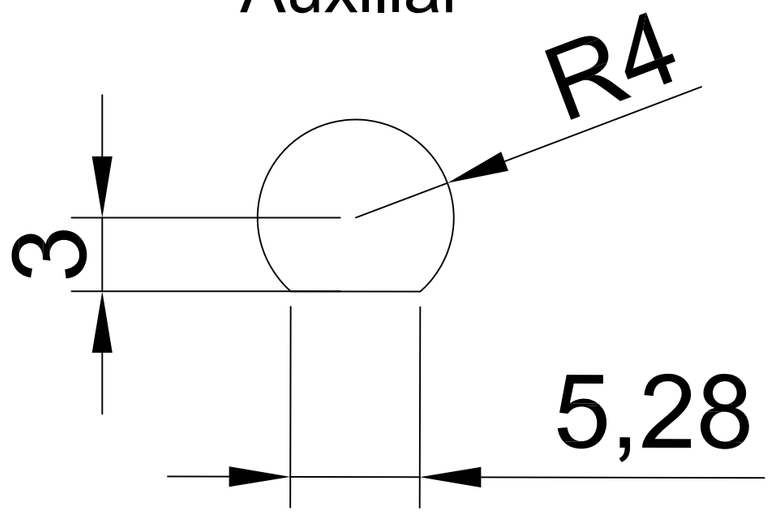
Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de ofitas en el municipio de Molledo

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de sistema chimenea - galería	PL_08	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000

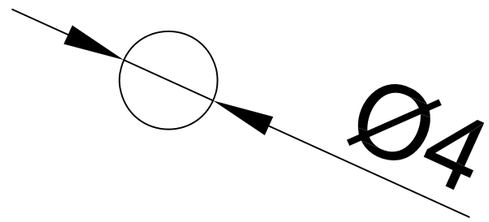
Sección Galería Principal



Sección Galería Auxiliar



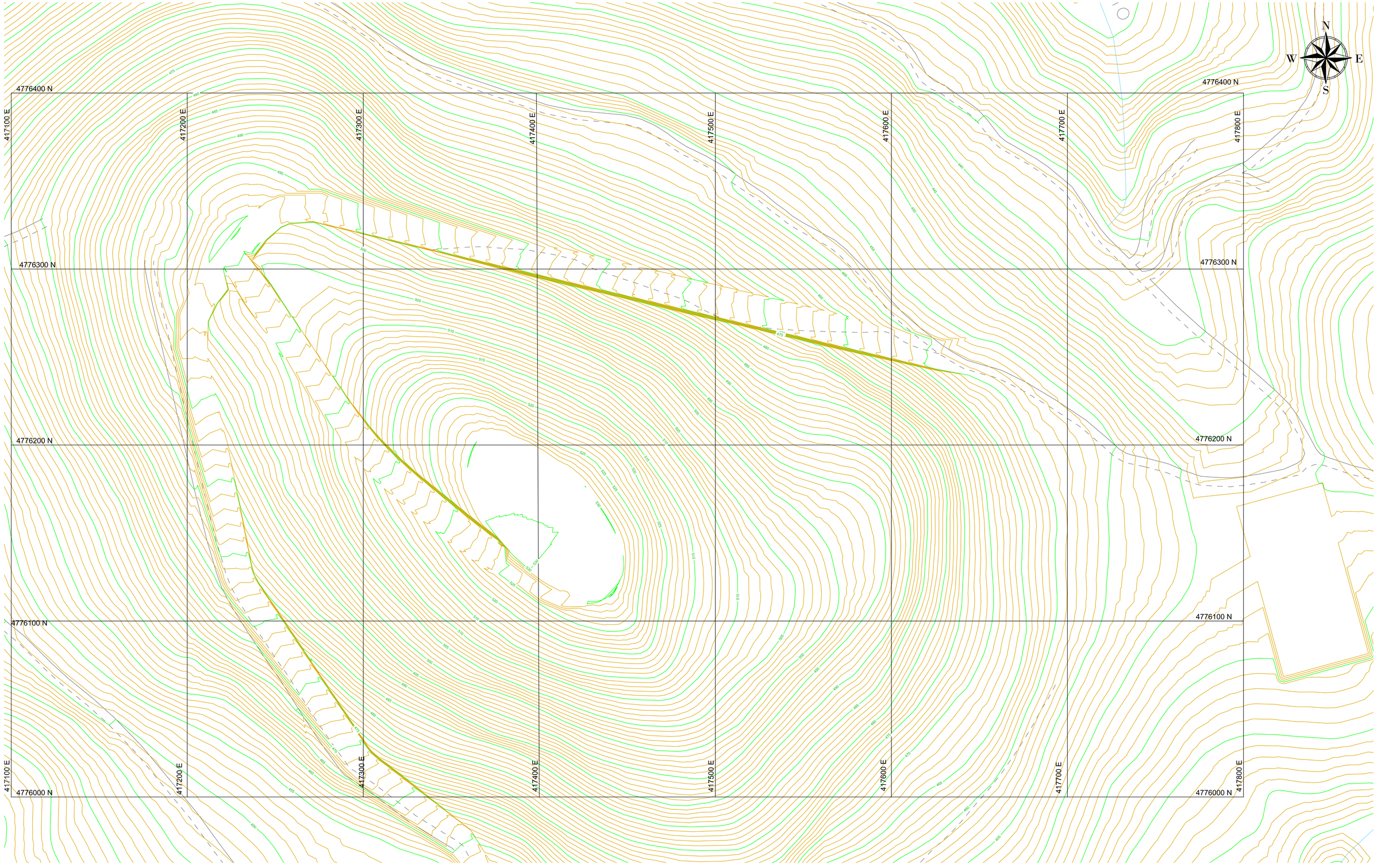
Sección Chimenea



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

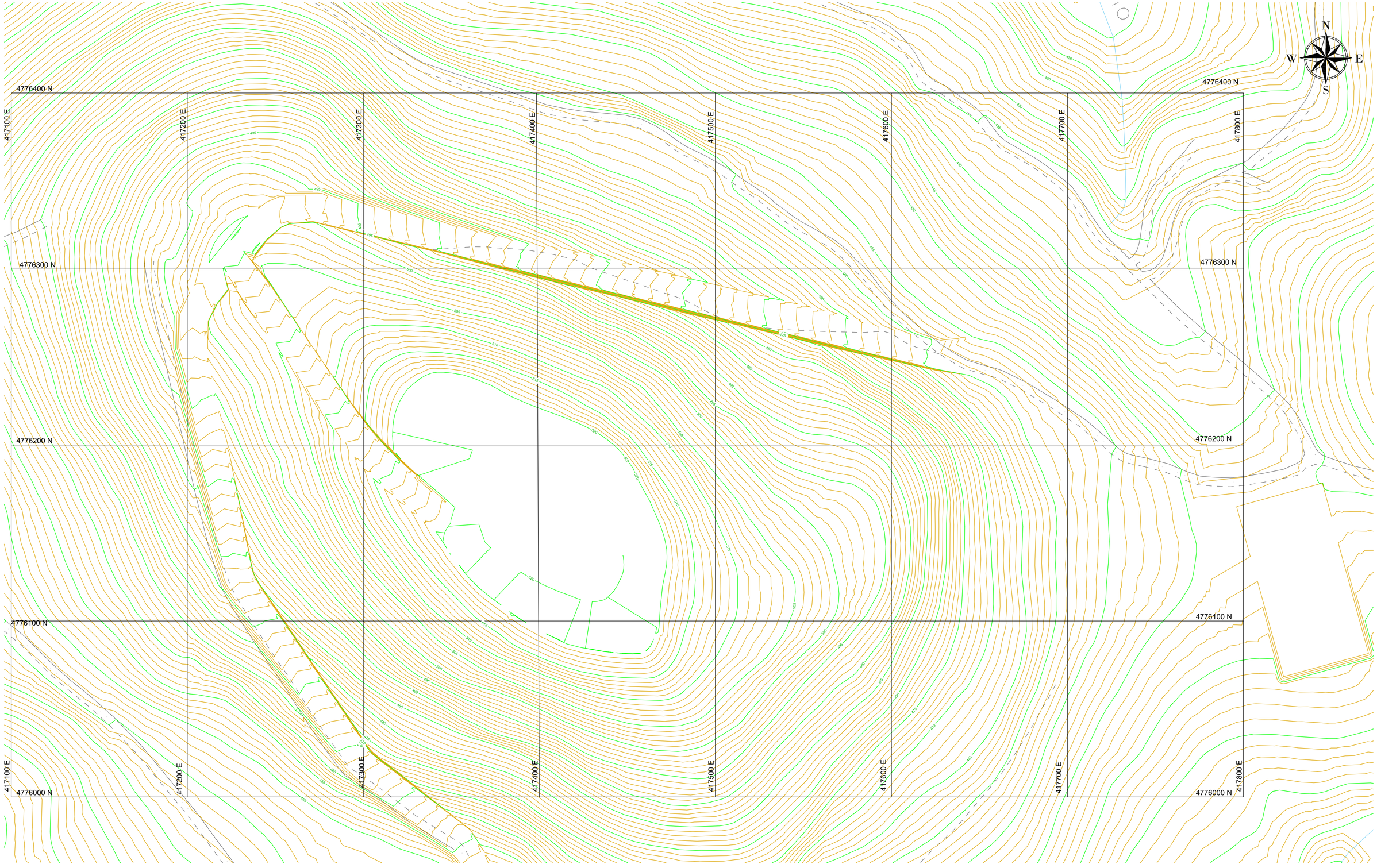
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de secciones Chimenea y Galerías	PL_09	
Promotor:	**Nombre del plano:**	**Fecha:**	**Escala:**
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	06/2014	



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

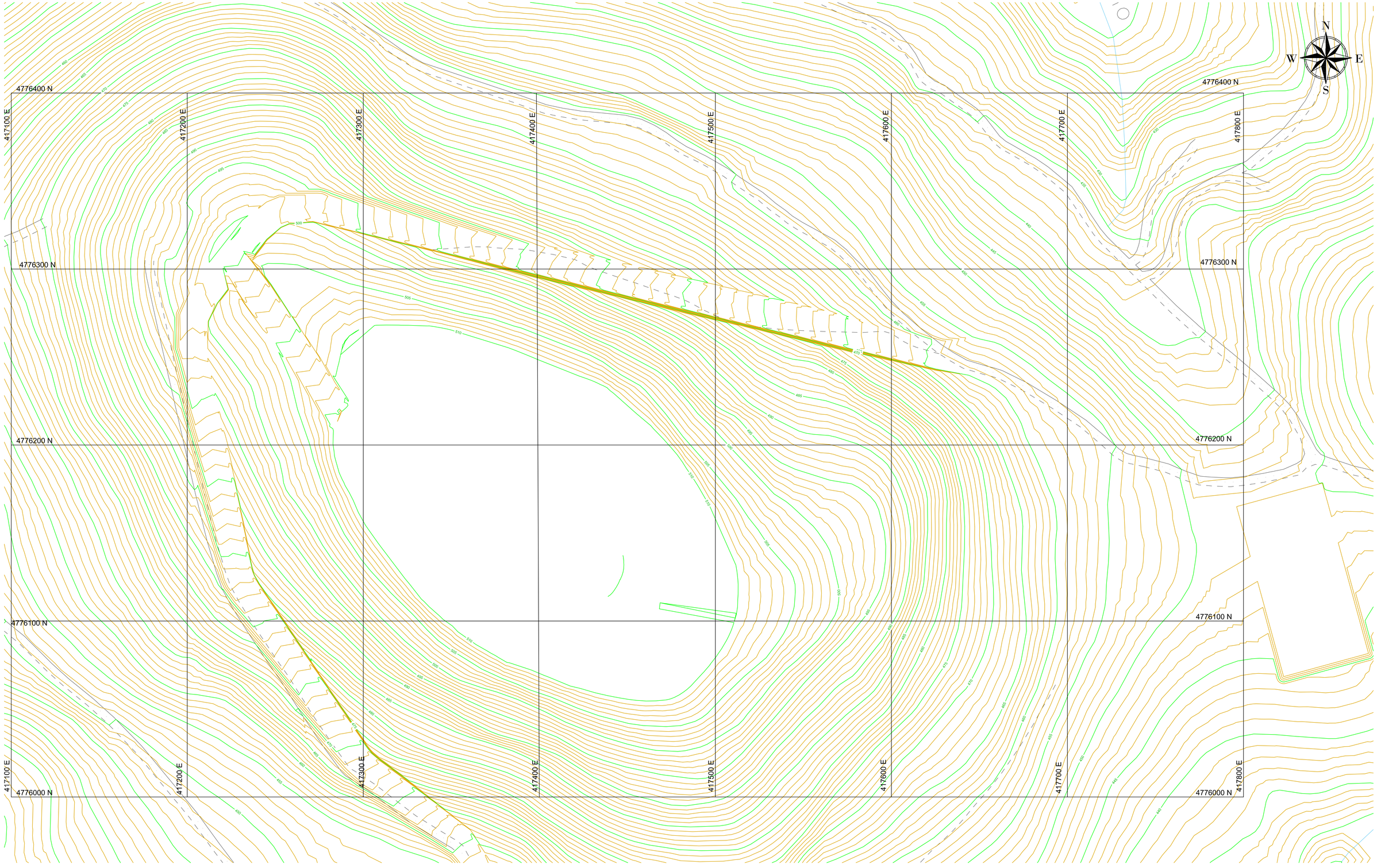
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 530	PL_10	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

