

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 1

CONCESIONES:

San Claudio nº 560 y otras

**PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A
CIELO ABIERTO “VALURCIA”
CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA).**

Agosto de 2006

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 2

DOCUMENTO Nº 1..... MEMORIA

DOCUMENTO Nº 2.....D.I.S.

DOCUMENTO Nº 3.....PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4..... PLANOS

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 3

DOCUMENTO Nº 1.....MEMORIA

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 4</p>

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ANTECEDENTES	7
3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EXPLOTACIÓN.....	8
4. ESTUDIOS DEL YACIMIENTO Y DE LA ZONA A EXPLOTAR	10
4.1. ESTUDIO GEOLÓGICO. INVESTIGACIONES REALIZADAS.....	10
4.1.1. MARCO GEOLÓGICO. CARACTERÍSTICAS GENERALES	10
4.1.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA	12
5. ESTUDIO GEO-MINERO.....	14
5.1. JUSTIFICACIÓN Y NECESIDAD DEL ESTUDIO	14
5.2. LABORES DE RECONOCIMIENTO	14
5.3. CONCLUSIONES	16
6. ESTUDIO GEOTÉCNICO	18
6.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	18
6.2. ESTUDIO DE LOS TALUDES DE LA CORTA	19
6.2.1. TALUDES DE FLANCO DE TECHO DE CORTA	19
6.2.2. TALUDES DE FLANCO DE MURO DE CORTA.....	31
6.2.2.1. Modelo estudiado del flanco de muro de corta	32
7. HIDROLOGÍA DE LA ZONA	39
8. CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO A EXPLOTAR.	40
8.1. ESTRATIGRAFÍA	40
8.1.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPAS DE CARBÓN	40
8.1.2.-CARACTERÍSTICAS DEL ESTÉRIL INTERCAPAS Y	41
RECUBRIMIENTO	41
8.2. ESTRUCTURA	42
8.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL ÁREA A EXPLOTAR.....	42
9. DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN Y CÁLCULO DE LAS RESERVAS.....	42
A EXPLOTAR.....	42
9.1. CRITERIOS DE SELECTIVIDAD	42
9.2. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA	43
DE LA EXPLOTACIÓN.....	43
9.3. DATOS BÁSICOS ECONÓMICOS. DETERMINACIÓN	43
DE LOS LÍMITES Y PROFUNDIDAD DE LA CORTA.....	43
9.4. DELIMITACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN	46
9.5. CUBICACIÓN DEL CARBÓN Y EL ESTÉRIL	46
9.6. COEXISTENCIA CON LABORES SUBTERRÁNEAS.....	48
10. ESTUDIO MINERO.....	48
10.1. DATOS BÁSICOS	48

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 5

10.2. NIVELES DE PRODUCCIÓN Y MOVIMIENTO DE ESTÉRIL Y CARBON	48
10.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	49
11. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	51
11.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ELEGIDO. CRITERIOS GENERALES	51
11.2. FASES DE LA EXPLOTACIÓN	52
11.3. BANCOS DE TRABAJO	54
11.4. ANGULO DE CARA DE BANCO	55
11.5. ANCHURA DE BERMAS	56
11.6. ANCHURA DE LA PLATAFORMA	56
11.7. PISTAS: SECCIONES TIPO Y PENDIENTES	57
11.8. EQUIPO DE MAQUINARIA. RENDIMIENTOS Y	58
12. CALCULO DE LA VOLADURA	64
12.1. INTRODUCCIÓN	64
12.2. DIÁMETRO DEL BARRENO	65
12.3. PIEDRA Y ESPACIAMIENTO	66
12.4. ALTURA DE BANCO	68
12.5. INCLINACIÓN DE LOS BARRENOS	68
12.6. SOBREPERFORACION, RETACADO Y LONGITUD DEL BARRENO	69
12.7. TAMAÑO Y FORMA DE LA VOLADURA	70
12.8. EXPLOSIVOS	71
12.9. DISTRIBUCIÓN DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS BARRENOS	71
12.10. PERFORACIÓN ESPECÍFICA	74
12.11. APLICACIÓN	74
12.12. CONSUMO ESPECÍFICO	77
12.13. ESTUDIO DE VIBRACIONES, ONDA AÉREA Y PROYECCIONES	78
12.13.1. ESTUDIO DE VIBRACIONES	78
12.13.1.1. Características de las vibraciones terrestres	78
12.13.1.2. Características de las ondas	80
12.13.1.3. Estimación de las leyes que rigen la propagación de las vibraciones terrestres	81
12.13.1.4. Criterio de prevención de daños	83
12.13.1.5. Tabla carga-distancia	92
12.13.1.6. Medidas para reducir los niveles de vibración	93
12.13.2. LA ONDA AÉREA Y SU CONTROL	95
12.13.2.1. Características de la onda aérea	95
12.13.2.2. Estimadores de onda aérea	97
12.13.2.3. Criterio del BUREAU OF MINES para el nivel de onda aérea	103
12.13.2.4. Conclusiones	103
12.13.3. LAS PROYECCIONES Y SU CONTROL	105
12.13.3.1. Alcance de las proyecciones	105
12.13.3.2. Recomendaciones	108
13. APERTURA DE LA CORTA	110
13.1. DISPOSICIÓN DEL ESTÉRIL	110

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 6

13.2. ESTUDIO DE LA ESCOMBRERA	110
13.2.1. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS	111
13.2.2. COEFICIENTE DE SEGURIDAD	118
13.2.3. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD	121
14. ACCIONES PARA LA RESTAURACIÓN DEL ESPACIO.....	125
NATURAL Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	125
15. INFRAESTRUCTURA NECESARIA	126
16. PLANIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN.....	126
17. PREVISIÓN DE COSTES.....	129
18. RÉGIMEN DE LA OPERACIÓN	130
19. CALENDARIO DE TRABAJOS.....	131
DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD	134
PRESUPUESTO	136
ÍNDICE DE PLANOS	138

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 7</p>

1. INTRODUCCIÓN

La Empresa UNIÓN MINERA DEL NORTE S. A (Uminsa), con domicilio para notificaciones en este asunto en Avda. de Castilla y León, nº 26, de Guardo (Palencia), es titular y explotadora de las concesiones mineras para recursos de la Sección D (carbón), San Claudio nº 1.041 y otras, situadas en el ayuntamiento de Castrejón de La Peña (Palencia).

2. ANTECEDENTES

Dado que el objeto de una concesión minera es el beneficio de los minerales que se encuentran dentro del perímetro para los que fue concedida, se presenta este Proyecto de Explotación a cielo abierto nombrado “Valurcia”, que contempla el aprovechamiento de los carbones que quedaron en el paquete Santibáñez, en un tramo explotado por interior. La potencia de las capas, con frecuentes pliegues que dan lugar a acumulaciones importantes de mineral, de muy buena calidad, hace que los carbones dejados por los antiguos explotadores, puedan recuperarse con beneficio en el momento actual. La explotación debe hacerse por el método de roza abierta, de otro modo no sería rentable.

No hay otros carbones de otras formaciones, que puedan explotarse en este tramo.

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 8

3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EXPLOTACIÓN

El área objeto del proyecto de explotación se encuentra situada en terrenos de Villanueva de La Peña, del término municipal de Castrejón de La Peña, todo ello en la provincia de Palencia. Queda delimitada por los puntos de contorno cuyas coordenadas son las siguientes.

PUNTOS	X	Y	Z
A	365.526	4.743.969	1.182
B	365.820	4.743.970	1.194
C	365.937	4.744.082	1.228
D	366.072	4.744.193	1.243
E	366.359	4.744.322	1.252
F	366.479	4.744.323	1.259
G	366.480	4.744.006	1.242
H	366.031	4.743.950	1.232
I	365.608	4.743.755	1.205
J	365.519	4.743.870	1.170

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 9

El proyecto se desarrollará en terrenos del Monte de Utilidad Pública nº 50, denominado La Mata, de Villanueva de La Peña, en el ayuntamiento de Castrejón de La Peña.

Se accede a la zona delimitada para este proyecto desde la carretera comarcal C – 626, de Guardo a Cervera de Pisuerga, por caminos públicos de servicio para las fincas y el monte. Hay comunicación desde Villanueva de La Peña y desde Velilla de Tarilonte, localidad del ayuntamiento de Santibáñez de La Peña.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 10

4. ESTUDIOS DEL YACIMIENTO Y DE LA ZONA A EXPLOTAR

4.1. ESTUDIO GEOLÓGICO. INVESTIGACIONES REALIZADAS

4.1.1. MARCO GEOLÓGICO. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La zona en la que desarrollaremos esta explotación se encuentra dentro de la Cuenca Post-Leónica, del Wesfaliense D y Cantabriense, en la cuenca minera Vaderrueda-Guardo-Cervera. Fue intensamente plegada en la fase Astúrica, de edad Estefaniense A.

Se trata de una zona de tipo deltáico en la que se depositaron pizarras, areniscas, calizas, conglomerados y niveles de carbón, con una distribución de materiales no uniforme. La influencia continental de la misma fue superior a la marina.

En los tramos continentales es donde se encuentran los niveles productivos de carbón.

Los tramos continentales y marinos de esta zona, dentro de los cuales vamos a desarrollar este Proyecto, según los estudios realizados por el Instituto Geológico y Minero de España, la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S.A. (Enadimsa) y diversos autores, son los siguientes, de norte a sur o de muro a techo.

- Marino – continental de Tarilonte
- Continental Santibáñez
- Marino del Acebal

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 11

Las facies son típicas de llanuras de inundación y están representadas sobre todo por lutitas con suelo de vegetación, lutitas carbonosas, areniscas, arcosas, carboneros y capas de carbón.

Los movimientos de la fase Astúrica dieron lugar a una serie de pliegues y fallas. En la zona que nos ocupa, los pliegues tienen dirección este-oeste, con salida al norte.

Las fallas se disponen formando diferentes sistemas.

El límite sur de la cuenca carbonífera es una falla inversa. El límite norte es una discordancia a la que se superpone una falla.

En esta área se encuentran pequeños pliegues secundarios, de poca amplitud, pero de gran trascendencia desde el punto de vista minero, ya que dan lugar a acumulaciones notables de carbón, que los antiguos no extrajeron en su totalidad, quedando en este momento importantes reservas.

El área futura de explotación, está afectada por una falla inversa denominada "de Valurcia". Tiene dirección SW-NE y buzamiento de 70° al NW. Existen otros pliegues y fallas de menor entidad, casi todos en la dirección de la estratificación, que ocasionan la eliminación de algunos tramos de capas.