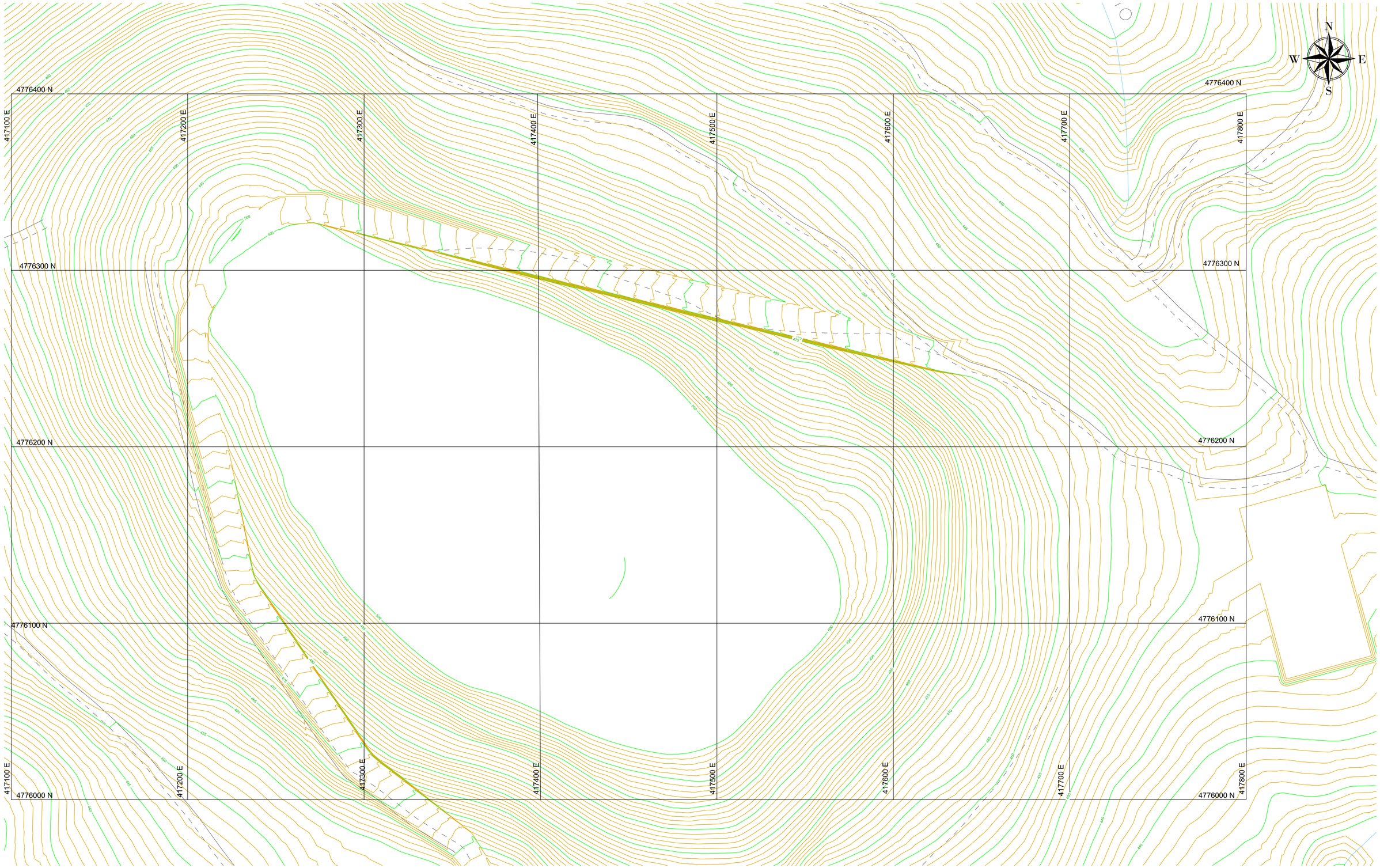
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 520	PL_11	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

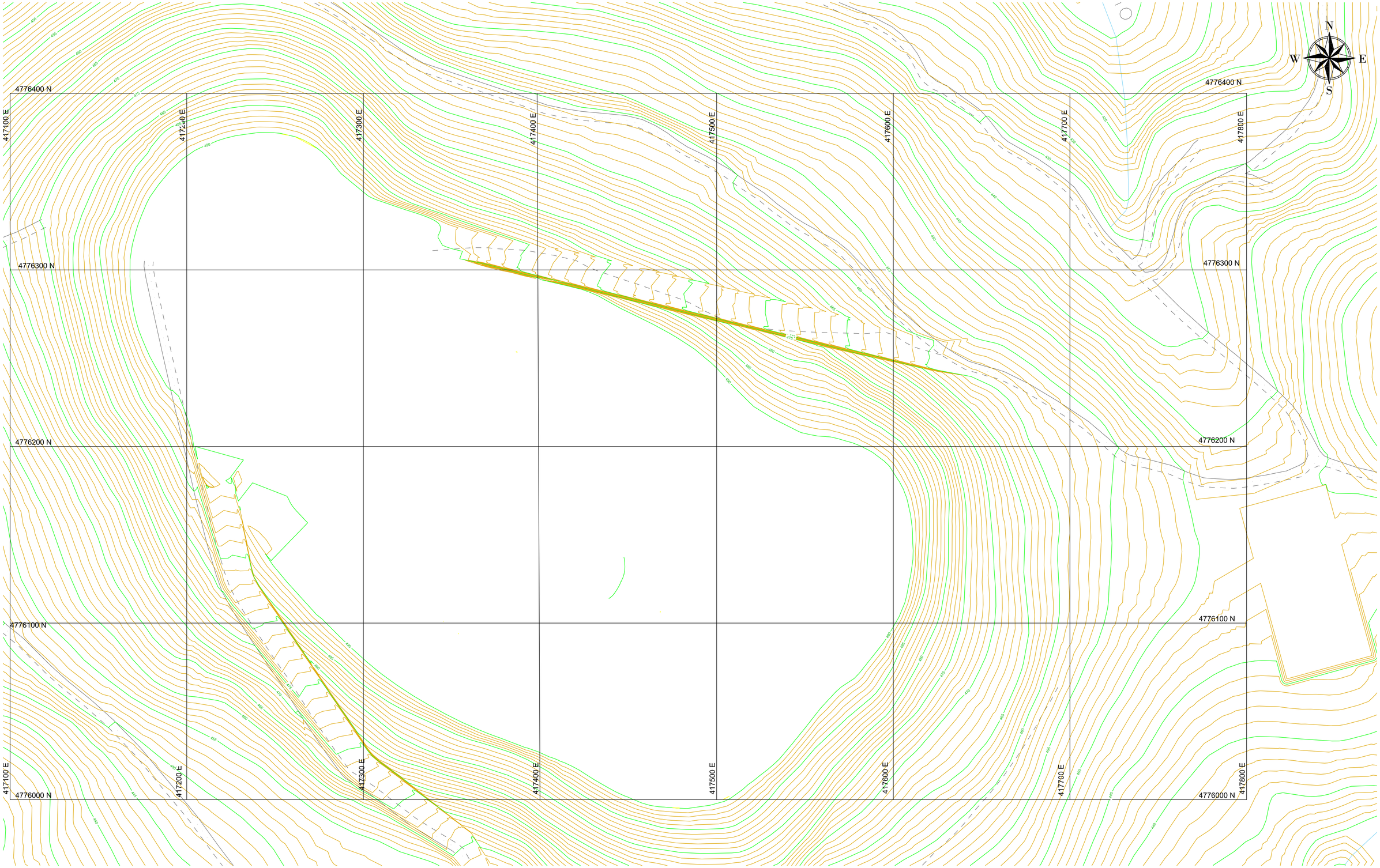
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 510	PL_12	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

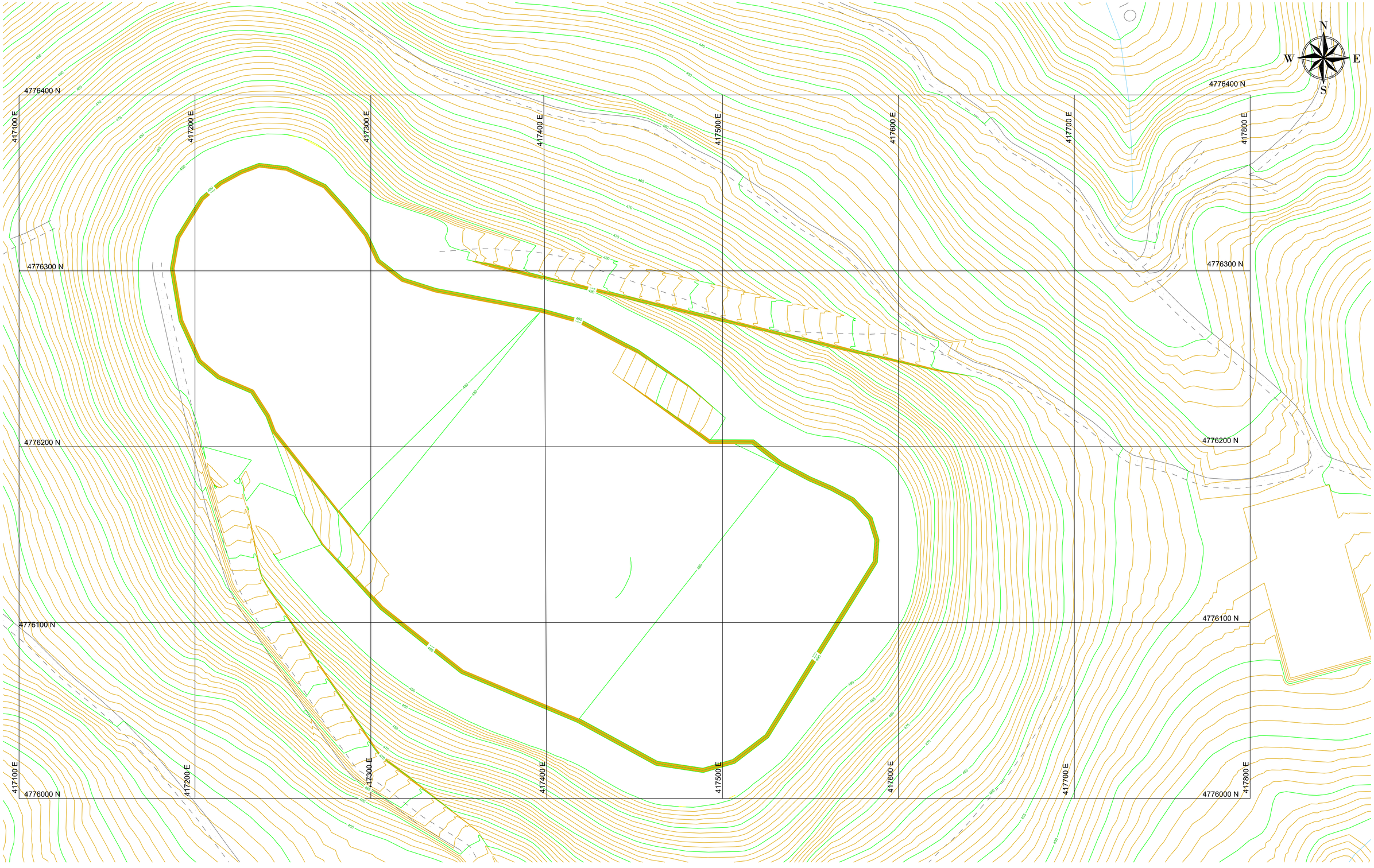
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 500	PL_13	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

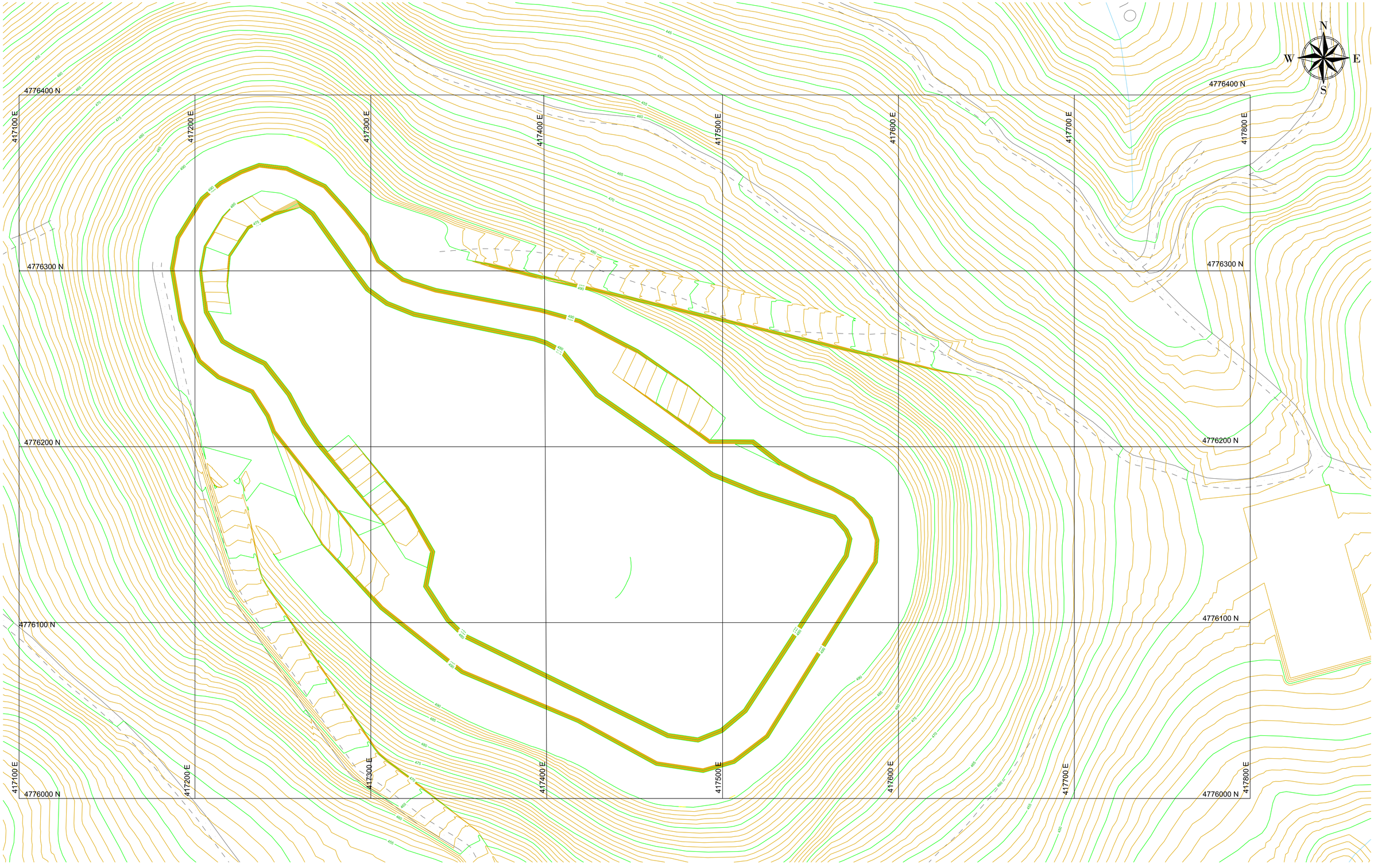
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 490	PL_14	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