La zona al este del Río Carrión constituye la prolongación del sinclinal de Taranilla. La falla más importante de esa zona, dentro de las concesiones de Unión Minera del Norte S.A., es la del borde sur de la cuenca, que pone a ésta en contacto con el Cretácico, si bien desde el punto de vista minero no tiene trascendencia.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 12</p>

Toda la zona está muy tectonizada como consecuencia de las fallas oblicuas o longitudinales respecto al rumbo de la estratificación, que eliminan tramos y esterilizan capas.

4.1.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

Con el fin de obtener los datos geológicos necesarios que nos permitan conocer las características de las capas, así como evaluar con suficiente grado de fiabilidad la cantidad y calidad de las reservas explotables a cielo abierto, se han realizado los siguientes estudios y trabajos de investigación:

- a) Recopilación y estudio de toda la documentación que sobre las explotaciones subterráneas e historia minera existe en la zona, con el fin de delimitar las áreas y niveles explotables y obtener toda la información posible sobre la estructura y potencia de las capas.

- b) Afloramientos y hundimientos de cales a superficie de las labores antiguas de interior sobre las capas, que figuran en los planos de labores antiguos y actuales, así como los que se aprecian en el terreno que han sido tomados topográficamente, para conseguir una correcta interpretación de las estructuras geológicas.

- c) Cartografía topográfica y también geológica, todo ello a escala 1:5.000 y 1:1.000, simultánea con la campaña de registros, en la que están reflejados los afloramientos, estructuras y accidentes geológicos más importantes, con numerosos datos puntuales de dirección y buzamiento.

- d) Estudio geológico.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 13

Tenemos datos del Paquete Santibáñez, procedentes de labores de interior, para el tramo que va desde el valle de Villanueva hasta pasado hacia el oeste el valle del arroyo del Cubo en Veilla de Tarilonte. Los trabajos mineros consistieron en labores de superficie y de aguas abajo, de 1ª a 4ª plantas de pozo. La actividad duró hasta los años 80, paralizando las labores por el hecho de que a niveles inferiores el paquete productivo presentaba muchos trastornos, irregularidades y esterilidades.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 14</p>

5. ESTUDIO GEO-MINERO.

5.1. JUSTIFICACIÓN Y NECESIDAD DEL ESTUDIO

Nos encontramos en concesiones mineras que tienen más de cien años, en las que se ha explotado de manera ininterrumpida durante todo este tiempo. Ello nos lleva a que todas las zonas que contienen carbón, han sido tocadas, al menos con labores de calicateo. Obviamente, los tramos mejores han sido explotados a esta fecha.

La continuidad de las explotaciones pasa por consiguiente por aprovechar aquellos tramos que los antiguos explotadores dejaron o beneficiaron solo parcialmente.

Dado que será necesario seguir extrayendo carbón porque la sociedad no va a permitir que la dejemos sin energía y ésta ha de producirse con los medios mas adecuados entre los cuales se encuentra el carbón, es preciso en este proyecto, como en todo proyecto de explotación, determinar los recursos susceptibles de beneficio, dentro de los principios básicos que son la seguridad de las personas, la viabilidad económica y la menor incidencia en el entorno, compatible todo ello con el conjunto de valores de la zona.

5.2. LABORES DE RECONOCIMIENTO

Para el área que nos ocupa, dada la existencia de labores antiguas y las próximas de la explotación a cielo abierto Castrejón-Villanueva, no es necesario llevar a cabo reconocimiento alguno, porque se conoce bien la zona.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 15</p>

Las capas del paquete Santibáñez han sido explotadas por interior, desde el nivel de aguas hasta la calle y con cuatro plantas de aguas abajo en el grupo minero Velilla, sito en el término de Velilla de Tarilonte. Se trabajó hacia el este, en una corrida ininterrumpida de 1.700 m, hasta el límite de concesiones, ya que al este los registros mineros pertenecían entonces a otra empresa.

Arrancaron carbones de las capas 1ª y 3ª, en las zonas mejores del yacimiento, sin explotar potencias de más de 3,00 metros. Los carboneros, no se explotaron con las labores de interior.

Las explotaciones descritas anteriormente, pararon al llegar al arroyo de Valurcia, ya que este era el límite de concesiones en aquel momento. A continuación, hacia el este, se encuentran los registros mineros que en aquella época pertenecían a la empresa Antracitas de San Claudio S. L.

El laboreo llevado a cabo por esta entidad, consistió en trabajos de interior registrando todas las capas del paquete, 1ª, 2ª y 3ª. La irregularidad de todas ellas afectadas por la falla de Valurcia, impidió el aprovechamiento de los carbones, por lo que el aprovechamiento único llevado a cabo fue un registro a cielo abierto sobre capa 3ª.

La cantidad y calidad de los carbones, se mantiene como en zonas próximas, según se dijo, la irregularidad en cuanto a potencias y hastiales, hacen que el único método de explotación posible sea con labores a cielo abierto.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 16

5.3. CONCLUSIONES

Los estudios y labores realizados permiten tener perfectamente definido el yacimiento.

Las características de las capas y niveles productivos, se detallan a continuación.

Paquete Santibáñez

CAPA	P _m	Bto.	Pte.	CENIZAS (%)	TECHO-MURO	H %	V %	S %	P.C.S.
1 ^a	0,70	N	80°	20	Pizarras y areniscas	10	5	0,5	5.192
Carb. 1	0,40	N	80°	30		8	6	0,7	5.150
2 ^a	2,30	N	80°	32		10	5	0,5	5.192
Carb. 2	0,40	N	80°	30		8	6	0,7	5.150
3 ^a	2,00	N	80°	25		10	5	0,5	5.192

Siendo:

P_m: Potencia media

Bto: Buzamiento

Pte.: Pendiente

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 17

La potencia media del carbón que se puede extraer del Paquete Santibáñez es de 5,80 m, con una corrida de aproximadamente 730 metros.

La densidad de los carbones es de 1.600 kg/m³. En los planos adjuntos, se dibujan las capas y carboneros de este paquete.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 18

6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Un macizo rocoso en general, se compone de unos materiales cuyas características iniciales han sido modificadas. La roca, frecuentemente de elevada resistencia, se encuentra afectada por una serie de planos y discontinuidades naturales (estratificación, diaclasas, fallas, esquistosidad, etc), que implican que su resistencia, será inferior a la original.

Podemos por tanto definir el macizo rocoso, como un medio discontinuo, que se compone esencialmente de bloques sólidos separados por discontinuidades. A partir de esta definición, se puede deducir que las propiedades tenso-deformacionales de los macizos rocosos son de naturaleza anisotrópica.

El comportamiento de un macizo rocoso, generalmente depende de las características de las discontinuidades que presenta, así como de la litología de la roca matriz y su historia evolutiva.

En las discontinuidades consideramos el tipo y origen, distribución espacial, tamaño y continuidad, espaciado, seguridad, naturaleza del relleno, presencia de agua, etc.

En todas las cotas analizaremos primeramente la estabilidad general de los taludes, tanto en los de techo como en los de muro. En ambos casos será posible el "colapso total " de los taludes por un fallo generalizado de la competencia del macizo, pudiendo darse este fenómeno bien por falta de

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 19</p>

resistencia intrínseca de los materiales, o por conjugación de discontinuidades, cuyo efecto mecánico sería equivalente al primero, pudiendo ser válido en esta hipótesis un análisis por rotura circular.

Dicho análisis se puede realizar mediante un estudio o programa de los habitualmente empleados en este tipo de cálculos o comprobando la estabilidad general de los taludes, asumiendo que los macizos rocosos, ofrecen suficiente garantía y que únicamente las posibles roturas vendrán dadas por la existencia de planos de debilidad con interrelación parcial: estratificación, diaclasas, fallas, esquistosidad, etc.

Como consecuencia, la estabilidad de los taludes la calculamos mediante los métodos de equilibrio límite, ampliamente contrastados en la práctica, conociéndose sus límites y grados de confianza, determinando su factor de confianza y su factor de seguridad FS, que se define como el "cociente entre la resistencia al corte en la superficie de deslizamiento y la necesaria para mantener el equilibrio exacto de la masa deslizante".

En la obtención del factor de seguridad se le supone constante en toda la superficie de deslizamiento.

6.2. ESTUDIO DE LOS TALUDES DE LA CORTA

6.2.1. TALUDES DE FLANCO DE TECHO DE CORTA

La secuencia estratigráfica del techo de la corta, está constituida por una serie en la que alternan lutitas, areniscas y capas de carbón.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p style="text-align: center;">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 20</p>

Con estas premisas y suponiendo para este flanco una altura de talud de valor H , un ángulo de base α , la existencia de un plano potencial de deslizamiento de ángulo β y que las características de rotura al esfuerzo de corte en un diagrama τ - τ_n es lineal, dándonos la cohesión c y el ángulo de fricción ϕ , una vez establecida la ecuación de equilibrio límite, se llega a la relación de Hoek:

$$FS = \frac{2c}{\gamma H (\cot \beta - \cot \alpha) \sin^2 \beta} + \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \beta} - \left(\frac{H \varpi}{H} \right)^2 \frac{\gamma \varpi}{\gamma} \frac{\operatorname{tg} \phi}{\sin \beta}$$

Donde:

FS es el factor de seguridad, al cual se le atribuye en minería un valor comprendido entre 1,20 y 1,30.

γ y $\gamma \varpi$ son las densidades de la roca y del agua respectivamente.

El primer término del segundo miembro de la ecuación determina la contribución de la cohesión c en la estabilidad del talud.

El segundo y tercer términos son las aportaciones a la estabilidad del macizo rocoso de la fricción y de la presión del agua.

Para estudiar la relación que puede existir entre la altura del talud H y el ángulo de base α , relativo a la estabilidad, hay que sustituir los distintos parámetros en la fórmula anterior por los valores encontrados en el análisis resistente y estructural del macizo rocoso en el que proyectamos el talud y que son:

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 21

FS : Factor de seguridad, 1,30.

c : Cohesión, 15 Tm/m².

γ : Densidad de la roca, 2,80.

β : Angulo de deslizamiento, 45°.