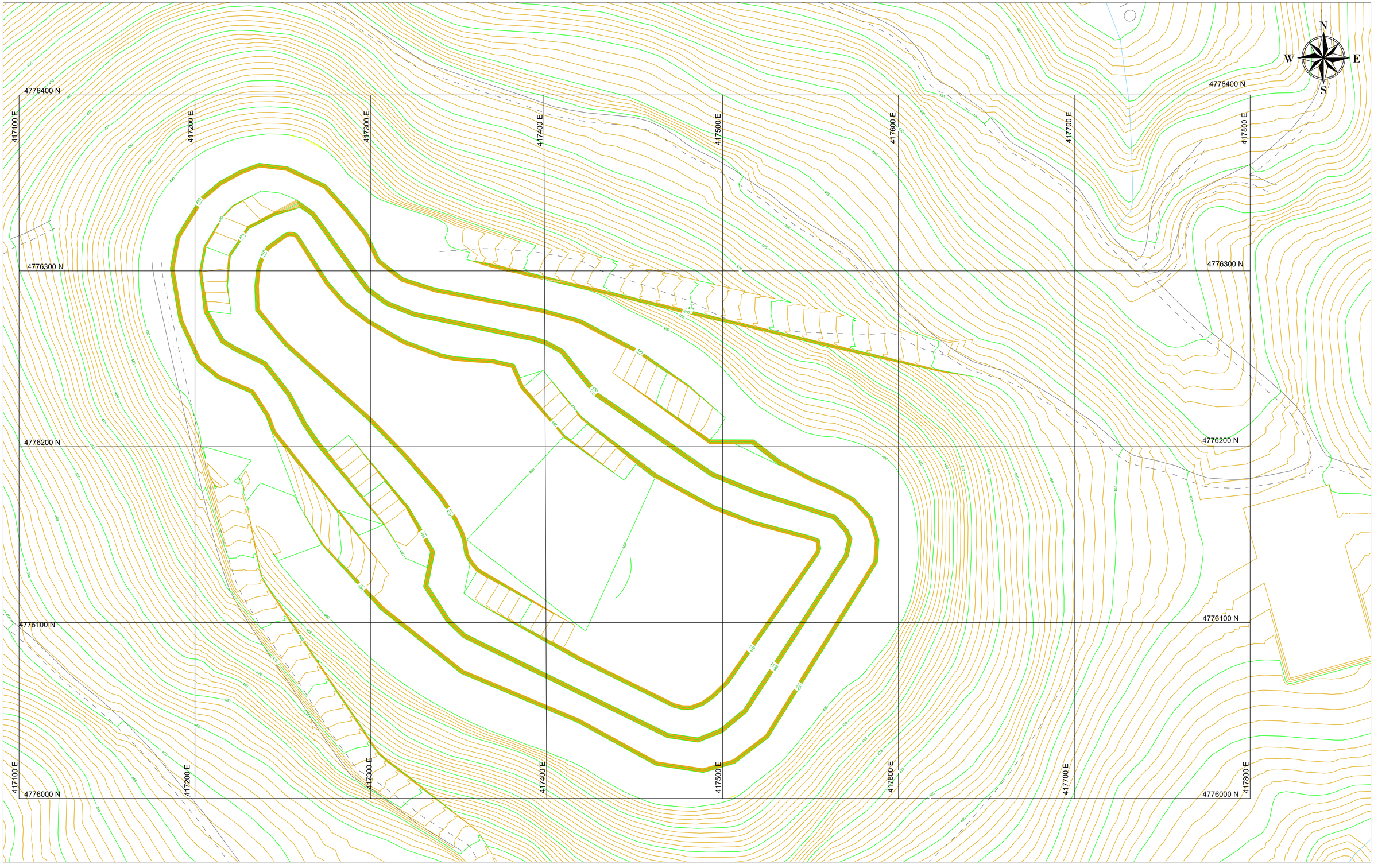
Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 480	PL_15	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 470	PL_16	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas

Autor:	Tipo de plano:	Código:	Número:
Luis Olarreaga Vegas	Plano de explotación Cota 460	PL_17	
Promotor:	Nombre del plano:	Fecha:	Escala:
Universidad de Cantabria	Mapa topográfico de Cueto Pando	09/2014	1:1000

Documento Nº3
Pliego de condiciones

1.-Pliego de prescripciones técnicas generales. 478

1.1. Objeto del pliego de condiciones 478

1.2. Prescripciones Generales: 478

1.3. Definición y ámbito de aplicación. 478

1.4. Disposiciones Generales. 481

2.- Pliego de prescripciones técnicas particulares. 484

1.1. Condiciones de la explotación. 484

2.1.1. Vías de comunicación y accesos 484

2.1.2. Iniciación. 484

2.1.3. Explotación 485

2.1.4. Altura de Bancos. 485

2.1.5. Anchura mínima del banco. 486

2.1.6. Diseño de rampas: 487

2.1.7. Labores de preparación y conservación: 489

2.1.8. Control del polvo. 490

2.1.9. Enlaces a los accesos ya existentes. 491

2.1.10. Jornada laboral: 491

3.-Condiciones económicas y legales. 491

3.1. Mediciones: 491

3.2. Valoraciones. 492

3.3. Trabajos no concluidos o incompletos. 493

3.4. Precios contradictorios. 493

4.-Procedencia, condiciones y preparación de los materiales. 494

4.1. Condiciones generales. 494

4.1.1.-Calidad de los materiales. 494

4.1.2.-Pruebas de ensayo y materiales. 494

4.1.3.-Materiales no consignados. 495

5.-Forma y condiciones de realización de las unidades de obra. 496

5.1. Normas Generales. *496*

5.1.1.-Trabajo de investigación del terreno. 496

5.1.2.-Unidades de obra comprendidos en el Pliego. 496

5.1.3.-Unidades de obra amparadas por patentes. 497

5.1.4.-Unidades de obra no especificadas en el Pliego de Condiciones. 497

5.1.5.- Unidades de obra que no cumplan las condiciones definidas en el Pliego de Condiciones. 497

6.-Unidades de obra y materiales para la explotación, los accesos y actuaciones puntuales. 498

6.1 Cementos. *498*

6.2. Hormigones: *503*

6.3. Acero: Barras corrugadas para hormigón armado. ... *506*

6.4. Agua a emplear en morteros y hormigones. *507*

6.5. Aireantes a emplear en hormigones. *508*

6.6. Madera. *509*

6.7. Morteros de cemento *510*

6.8. Electrodos en la soldadura eléctrica manual con arco *511*

6.10 Betunes asfálticos *513*

6.11. Betunes asfálticos fluidificados. *514*

6.12. Emulsiones asfálticas 515

6.13. Desbroce del terreno. 516

6.14. Demoliciones: 518

6.15. Escarificación y compactación. 519

6.16. Excavación de explanación y prestamos. 519

6.17. Excavación en pozos y zanjas 520

6.18. Excavación especial de taludes en roca. 521

6.19. Terraplenes 523

6.20. Rellenos localizados. 525

6.21. Terminación y refino de la explanada. 526

6.22. Refino de taludes. 527

6.23. Cunetas y acequias de hormigón ejecutadas en obra. 528

6.24. Arquetas y pozos de registro. 528

6.25. Imbornales y sumideros. 529

6.26. Drenes subterráneos. 530

1.-Pliego de prescripciones técnicas generales.

1.1. Objeto del pliego de condiciones

El presente pliego comprende las condiciones preceptivas para la ejecución de explotaciones de canteras en las condiciones facultativas especiales de cada obra, siguiendo lo establecido por la legislación vigente.

Así mismo recoge las condiciones a seguir en las diferentes operaciones de las que la correcta explotación se compone, en función de sus características.

1.2. Prescripciones Generales:

El título del Proyecto es “Proyecto de diseño del hueco minero para una explotación de una cantera de ofitas”, redactado por Luis Olarreaga Vegas.

Los documentos básicos de que se compone son:

- DOCUMENTO 1 - MEMORIA
- DOCUMENTO 2 - PLANOS
- DOCUMENTO 3 - PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO 4 - ESTUDIO ECONÓMICO

1.3. Definición y ámbito de aplicación.

Los documentos legales en que se basa el presente proyecto para su desarrollo, siguiendo lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales, son los siguientes:

- Ley 22/1973, del 21 de Julio, Minas.

- Decreto 1747/1975, del 17 de Julio, por el que se establecen los criterios de configuración de la Sección A de la Ley de Minas.

- Reglamento General para el Régimen de la Minería. Real Decreto 2.578/1978 del 25 de Agosto.

- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) Real Decreto 863/1985, del 2 de Abril.

- Orden del 3 de Febrero de 1986 por la que quedan aprobadas las ITC 12.0.01 y 12.0.02.

- Estatuto de los Trabajadores y todas aquellas disposiciones que regulan la relación entre patrones y obreros, los accidentes laborales, seguro obligatorio de viudedad e invalidez (SOVI), seguro de enfermedad, y todos los de carácter social vigentes en cada momento.

- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (BOE 16-3-71)

- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 del 11-3-71).

- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 del 11-3-71) (BOE 27-11-59).

- Reglamento de los servicios médicos de la empresa (OM 21-11-59)(BOE 27-11-59)

- Homologación de los medios de protección personal de los trabajadores (OM 17-05-74) (BOE 29-05-74)

- Reglamento de Explosivos , en caso de empleos puntuales de nos mismos R.D. 2-3-78) (BOE 7-9-78). (No previstos.)

Todas aquellas disposiciones oficiales sobre Seguridad, Higiene y Medicina en el Trabajo, que puedan afectar a los trabajadores.

Las Normas del Pliego de Prescripciones técnicas particulares prevalecerán sobre las del Pliego de Prescripciones técnicas generales.

1.4. Disposiciones Generales.

Todas las actividades reflejadas en el presente proyecto se realizarán bajo la autoridad de un Director Facultativo responsable, que cuente con la titulación exigida por ley.

En caso de eventuales obras subcontratadas, no previstas en el presente diseño, el contratista al que se adjudique la obra observará de manera obligada las condiciones técnicas, haciendo constar que las conoce y que se somete a su cumplimiento en estricta sujeción a las mismas durante la ejecución de la obra.

Los trabajos para la ejecución de obra cumplirán lo estipulado en el apartado 5 del artículo 22 de la Ley de Contratos del Estado.

En caso de darse la necesidad de adaptación a casos particulares de las consideraciones de este documento, el Director Facultativo establecerá Disposiciones Internas de Seguridad con el fin de regular las actividades internas de la empresa encargada de la explotación

Se requerirá la aprobación de los respectivos proyectos de todas las instalaciones, ya sean de nueva planta o resultado de la modificación importante de otras ya existentes. Deberán a su vez contar con la autorización de puesta en servicio, para lo cual se requiere la certificación u homologación de ciertos componentes o equipos.

El delegado minero dependerá directamente del Director Facultativo en materia de Seguridad.

Será competencia directa del Director Facultativo la seguridad en los proyectos, y el dictado de todas aquellas normas que sirvan para establecer los aspectos relativos a dicha materia

También lo será el llevar al día los planes de labores, el uso de explosivos, control de polvo y demás sustancias perniciosas así como mantener actualizado el croquis de la explotación.

El Director Facultativo tendrá igualmente competencia directa en todas aquellas cuestiones generales o puntuales de las labores, en el relevo del cual sea encargado. Será a su vez el responsable del puntual cumplimiento del montaje y mantenimiento de toda la maquinaria, encargándose de modo

personal de la revisión. Serán competencia suya el control de todas las labores de preparación y auxiliares, como el aprovisionamiento de material, carga o disparo de pegas cuando el empleo de explosivos se requiera y transporte del mineral. Entre sus responsabilidades también estarán las siguientes: garantizar la ejecución de las labores con estricta sujeción a lo aprobado en el proyecto o modificaciones debidamente autorizadas y el cumplimiento del programa de trabajos; definir todas aquellas condiciones técnicas que los pliegos de prescripciones correspondientes dejan a su libre criterio; resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de los diversos trabajos; estudiar las incidencias o problemas que se planteen en los trabajos que sean causa de impedimento para el normal cumplimiento de lo previsto y aconsejen su modificación, tramitando en dicho caso las correspondientes propuestas; proponer las actuaciones procedentes para obtener de los organismos tanto oficiales como particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para el correcto desarrollo de las labores y ocupación de los bienes por las mismas requeridos, así como resolver todos los problemas planteados por los servicios y servidumbres vinculados a las mismas; asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la inmediata dirección de determinadas operaciones o trabajos en curso, y acreditar las labores realizadas.

2.- Pliego de prescripciones técnicas particulares.

1.1. Condiciones de la explotación.

2.1.1. Vías de comunicación y accesos

Por carretera: partiendo desde Santander por la autovía A-67 en sentido Reinosa, donde debe tomarse la salida 157. Se sigue por la Carretera Nacional N-611 hasta Molledo, y se toma el cruce a Pando y a unos kilómetros en subida se llega al Cueto de Pando.

El transporte y la comunicación se realizarán empleando las pistas de acceso que se realizarán a tal fin, siguiendo la planificación establecida en los planos de diseño. Todos aquellos detalles constructivos de las pistas y caminos se incluirán en apartados posteriores.

2.1.2. Iniciación.

La primera labor a realizar será el desbroce de la superficie a explotar, procediendo a la retirada del suelo vegetal, que se acumulará en las proximidades de la explotación, para una vez concluidas las labores de

explotación sea posible su reutilización en la restauración, con el consiguiente ahorro motivado con dicho acopio.

2.1.3. Explotación

La explotación seguirá las directrices marcadas en la Memoria Justificativa y todas aquellas consideraciones geométricas y espaciales reflejadas en los planos que se adjuntan.

2.1.4. Altura de Bancos.

La altura escogida es la de 10 metros. La razón de elegir esta altura es el método que emplearemos en la cantera: el arranque mediante perforación y voladura. Con dicha altura de banco quedará garantizada, además de un buen nivel de seguridad en lo relativo a los desprendimientos y al empleo de martillos hidráulicos adosados a la retroexcavadora en casos en que se requiera (en las zonas centrales del macizo, susceptibles a contar con menor fracturación que el resto del conjunto), la total libertad de la máquina para acceder todas las alturas que se requiera con el cazo.

La pendiente del talud será de unos 76°, que puede considerarse como la más apropiada para garantizar la estabilidad de los materiales.

2.1.5. Anchura mínima del banco.

La anchura mínima con que ha de contar el banco viene totalmente condicionada por la maquinaria que ha de trabajar en él. Su valor viene dado por la expresión:

$$AM=A+T+Z$$

Con:

- **AM**= Anchura mínima.
- **A**= Radio de giro de la pala excavadora.
- **T**= Anchura que se requiere para el transporte.

Obtenemos una anchura de banco de 30 metros.

En casos que revistan ciertas particularidades, como el inicio de las plataformas de trabajo, o que cuenten con ciertas limitaciones en lo relativo a la anchura de éstas por motivos de posibles vuelcos o caídas, se colocarán barreras que no puedan ser traspasadas en las condiciones normales de trabajo.

La superficie de trabajo habrá de contar con la mayor regularidad posible, de modo que posibilite la fácil maniobrabilidad de las diversas máquinas intervinientes, debiendo además quedar garantizada la estabilidad y el eficaz desagüe.

2.1.6. Diseño de rampas:

- **Anchura:** El acceso de la maquinaria al tajo se realizará mediante pistas que cuenten con la suficiente anchura para una correcta y segura maniobra en los desplazamientos. Las pistas contarán con uno y dos carriles, dada la escasa circulación que se espera.

- **Pendiente:** Se establecerá como pendiente máxima la más usual en éste tipo de explotaciones mineras, del 10%.