ϕ : Angulo de fricción, 39°.

$$\frac{H\omega}{H} : \text{Nivel piezométrico, 0,5.}$$

Introduciendo estos valores en la expresión de Hoek, tenemos:

$$H = \frac{36,32}{1 - \cot \alpha}$$

Con esta relación se puede dibujar para un ángulo de deslizamiento $\beta = 45^\circ$, la curva (H, α) que relaciona la altura del talud con el ángulo de base.

 <p>SECTOR PALENCIA</p>	<p>PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p>Agosto de 2006</p>
		<p>Página 22</p>

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 23</p>

Del análisis de esta curva se deduce:

1º.- Para un ángulo α de talud, la altura H del talud estable con este ángulo, crece rápidamente a medida que α se acerca a β ; en nuestro caso $\beta = 45^\circ$.

2º.- La curva obtenida es asintótica a la recta $\alpha = \beta$ (en nuestro caso $\beta = 45^\circ$).

3º.- La desviación de la curva de esta asíntota, para una altura dada, viene motivada por los valores de los parámetros resistentes c y ϕ y de las alturas piezométricas del agua.

Para conocer la influencia en la curva examinada, de las posibles variaciones de los parámetros mecánicos y geométricos considerados, se pueden obtener las siguientes curvas:

Curva 2: Influencia de la estructura de la roca para los ángulos de deslizamiento.

$$\beta = 40^\circ.$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\beta = 50^\circ.$$

Curva 3: Influencia de la resistencia de la roca para valores de cohesión de.

$$c = 30 \text{ Tm/m}^2$$

$$c = 15 \text{ Tm /m}^2$$

$$c = 7,5 \text{ Tm/m}^2$$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 24

Curva 4 : Influencia del factor de seguridad.

$$FS = 1.$$

$$FS = 1,2.$$

$$FS = 1,3.$$

Curva 5 : Influencia del nivel piezométrico para los siguientes valores.

$$\frac{H\omega}{H} = 0$$

$$\frac{H\omega}{H} = 0,5$$

$$\frac{H\omega}{H} = 1$$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 25

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 26</p>

De ellas se deduce:

a) Curvas 2: Informan de la influencia de la estructura geológica en la estabilidad y ponen en evidencia la necesidad de fijar muy bien la disposición geométrica del plano de discontinuidad considerado.

b) Curvas 3: Muestran la influencia de la cohesión c supuesta en el plano de discontinuidad. La de fricción será idéntica pero de menor magnitud. La determinación de estos parámetros debe ser realizada mediante ensayos de corte, de los que se pueden obtener los diagramas básicos en todo el diseño.

c) Curvas 4: Indican que las variaciones en el factor de seguridad FS son equivalentes en sus efectos a las de los parámetros resistentes.

d) Curvas 5: Ponen en evidencia la influencia de las alturas piezométricas. La instalación de sondeos de piezométricos, pueden llevar al conocimiento de las fluctuaciones de estos niveles y por tanto de sus extremos, que son los que se utilizan para el cálculo. Por otro lado, su conocimiento permitirá proyectar correctamente las labores de drenaje. Este es un factor muy importante donde exista este problema, ya que la altura del nivel freático H_w , es el único factor sobre el que se puede actuar.

En el diseño que se propone, se adopta como talud 1/2 equivalente a un ángulo de base $\alpha = 63^\circ 26'$, lo que representa una altura crítica de acuerdo con la fórmula de Hoek de:

$$H = \frac{36,32}{1 - \cot 63^\circ 26'} = 72,64 \text{ m.}$$

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 27

que es la altura máxima vertical del flanco de techo de la corta.

En el caso de la explotación que proponemos, si la altura entre bermas fuera de 30 m, obtendríamos un coeficiente de seguridad de

FS = 1,77 (por aplicación de la fórmula de Hoek), siendo:

$$c = 15$$

$$\gamma = 2,8.$$

$$H = 30$$

$$\beta = 45^\circ.$$

$$\alpha = 63^\circ 26'.$$

$$\phi = 39^\circ.$$

$$\frac{H\omega}{H} = 0,5.$$

que en las condiciones más críticas de altura de talud, cumple sobradamente el mínimo de seguridad exigido.

Aunque ya hemos explicado que el análisis por rotura circular no es aplicable a las características que presentan nuestros taludes, con el fin de incidir en la seguridad de los mismos y atendiendo a los valores resistentes y estructurales que presentan, vamos a comprobar también que el factor de seguridad para este tipo de rotura circular por el pie del talud cumple la exigencia de ser superior a 1,2. Para ello utilizaremos el método gráfico analítico de Hoek.

En los gráficos siguientes se incluyen las funciones x e y a determinar, así como el ábaco para obtener el factor de seguridad FS. Las características del talud que tomamos para el cálculo, son más desfavorables que las que se emplearán en la corta, dadas por la legislación.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 28

$$H = 30, \quad \gamma = 2,8, \quad c = 15, \quad Z_0 = 15, \quad \frac{H\omega}{H} = 0,5,$$

$$\alpha = 63,43^\circ, \quad \phi = 39^\circ.$$

Llevando ambos valores al ábaco, resulta un factor de seguridad de 1,50.

 <p>SECTOR PALENCIA</p>	<p>PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p>Agosto de 2006</p>
		<p>Página 29</p>

 <p>SECTOR PALENCIA</p>	<p>PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p>Agosto de 2006</p>
		<p>Página 30</p>

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p style="text-align: center;">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 31</p>

6.2.2. TALUDES DE FLANCO DE MURO DE CORTA

Al muro de corta de explotación, la serie estratigráfica presenta la misma alternancia de pizarras y areniscas, con las variaciones debidas a canales, propias de estos estratos. La estratificación es concordante.

Las hipótesis de rotura para este tipo de talud pueden resumirse en los siguientes casos:

a) Rotura por descalce de pie

Esta rotura ocurrirá si se descalza el pie durante la operación de carga de carbón. Todas las capas presentan características de buen despegue de vena, que unido a las precauciones adecuadas en la operación, evitará que por esta causa o labor se originen corrimientos.

b) Rotura de bancos-diaclasas o fracturas, más tendidas que la estratificación

Estas roturas podrán originarse por grietas, planos de rotura o diaclasas con rumbo aproximado al de la estratificación y buzamiento más suave.

Dado el escaso conocimiento de estos datos en la estructura hasta tanto se vea, se observará la estabilidad del muro de corta de explotación, para detectar fracturas de este tipo que obliguen a adoptar un talud con el buzamiento tal que puedan controlarse tales discontinuidades.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 32</p>

c) Roturas por cuña de pié

Tendrán lugar si se encuentran fallas de rumbo similar a la estratificación y buzamiento más fuerte. Este caso no se ha apreciado en el estudio geológico previo de la estructura en esta área de la cuenca.

d) Rotura de pié

Tendrá lugar al superarse la resistencia al corte de la roca, a causa de las tensiones gravitatorias que descansan sobre el pié de las placas.

e) Rotura por pandeo

Se trata de pandeo del pié de banco o abombamiento del estrato de muro sometido a compresión, siendo factores decisivos la cuantía, excentricidad del esfuerzo de compresión, potencia de la placa, resistencia y deformabilidad de la roca.

Este fenómeno se manifiesta con el pandeo de los estratos resistentes interiores y deslizamiento paralelo a la estratificación de los superiores.

6.2.2.1. Modelo estudiado del flanco de muro de corta

Constituyen flancos de muro de corta los taludes que resultan después de haber arrancado el carbón de la capa encajada en cada corta y situada mas a muro en el tramo de la serie explotable que se denomine en cada una de las cortas de explotación considerada. El talud adoptado es de 40° con la horizontal, inferior al buzamiento en este tramo.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 33</p>

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, al tratarse de roca estratificada en la que los planos de estratificación suelen ser superficies de resistencia mínima y por tanto de posible deslizamiento, para estudiar la estabilidad será necesario el estudio del talud de 40° y buzamiento hacia la trinchera, lo que reduce el problema a una rotura por pandeo.

El análisis estático de esta forma de rotura (Cavers 1.981, Ayala y otros 1.985) se basa en la teoría de EULER para el estudio de pandeo, que supone que la placa trabaja dentro del campo elástico y sigue la Ley de Hook.

La carga crítica de Euler es:

$$P_{cr} = \frac{K\pi^2 EI}{L_p^2}$$

siendo:

P_{cr}: Carga crítica de Euler que produce el pandeo del elemento.

E: Módulo de elasticidad del material.

I: Momento de inercia de la sección del elemento respecto a un eje perpendicular al plano en el que se produce el pandeo. Para una placa rectangular de espesor d y ancho b , será:

$$I = \frac{1}{12} bd^3$$

L_p = Longitud de pandeo. Se asume la hipótesis considerada de que l_p es la mitad de la longitud del talud l.

K = constante.

Por lo tanto la carga crítica de Euler que produce el pandeo por unidad de ancho es:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 34

$$\frac{P_{cr}}{b} = \frac{K\pi^2 Ed^3}{12\left(\frac{l}{2}\right)^2} = \frac{K\pi^2 Ed^3}{3l^2}$$

en la que:

b = ancho de la placa o estrato.

d = espesor del estrato.

l = longitud del talud.

Por otro lado, la carga tendente a la iniciación del pandeo por unidad de ancho es :

$$\frac{PD}{b} = w_D \text{sen} \alpha - w_D \text{cos} \alpha \text{ tg} \Phi - c_{L_D}$$

donde:

w_D = Peso por unidad de ancho de la porción de placa deslizante.

α = Angulo de inclinación del talud.

Φ = Angulo de rozamiento a lo largo de la discontinuidad.

c = Cohesión a lo largo de la discontinuidad.

L_D = Longitud de la porción de placa que contribuye a la iniciación del pandeo.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 35

Tenemos:

$$w_D = \gamma \cdot l_D \cdot d$$

$$l_D = \frac{L}{2} + \frac{L_D}{2} = \frac{3}{4}L$$

Si se llama H a la altura del talud, se cumple:

$$H = l \operatorname{sen} \alpha$$

Y si igualamos los valores $\frac{P_{cr}}{b} = \frac{PD}{b}$ e introducimos el valor de l, obtendremos de esta igualdad la altura crítica del talud.