- **Visibilidad:** Una buena visibilidad mejora la seguridad y simplifica el ciclo de transporte, aumentando además la eficacia del proceso, siendo su importancia aún mayor en las curvas. De todo ello se deriva el fijar que la distancia de seguridad se establezca en función de la distancia de frenado de los vehículos, debiendo ser ambos parámetros en el peor de los casos iguales.

Considerando un descenso de los camiones en óptimas condiciones de carga, y un imperfecto estado de la superficie de las pistas, cubiertas de gravilla

y tierra, la distancia de frenado será larga. A la vista de esto se determina que las curvas no podrán ser muy cerradas, debiendo procurarse la realización de un biselado de los taludes continuos a las pistas cuando se requiera para aumentar la visibilidad.

- **Peralte:** Con el fin de posibilitar una rápida y segura circulación, se deberá dotar a las curvas del conveniente peraltado, que tendrá como función el evitar tanto el deslizamiento vertical como los vuelcos debidos a la fuerza centrífuga.

En aquellas unidades de tramo que cuenten con distintos peraltes, se precisa establecer una longitud de pista en que el peralte varíe de modo gradual, conociéndose con el nombre de "zona de transición".

- **Radio de las curvas:** Se establecerá un radio mínimo con el fin de facilitarse la maniobrabilidad y propiciarse unas correctas condiciones de seguridad, posibilitándose por tanto una optimización en las velocidades de circulación. A tal fin se tomará un radio mínimo de 30 metros. Así mismo se realizará cuando se precise un aumento en la anchura de las pistas en las curvas, en función de dicho radio y de la visibilidad que permita.

- **Cruces y desviaciones:** A pesar de la escasa circulación prevista, se deberán tomar medidas concretas en el caso de cruces y desviaciones, dada la

potencial peligrosidad e influencia de éstos en los ciclos de transporte. Bajo estas premisas se emplearán todos aquellos métodos de control de que se pueda disponer, debiendo además buscarse en todo momento las mejores condiciones de anchura y visibilidad posibles.

- **Drenaje y desagüe**: El "Cueto de Pando" cuenta con una pluviometría anual estimada alrededor de 1.200 mm al año, por lo que la realización de drenajes y desagües para aquellas épocas del año con mayor registro de precipitaciones se muestra claramente necesaria tal como dicta el cálculo de cunetas en el anejo hidrogeológico.

El agua se encauzará a zonas determinadas que cumplan todas las condiciones requeridas para un correcto fluir de las aguas. Se realizarán cruces bajo los viales con el fin de evitar el paso de agua sobre estos en momentos de grandes precipitaciones.

2.1.7. Labores de preparación y conservación:

En las labores de preparación y conservación tenemos que revisar a la llegada, el estado de los taludes, por si presentan peligro para el normal desarrollo de las labores. Sanear la labor mediante retroexcavadora, antes de colocarse en el puesto de trabajo.

El saneo se debe efectuar sistemáticamente durante el desarrollo de la jornada laboral. Todo talud dudoso deberá de ser saneado.

También se deberá regar el frente antes de empezar a realizar la operación de cargue, repitiendo la operación tantas veces como sea necesario.

Durante la carga del escombro se mantendrá la cabeza apartada de la trayectoria de la cuchara. El personal no debe situarse debajo de la cuchara. El personal no debe situarse debajo de una zona que no se haya revisado y saneado antes.

Se deberá sanear siempre la labor antes de dar comienzo al trabajo, comenzando desde la parte segura y no colocándose en la zona hasta que ésta no se sanee debidamente.

Las labores se deberán revisar diariamente.

2.1.8. Control del polvo.

Se tomarán las adecuadas medidas para evitar durante la realización de las labores la formación de polvo libre y su existencia en la atmósfera de la explotación, incluyendo entre las mimas el riego de las pistas.

2.1.9. Enlaces a los accesos ya existentes.

Se deberán preparar los accesos y garantizar la conservación de estos, buscando acabados superficiales, geometrías, y características constructivas similares a los existentes en aquellas.

2.1.10. Jornada laboral:

Se considerará el curso laboral de 202 días, a un único turno.

3.-Condiciones económicas y legales.

3.1. Mediciones:

La medición del conjunto de unidades de obra, se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada.

La valoración de las obras no expresadas en el pliego se verificará aplicando en cada una de ellas la medida que le sea más apropiada, en el modo y condiciones que la Dirección Facultativa estime oportunos, multiplicando el resultado por el precio correspondiente.

3.2. Valoraciones.

Las valoraciones de las unidades de obra, se efectuará multiplicando el número de ellas por el precio unitario de las mismas, a establecer por la Dirección.

En el precio unitario al que se aluden el párrafo anterior deberán estar comprendidos los gastos de transporte de material, indemnizaciones o pagos que se hayan de hacer por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graben los materiales por el Estado, provincia o municipio, durante el empleo de los mismos, así como toda clase de cargas sociales.

En el precio por unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la labor terminada.

3.3. Trabajos no concluidos o incompletos.

Se computarán siguiendo el correspondiente cuadro de descomposición de precios que la Dirección establezca.

3.4. Precios contradictorios.

Si existiese algún caso excepcional imprevisto en el cual fuese necesario designar precios contradictorios a los dictados por la Dirección, estos deberán seguir lo establecido en el artículo 150, párrafo 2 del Reglamento General de Contratación del Estado.

4.-Procedencia, condiciones y preparación de los materiales.

4.1. Condiciones generales.

4.1.1.-Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

4.1.2.-Pruebas de ensayo y materiales.

Todos los materiales a los que en el presente capítulo se alude, deberán ser sometidos a análisis de prueba a fin de acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de la cantera, bien entendido que se rechazará el que no reúna las condiciones exigidas.

4.1.3.-Materiales no consignados.

Los materiales no consignados en el proyecto que dieran lugar a contradicciones reunirán las adecuadas condiciones, a juicio de la Dirección Facultativa.

5.-Forma y condiciones de realización de las unidades de obra.

5.1. Normas Generales.

5.1.1.-Trabajo de investigación del terreno.

La dirección de obra, simultáneamente con el replanteo inicial, podrá optar por abrir zanjas, pozos y calicatas en los lugares y dimensiones que estime convenientes; se redactará un acta con el resultado de estos trabajos.

De acuerdo con los resultados de dichos trabajos, se podrá confirmar la situación de los trabajos, o modificarlos dentro del recinto general.

5.1.2.-Unidades de obra comprendidos en el Pliego.

Se ejecutarán siguiendo las normas dadas en el presente pliego.

5.1.3.-Unidades de obra amparadas por patentes.

Se realizarán siguiendo las instrucciones dadas por el concesionario de la patente, previa autorización de la Dirección.

5.1.4.-Unidades de obra no especificadas en el Pliego de Condiciones.

Se realizarán con arreglo a las indicaciones de la Dirección Facultativa, suprimiendo los defectos que puedan realizarse por vicios.

5.1.5.- Unidades de obra que no cumplan las condiciones definidas en el Pliego de Condiciones.

La Dirección podrá ordenar la demolición de aquellas unidades de obra que no cumplan las especificaciones establecidas en el Pliego.

6.-Unidades de obra y materiales para la explotación, los accesos y actuaciones puntuales.

6.1 Cementos.

Definición.

Son conglomerantes que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones. Es de aplicación todo lo dispuesto en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-97), según Real Decreto 776/1997.

Clasificación.

Los cementos se clasifican en tres órdenes sucesivos que se denominan Tipos, Clases y Categorías. Cada cemento tiene una denominación y una designación. El número que figura en las denominaciones y designaciones indica

la categoría y corresponde a la resistencia a compresión, en newton por milímetro cuadrado, que se exige a los veintiocho (28) días al mortero normal.

Se establecen las siguientes denominaciones:

a) Cementos Comunes:

- Cemento Portland
- Cemento Portland con escoria
- Cemento Portland con humo de sílice
- Cemento Portland con puzolana
- Cemento Portland con ceniza volante
- Cemento Portland con caliza
- Cemento Portland mixto
- Cemento de horno alto
- Cemento puzolánico
- Cemento compuesto

b) Cementos blancos

c) Cementos para usos especiales

d) Cementos de aluminato de calcio

e) Cementos con características adicionales

Para elementos de hormigón armado podrá utilizarse cualquier tipo de cemento que cumpla lo dispuesto en la Instrucción para la recepción de cementos (RC-97). También podrá utilizarse los cementos legalmente fabricados y comercializados en un Estado miembro de la U.E. que sean conformes a las especificaciones en vigor en tales Estados, siempre que estas tengan un nivel de seguridad equivalente al que exige la Reglamentación Española. La resistencia del cemento no será inferior a 32,5 N/mm2 y deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el artículo 26 de la EHE. El empleo decemento aluminoso deberá ser objeto, en cada caso, de estudio especial exponiendo las razones que aconsejan su uso y observándose estrictamente las especificaciones contenidas en el Anejo nº 4 de la EHE. Con respecto al contenido de ión cloro, se tendrá en cuenta lo prescrito en el artículo 30.1 de la EHE.

Para elementos de hormigón pretensado el cemento a utilizar será capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que al mismo se le exigen en los Artículos 26 y 36.2 de la EHE.

Condiciones generales.

El cemento elegido cumplirá las prescripciones de la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC-97). El cemento será del tipo Portland P-350 ARI, de alta resistencia. La resistencia mínima a la flexotracción a la edad de tres días es de 40 kp/cm2, y la mínima a compresión a igual edad es de 175.

Otras características son:

- Máxima pérdida al fuego 4%.
- Residuo insoluble, máximo 3%.
- Óxido de magnesio, máximo 5%.
- Trióxido de azufre, máximo 4%.

Transporte y almacenamiento.

El transporte del cemento se hará en sacos de plástico, y se almacenarán en sitio ventilado, defendido de la intemperie y la humedad. El Director comprobará que el trato dado a los sacos durante la descarga no ocasiona desperfectos que puedan causar daños a la calidad del material.

Cada partida llegará a obra acompañada de su correspondiente documento de origen, en el que figurarán el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos. A la recepción en obra de cada partida se podrá llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a medir el rechazo por el tamiz 0,080 UNE.

Cuando el Director lo estime conveniente se llevarán a cabo los ensayos que crea oportunos. Cuando el cemento haya estado almacenado, en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a un (1) mes, se procederá a comprobar que sus características continúan siendo adecuadas.

En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, el Director podrá variar el plazo de un (1) mes, para la comprobación de las características del cemento.

El cemento no llegará a obra excesivamente caliente. Si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no excederá de setenta grados centígrados (70º C), y si se va a realizar a mano, no excederá del mayor de los limites siguientes:

- Cuarenta grados centígrados (40º C).

- Temperatura ambiente más cinco grados centígrados (5º C).

De no cumplirse lo anterior, deberá comprobarse con anterioridad a su empleo que el cemento no presenta falso fraguado.

Medición y abono.

En acopios se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

6.2. Hormigones:

Definición:

Se definen como hormigones aquellos productos formados a partir de la mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

Características:

Los materiales empleados son cementos Pórtland P-350 ARI y agua. El árido fino se corresponde con la fracción pasante por el tamiz 5, UNE.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales. El árido grueso se corresponde por su parte con la fracción retenida por el mismo tamiz 5 UNE. Para su fabricación se emplearán gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, etc.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado con arreglo a la normativa UNE En 933-4, no deberá ser inferior a 0,15. En caso de requerirse hormigón, se empleará: tipo H-150, de resistencia característica 150 kp/cm2, y H-200, de resistencia característica 200 kp/cm2 .

La dosificación del cemento no deberá rebasar los 400 kg por cada m3 de hormigón fresco. Cuando el hormigón esté sometido a la intemperie, no será inferior a los 250 kp/m3 , y en caso de que se desee colocar bajo el agua, nunca estará por debajo de 350 kp/cm3 .

La consistencia del hormigón será seca, con valor límite de asiento 0-2 cm de tolerancia +1cm. Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá tan amplio como sea posible en función del método de fabricación empleado, debiéndose siempre cumplir las exigencias granulométricas del árido combinado.

La mezcla se realizará en un camión hormigonera de tipo abierto, provisto de paletas cuya velocidad de fraccionamiento deberá estar entre 4 y 16 r.p.m. El volumen de la mezcla no será superior al 60% de dicha capacidad.

La compactación se ejecutará por el procedimiento de vibración, empleándose a tal fin, vibradores cuya frecuencia no sea inferior a 6.000 ciclos por minuto. El control de calidad se realizará siguiendo lo prescrito en la instrucción EH-7i.

Medición y abono:

El hormigón se abonará por metro cúbicos realmente colocados en obra. El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación, el transporte y el vertido deben quedar incluidos en un precio unitario, así como también su compactación, curado y acabado.

6.3. Acero: Barras corrugadas para hormigón armado.

Definición:

El acero especial a emplear en armaduras estará formado por barras corrugadas de alta adherencia. Se entiende por barras corrugadas de hormigón armado, las de acero que presentan superficialmente resaltes o estrías que dadas sus características mejoran la adherencia con el hormigón

Deberá contar con el sello de conformidad del CIETSID, y vendrá marcado de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo.

No presentará ovalaciones, grietas, soldauras, ni mermas en secciones superiores al 5%, y deberá cumplir lo especificado en el artículo 9 del EH-92.

Características:

Las características mecánicas que deberán garantizarse son:

- Carga unitaria de rotura fs= 4.200 kp/cm^2.

- Límite elástico aparente o convencional fy= 5.000 kp/cm^2 -alargamiento de rotura en la base, A=12.

- Relación carga unitaria en rotura/ límite elástico =1,10.

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo, y de tal modo que no se manchen de grasa, aceite o cualquier otro producto susceptible de perjudicar la adherencia.

Medicición y abono:

En acopios las barras corrugadas se medirán por toneladas realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

6.4. Agua a emplear en morteros y hormigones.

En general podrán utilizarse tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones todas las aguas que la práctica haya determinado ser aceptables. En aquello casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas y se rechazarán aquellas de pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superiores a 15 gr/l, las que contengan ión Cloro en proporción superior a los 6 gr/l, aquellas en que se detecte presencia de hidratos de carbono y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidades iguales o superiores a los 15 gr/l.

La toma de muestras y los análisis deberán hacerse en conformidad con los métodos de ensayo UNE 7130 ,7171, 7132, UNE 7178, UNE 7235 y UNE 7236.

6.5. Aireantes a emplear en hormigones.

Definición:

Se define como aireantes a emplear en hormigones los productos que, durante el amasado, originan pequeñas burbujas de aire o gas con gran profusión, de tamaños comprendidos entre 10 y 1.000 micras, que quedan en el seno de la masa tras endurecer éstas.

Características:

La aceptación de un producto aireante será decidida por el director de las obras a la vista de los ensayos previos. Estos productos han de cumplir las premisas siguientes:

- El tanto por ciento de exudación de agua del hormigón aireado nunca excederá el 65% de la exudación que produce el mismo hormigón sin airear.
- El hormigón aireado deberá presentar una resistencia característica superior a 80% de la que presenta el hormigón sin airear de iguales características.
- En ningún caso el aireante empleado excederá en proporción el 4% del peso empleado en el hormigón.
- No se emplearán agentes aireantes en hormigones excesivamente fluidos, La prohibición de la aplicación de dicho proceso deber ser controlada de modo regular en obra.
- Estará prohibida la mezcla con otro tipo de aditivo sin la previa autorización de la Dirección.

Medición y abono:

En acopios los aireantes se medirán por toneladas realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada. O por metro cúbico de hormigon, en función de la proporción empleada.

6.6. Madera.

La madera ha de reunir las siguientes características:

- Poceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido sometida a un proceso de desecación al aire, protegida del sol y la lluvia durante no menos de dos años.
- No presentar signo alguno de carcomas, atronaduras, ataque de hongos o putrefacción.
- No tener grietas, manchas, o cualquier otro defecto que pudiese ocasionar perjuicio a su solidez y resistencia. Se prestará especial atención a que contenga la mínima cantidad posible de nudos los cuales, en caso de existir, tendrán un espesor inferior a la séptima parte de la dimensión de la pieza.
- Sus fibras deberán ser rectas, sin sufrir virajes o entrelazarse, y de disposición paralela a la mayor de las dimensiones de la pieza.
- Deberá dar un sonido claro de percusión.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes. La madera de construcción escuadrada será sierra de aristas vivas y llanas.

Medición y abono:

En acopios la madera se medirá por toneladas realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada..

6.7. Morteros de cemento

Definición:

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente puede contener algún tipo de producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuyo empleo deberá haber sido aprobada previamente por el Director.

Características:

El tipo y clasificación del mortero de cemento Portland es M-450 para fábricas de ladrillo y capas de asiento de piezas prefabricadas, adoquinados y bordillos: 460 kg de cemento P-350 por metro cúbico de mortero.

La mezcla de mortero se realizará mecánicamente. El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto de color uniforme y notable homogeneidad. Seguidamente se añadirá la cantidad de agua necesaria para que, tras ser batida, la masa tenga la consistencia adecuada.

Sólo se fabricará el mortero preciso para su empleo inmediato, rechazándose todo aquel que ya haya empezado a fraguar o que no haya utilizado en los 45 minutos posteriores a su amasadura.

Medición y abono:

El mortero no será de abono directo, debiendo incluirse en el precio de la unidad de obra correspondiente a determinar por la Dirección.

6.8. Electrodos en la soldadura eléctrica manual con arco

Definición:

Se definen como electrodos las varillas revestidas que constituyen el material de aportación de la soldadura manual al arco.

Características:

Los electrodos a emplear en los procedimientos de soldadura manual por arco eléctrico deberán ajustarse a las características definidas en la norma UNE> 14.003. En las soldaduras de aceros A-42 se utilizarán electrodos de tipo E-43.1, E-43.2, E-43.3, E-43.4.

Queda prohibido el empleo de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza. En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos de rendimiento nominal superior a 120. El revestimiento de electrodo será básico (B). Éste se empleará perfectamente en seco, por lo que se introducirá y conservará en desecador hasta el momento de su empleo.

Medición y abono:

La medición y abono se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

6.9. Alquitranes para accesos que los requieran.

Definiciones:

Se definen los alquitranes para carreteras como los productos bituminosos de viscosidad variable preparados con el residuo bruto obtenido en la destilación destructiva del carbón a altas temperaturas.

Características:

Los alquitranes para carreteras deberán presentar un aspecto homogéneo y estar en su práctica totalidad exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

Los bidones empleados para el transporte de alquitrán estarán constituidos por una virola de una única pieza. No presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

Los bidones se almacenarán en instalaciones en que se garantice su protección frente a factores como la humedad, la lluvia, el calor excesivo y de la zona de influencia de motores, máquinas, fuegos o llamas.

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Director deberá aprobar el sistema a utilizar.

Las cisternas empleadas para el transporte de alquitranes, estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento, y con tal finalidad se preferirán las bombas de tipo rotativo a las centrífugas.

Medición y abono:

La medición de este material se realizará siguiendo lo indicado por la Dirección en su unidad de obra correspondiente. En acopios, el alquitrán se medirá en toneladas realmente acopiadas.

6.10 Betunes asfálticos

Definición:

Se definen los betunes asfálticos como los productos bituminosos sólidos o viscosos naturales o preparados a partir de hidrocarburos naturales mediante procesos de destilación, cracking. Se caracterizan por el bajo contenido en productos volátiles, así como también por sus propiedades aglomerantes características. Son esencialmente solubles en sulfuro de carbono.

Características:

Los betunes asfálticos deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de tal manera que no generen espuma al ser calentados a la temperatura de empleo.

Los bidones empleados para el transporte de betún asfáltico estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

Dichos bidones se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, la lluvia, el calor excesivo y de la zona de acceso de máquinas, motores, fuegos y llamas.

En caso de que el transporte se realice a granel , contará con la aprobación de la Dirección.

Las cisternas empleadas para el transporte de betunes asfálticos estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenaje, y a tal fin se preferirán las bombas de tipo rotativo a las de carácter centrífugo.

Medición y abono:

La medición de este material se realizará siguiendo lo indicado por la Dirección en la unidad de obra de que forma parte.

6.11. Betunes asfálticos fluidificados.

Definición:

Se definen como tal los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

Características:

Los betunes asfálticos fluidificados, deberán caracterizarse por un aspecto homogéneo, por una práctica inexistencia de agua, para que al igual que en el caso anterior se evite la formación de espuma al alcanzar la temperatura de empleo. No deberán presentar signos de coagulación previa a su uso.

Los bidones empleados su transporte estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre

serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

Dichos bidones se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, la lluvia, el calor excesivo y de la zona de acceso de máquinas, motores, fuegos y llamas. Deberá prestarse especial atención a la vigilancia de estos preceptos en caso de que se tema el ascenso de la temperatura ambiente hasta alcanzar valores que ronden el punto de inflamación del producto.

Medición y abono:

La medición de este material se realizará siguiendo lo indicado por la Dirección en la unidad de obra de que forma parte. En acopios, por toneladas realmente acopiadas.

6.12. Emulsiones asfálticas

Definición:

Se definen las emulsiones asfálticas como las suspensiones de pequeñas partículas de un producto asfáltico en agua o en solución acuosa, con un agente emulsionante de carácter aniónico o catiónico, lo que determinará la denominación de la emulsión.

Características:

Las emulsiones asfálticas se fabricarán a partir de betún asfáltico, agua y emulsionantes adecuados, y en su caso, del fluidificante apropiado.

Las emulsiones asfálticas deberán presentar un aspecto homogéneo. Para la fabricación de la emulsiones asfálticas, se emplearán medios mecánicos, como por ejemplo homogeneizadores, molinos coloidales, etc., que garanticen la adecuada dispersión del betún en la fase acuosa en las condiciones especificadas.

Los bidones empleados su transporte estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

Dichos bidones se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, la lluvia, el calor excesivo y de la zona de acceso de máquinas, motores, fuegos y llamas, debiendo vigilarse también la posible exposición a la acción de las heladas, que pueden provecar la rotura de la emulsión.

Medición y abono:

La medición de este material se realizará siguiendo lo indicado por la Dirección en la unidad de obra de que forma parte. En acopios, por toneladas realmente acopiadas.

6.13. Desbroce del terreno.

Definición:

Como ya se vio en los movimientos de tierra, consiste en extraer y retirar las zonas ocupadas por tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas,

escombros, basura o cualquier otro material que suponga molestia para el correcto desarrollo de las labores, comprendiendo por tanto las operaciones de remoción de dichos elementos.

Características:

Las operaciones de remoción se efectuarán respetando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes que no deban verse afectadas por las labores, que en el presente caso son claramente inexistentes. En caso contrario el Director debería marcar los elementos a conservar.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que hayan de derribarse caigan hacia dentro de la zona objeto de limpieza.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán por material análogo al que quede al descubierto en el momento de realizar el desbroce, debiendo compactarse hasta que se alcance el ajuste al terreno existente.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento, serán podados y limpiados. Posteriormente se procesarán adecuadamente para proceder finalmente al almacenaje, separándolos de los montones de desecho, cuyo fin será la de la combustión.

Medición:

El desbroce del terreno se contabilizará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho pliego no se hace

referencia al abono de la unidad se entenderá como comprendida en las de excavación, por lo que no habrá lugar a medición independiente.

6.14. Demoliciones:

Definiciones:

Consisten en el derribo de todas aquellas construcciones que obstaculicen las labores o deban desaparecer. Si bien en principio no se consideran necesarias por la localización de la cantera, se incluye en el presente pliego ante posibles eventualidades que motiven su requerimiento.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Derribo de las construcciones.

- Retirada de los materiales de derribo.

Características:

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr las suficientes condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que en particular ordene la Dirección Facultativa, encargada de señalar qué elementos se deberán conservar intactos.

Los materiales de derribo que deban de ser empleados posteriormente en un claro proceso de reciclaje, debiendo ser transportados a los lugares que se designe.

Medición:

Las demoliciones se contabilizarán por metros cúbicos de volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutados en obra en el caso de demolición de edificaciones, y por metro cúbicos realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales y los finales.

6.15. Escarificación y compactación.

Definición:

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos y su posterior compactación. Estas operaciones se realizarán tras efectuar el desbrocé y la retirada de la tierra vegetal, en el caso de estar construyendo accesos para la explotación, o enlaces con las vias ya existentes.

Características:

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que quede estipulado en el Pliego de Prescripciones Técnicas, o que en su defecto señale el Director, hasta un límite máximo de 25 cm. La densidad a obtener será igual a la exigible en la zona de terraplén de que se esté tratando.

Medición :

La escarificación y compactación del terreno se computará por metros cuadrados, realmente ejecutados medidos en el terreno.

6.16. Excavación de explanación y prestamos.

Definición:

Consiste en el conjunto de operaciones cuyo fin es excavar y nivelar zonas en que han de asentarse posteriores elementos, como accesos, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos previstos que puedan necesitarse, que deberán ser en la medida de lo posible (en el caso de las pistas interiores en la práctica totalidad de los casos, en los enlaces con las pistas existentes, a valorar en función de la circunstancia, procedentes de la propia explotación.

Características:

Se incluye en esta unidad la ampliación de trincheras y la mejora de taludes en los desmontes correspondiente a accesos.

Una vez justificadas las operaciones de desbroce del terreno, se indicarán los puntos de inicio de la excavación, ajustándose a lo establecido en lo planos y el Pliego, y siguiendo las indicaciones del Director Facultativo. Durante la ejecución de los trabajos, se tomarán todas aquellas medidas para no disminuir la resistencia del terreno y los materiales no destinados a la extracción.

Se vigilarán especialmente las condiciones de drenaje, cunetas y demás desagüe, a fin de evitar la erosión sobre los taludes.

Medición:

La excavación se contabilizará por metros cúbicos sobre la correspondiente cubicación, tras comprobar la correcta realización de la misma.

6.17. Excavación en pozos y zanjas

Definición:

Consiste en el conjunto de operaciones requeridas para abrir pozos y zanjas. Su ejecución implica las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno, con el consiguiente transporte de los productos removidos a l depósito o lugar de empleo.

Características:

Precio al inicio de una obra de este tipo, se ejecutarán todas las medidas necesarias, a fin de que las mismas se efectúen sobre terreno inalterado. Tras el replanteo de la zanja y los pozos, se iniciará la excavación, debiendo ser autorizada por la Dirección Facultativa.

En el caso de aparecer agua en los pozos o zanjas que se estén excavando, se emplearán los medios e instrumental adecuados para su agotamiento.

En el caso de que los taludes de zanjas y pozos, ejecutados de acuerdo con lo estipulado en los planos y lo indicado con el Director, resulten inestables, y den por tanto origen a desprendimientos, dichos materiales se eliminarán.

Medición:

La excavación de zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos deducidos a partir de las secciones teóricas en planta, más los excesos inevitables autorizados y de la profundidad realmente ejecutada.

6.18. Excavación especial de taludes en roca.

Definición:

Consiste en el conjunto de todas las operaciones necesarias para excavar taludes en roca, cuando interese de modo especial que la cara del talud no resulte dañada por la voladura y presente una buena inclinación. Para los accesos y enlace con las pistas existentes que en el presente diseño se prevén, no se consideran necesarias, dadas las características del macizo y de las mismas. Estos procedimientos no están previstos por las características constructivas de los accesos, que han de adecuarse a las vías con las que enlazarán, pistas parcelarias.

Dichas operaciones comprenden la excavación del volumen de roca situado a una distancia del talud medida en horizontal, no inferior a tres metros, y la formación de la cara de este.

Características:

En caso de requerirse estos procedimientos, el método de excavación deberá ser el adecuado para crear una superficie regular y estable en el talud definitivo. Su elección deberá hacerse a la vista de las características mecánicas de la roca, y la estructura y grado de tectonización del terreno.

De cualquier modo se seguirán los siguientes criterios generales:

- La excavación se realizará solamente con barrenos verticales y/o paralelos a la cara del talud.

- En el caso de emplear detonadores eléctricos, se emplearán de microrretardo y del tipo HI.

- La longitud de los barrenos no deberá ser superior a los 14 metros, salvo autorización expresa de la Dirección.

- Cuando la altura de talud supere la máxima perforación autorizada se dividirá la excavación en bandos parciales horizontales, que se ejecutarán de manera sucesiva descendente.

- Antes de iniciar la excavación del talud se eliminará la zona de montera que pueda generar desprendimientos en el transcurso de la obra.

- El drenaje de la excavación se mantendrá en todo momento en condiciones satisfactorias. En caso de no ser posible es drenaje natural se dispondrá de equipos adecuados para evacuar el agua almacenada.

- Todos los materiales que se obtengan se aprovecharán en la medida de lo posible.

Medición:

La excavación especial de taludes en roca se abonará por metros cuadrados de talud formado.

6.19. Terraplenes

Definición:

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de materiales procedentes de la excavación, en zonas de extensión tales que permita el empleo de maquinaria de elevado rendimiento. Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada

Características:

Los materiales a emplear en terraplenes relacionados con la presente cantera procederán de la propia explotación, dándose uso a aquellos que no sean de aplicación en el proceso productivo.

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a 2° C.

Sobre las capas de ejecución deben prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que su compactación sea completa. Si no es factible, se organizará de tal modo que se minimice la aparición de huellas de rodadas en la superficie.

Medición y abono:

Los terraplenes se contabilizarán por metros cúbicos.

6.20. Rellenos localizados.

Definición:

Esta unidad de obra consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, traslados de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de obra con que se ejecuta el resto de acciones de terraplenado.