Es decir:

$$H^3 = \frac{\pi^2 K E d^2 \operatorname{sen}^3 \alpha}{2,25 \gamma \left(\operatorname{sen} \alpha - \cos \alpha \operatorname{tg} \Phi - \frac{C}{\gamma d} \right)}$$

El factor de seguridad del talud, FS, se define como la relación entre la carga crítica de pandeo (Pcr), y la carga tendente a su iniciación (PD), calculada esta última suponiendo la resistencia al desplazamiento del terreno minorada por el mismo factor de seguridad.

$$FS = \frac{\frac{\pi^2 E d^3}{3L^2}}{0,75 L d \left(\gamma \operatorname{sen} \alpha - \gamma \cos \alpha \frac{\operatorname{tg} \Phi}{FS} - \frac{C}{dFS} \right)}$$

Despejando se obtiene:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 36

$$FS = \frac{\frac{\pi^2 E d^2}{2,25 L^3} + \gamma \cos \alpha \operatorname{tg} \Phi + \frac{C}{d}}{\gamma \operatorname{sen} \alpha}$$

La aplicación de la fórmula anterior se ve facilitada mediante el empleo de los ábacos del Manual de Taludes, de Ayala y otros (1.985).

Dichos ábacos relacionan el factor de seguridad con dos parámetros adimensionales:

- Un parámetro geométrico

$$H^1 = \left(\frac{H}{d} \right)^3 \frac{\gamma d}{E} 2,25$$

- Un parámetro resistente

$$\tau = \frac{C}{\gamma d} + \cos \alpha \operatorname{tg} \Phi$$

Eligiendo el ábaco correspondiente al ángulo de talud y entrada con los valores H^1 y τ , se obtiene el factor de seguridad del talud frente a la rotura por pandeo de placas continuas.

En nuestro caso la estratificación es paralela al talud, con las siguientes características:

$$H = 100\text{m.}$$

$$\alpha = 40^\circ$$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 37

$$d = 1,00\text{m.}$$

$$\gamma = 2,5 \text{ Tm /m}^3$$

$$E = 3,8 \cdot 10^5 \text{ Tm/m}^2$$

$$C = 1,00 \text{ Tm/m}^2$$

$$\Phi = 30^\circ$$

$$L = 156\text{m.}$$

sustituyendo valores en los parámetros adimensionales

$$H^1 = 14,80$$

$$\tau = 0,842$$

y entrando en el ábaco $\alpha = 40^\circ$ se obtiene un coeficiente de seguridad

FS = 1,57, que cumple la condición de ser superior a 1,2.

En todos los casos estudiados, se ha considerado estable el muro con una pendiente de 50° , será necesaria una observación constante del talud con el fin de tomar medidas para lograr su estabilidad en el corto tiempo de los trabajos de explotación.

Ténganse en cuenta los valores del buzamiento; en lo anterior se ha calculado el caso más desfavorable, para una inclinación de los estratos que podemos tener en algún pliegue, pero que de ningún modo será normal.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 38

Abaco del Manual de Taludes, de Ayala y otros (1.985)

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 39

7. HIDROLOGÍA DE LA ZONA

La red fluvial del área de explotación, está constituida por varios arroyos de pluviales, tributarios de la cuenca del río Pisuerga. En la esquina NW del área de explotación, se "toca" el arroyo de Los Valles, cauce que siempre tiene agua. Tiene tan poca longitud dentro del perímetro de explotación, que no se tendrá en cuenta dada su incidencia prácticamente nula.

La variada topografía de la zona con fuertes pendientes y con altitudes notables, no influirá en el área de explotación. Ésta, con cotas comprendidas entre 1.180 hasta 1.250 metros, se encuentra situada en un montículo que vierte las aguas de lluvia al arroyo de Los Valles en la zona NW y hacia la zona de valle al SE, por lo que no hay cuencas que viertan a la zona de explotación.

Por consiguiente, no realizamos cálculo de cuencas o subcuencas porque no las hay. La zanja perimetral en estas condiciones tampoco es necesaria para evacuar aguas.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 40</p>

8. CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO A EXPLOTAR.

A partir de los resultados obtenidos de los trabajos de investigación y estudios geológicos realizados, se analizan en este capítulo las características geo-mineras del yacimiento, prestando especial atención a su estratigrafía y estructura y más concretamente a las potencias y calidades de las capas explotables, a sus cambios laterales, al recubrimiento que tienen y a las diferentes litologías del macizo.

8.1. ESTRATIGRAFÍA

8.1.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPAS DE CARBÓN

Las capas de carbón y las diferentes litologías de los paquetes que se van a explotar están reconocidas en tramos en una corrida de más de 30 Km, desde el oeste de La Espina hasta Cervera de Pisuerga.

Entre las capas que se van a extraer, se han detectado algunos niveles de carbón que corresponden a carboneros. En una explotación por interior, dada su escasa potencia no se pueden beneficiar, a cielo abierto si.

Los hastiales de las capas, son pizarra o arenisca; el despegue es excelente.

En casi todos los niveles de carbón se han detectado suelos de vegetación, indicativos del carácter autóctono de los carbones.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: center;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: center;">Página 41</p>

8.1.2.-CARACTERÍSTICAS DEL ESTÉRIL INTERCAPAS Y RECUBRIMIENTO

La serie litológica que va a verse afectada por la explotación está formada por materiales rocosos constituidos por pizarras y areniscas con predominio de las segundas.

Las características de las rocas a efectos del método de arranque, son las siguientes:

- **Pizarras escarificables** con velocidad sísmica media de 1.600 m/s, densidad 2,50 g/cm³.
- **Areniscas** que tienen velocidad sísmica superior a 3.450 m/s, en las que en algunos casos será precisa una prevoladura para su ripado y arranque. Su densidad es 2,80 g/cm³.

De acuerdo con estos datos, puede estimarse que el 98 % de la roca intercapas es ripable, mientras que el 2 % debe ser arrancada con voladura o con una máquina de más potencia que las que trabajan habitualmente en las explotaciones de nuestra zona.

La expansión volumétrica del estéril es aproximadamente 1,40.

El recubrimiento superficial que existe en la zona corresponde al suelo vegetal y a algunos materiales de acarreo que se acumulan generalmente en las partes bajas de la ladera o en las de pendiente suave.

En el área de explotación el terreno de recubrimiento tiene un espesor medio de 0,30 m.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 42</p>

8.2. ESTRUCTURA

La interpretación de los datos aportados por la cartografía geológica, los estudios estratigráficos, labores mineras, etc. han permitido recoger gráficamente en los planos, una definición y descripción de la estructura de las capas (pliegues, capas, discordancias) y de forma especial sus direcciones, pendientes y variaciones en el espacio.

El paquete que se van a explotar pertenece a la formación Santibáñez. Tiene una dirección aproximada E-W, con buzamientos en torno a 80°.

Existen abundantes pliegues y fallas.

8.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL ÁREA A EXPLOTAR

Tal como se expuso en la introducción de este Proyecto, a la vista de los resultados del laboreo de interior y otros estudios, se ha determinado la conveniencia de su explotación a cielo abierto, con el fin de obtener un aprovechamiento integral y racional de esta zona del yacimiento.

9. DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN Y CÁLCULO DE LAS RESERVAS A EXPLOTAR

9.1. CRITERIOS DE SELECTIVIDAD

Por la experiencia en explotaciones anteriores y por el conocimiento que del paquete a explotar tenemos, se fija como potencia mínima recuperable, teniendo en cuenta las esterilidades e irregularidades, el 90 % de la potencia total utilizable.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 43

El estéril incorporado al carbón, pese a una buena limpieza del techo y a un buen despegue de la vena de carbón del muro, puede estimarse en un 3%.

El coeficiente a aplicar para la conversión de reservas "in situ" a carbón útil extraído es de 0,9. El escombros incorporado, se elimina en el lavadero.

9.2. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA DE LA EXPLOTACIÓN

Se han calculado los ratios para los distintos perfiles transversales. Basándonos en ello, se han determinado los perfiles de excavación.

9.3. DATOS BÁSICOS ECONÓMICOS. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES Y PROFUNDIDAD DE LA CORTA

Se reflejan los datos más importantes en relación con los costes.

- Precio medio del m³ de estéril, "in situ", movido y transportado a vertedero, incluyendo perforación y explosivos: **1,50 euros**.

- Coste medio de la tonelada vendible, movida, transportada a planta de tratamiento y puesta en centro de comercialización: **4,33 euros**.

Este valor es la suma de cada uno de los costes parciales siguientes.

- De arranque, carga y transporte a planta de tratamiento:

1,56 euros/tb o 1,95 euros/tv

- De tratamiento y manipulación:

1,35 euros/tb. o 1,69 euros/tv.

- De transporte a centro de consumo: **0,69 euros/tv.**

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 44

- Coste del relleno del hueco final de explotación, empujados los estériles con un bulldozer tipo CAT D-10R al hueco, de dimensiones aproximadas de 75 m. entre cabezas de talud, 28 entre pies, altura total de 30 m. y corrida final de 80 m.

$$\frac{\frac{50 + 25}{2} \times 35 \times 40 \times 0,30 \text{ €/m}^3}{265.218} = \mathbf{0,06 \text{ euros /tv}}$$

- Costes de restauración y protección del espacio natural por tonelada vendible:

$$\frac{2.400,41 \text{ €/Hax} 21,00 \text{ Has}}{265.218} = \mathbf{0,19 \text{ euros /tv}}$$

- Gastos generales de la explotación a cielo abierto por tonelada vendible: **0,75 euros /tv.**

En este coste, se incluye la mano de obra del personal de UMINSA, materiales con excepción de explosivos, costes internos, indemnizaciones y gastos imputables de investigación de detalle.

- **Gastos financieros** y amortización por tonelada vendible.

- Reservas toneladas vendibles = 265.218 tv
- Duración de la explotación = 3 años
- Producción anual = 88.406 tv
- Inversión media $Im = \frac{n+1}{2n} \text{ Inversión}$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 45

$$Im = \frac{3+1}{6} 101.500 = 67.667 \text{ €}$$

- Gastos financieros

$$\frac{Im \times 0,09}{tv / \text{año}} = \frac{67.667 \times 0,09}{88.406} = 0,06 \text{ €/tv}$$

- Amortizaciones = $\frac{67.667}{265.218} = 0,25 \text{ €/tv}$

- **Cálculo de i** = inversión a realizar dividida por la producción anual de régimen en toneladas vendibles.

$$i = \frac{67.667}{88.406} = 0,76 \text{ €/tv}$$

$$0,15xi = 0,11 \text{ €/tv}$$

- **Precio venta:** Para las características de este carbón se calcula un precio medio de 35,75 euros por tonelada.

- **Ratio económico medio.**

$$\frac{Ctm}{Tv} = \frac{Pmv}{Tv} - 0,15i$$

Donde:

Ctm / Tv : Costo total medio por tonelada vendible, considerando variable el ratio.