Características:

Los materiales empleados, al igual que en el caso de los terraplenes, procederán en la medida de los posible de la propia explotación.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de éstas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente esté por encima de los 2º Centígrados, debiendo suspenderse si se rebasa dicho mínimo.

Sobre las capas en ejecución se debe prohibir la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si esto no es factible, el

tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas, se distribuirá de modo que no se concentren huellas de rodadura en la superficie.

6.21. Terminación y refino de la explanada.

Definición:

Se entiende por tal el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

Características:

Las obras de terminación y refino de la explanada se ejecutarán con posterioridad a la explotación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización, La terminación y refino de la explanada se realizarán inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme.

No se extenderá ninguna capa de firme sobre la explanada sin que se comprueben las condiciones tanto de calidad como de las características geométricas.

Una vez terminada la explanada, se deberá conservar continuamente con sus características y condiciones hasta que se coloque la primera capa de firme. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

Medición:

La terminación y refino de la explanada, se considerará incluida dentro de las unidades de excavación o terraplén en cada caso.

6.22. Refino de taludes.

Definición:

Consiste en las operaciones necesarias con el fin de conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y capa de coronación de pedraplenes, más propios en accesos, pero que no serán de aplicación prevista en la presente explotación.

Características:

Las obras de refino de los taludes se ejecutarán posteriormente a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización.

Los perfilados de los taludes que se efectúen por armonizar con el paisaje circundante, deben hacerse en gradual transición, especialmente la transición entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmonte y rellenos, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar visible discontinuidad.

El acabado de los taludes en los posibles accesos que se puedan requerir será suave y uniforme, totalmente acorde con la superficie del terreno, sin grandes contrastes y ajustándose a los Planos, procurando evitar daños a árboles existentes, o rocas que tengan pátina, para lo cual se deberán hacer los ajustes necesarios. En el caso de que por las condiciones del terreno no puedan mantenerse los taludes indicados en los planos, la Dirección fijará el correspondiente talud.

Medición:

El refino de taludes se contabilizará por metros cuadrados realmente refinados .

6.23. Cunetas y acequias de hormigón ejecutadas en obra.

Definición:

Esta unidad comprende la ejecución de cunetas y acequias de hormigón, construidas sobre un lecho de asiento previamente preparado.

Características:

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento de una cuneta o acequia de desagüe a construir, se procederá a la fabricación, puesta en obra y curado del hormigón, cuidando su terminación hasta que la superficie vista quede en perfectas condiciones de servicio y en todo conforme con lo que sobre el particular señales los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Las pequeñas deficiencias superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero.

Medición y abono:

Las cunetas y acequias de desagüe de hormigón ejecutadas en obra se abonarán por metros realmente ejecutados, medidos en el terreno.

6.24. Arquetas y pozos de registro.

Definición:

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas y pozos de registro de hormigón, bloques de hormigón, mampostería, ladrillo o cualquier otro material previsto o autorizado por la Dirección.

Características:

Las conexiones de los tubos y caños se efectuarán a las cotas debidas de modo que los extremos de los conductos coincidan al ras con las caras interiores de los muros.

Las tapas de las arquetas o de los pozos de registro, ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara superior quede a igual nivel que las superficies adyacentes.

Medición y abono:

Las arquetas y pozos de registro se abonarán por unidades realmente ejecutadas en obra.

6.25. Imbornales y sumideros.

Definición:

Se define como imbornal la boca o agujero por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas de una carretera, de los tableros de las obras de fábrica y en general, de cualquier construcción. Un sumidero es la boca del desagüe, generalmente protegida por una rejilla, que cumple la función análoga a la del imbornal, pero dispuesta de modo que la entrada del agua sea en sentido sensiblemente vertical.

Características:

Tras la terminación de cada unidad, se procederá a su limpieza total, eliminando todas las acumulaciones de limo, residuos o materias extrañas de cualquier tipo, debiendo mantenerse libres de tales acumulaciones.

Medición y abono:

Se contarán como unidades realmente ejecutadas.

6.26. Drenes subterráneos.

Definición:

Estos drenes consisten en tubos perforados, de material poroso o con juntas abiertas, colocados en el fondo de zanjas de material filtrante adecuadamente compactado, y que tras efectuarse un relleno de tierras localizado, están aisladas normalmente de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupa y cierra su parte superior. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Ejecución del lecho de asiento de la tubería.
- Colocación de la tubería.
- Colocación del material filtrante.

Características:

Los tubos a emplear en drenes subterráneos podrán ser de hormigón poroso, fibrocemento, cerámica, plástico o cualquier otro material sancionado por la experiencia. En todo caso, los tubos obtenidos serán fuertes, duraderos y libres de defectos, deformaciones o grietas.

Los tubos estarán bien calibrados, con sus generatrices rectas, o con la correcta curvatura de los codos o piezas especiales.

La superficie interior será razonablemente lisa, no admitiéndose más defectos que los de carácter local o puramente accidental, siempre que no conlleve una pérdida de calidad.

La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización del Director. Obtenida esta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en los planos, o en su defecto por el Director.

Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará a uno y otro lado de los tubos con el material impermeable

que se empleó para su ejecución hasta llegar a 5 cm por debajo del nivel de las perforaciones más bajas, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que se indique en los planos si se usan tubos de juntas abiertas.

En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería, la zanja se rellenará con material filtrante. Si la tubería es de juntas abiertas, deberán cerrarse éstas en la zona de contacto con su lecho de asiento.

Medición y abono:

Los drenes se contabilizarán por metros, del tipo correspondiente realmente ejecutados.

Documento Nº4
Estudio Económico

Documento Nº4 Estudio Económico 532

1. Consideraciones Previas 534

2. Inversiones 535

3. Costes 537

4. Cuenta provisional de resultados 541

4.1 Explicación de la Cuenta Provisional de Resultados *545*

5. Plan de financiación 546

5.1 Análisis de rentabilidad *546*

6. Conclusiones de viabilidad del proyecto 555

6.1 Viabilidad técnica *555*

6.2 Viabilidad económica *555*

6.3 Viabilidad financiera *555*

1. Consideraciones Previas

La evaluación económica de cualquier operación minera encierra un cierto grado de subjetividad por el hecho de que los datos de partida son estimaciones y previsiones. No obstante, y a pesar de que la información de que se dispone en el momento de la decisión resulta imperfecta, ésto no debe ser obstáculo para analizar en profundidad los parámetros que determinan la rentabilidad de la operación, pues éstos son tangibles y mesurables.

Estos parámetros son, fundamentalmente, dos:

- Inversiones
- Costes de operación

En cuanto a Inversiones (o Costes de Capital) hay que tener en cuenta las relativas a:

− Mina:

- Preparación o desmonte previo
- Accesos
- Instalaciones mineras
- Equipos mineros

− Plantas de tratamiento:

- Edificios e instalaciones
- Equipos de planta

Por lo que respecta a los Costes de operación, los más importantes a tener en cuenta son:

− Mina:

- Mano de obra
- Energía y combustibles

- Repuestos y materiales
- Restauración

– Plantas de tratamiento:

- Mano de obra
- Energía
- Repuestos y materiales

– Administración y supervisión

A continuación se detalla el estudio de todos los parámetros descritos para la explotación proyectada, a fin de determinar su viabilidad técnica y económico-financiera.

2. Inversiones

Las inversiones necesarias para llevar a cabo la operación minera prevista son las que figuran en la siguiente tabla. En ella se indican igualmente las amortizaciones anuales previstas en función del valor y de la vida útil de cada equipo, calculada ésta en base al número de horas de funcionamiento previsto para cada uno de ellos:

CONCEPTO	INVERSIÓN	PERIODO AMORTIZACIÓN	AMORTIZ. ANUAL
MINA			
1 Perf. ATLAS COPCO ROC F6	121.704,95	10,00	12.170,50 €
1 Excavadora HITACHI ZX520-3	105.177,12	10,00	10.517,71 €
1 Cargadora Hitachi ZW550	146.358,65	10,00	14.635,87 €
2 Dumper BELL B40D	237.399,78	10,00	23.739,98 €
1 Martillo hidráulico ARDEN AB4052	3.250,00	10,00	325,00 €
Accesos (Pista, chimenea, galería…)	3.128.551,80	30,00	104.285,06 €
Total MINA:	3.742.442,30		165.674,11 €

PLANTA DE TRATAMIENTO			
Planta de trituración Primaria	189.980,22	25,00	7.599,21 €
Planta trituración Secundaria	210.346,12	25,00	8.413,84 €
Total PLANTA:	400.326,34		16.013,05 €
INSTALACIONES			
Nave,Oficina, Almacén, Vestuario, etc.	143.621,46	25,00	5.744,86 €
Báscula	9.015,18	20,00	450,76 €
Fosa séptica	4.289,35	25,00	171,57 €
Depósito agua	2.338,40	25,00	93,54 €
Grupo electrógeno 10 KVA	1.990,00	10,00	199,00 €
Tanque gasóleo 5.000 l.	3.342,50	20,00	167,13 €
Total INSTALACIONES:	164.596,89		6.826,85 €
VARIOS			
Vehículo Todoterreno	19.025,30	5,00	3.805,06 €
Total VARIOS:	19.025,30		3.805,06 €
TOTAL GENERAL:	4.326.390,83		192.319,08 €

Tabla 79. Cuadro de inversiones

El detalle de las inversiones necesarias en accesos es el siguiente:

TRAMO CA-711/ Instalaciones	LONGITUD (m.)	ESTADO ACTUAL	ACTUACIÓN NECESARIA	Coste (€/m)	INVERSION (€)
CA-711 antigua	926	Existente	Está asfaltada	0	0
Total Tramo	926				0

TRAMO Instalaciones / Cantera	LONGITUD (m.)	ESTADO ACTUAL	ACTUACIÓN NECESARIA	Coste (€/m)	INVERSION (€)
Pista forestal	1269	Nuevo	Apertura, firme y cuneta	21,64	27.461,16
Galería	20x40x20	Nuevo	Apertura		621.343,89
Tunel Principal	355	Nuevo	Apertura	3552,32	1.261.073,60
Tunel Auxiliar	370	Nuevo	Apertura	2985,46	1.104.620,20
Chimenea	82,5	Nuevo	Apertura	1382,46	114.052,95
Total Tramo	2076,5				3.128.551,80
TOTAL:	3002,5				3.128.551,80

Tabla 80. Cuadro de inversiones de accesos

3. Costes

Para efectuar un cálculo detallado de los costes de operación consideraremos los siguientes aspectos:

- Criterios básicos de organización (días de trabajo al año y horas de trabajo por día)
- Niveles de producción previstos
- Equipos necesarios y número de éstos

Los criterios básicos de organización serán según se describe en el Anejo 12: Diseño de explotación, apartado 8.2 de este proyecto.

Calculamos el coste horario de funcionamiento de cada equipo, con detalle de las distintas partidas que engloba el coste de operación: materiales, consumos, elementos de desgaste, mantenimiento, servicios, etc.

No se incluye en estos costes el operador, pues los costes de personal se contemplan aparte como coste total anual, ya que es un gasto en el que se incurre independientemente del número de horas que trabajen las máquinas.

COSTES DE ARRANQUE (€/h)	Perforadora ATLAS COPCO	Excavadora	Dumper (2)	Cargadora
Combustible	4,26	5,32	6,61	5,32
Lubricantes	0,64	0,69	0,86	0,69
Reparaciones	3,7	10,42	5,88	10,42
Fungibles	2,03	4,45	7,21	4,45
TOTAL	10,63	20,88	20,56	20,88

Tabla 81. Costes de arranque

Los costes de personal, incluidas las vacaciones y cargas sociales, son los siguientes:

	COSTE (€)		Nómina
CATEGORIA	Anual	Plantilla	Anual
Director Facultativo	32.917,72	1	32.917,72
Oficial 1ª	25.340,04	1	25.340,04
Oficial 2ª	24.610,08	2	49.220,16
Peón Especialista	23.932,26	5	119.661,30
TOTAL		9	227.139,22

Tabla 82. Coste de personal

Pasamos a analizar a continuación la repercusión económica de la operación minera para lo cual, con los costes anteriores y basándonos en los rendimientos calculados en el Anejo 12: Diseño de explotación, apartado 10.1 de este proyecto, calcularemos los costes de explotación considerando por separado los de Arranque, Carga, Transporte y Tratamiento.

Establecidas el número de horas necesarias para la producción esperada y teniendo en cuenta los costes horarios unitarios de cada máquina se obtiene el coste de operación anual.

DATOS BÁSICOS DE PARTIDA:

· Producción anual: 290.000 t

· Días de trabajo anual efectivos: 202

· Nº de relevos por día: 1

· Horas disponibles al año: 1735

A continuación, se analizan los costes de operación para cada tipo de máquina.

- COSTES DE PERFORACIÓN

En las labores de perforación la empresa contará con un carro perforador.

Costes de perforación		
Concepto	**Perforadora**	
Coste horario total de operación	**70,00**	**€/h**
Producción anual	**290.000,00**	**t/año**
Número de horas de perforación al año	**670,40**	**h**
Coste de perforación anual	**46.928,00**	**€**
Coste de perforación por toneladas	**0,16**	**€/t**

Tabla 83. Costes de perforación.

- COSTES DE EXPLOSIVOS

Conforme a los cálculos realizados en el apartado de voladuras, el coste derivado de los explosivos y accesorios, es el que se indica a continuación:

Costes de voladura		
Datos de partida		
Carga de fondo por barreno	**32,75**	**kg**
Carga de columna por barreno	**14,53**	**kg**
Numero de barrenos por voladura	**14,00**	**h**
Explosivo de fondo necesario por voladura	**458,50**	**kg**
Explosivo de columna necesario por voladura	**203,42**	**kg**
Precio de explosivo de fondo	**2,65**	**€/kg**

Precio de explosivo de columna	1,1	€/kg
Precio de accesorios por barreno	6,25	€
Concepto	Coste	
Coste de explosivo de fondo por voladura	1.215,03	€
Coste de explosivo de columna por voladura	223,76	€
Coste de accesorios por voladura	87,50	€
Total coste por voladura	1.526,29	€
Coste de explosivos y accesorios anual	60.900,00	€
Coste de explosivos y accesorios por t	0,21	€/t

Tabla 84. Costes de voladura.

- COSTES DE CARGUE

Como se ha comentado anteriormente, será necesario el uso de tres palas, dos palas para el cargue de camiones tipo VOLVO L 150 F o similar y otra pala cargadora, destinada al cargue del material de la plaza para expedición tipo VOLVO L 120 F o similar.

Costes de cargue		
Concepto	Pala Cargadora	
Coste horario total de operación	25,87	€/h
Producción anual	290.000,00	t/año
Número de horas de cargue al año	786,00	h
Coste de cargue anual	20.333,82	€
Coste de cargue por toneladas	0,07	€/t

Tabla 85. Costes de cargue.

- COSTES DE TRANSPORTE

Costes de transporte		
Concepto	Dumper Articulado	
Coste horario total de operación	18,45	€/h
Producción anual	290.000,00	t/año
Número de horas de transporte al año	1.735,00	h
Coste de transporte anual	32.010,75	€
Coste de transporte por toneladas	0,11	€/t

Tabla 86. Costes de transporte.

- COSTES DE TRITURACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Como se ha comentado en apartados anteriores las instalaciones de trituración y molienda serán móviles y serán incorporadas en régimen de alquiler, a continuación se muestra el coste de la tonelada tratada, basándose en los precios actuales del mercado.

Costes de tratamiento		
Concepto	**Trituración y Clasificación**	
Producción anual	**290.000,00**	**t/año**
Coste de trituración/clasificación anual	**645.789,00**	**€/año**
Coste de trituración/clasificaciónpor tonelada	**2,23**	**€/t**

Tabla 87. Costes de trituración y clasificación.

	Coste Unitario		Producción	IMPORTE
OPERACIÓN	**Valor**	**Unidades**	**Ud./año**	**€/año**
Perforación	**70**	**€/h**	**670,4**	**46.928,00**
Voladura	**0,21**	**€/t**	**290.000**	**60.900,00**
Carga	**25,87**	**€/h**	**786**	**20.333,82**
Transporte	**18,45**	**€/h**	**1.735**	**32.010,75**
Tratamiento	**2,23**	**€/t**	**290.000**	**646.700,00**
TOTAL				**806**

Tabla 88. Resumen de costes.

4. Cuenta provisional de resultados

A continuación se incluye la cuenta de resultados para los 10 primeros años considerando el precio de venta del balasto a 15€/t y considerando un incremento del 2,5% anual según la media del IPC de los 3 últimos años.

CONCEPTO	1º Año (€)	2º Año (€)	3º Año (€)	4º Año (€)	5º Año (€)	6º Año (€)	7º Año (€)	8º Año (€)	9º Año (€)	10º Año (€)
VENTAS										
Balasto (15 €/t)	2.727.519,60	4.235.812,50	4.341.707,81	4.450.250,51	4.561.506,77	4.675.544,44	4.792.433,05	4.912.243,88	5.035.049,97	5.160.926,22
TOTAL INGRESOS:	2.727.519,60	4.235.812,50	4.341.707,81	4.450.250,51	4.561.506,77	4.675.544,44	4.792.433,05	4.912.243,88	5.035.049,97	5.160.926,22
COSTES										
Operació	806.87	827.04	847.72	868.91	890.63	912.90	935.72	959.11	983.09	1.007.6
Personal	227.13	232.81	238.63	244.60	250.71	256.98	263.41	269.99	276.74	283.66
Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
Restaura	5.742,15	8.700,00	8.917,50	9.140,44	9.368,95	9.603,17	9.843,25	10.089,	10.341,	10.600,
Canon	13.200,	20.000,	20.500,	21.012,	21.537,	22.076,	22.628,	23.193,	23.773,	24.368,
Seguros e	68.187,99	105.895,31	108.542,70	111.256,26	114.037,67	116.888,61	119.810,83	122.806,10	125.876,25	129.023,16
TOTAL COSTES:	1.313.461,27	1.386.776,40	1.416.637,83	1.447.245,80	1.478.618,97	1.510.776,47	1.543.737,90	1.577.523,37	1.612.153,48	1.647.649,34
RESULTADO EXPLOTACION	1.414.058,33	2.849.036,10	2.925.069,98	3.003.004,70	3.082.887,80	3.164.767,97	3.248.695,15	3.334.720,50	3.422.896,49	3.513.276,88
PROVISION INSOLVENCIAS	136.375,98	211.790,63	217.085,39	222.512,53	228.075,34	233.777,22	239.621,65	245.612,19	251.752,50	258.046,31
GASTOS FINANCIEROS										
Descuento de panel	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61
De	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21
GASTOS GENERA	81.825,59	127.074,38	130.251,23	133.507,52	136.845,20	140.266,33	143.772,99	147.367,32	151.051,50	154.827,79
RESULTADO EXPLOTACION	907.744,74	2.222.059,08	2.289.621,34	2.358.872,65	2.429.855,24	2.502.612,40	2.577.188,49	2.653.628,98	2.731.980,48	2.812.290,77
Impuest	317.71	777.72	801.36	825.60	850.44	875.91	902.01	928.77	956.19	984.30
BENEFICI	590.03	1.444.3	1.488.2	1.533.2	1.579.4	1.626.6	1.675.1	1.724.8	1.775.7	1.827.9
Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
CASH-FLOW	782.35	1.636.6	1.680.5	1.725.5	1.771.7	1.819.0	1.867.4	1.917.1	1.968.1	2.020.3

Tabla 89. Cuenta provisional de resultados 1º a 10º año.

CONCEPTO	11º Año (€)	12º Año (€)	13º Año (€)	14º Año (€)	15º Año (€)	16º Año (€)	17º Año (€)	18º Año (€)	19º Año (€)	20º Año (€)

VENTAS										
Balasto	5.290.0	5.422.3	5.557.9	5.696.9	5.839.4	5.985.4	6.135.1	6.288.6	6.445.9	6.607.1
TOTAL INGRESO	5.290.0	5.422.3	5.557.9	5.696.9	5.839.4	5.985.4	6.135.1	6.288.6	6.445.9	6.607.1
	05,06	12,26	28,57	36,75	21,64	70,18	71,51	16,99	00,26	17,31
COSTES										
Operació	1.032.8	1.058.6	1.085.1	1.112.2	1.140.0	1.168.5	1.197.8	1.227.7	1.258.4	1.289.9
Personal	290.75	298.02	305.47	313.11	320.94	328.96	337.18	345.61	354.25	363.11
Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
Restaura	10.865,	11.136,	11.415,	11.700,	11.993,	12.292,	12.600,	12.915,	13.238,	13.569,
Canon	24.977,	25.601,	26.241,	26.897,	27.570,	28.259,	28.965,	29.690,	30.432,	31.193,
Seguros e	132.25 0,13	135.55 7,81	138.94 8,21	142.42 3,42	145.98 5,54	149.63 6,75	153.37 9,29	157.21 5,42	161.14 7,51	165.17 7,93
TOTAL COSTES	1.684.0	1.721.3	1.759.5	1.798.7	1.838.8	1.880.0	1.922.2	1.965.5	2.009.8	2.055.2
	33,99	28,29	54,98	37,38	99,37	65,46	60,73	10,93	42,42	82,24
RESULTADO EXPLOTA	3.605.9 71,07	3.700.9 83,97	3.798.3 73,59	3.898.1 99,37	4.000.5 22,26	4.105.4 04,72	4.212.9 10,78	4.323.1 06,06	4.436.0 57,84	4.551.8 35,06
PROVISION INSOLVE	264.50 0,25	271.11 5,61	277.89 6,43	284.84 6,84	291.97 1,08	299.27 3,51	306.75 8,58	314.43 0,85	322.29 5,01	330.35 5,87
GASTOS FINANCI										
Descuento de	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1	6.896,6 1
De	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21
GASTOS GENERA	158.70 0,15	162.66 9,37	166.73 7,86	170.90 8,10	175.18 2,65	179.56 4,11	184.05 5,15	188.65 8,51	193.37 7,01	198.21 3,52
RESULTADO EXPLOTA	2.894.6 58,65	2.979.0 86,98	3.065.6 27,29	3.154.3 32,42	3.245.2 56,52	3.338.4 55,09	3.433.9 85,04	3.531.9 04,69	3.632.2 73,80	3.735.1 53,66
Impuest	1.013.1	1.042.6	1.072.9	1.104.0	1.135.8	1.168.4	1.201.8	1.236.1	1.271.2	1.307.3
BENEFICI	1.881.5	1.936.4	1.992.6	2.050.3	2.109.4	2.169.9	2.232.0	2.295.7	2.360.9	2.427.8
Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
CASH-FLOW	2.073.8	2.128.7	2.184.9	2.242.6	2.301.7	2.362.3	2.424.4	2.488.0	2.553.2	2.620.1

Tabla 90. Cuenta provisional de resultados 11º a 20º año.

CONCEPTO	21º Año (€)	22º Año (€)	23º Año (€)	24º Año (€)	25º Año (€)	26º Año (€)	27º Año (€)	28º Año (€)	29º Año (€)	30º Año (€)
VENTAS										
Balasto	6.772.3	6.941.7	7.115.3	7.293.3	7.475.7	7.662.7	7.854.3	8.050.8	8.252.1	8.458.5
TOTAL INGRESO	6.772.3 66,52	6.941.7 48,74	7.115.3 67,35	7.293.3 28,29	7.475.7 40,18	7.662.7 14,33	7.854.3 64,85	8.050.8 08,70	8.252.1 65,77	8.458.5 58,93
COSTES										
Operació	1.322.1	1.355.2	1.389.0	1.423.8	1.459.4	1.495.8	1.533.2	1.571.6	1.610.9	1.651.1
Personal	372.19	381.49	391.03	400.81	410.83	421.10	431.63	442.42	453.48	464.81

Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
Restaura	13.908,	14.255,	14.612,	14.977,	15.352,	15.735,	16.129,	16.532,	16.945,	17.369,
Canon	31.973,	32.772,	33.591,	34.431,	35.292,	36.174,	37.078,	38.005,	38.956,	39.929,
Seguros e imprevis	169.309,16	173.543,72	177.884,18	182.333,21	186.893,50	191.567,86	196.359,12	201.270,22	206.304,14	211.463,97
TOTAL COSTES:	2.101.858,10	2.149.598,41	2.198.532,26	2.248.689,51	2.300.100,74	2.352.797,29	2.406.811,32	2.462.175,74	2.518.924,33	2.577.091,69
RESULTADO EXPLOTA	4.670.508,41	4.792.150,34	4.916.835,09	5.044.638,78	5.175.639,44	5.309.917,04	5.447.553,54	5.588.632,96	5.733.241,44	5.881.467,25
PROVISION	338.618,33	347.087,44	355.768,37	364.666,41	373.787,01	383.135,72	392.718,24	402.540,44	412.608,29	422.927,95
GASTOS FINANCI										
Descuento de	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61
De	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21	281.21
GASTOS GENERA	203.171,00	208.252,46	213.461,02	218.799,85	224.272,21	229.881,43	235.630,95	241.521,74	247.564,97	253.756,77
RESULTADO	3.840.607,08	3.948.698,42	4.059.493,69	4.173.060,51	4.289.468,21	4.408.787,88	4.531.092,33	4.656.456,25	4.784.956,16	4.916.670,52
Impuest	1.344.2	1.382.0	1.420.8	1.460.5	1.501.3	1.543.0	1.585.8	1.629.7	1.674.7	1.720.8
BENEFICI	2.496.3	2.566.6	2.638.6	2.712.4	2.788.1	2.865.7	2.945.2	3.026.6	3.110.2	3.195.8
Amortiza	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31	192.31
CASH-FLOW	2.688.7	2.758.9	2.830.9	2.904.8	2.980.4	3.058.0	3.137.5	3.219.0	3.302.5	3.388.1

Tabla 91. Cuenta provisional de resultados 21º a 30º año.

4.1 Explicación de la Cuenta Provisional de Resultados

Ventas:

El precio medio de venta al público de los áridos es de 15€/tonelada.

Costes de operación y de personal:

El detalle de estos costes figura en el apartado 3 anterior.

Amortizaciones:

El detalle de las amortizaciones figura en el apartado 2 anterior.

Canon:

En esta partida se incluye el importe del canon relativo al arrendamiento o adquisición de los terrenos necesarios para el desarrollo de la explotación minera proyectada, que es el equivalente a 0’20€/Ton.

Seguros e imprevistos:

Se ha considerado para esta partida una dotación equivalente al 2'5% de las ventas.

Restauración:

Se ha considerado una repercusión de la restauración en el coste por unidad de 0’03€/Ton.

Insolvencias:

Se ha considerado una provisión equivalente al 5% de la facturación anual total.

Gastos Financieros:

En este epígrafe se considera la única línea de gasto por financiación ajena a la sociedad:

a) Descuento de papel.

El 60% de la facturación se girará a 90 días mediante efectos sin aceptar, de los cuales se negociará previsiblemente el 60%. Se ha calculado como tipo medio de descuento un 6% anual.

b) Intereses.

En este apartado se incluyen los intereses que el capital desembolsado en la operación minera hubiera producido de haberse "colocado" en una inversión "segura". Se ha considerado un interés anual del 6,5%.

Gastos Generales:

Se incorporan a este epígrafe todos los gastos que, no teniendo relación directa con la explotación del yacimiento propiamente dicha, son necesarios para el funcionamiento de la empresa, como es el caso de material de oficina, comunicaciones, asesoramientos, imagen corporativa, servicios auxiliares, cuotas a asociaciones y entidades y otros gastos. Se ha estimado que estos gastos ascenderán a un 3% de los ingresos.

Impuestos:

La cuota del impuesto considerada es la correspondiente al Impuesto de Sociedades, cuya tasa actual es del 35%.

5. Plan de financiación

El presente proyecto se desarrollará con 100% de financiación ajena, acogiéndose a préstamos de entidades de crédito.

5.1 Análisis de rentabilidad

Para el análisis de la rentabilidad de la inversión, se consideran procedimientos con actualización como son los métodos VAN / TIR, basados en:

VAN (VALOR ACTUAL NETO):

Consiste en actualizar al momento actual los flujos de fondos que se origina, mediante una tasa de descuento alternativa.

$$VAN = \sum_{j=1}^{n} \frac{C_j}{(1+i)^n} - C_o$$

Siendo:

C_0 = Coste inicial de la inversión

C_j = Flujo de fondos positivo neto correspondiente al año j

i = Tipo de interés o RMA

n = Numero de años

INGRESOS ANUALES

Producción anual: 290.000 t

Inversión Inicial: -1.658.197,46 €

Período anual	CASH FLOW
1º año	782.353,16
2º año	1.636.657,48
3º año	1.680.572,95
4º año	1.725.586,30
5º año	1.771.724,98
6º año	1.819.017,14
7º año	1.867.491,59
8º año	1.917.177,91
9º año	1.968.106,39
10º año	2.020.308,08
11º año	2.073.847,20
12º año	2.128.725,61
13º año	2.184.976,81
14º año	2.242.635,15
15º año	2.301.735,81
16º año	2.362.314,89
17º año	2.424.409,35
18º año	2.488.057,12
19º año	2.553.297,05
20º año	2.620.168,96
21º año	2.688.713,68
22º año	2.758.973,05
23º año	2.830.989,97
24º año	2.904.808,41
25º año	2.980.473,42
26º año	3.058.031,20
27º año	3.137.529,09
28º año	3.219.015,64
29º año	3.302.540,58
30º año	3.388.154,91

Tabla 92. Flujos de caja.