Pmv / Tv : Precio medio de venta por tonelada.

	<p align="center"> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA) </p>	<p align="center"> Agosto de 2006 </p>
		<p align="center"> Página 46 </p>

i = Inversión fija total a realizar dividida por la producción anual de régimen en toneladas vendibles.

Luego:

$$1,50R + 7,10 = 35,75 - 0,11$$

Resulta un ratio medio económico de:

$$Rv = 19,02 \text{ m}^3 / tv$$

9.4. DELIMITACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

Partiendo del ratio económico medio, determinado en función de las características medias del yacimiento, criterios de selectividad y coeficiente de conversión de carbón bruto a carbón vendible, se puede diseñar la corta correspondiente, con sus alturas de explotación.

En los planos hueco de explotación y plano de ocupación queda delimitada la explotación.

9.5. CUBICACIÓN DEL CARBÓN Y EL ESTÉRIL

A continuación resumimos las cubicaciones de carbón y estéril, toneladas in situ y toneladas brutas explotables, todo ello de acuerdo con los criterios de selectividad.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 47

- Carbón explotable

Tomando como base los planos adjuntos, en planta y de perfiles transversales, obtenemos los resultados siguientes.

Paquete	Corrida (m)	Densidad (t / m³)	Potencia (m)	Altura de explotación (m)	Toneladas
Santibáñez	730,00	1,60	5,80	50,00	338.720,00
Total carbón bruto cubicado in situ.....					338.720,- t

El coeficiente de selectividad es de 0,9. Tenemos.

338.720 toneladas "in situ" x 0,9 = **304.848 toneladas brutas.**

El rendimiento del lavadero será del 87 %, con lo que obtenemos.

304.848 t brutas x 0,87 = **265.218 toneladas vendibles.**

- Calidad media de los carbones

Los análisis practicados muestran unas características medias de 36 % de cenizas, 6 % de volátiles, 8 al 10 % de humedad, azufre menor de 0,7 % y precio en torno a 35,75 €/ tv.

- Volumen de estéril a excavar y mover.

El estéril sobre perfil es **5.044.446 m³.**

El ratio calculado es de **19,02 m³ /tv**

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 48</p>

9.6. COEXISTENCIA CON LABORES SUBTERRÁNEAS

No es el caso a tener en cuenta en esta situación, al no existir en este momento explotación por interior en esta zona. Tampoco se proyecta para un futuro inmediato.

10. ESTUDIO MINERO

10.1. DATOS BÁSICOS

Las condiciones climatológicas que imperan durante la estación invernal, dificultan la explotación, hasta el punto de que es posible que no se pueda trabajar todo el año. Teniendo en cuenta lo anterior, la organización del trabajo será la que se explica.

10.2. NIVELES DE PRODUCCIÓN Y MOVIMIENTO DE ESTÉRIL Y CARBÓN

- Movimiento de carbón al año

Se proyecta explotar completamente los recursos de carbón en el área de Valurcia en un plazo de tres años.

La producción anual será de 88.406 toneladas vendibles, que corresponden a 112.906 toneladas in situ. Considerando 230 días de trabajo al año, tendríamos una producción bruta diaria de 442 t, que corresponden a 491 t diarias in situ.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 49

- Movimiento de estéril al año

Según el ratio de explotación calculado y la producción anual prevista, el movimiento de estéril por año será de **1.681.482 m³**. Por día de trabajo, se obtiene una media de 7.311 m³.

Con un coeficiente de esponjamiento de 1,40 resultarán **2.354.075 m³** sueltos o esponjados.

10.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Los datos de partida, son:

- Días laborables al año.....230
- Relevos / día..... 2
- Horas / relevo..... 8

En cuanto a las operaciones de trabajo durante el 1^{er} relevo serán:

- Ripado y empuje de estéril, ocasionalmente perforación y voladuras.
- Carga y transporte de estériles a vertedero.
- Arranque, carga y transporte de carbón hasta la plaza del acopio.

Operaciones del 2^o relevo

- Perforación, ripado y empuje de estéril.
- Carga y transporte de estéril a vertedero
- Acondicionamiento de vertederos.

Finalmente nos referiremos a la modalidad del trabajo.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 50

Todas las labores de explotación y transporte del carbón, se realizarán por contrata. El planteamiento, coordinación y supervisión de la explotación, será dirigido por personal de Uminsa.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 51</p>

11. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

11.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ELEGIDO. CRITERIOS GENERALES

El método de explotación será el de arranque por bancos descendentes con autorrelleno por transferencia, efectuándose el avance en sentido transversal al rumbo de las capas, de acuerdo con la topografía y calidad del terreno.

Para ello se empezará en un extremo del banco más alto, avanzando a lo largo del rumbo. La cara de trabajo es normal a éste y se extenderá a todo lo ancho del banco desde el talud de techo hasta el talud de muro. Cuando se haya avanzado lo suficiente como para permitir el trabajo del equipo, se comenzará el segundo banco, avanzando simultánea y paralelamente al anterior. De esta forma iremos profundizando hasta alcanzar el fondo de corta considerado.

El arranque de carbón se realizará de techo a muro, siendo de esta forma más fácil su limpieza, así se reducirá la dilución.

Las ventajas del método son:

- Permite el relleno del hueco, por tanto facilita la restauración del mismo.
- Los taludes son más seguros, ya que se exponen durante menos tiempo y el relleno se apoya en ellos rápidamente.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 52

- Permite el mezclado del carbón de las distintas capas en explotación, homogenizando la calidad del carbón vendible.

Las desventajas del método son:

- Existe un coste alto de apertura inicial.
- El ratio se mantiene prácticamente constante a lo largo de toda la vida de la corta.

11.2. FASES DE LA EXPLOTACIÓN

El sistema de explotación propuesto, está determinado por la investigación y conocimiento de las condiciones y características del yacimiento y topografía del terreno, que establecen la distribución y la necesidad de apertura del hueco inicial.

Los estériles del primer tajo serán transportados y depositados en la zona NE de la ocupación, formando una escombrera exterior, hasta que esté creado un hueco de explotación en la zona de este Proyecto para explotar a partir de este momento por transferencia.

Con este hueco abierto se puede permitir la transferencia, una vez avanzado el frente de corta, de tal forma que los estériles vertidos por su derrame natural, no afecten al área de explotación, manteniendo entre el avance de ésta y el pie de vertido una distancia mínima de seguridad.

La explotación y reconstrucción del terreno previstas están realizadas desde el conocimiento que tenemos del yacimiento. Todo cambio que hubiera en la dirección, esterilidades, etc. de las capas puede modificar la orientación y

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 53

situación de la superficie a explotar y restaurar, dentro del área de desarrollo del proyecto, pero no la forma de ejecutar los trabajos descritos en el párrafo anterior.

La minería de transferencia, con la restitución por autorrelleno de los huecos de las cortas, subiendo la escombrera hasta las cotas que se dibujan en el plano de restauración topográfica es la que consigue asemejar más la geometría final a la original, por tanto minimiza el impacto final.

Para la restauración del hueco final se depositarán parte de los estériles en la cabecera del mismo; al finalizar la explotación serán empujados a su interior.

La siguiente fase de trabajo es preparar una superficie de apoyo, por lo que debe recuperarse antes de iniciar el vertido de la tierra vegetal.

El talud final de vertido tendrá una inclinación próxima a los 25°, límite para una implantación vegetal herbácea.

Los taludes finales serán cóncavos, ya que son menos afectados por la erosión y las aguas arrastran menor cantidad de sedimentos, cambiando de forma más lentamente que otros perfiles, previendo una inclinación de la base del talud lo más tendida posible, por ser ésta la más importante en lo que se refiere a la proporción total de sedimentos y al ritmo de cambio de forma del talud.

La formación de los perfiles del vertedero se complementará con el redondeo de las aristas, obteniendo un enlace armónico con la morfología de las laderas contiguas y en conjunto, una situación más favorable para el crecimiento de la vegetación.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 54</p>

La conformación de taludes y allanado de las plataformas se realizará a partir del momento en que en cada zona se haya acabado la actividad minera; esta operación se realizará con un bulldozer tipo D-6. En los bordes de la explotación, puede ser prácticamente imposible el trabajo de las máquinas por motivos de seguridad.

Se procurará entonces realizar un vertido final de materiales de pequeño tamaño para evitar que sobresalgan grandes fragmentos de roca; se dará un ligero conformado mediante un “peinado” del talud, o con ayuda de otra técnica similar

Se evitará generar planos de infiltración de aguas que causen un efecto de desestabilización por aumento del nivel piezométrico.

Se efectuará un control topográfico para no sobrepasar la pendiente media especificada para el conjunto del talud, vigilando la nivelación de pendientes de desagüe y la estabilidad del vertedero mediante señales fijas.

El talud no debe ser refinado totalmente, ya que la superficie rugosa favorece la infiltración del agua y disminuye la velocidad de arrastre.

11.3. BANCOS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta que el estéril a excavar se arrancará con retroexcavadora, hay que buscar la máxima eficacia de la maquinaria. Además es preciso evitar el desplome del carbón una vez descubierto el techo de cada capa (con buzamientos de 80° en nuestra corta), por lo que la altura máxima de cada frente de arranque no debe superar los 10 m.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 55</p>

La altura de 10 m de banco, tomada para las distintas cortas, permite el arranque del estéril y el carbón de acuerdo con el grado de cohesión de este último; además se logra la longitud suficiente entre cada frente de arranque para que la operación de carga no entorpezca la maniobra de los restantes y así poder establecer la secuencia adecuada de los trabajos, que es:

- Arranque de la roca.
- Carga y transporte del estéril.
- Limpieza, carga y transporte del carbón.

11.4. ANGULO DE CARA DE BANCO

El ángulo de cara de banco es función de dos factores:

- Tipo de roca
- Altura de banco

En general, cuanto más competente y más bajo sea el banco, más vertical puede ser el talud de su cara; por el contrario, cuanto más suelto y alto, más tendido ha de ser el talud. Las medidas serán función de las características estructurales y resistentes de los materiales del macizo rocoso.