Conforme a la definición de RMA (Rendimiento Mínimo Aceptable), esta es la Tasa de Rentabilidad Interna de la mejor oportunidad de inversión no iniciada. El hecho de que para el proyecto analizado resulte el VAN positivo, significa que la inversión en el mismo resulta más ventajosa que en la mejor de las otras oportunidades de inversión, pues el patrimonio neto de la empresa experimenta un aumento mayor.

TIR (TASA INTERNA DE RENTABILIDAD):

La Tasa de Rentabilidad Interna del proyecto, es aquel valor de la tasa de actualización que hace igual a cero el flujo de fondos acumulado actualizado al final de la vida del proyecto. Se trata de hallar el valor de i para el cual se cumple:

$$\sum_{j=1}^{n} \frac{C_j}{(1+i)^n} - C_o = 0$$

Siendo:

C_0 = valor de la inversión inicial

C_j = Valor del flujo de fondos correspondiente al periodo n

i = Tasa de rentabilidad interna

n = Número de años

La TASA INTERNA DE RENTABILIDAD, puede definirse como la tasa a la que se remuneran los fondos invertidos en un proyecto, de manera que al final de la vida del mismo se hayan recuperado dichos fondos y los intereses devengados cada año por el saldo acumulado pendiente de recuperación.

Por tanto, el proyecto será aceptable económicamente si su TIR es mayor que la RMA.

Por ello, se estima como RMA = 10 %, el cálculo se realiza para un horizonte temporal de 10 años, calcularemos el VAN y la TIR para cada periodo.

A continuación se presenta una tabla donde se calcula el VAN y la TIR para cada periodo.

CONCEPTO	1º Año (€)	2º Año (€)	3º Año (€)	4º Año (€)	5º Año (€)	6º Año (€)	7º Año (€)	8º Año (€)	9º Año (€)	10º Año (€)
VENTAS										
Balasto (15 €/t)	2.727.519,60	4.235.812,50	4.341.707,81	4.450.250,51	4.561.506,77	4.675.544,44	4.792.433,05	4.912.243,88	5.035.049,97	5.160.926,22
TOTAL INGRESOS:	2.727.519,60	4.235.812,50	4.341.707,81	4.450.250,51	4.561.506,77	4.675.544,44	4.792.433,05	4.912.243,88	5.035.049,97	5.160.926,22
COSTES										
Operación	806.872,50	827.044,31	847.720,42	868.913,43	890.636,27	912.902,17	935.724,73	959.117,85	983.095,79	1.007.673,19
Personal	227.139,22	232.817,70	238.638,14	244.604,10	250.719,20	256.987,18	263.411,86	269.997,15	276.747,08	283.665,76
Amortizaciones	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08
Restauración	5.742,15	8.700,00	8.917,50	9.140,44	9.368,95	9.603,17	9.843,25	10.089,33	10.341,57	10.600,11
Canon	13.200,34	20.000,00	20.500,00	21.012,50	21.537,81	22.076,26	22.628,16	23.193,87	23.773,72	24.368,06
Seguros e imprevistos	68.187,99	105.895,31	108.542,70	111.256,26	114.037,67	116.888,61	119.810,83	122.806,10	125.876,25	129.023,16
TOTAL COSTES:	1.313.461,27	1.386.776,40	1.416.637,83	1.447.245,80	1.478.618,97	1.510.776,47	1.543.737,90	1.577.523,37	1.612.153,48	1.647.649,34
RESULTADO EXPLOTACION	1.414.058,33	2.849.036,10	2.925.069,98	3.003.004,70	3.082.887,80	3.164.767,97	3.248.695,15	3.334.720,50	3.422.896,49	3.513.276,88

MINERA											
PROVISION INSOLVENCIAS		136.375,98	211.790,63	217.085,39	222.512,53	228.075,34	233.777,22	239.621,65	245.612,19	251.752,50	258.046,31
GASTOS FINANCIEROS											
Descuento de papel		6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61
De créditos		281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40
GASTOS GENERALES		81.825,59	127.074,38	130.251,23	133.507,52	136.845,20	140.266,33	143.772,99	147.367,32	151.051,50	154.827,79
RESULTADO EXPLOTACION		907.744,74	2.222.059,08	2.289.621,34	2.358.872,65	2.429.855,24	2.502.612,40	2.577.188,49	2.653.628,98	2.731.980,48	2.812.290,77
Impuestos		317.710,66	777.720,68	801.367,47	825.605,43	850.449,34	875.914,34	902.015,97	928.770,14	956.193,17	984.301,77
BENEFICIO		590.034,08	1.444.338,40	1.488.253,87	1.533.267,22	1.579.405,91	1.626.698,06	1.675.172,52	1.724.858,84	1.775.787,31	1.827.989,00
Amortizaciones		192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08
CASH-FLOW	4.326.390,83	782.353,16	1.636.657,48	1.680.572,95	1.725.586,30	1.771.724,98	1.819.017,14	1.867.491,59	1.917.177,91	1.968.106,39	2.020.308,08
Inversión Inicial	4.326.390,83										
RMA	10%										
VAN		-3.615.160,68 €	-2.262.551,20 €	-999.911,87 €	178.686,79 €	1.278.788,61 €	2.305.576,37 €	3.263.894,84 €	4.158.272,48 €	4.992.941,71 €	5.771.857,94 €
TIR											

Tabla 93. Cuenta de resultados con VAN y TIR 1º a 10º año

CONCEPTO	11º Año (€)	12º Año (€)	13º Año (€)	14º Año (€)	15º Año (€)	16º Año (€)	17º Año (€)	18º Año (€)	19º Año (€)	20º Año (€)
VENTAS										
Balasto (15 €/t)	5.290.005,06	5.422.312,26	5.557.928,57	5.696.936,75	5.839.421,64	5.985.470,18	6.135.171,51	6.288.616,99	6.445.900,26	6.607.117,31
TOTAL INGRESOS:	5.290.005,06	5.422.312,26	5.557.928,57	5.696.936,75	5.839.421,64	5.985.470,18	6.135.171,51	6.288.616,99	6.445.900,26	6.607.117,31
COSTES										
Operación	1.032.865,02	1.058.686,64	1.085.153,81	1.112.282,65	1.140.089,72	1.168.591,96	1.197.806,76	1.227.751,93	1.258.445,73	1.289.906,87
Personal	290.757,40	298.026,34	305.477,00	313.113,92	320.941,77	328.965,32	337.189,45	345.619,18	354.259,66	363.116,16
Amortizaciones	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08
Restauración	10.865,11	11.136,74	11.415,15	11.700,53	11.993,05	12.292,87	12.600,19	12.915,20	13.238,08	13.569,03
Canon	24.977,26	25.601,69	26.241,73	26.897,78	27.570,22	28.259,48	28.965,96	29.690,11	30.432,37	31.193,17
Seguros e imprevistos	132.250,13	135.557,81	138.948,21	142.423,42	145.985,54	149.636,75	153.379,29	157.215,42	161.147,51	165.177,93
TOTAL COSTES:	1.684.033,99	1.721.328,29	1.759.554,98	1.798.737,38	1.838.899,37	1.880.065,46	1.922.260,73	1.965.510,93	2.009.842,42	2.055.282,24
RESULTADO EXPLOTACION MINERA	3.605.971,07	3.700.983,97	3.798.373,59	3.898.199,37	4.000.522,26	4.105.404,72	4.212.910,78	4.323.106,06	4.436.057,84	4.551.835,06
PROVISION INSOLVENCIAS	264.500,25	271.115,61	277.896,43	284.846,84	291.971,08	299.273,51	306.758,58	314.430,85	322.295,01	330.355,87
GASTOS FINANCIEROS										
Descuento de papel	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61
De créditos	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40
GASTOS GENERALES	158.700,15	162.669,37	166.737,86	170.908,10	175.182,65	179.564,11	184.055,15	188.658,51	193.377,01	198.213,52

RESULTADO EXPLOTACION		2.894.658,65	2.979.086,98	3.065.627,29	3.154.332,42	3.245.256,52	3.338.455,09	3.433.985,04	3.531.904,69	3.632.273,80	3.735.153,66
Impuestos		1.013.130,53	1.042.680,44	1.072.969,55	1.104.016,35	1.135.839,78	1.168.459,28	1.201.894,77	1.236.166,64	1.271.295,83	1.307.303,78
BENEFICIO		1.881.528,12	1.936.406,54	1.992.657,74	2.050.316,07	2.109.416,74	2.169.995,81	2.232.090,28	2.295.738,05	2.360.977,97	2.427.849,88
Amortizaciones		192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08
CASH-FLOW		2.073.847,20	2.128.725,61	2.184.976,81	2.242.635,15	2.301.735,81	2.362.314,89	2.424.409,35	2.488.057,12	2.553.297,05	2.620.168,96
Inversión Inicial	4.326.390,83										
RMA	10%										
VAN		6.498.728,73 €	7.177.006,31 €	7.809.916,26 €	8.400.472,19 €	8.951.489,44 €	9.465.597,99 €	9.945.254,46 €	10.392.753,40 €	10.810.237,87 €	11.199.709,29 €
TIR											

Tabla 94. Cuenta de resultados con VAN y TIR 11º a 20º año.

CONCEPTO	21º Año (€)	22º Año (€)	23º Año (€)	24º Año (€)	25º Año (€)	26º Año (€)	27º Año (€)	28º Año (€)	29º Año (€)	30º Año (€)
VENTAS										
Balasto (15 €/t)	6.772.366,52	6.941.748,74	7.115.367,35	7.293.328,29	7.475.740,18	7.662.714,33	7.854.364,85	8.050.808,70	8.252.165,77	8.458.558,93
TOTAL INGRESOS:	6.772.366,52	6.941.748,74	7.115.367,35	7.293.328,29	7.475.740,18	7.662.714,33	7.854.364,85	8.050.808,70	8.252.165,77	8.458.558,93
COSTES										
Operación	1.322.154,54	1.355.208,41	1.389.088,62	1.423.815,83	1.459.411,23	1.495.896,51	1.533.293,92	1.571.626,27	1.610.916,93	1.651.189,85
Personal	372.194,06	381.498,91	391.036,38	400.812,29	410.832,60	421.103,42	431.631,00	442.421,78	453.482,32	464.819,38
Amortizaciones	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08

Restauración	13.908,26	14.255,96	14.612,36	14.977,67	15.352,11	15.735,92	16.129,31	16.532,55	16.945,86	17.369,51
Canon	31.973,00	32.772,33	33.591,64	34.431,43	35.292,21	36.174,52	37.078,88	38.005,85	38.956,00	39.929,90
Seguros e imprevistos	169.309,16	173.543,72	177.884,18	182.333,21	186.893,50	191.567,86	196.359,12	201.270,22	206.304,14	211.463,97
TOTAL COSTES:	2.101.858,10	2.149.598,41	2.198.532,26	2.248.689,51	2.300.100,74	2.352.797,29	2.406.811,32	2.462.175,74	2.518.924,33	2.577.091,69
RESULTADO EXPLOTACION MINERA	4.670.508,41	4.792.150,34	4.916.835,09	5.044.638,78	5.175.639,44	5.309.917,04	5.447.553,54	5.588.632,96	5.733.241,44	5.881.467,25
PROVISION INSOLVENCIAS	338.618,33	347.087,44	355.768,37	364.666,41	373.787,01	383.135,72	392.718,24	402.540,44	412.608,29	422.927,95
GASTOS FINANCIEROS										
Descuento de papel	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61	6.896,61
De créditos	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40	281.215,40
GASTOS GENERALES	203.171,00	208.252,46	213.461,02	218.799,85	224.272,21	229.881,43	235.630,95	241.524,26	247.564,97	253.756,77
RESULTADO EXPLOTACION	3.840.607,08	3.948.698,42	4.059.493,69	4.173.060,51	4.289.468,21	4.408.787,88	4.531.092,33	4.656.456,25	4.784.956,16	4.916.670,52
Impuestos	1.344.212,48	1.382.044,45	1.420.822,79	1.460.571,18	1.501.313,88	1.543.075,76	1.585.882,32	1.629.759,69	1.674.734,66	1.720.834,68
BENEFICIO	2.496.394,60	2.566.653,98	2.638.670,90	2.712.489,33	2.788.154,34	2.865.712,12	2.945.210,02	3.026.696,56	3.110.221,51	3.195.835,84
Amortizaciones	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08	192.319,08
CASH-FLOW	2.688.713,68	2.758.973,05	2.830.989,97	2.904.808,41	2.980.473,42	3.058.031,20	3.137.529,09	3.219.015,64	3.302.540,58	3.388.154,91

Inversión Inicial	4.326.390,83
RMA	10%

VAN		11.563.036,70 €	11.901.965,44 €	12.218.125,18 €	12.513.037,59 €	12.788.123,36 €	13.044.708,85 €	13.284.032,31 €	13.507.249,63 €	13.715.439,84 €	13.909.610,09 €
TIR											**35,0%**

Tabla 95. Cuenta de resultados con VAN y TIR 21º a 30º año.

6. Conclusiones de viabilidad del proyecto

6.1 Viabilidad técnica

La viabilidad técnica está garantizada teniendo en cuenta la garantía en la existencia de reservas explotables y la viabilidad de ejecución, pues los objetivos productivos son consecuentes con la metodología extractiva.

Por otro lado, la disponibilidad de medios existentes en este momento es la suficiente para garantizar los trabajos y las producciones planificadas así como la seguridad en su ejecución..

6.2 Viabilidad económica

A la vista de los resultados previstos para el primer ejercicio de la explotación, en el que se espera alcanzar una facturación de 2.727.519,60€, y un excedente en la cuenta de resultados de 782.353,16€, lo cual supone un beneficio del 28,6%, consideramos que está totalmente garantizada la viabilidad económica de la explotación., ya que en años posteriores este beneficio asciende a el doble, 1.636.657,48€.

6.3 Viabilidad financiera

Se ha realizado un desarrollo y justificación de la viabilidad económico-financiera del proyecto de acuerdo a una contrastada metodología de análisis de proyectos mineros de inversión (método VAN/TIR), de la cual se arrojan las siguientes conclusiones:

- El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto analizado para un horizonte de 30 años resulta positivo, lo que indica que la inversión resulta más ventajosa que en la mejor de las oportunidades de inversión, es decir, aquella que ficticiamente nos daba un interés del 10%, pues el patrimonio neto de la empresa experimenta un aumento mayor.
- El proyecto es aceptable económicamente, ya que la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es superior al Rendimiento

Mínimo Aceptable (RMA) o mejor oportunidad, estimado en un 10%.

- El periodo de retorno de la inversión es de 3 años a partir del primer año de actividad.

Los datos arrojados por el estudio son los siguientes:

- VAN: ..... 13.909.610,09 €
- TIR: .....35 %
- Periodo de retorno: .....3 años