Otro factor que puede obligar a inclinar la cara del banco, es el buen efecto que sobre la voladura ejerce el disparo de los barrenos inclinados, siendo como consecuencia un factor importante en la fijación del referido ángulo, definido normalmente por las características básicas de la perforación en la voladura de producción.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 56</p>

11.5. ANCHURA DE BERMAS

De acuerdo con el estudio geotécnico de taludes realizado, con el fin de cumplir la normativa vigente en lo que a diseño de las explotaciones a cielo abierto se refiere, se proyectan bermas de 4 metros, separadas entre si 10 metros de altura, en todas las cortas proyectadas.

Esta anchura de berma evita que los posibles desprendimientos de los frentes, activos o no activos, caigan sobre los lugares de trabajo y pistas situadas a niveles inferiores, a la vez que mejora claramente las condiciones de estabilidad del macizo y facilita la posibilidad de acceso de medios mecánicos para su limpieza y conservación. Tendrán cunetas de recogida de aguas con pendiente, para dar salida a las que escurren por los taludes y de contrapendientes hacia el talud para evitar el efecto “trampolín”.

11.6. ANCHURA DE LA PLATAFORMA

Las plataformas de trabajo serán lo suficientemente amplias para permitir que los volquetes y palas maniobren con facilidad, sin aproximarse innecesariamente al frente de arranque, manteniendo una distancia mínima con relación al borde del banco en el desarrollo normal del trabajo.

La superficie de las plataformas de trabajo estará perfectamente allanada, con pendiente, con el fin de que trabaje con facilidad y estabilidad la maquinaria y tener desagüe eficaz.

Se prestará especial atención a la conservación y limpieza de los drenajes para evitar encharcamientos, así como a la superficie de la plataforma con el fin de eliminar los baches, blandones, piedras caídas, etc.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 57</p>

Se iluminarán convenientemente las plataformas de acuerdo con el trabajo que se realice, para el caso de que fuera necesaria la actividad nocturna, o bien en horarios de tarde en época de invierno.

11.7. PISTAS: SECCIONES TIPO Y PENDIENTES

Tanto las pistas, destinadas a la circulación de vehículos para el servicio de las cortas, como los accesos destinados a la circulación del personal, de carácter eventual para el servicio de un frente de explotación de la corta, se han diseñado teniendo en cuenta los dos aspectos de trazado en planta y perfil, de forma que proporcionen seguridad, maniobrabilidad y mantengan la continuidad del ciclo de transporte.

En las que se vayan a construir, se tendrán en cuenta, la calidad de la superficie de rodadura, así como la capacidad de frenado de los vehículos que vayan a circular por ella.

Se han proyectado con perfiles transversales adecuados para facilitar el desagüe.

Las secciones transversales más empleadas son de 7,50 m para circulación, con arcenes de 2 m; siempre con cuneta. Los carriles para pistas que comunican las carreteras con los depósitos de carbones de las cortas, tendrán 3,50 m de ancho. Para el resto de los accesos por donde circularán los vehículos de mayor ancho, tendrán 5,13 m para rodadura y arcenes de 2 m; con cuneta.

En las pistas de un solo carril, están previstos apartaderos convenientemente espaciados, de longitud de 14 m, mayores que el doble de la longitud del vehículo más largo que circula por ellas.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 58</p>

Tanto los cambios de rasante, como las curvas, irán provistos de anchurones o doble vía.

Las pendientes longitudinales diseñadas, no sobrepasarán, en general el 10 %, con máximos puntuales del 15%; en cuanto a las transversales (p), para su cálculo, se ha tenido en cuenta que su fin primordial es la de la evacuación del agua de escorrentía, así como las características de la superficie de rodadura y la pendiente "i" longitudinal.

Tenemos:

- a) Superficie con reducida resistencia a la rodadura.

Para $i < 5\%$, $p = 2\%$.

$i = 5\%$ ó $i > 5\%$, $p = 3\%$.

- b) Superficie con elevada resistencia a la rodadura.

Para $i < 5\%$, $p = 3\%$.

$i = 5\%$ ó $i > 5\%$, $p = 4\%$.

11.8. EQUIPO DE MAQUINARIA. RENDIMIENTOS Y MAQUINARIA NECESARIA

La situación geográfica del área de explotación y las duras condiciones climatológicas de la zona durante el invierno, dificultarán los trabajos de explotación a cielo abierto.

La producción de carbón en invierno estará limitada por las condiciones climatológicas reinantes, estimando, en consecuencia, que los días de trabajo efectivo serán del orden de 230 al año.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 59</p>

El estéril medio movido por día de trabajo, para las producciones anuales programadas al ratio de 19,02 m³/t será de 7.311 m³.

Teniendo en cuenta las características de las rocas predominantes en las explotaciones proyectadas y como consecuencia los porcentajes de estéril ripado o volado y los diseños geométricos de la explotación, el análisis de la operación minera, la podemos dividir en las secuencias siguientes:

- Arranque de estéril

El arranque de los materiales alterados se realizará mediante ripado con bulldozer CAT, tipos D-9H y D-10R o similares o se arrancará y cargará directamente con retroexcavadora.

Datos del CAT- D10R.

Potencia.....	457 Kw
Fuerza de penetración.....	205 Kw
Penetración máxima.....	1.370 mm
Fuerza de palanca.....	429 Kw

Las zonas de roca muy compacta, serán arrancadas mediante voladuras, con equipos de perforación hidráulicos, Tamrock 1100, con brocas desde 76 hasta 152 mm.

- Carga de estériles

Los escombros, una vez arrancados, se cargarán con retroexcavadoras de cadenas, tipo Cat 5110 B o similares.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 60</p>

- Transporte de estériles

El transporte de los escombros se hará mediante dúmperes de obra, tipos CAT 773 D, 775 D o parecidos.

- Limpieza y arranque del carbón

La extracción del carbón se realizará después de un arranque selectivo del estéril próximo al techo de las capas, estimado para la última fase en 20 cm. Se usará una retroexcavadora de cadenas, de hoja recta, tipo Fiat 330-270 o CAT 215, para arrancar el carbón lo más limpio posible. Se considera necesaria la limpieza manual para separar los estériles del carbón totalmente. Para cargar el carbón a los camiones se empleará la misma máquina que lo arranca u otra frontal. Los camiones de 20 Tm de capacidad transportarán el carbón desde la mina hasta la planta de preparación.

- Ripado y empuje

La producción estimada para un bulldozer D-9H, es de 200 a 220 m³ por hora; para un D-10R, de 250 a 300 m³ a la hora. Estas producciones se refieren a ripado y empuje, están deducidas de los datos recogidos en nuestras explotaciones.

- Fase de perforación

Datos del equipo Tamrock.

Diámetro de perforación.....	76 a 152 mm.
Factor de eficiencia.....	0, 83.
Velocidad media de perforación.....	40 – 50 m / hora.
Volumen arrancado por banco.....	283 m ³

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 61

- Fase de carga de estéril

En esta fase se utilizarán máquinas excavadoras de cadena, del tipo Cat 5110 - B, cuyas características y rendimientos son.

Capacidad del cazo.....	9 m ³
Factor de llenado.....	0,90
Ciclo de carga.....	35 seg
Paradas e imprevistos.....	20 seg
Coeficiente de esponjamiento de la roca.....	1,4
Factor de eficiencia horaria.....	0.8
Producción.....	500 m ³ /h
Potencia.....	750 HP

- Fase de transporte de estéril.

Para unas distancias medias a vertidos, de aproximadamente 450 m y pistas con pendiente media del 6%, las características y rendimientos de los volquetes a utilizar, son:

	<u>CAT 773</u>	<u>CAT 775-D</u>
Velocidad media (Ida y vuelta)	8-12 Km/h	8-12 Km /h
Ciclo estimado	5 min.	5 min.
Tiempo de descarga	2 min.	2 min.
Tiempo de carga	4 min.	5 min.
Tiempo de parada e imprevistos	5 min.	5 min.
Tiempo del ciclo, total	16 min	17 min
Factor de eficiencia	0,83	0,83

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 62

Capacidad	34,1 m ³	41,5 m ³
Carga útil	48,7 Tm	59,3 Tm.
Potencia	509 Kw	541 Kw.
Rendimiento	106 m ³ /h	125 m ³ /h

- Fase de carga de carbón

La maquinaria utilizada para la operación de carga del carbón, una vez retirados los estériles que forman el techo de la capa, son las palas excavadoras del tipo CAT-950-F, con las siguientes características y rendimientos:

Capacidad del cazo.....	2,5 a 3,3 m ³
Ciclo de arranque y carga.....	1,15 min.
Factor de eficiencia horaria.....	0,83
Potencia.....	134 Kw
Rendimiento.....	125,6 m ³ /h

Para el transporte del carbón a la plaza de acopio, se utilizan camiones de 20 t, del tipo Astra. Para la carga de los camiones en la plaza del acopio, se emplearán palas cargadoras, del tipo Cat- 950 F.

Como maquinaria y equipos auxiliares para realizar todas las demás operaciones, se empleará:

- Motoniveladora tipo Cat-166.
- Compactadora tipo Cat-815B.
- Bulldozer tipo D-6 y D-7.
- Cisterna de riego de 25.000 litros de capacidad.
- Cuba de gasóleo de 16.000 litros de capacidad.
- Vehículos todo terreno.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 63

En función de las necesidades y disponibilidades, puede emplearse otro tipo de máquinas.

	<p align="center"> PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA) </p>	<p align="center"> Agosto de 2006 </p>
		<p align="center"> Página 64 </p>

12. CALCULO DE LA VOLADURA

12.1. INTRODUCCIÓN

En el cálculo y diseño de la voladura las variables que son controlables, se clasifican en los siguientes grupos.

- Geométricos (diámetros, longitud de carga, piedra, espaciamento, etc).
- Químico-físicos (tipo de explosivo, potencia, energía, sistema de encendido, etc).
- Tiempo (tiempos de retardo y secuencia de encendido).

Las diferentes variables de diseño en una voladura, se detallan seguidamente.

H = Altura de banco.

D = Diámetro del barreno.

L = Longitud del barreno.

V = Piedra.

E = Espaciamento.

Lv = Longitud de voladura.

Av = Anchura de voladura.

R = Retacado.

S = Sobreperforación.

Lc = Longitud de carga.

α = Inclinación del barreno.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 65

12.2. DIÁMETRO DEL BARRENO

El diámetro de perforación para una voladura depende de varios parámetros:

- Características del macizo rocoso.
- Granulometría deseada.
- Altura de banco.
- Dimensiones del equipo de carga.

Cuando el diámetro de perforación es pequeño, los costes de perforación, cebado e iniciación serán elevados y en las operaciones de carga, retacado y cebado se empleará mucho tiempo.

Cuando los diámetros de perforación son grandes, se consigue una disminución en el coste total de la perforación y voladura, hay posibilidad de mayores mecanizaciones y mejor rendimiento de la perforación.

Para la elección del diámetro de los barrenos consideramos como parámetros más representativos, las dimensiones de los equipos de carga (producción horaria media) y las características del macizo rocoso (resistencia de la roca).

El conjunto de materiales presentes en el área de explotación está formado principalmente por alternancia de areniscas y pizarras.

Las características de las pizarras y areniscas a los efectos del método de arranque, son las siguientes:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 66

	<u>PIZARRAS</u>	<u>ARENISCAS</u>
Resistencia a la compresión (MPa).....	107-148	65-112
Resistencia a la tracción (MPa).....	9-10	4-7
Velocidad sísmica (m / s).....	3.450	1.600
Peso específico (Tm. /m ³)	2,5	2,8

En cuanto a la perforación, tenemos:

DIÁMETRO DEL BARRENO	PRODUCCIÓN HORARIA MEDIA (m³ /h)	
	Roca blanda-media < 120 MPa	Roca dura-muy dura > 120 MPa.
65	190	60
89	250	110
150	550	270

Según esta tabla, la perforación se realizará con un equipo rotopercutivo de 89 mm. de diámetro.

12.3. PIEDRA Y ESPACIAMIENTO

La piedra es la distancia mínima desde el eje del barreno hasta el frente libre y el espaciamiento es la distancia entre barrenos de la misma fila.

Estas variables son función de:

- Diámetro de perforación.
- Características de la roca y propiedades de los explosivos.
- Altura del banco y granulometría deseada.
- Desplazamiento del material volado.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 67

Se han propuesto muchas fórmulas de cálculo de la piedra que tienen en cuenta una o varias de las variables indicadas; todas proporcionan valores que se sitúan entre 25 y 40 D.

En cuanto al espaciamiento, su valor se calcula en función de la piedra, del tiempo de retardo entre barrenos y la secuencia de encendido. El espaciamiento entre barrenos de una misma fila, varía entre 1,15 y 1,30 de V.

En la siguiente tabla se dan valores para calcular la piedra y el espaciamiento en función de la resistencia a la compresión simple y diámetro de perforación en mm.

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (Mpa)			
	Blanda < 70	Media 70-120	Dura 120-180	Muy dura > 180
PIEDRA	39D	37D	35D	33D
ESPACIAMIENTO	51D	47D	43D	38D

Los valores que toman la piedra y el espaciamiento son:

Piedra (V).....35D = 3,12 m .

Espaciamiento.....43D = 3,83 m.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 68</p>

12.4. ALTURA DE BANCO

La rigidez del paralelepípedo de roca situado delante de los barrenos, tiene gran influencia sobre los resultados de la voladura.

Cuando la relación H / V , se acerca a la unidad, se obtienen tamaños de roca gruesos con problemas de repiés, los cuales se aminoran al aumentar esta relación; la condición $(H / V) > 3$ se cumple generalmente en explotación de descubierta de carbón.

En el diseño de la corta se proponen alturas de banco de 10 m, obteniéndose el valor de 3,21 para la relación H / V .

12.5. INCLINACIÓN DE LOS BARRENOS

En la voladura de bancos, la perforación inclinada presenta numerosas ventajas, pero también algún inconveniente que debe tenerse en cuenta.

Entre las ventajas, se citan:

- Trabajo más seguro para el personal.
- Mejora notable en la fragmentación.
- Reducción de la carga específica.
- Menores problemas de descabezamiento de barrenos.
- Menos consumo específico de explosivos
- No se produce una sobretrituration del carbón durante la voladura del estéril.

En cuanto a los inconvenientes, cabe destacar una mayor dificultad en la perforación y mayor daño producido en la perforadora. Habitualmente, con

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="right">Agosto de 2006</p>
		<p align="right">Página 69</p>

equipos de perforación rotopercutivos, los barrenos son inclinados. Estas máquinas permiten inclinaciones de las deslizaderas con ángulos de hasta 20° e incluso mayores con respecto a la vertical.

12.6. SOBUPERFORACION, RETACADO Y LONGITUD DEL BARRENO

La sobreperforación, S, es la longitud del barreno por debajo del nivel del piso que se precisa para romper la roca a la altura del banco y lograr una fragmentación y desplazamiento adecuados. Si la sobreperforación es pequeña, no se producirá el corte en la rasante proyectada, resultando la aparición de repiés con un considerable aumento de los costes de carga.

El retacado, R, es la longitud de barreno que en la parte superior se rellena con un material inerte. Tiene la misión de confinar y retener los gases producidos en la explosión para permitir que se desarrolle por completo el proceso de fragmentación de la roca. La longitud de retacado y de la sobreperforación, se calculan en función del diámetro de los barrenos y de la resistencia de la roca.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 70

RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE(Mpa)				
	Blanda < 70	Media 70-120	Dura 120-180	Muy dura(>180)
RETACADO	35D	34D	32D	30D
SOBREPERFORACION	10D	11D	12D	12D

Según tablas, obtenemos los siguientes valores:

Sobreperforación: S = 12 D = 1,07m.

Retacado: R = 32D = 2,86 m.

Para el cálculo de la longitud del barreno, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$L = \frac{H}{\cos \alpha} + \left[1 + \frac{\alpha}{100} \right] S = 11,47.$$

12.7. TAMAÑO Y FORMA DE LA VOLADURA

El tamaño de la voladura debe ser tan grande como sea posible, pues se consiguen una serie de ventajas, como son la disminución de los tiempos

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 71</p>

improductivos de los equipos de perforación y carga y una mejor fragmentación de la roca. La forma y tamaño de la voladura, ha de ser tal que se cumpla:

$$(L_v : A_v) > 2$$

Para una primera aproximación en el cálculo de las variables que determinan la voladura, hay que tener en cuenta la heterogeneidad del macizo, con sus discontinuidades y fracturas, así como el perfil geométrico que puede presentar el área objeto de la voladura.

En nuestro caso, podemos considerar una longitud de la voladura comprendida entre 45 y 90 m, obteniendo para la expresión anterior unos valores de 2,36 y 3,33 respectivamente.

12.8. EXPLOSIVOS

La elección de un explosivo para una determinada operación requiere una cuidadosa atención, tanto de las propiedades de las rocas que se desean fragmentar, como de los explosivos disponibles en el mercado.

Las rocas objeto de este estudio están estratificadas y en buena medida trastornadas, por tanto los explosivos de baja densidad y velocidad de detonación son los de mayor eficiencia.

12.9. DISTRIBUCIÓN DE LOS EXPLOSIVOS EN LOS BARRENOS

En la voladura en banco, la energía necesaria para que se produzca la rotura de la roca no es constante en toda su altura. Sirviéndonos de la figura adjunta, vemos que la energía generada por el explosivo, ha de superar la

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 72

resistencia a tracción en la sección C D D´C´ y la resistencia a cizallamiento en la sección A´B´C´D´.

Como la resistencia a cizallamiento es superior a la resistencia a tracción, es preciso emplear una distribución de carga selectiva, de forma que la energía específica en el fondo del barreno sea de 2 a 2,5 veces superior a la energía de la columna, esto lleva a la necesidad de emplear explosivos de densidad y potencia media en la columna de carga.

La carga de fondo ha de tener, al menos, una longitud de 0,6V para que su centro de gravedad esté por encima o a la misma altura que el piso del banco.

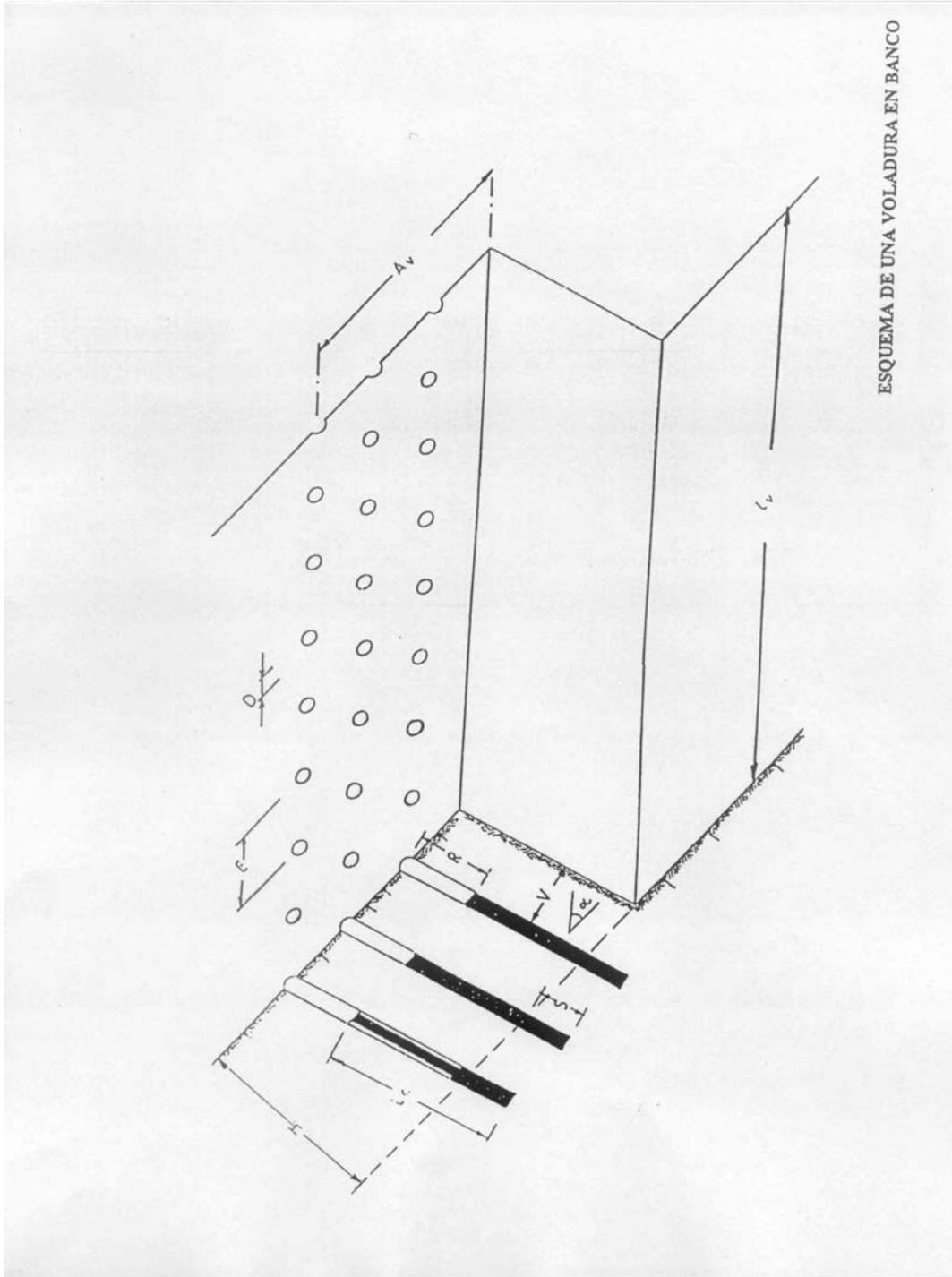


SECTOR PALENCIA

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO
"VALURCIA"
AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA
(PALENCIA)

Agosto de
2006

Página
73



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 74

12.10. PERFORACIÓN ESPECÍFICA

Se define como perforación específica, la longitud de barrenos perforados por unidad de volumen de roca.

La expresión que empleamos para calcular este dato es.

$$PE(\text{ml} / \text{m}^3) = \frac{\left(\frac{H}{\cos \alpha} \right) + S}{\frac{V}{\cos \alpha} EH}$$

Donde:

H = Altura de banco (10 m).

S = Sobreperforación (1,07 m).

V = Piedra (3,12 m).

E = Espaciamiento (3,83 m).

α = Angulo de los barrenos con respecto a la vertical (20°).

PE = 0,092 m / m³.

12.11. APLICACIÓN

Las variables que van a definir la voladura son las siguientes:

- H = Altura de banco (10 m).
- S = Sobreperforación (1,07 m).
- L = Longitud del barreno (11,47 m).
- V = Piedra (3,12 m).
- E = Espaciamiento (3,83 m).
- Lcf = Longitud de la carga de fondo (3,56 m).
- Lcc = Longitud de la carga de columna (5,05m).

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 75</p>

- Lc = Longitud de carga (8,61 m).
- R = Retacado (2,86 m.).

El tipo de explosivos a utilizar es el siguiente:

- Carga de fondo.- Se empleará Riogel Troner de 75 mm de diámetro, encartuchado en bolsas de plástico de 500 mm de longitud, con un peso aproximado de 3,125 Kg, densidad de 1,15 g/cm³ y 3.500 m/s. de velocidad de detonación.
- Carga de columna.- Se cargará nagolita a granel, que tiene 0,80 g/cm³ de densidad y una velocidad de detonación de 2.000 m/s.
- Cordón detonante.- Tiene un núcleo de pentrita de 12 g/m, su velocidad de detonación es de 7.000 m/s.
- Detonadores eléctricos u otros artificios de disparo.- Se utilizarán los habituales del mercado, según necesidades.

En el apartado 11.7 de este proyecto de voladuras, se han definido las variables de diseño, tamaño y forma, que mediante la relación $L_v / A_v > 2$ y la altura de banco, determinan la geometría de la voladura para el área objeto de la explotación. En este apartado hemos reseñado las variables de aplicación para la realización práctica de dicha voladura, describiendo también el tipo de explosivo a utilizar.

Una vez diseñada la voladura y calculados todos los parámetros que en ellas intervienen, la carga total de explosivos por voladura dependerá de la necesidad de la excavación a realizar y del ritmo de trabajo y capacidad de las distintas unidades de transporte.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 76

- Volumen de roca arrancada por barreno.

$$V_R = VE \frac{H}{\cos \alpha} = 132,77 \text{ m}^3.$$

- Rendimiento de arranque.

$$R_A = \frac{V_r}{L} = 11,57 \text{ m}^3/\text{m}.$$

- Concentración de la carga de fondo.

Siendo $d = 75 \text{ mm}$ y la densidad del Riogel Troner $\rho_r = 1,15 \text{ g/cm}^3$.

$$q_f = \left[\frac{d}{2} \right]^2 \pi \rho_r = 5,05 \text{ Kg/m}.$$

- Carga de fondo total.

La longitud de la carga de fondo es

$$L_{cf} = 40D = 3,56 \text{ m}.$$

$$Q_f = 17,97 \text{ Kg}.$$

- Concentración de la carga de columna

Siendo $D = 89 \text{ mm}$ y la densidad de la nagolita $\rho_N = 0,8 \text{ g/cm}^3$

$$q_n = \left[\frac{D}{2} \right]^2 \pi \times \rho_n = 4,97 \text{ Kg/m}.$$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 77

- Carga de columna total

La longitud de la carga de columna es.

$$L_{cc} = L - L_{cf} - R = 5,05 \text{ m.}$$

$$Q_n = 25,09 \text{ Kg.}$$

-Carga total del barreno

$$Q_c = Q_f + Q_n = 43,06 \text{ Kg.}$$

12.12. CONSUMO ESPECÍFICO

La cantidad de explosivo necesario para fragmentar un m³ o una tonelada de roca es el parámetro conocido como consumo específico. Este parámetro en sí, no constituye la mejor manera de diseñar una voladura, a no ser que se refiera a un explosivo patrón, fundamentalmente porque la distribución espacial de la carga del explosivo dentro del macizo rocoso tiene una gran influencia sobre los resultados de la voladura.

A continuación se dan valores del consumo específico, según el tipo de roca que conforme el macizo rocoso.

	<u>Consumo específico(Kg/m³)</u>
Rocas masivas.....	0,60-1,50
Rocas de resistencia media.....	0,30-1,60
Rocas blandas y alteradas.....	0,10-0,30

En nuestro caso el consumo específico es:

$$C_e = \frac{Q}{V_R} = 0,32 \text{ Kg/ m}^3$$

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 78</p>

12.13. ESTUDIO DE VIBRACIONES, ONDA AÉREA Y PROYECCIONES

Las alteraciones principales que originan las voladuras son onda aérea y proyecciones de roca. Todas ellas pueden, en algunas circunstancias, originar daños en las estructuras próximas y además ser causa de conflictos con los habitantes próximos a las explotaciones.

Para evitar estos problemas, es necesario realizar un estudio de cada una de estas alteraciones, con el fin de reducir los niveles de las perturbaciones.

12.13.1. ESTUDIO DE VIBRACIONES

12.13.1.1. Características de las vibraciones terrestres

Las vibraciones generadas en las voladuras, se transmiten a través de los materiales como ondas sísmicas, cuyo frente se desplaza radialmente a partir del punto de detonación.

Las distintas ondas sísmicas generadas se clasifican en dos grupos:

- Ondas internas
- Ondas superficiales

Las ondas internas viajan en el macizo rocoso y se transmiten en forma esférica, su velocidad de transmisión depende de la roca; dentro de este tipo de ondas, se pueden distinguir:

Las ondas primarias o de compresión, "P", se propagan dentro de los materiales, produciendo alternativamente esfuerzos de tracción-compresión, dando lugar a un movimiento de las partículas en la dirección de propagación

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 79

de las ondas. La roca se deforma estirándose y comprimiéndose como si fuera un muelle, su velocidad de propagación es alta y su frecuencia también, produciéndose cambios de volumen, pero no de forma, en el material a través del cual se propaga.

El segundo tipo de ondas lo forman las llamadas transversales o de cizallamiento "S", que dan lugar a un movimiento de las partículas, perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Los materiales, a causa de estas ondas experimentan cambios de forma, pero no de volumen.

Ambas ondas, "P" y "S" se presentan casi siempre superpuestas, salvo cuando la distancia del punto de voladura al de medición es elevada en cuyo caso, la onda tipo "S" llega algo retrasada y se puede distinguir del tipo de onda "P".

En cuanto a las ondas de tipo superficial, se pueden distinguir: Ondas Rayleigh, "R", y ondas Love, "φ". Las ondas tipo "R", imprimen a las partículas un movimiento según una trayectoria elíptica, con sentido contrario al de la propagación de la onda. Las ondas "φ" dan lugar a un movimiento de partículas en dirección transversal a la propagación.

La velocidad de la onda "P" primaria o de compresión y "S" transversales o de cizallamiento, pueden estimarse a partir de las características elásticas de los materiales, de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$V_P = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{Sr(1-2\nu)(1+\nu)}}$$

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 80

$$V_s = \sqrt{\frac{E}{2 + Sr(1 + V)}}$$

Donde:

Sr : Densidad de la roca.

V : Coeficiente de Poisson.

E : Módulo de Young.

V_p : Velocidad de propagación de las ondas "P".

V_s : Velocidad de propagación de las ondas "S".

Como las ondas viajan por el macizo rocoso a diferente velocidad y el número de retardos en las voladuras puede ser elevado, las ondas generadas se superponen unas con otras en el tiempo y en el espacio, lo que da lugar a movimientos complejos, cuyo análisis requiere el concurso de captadores dispuestos según tres direcciones: radial, vertical y transversal.

La distancia a las ondas tiene, al igual que la carga, una gran importancia sobre la magnitud de las vibraciones. Conforme la distancia aumenta, la intensidad de las vibraciones disminuye de acuerdo con una ley tipo.

$$V \cong \frac{1}{D^b}$$

Donde b toma el valor de 1,6.

12.13. 1 .2. Características de las ondas

El paso de una onda sísmica por un medio rocoso, produce en cada punto de éste, un movimiento que se conoce por vibración.

Los parámetros básicos son:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 81

- Amplitud (A): Desplazamiento máximo de un punto desde su posición de reposo.
- Velocidad de partícula (V): Velocidad a la que se desplaza el punto.
- Aceleración (a): Ritmo de cambio de la velocidad.
- Frecuencia (f): Número completo de oscilaciones o ciclos por segundo.

Las relaciones entre el desplazamiento, velocidad y aceleración son.

$$y = A \text{ sen } (\omega t).$$

$$v = \frac{dy}{dt} = A\omega \text{ cos } (\omega t).$$

$$A = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \text{ sen } (\omega t).$$

12.13.1.3. Estimación de las leyes que rigen la propagación de las vibraciones terrestres

Una de las etapas fundamentales en el estudio y control de las vibraciones generadas por voladuras es la constituida por la determinación de las leyes que rigen la propagación de las mismas.

Una de las primeras ecuaciones de propagación fue la sugerida por Morris (1.950) y obedece a la siguiente expresión:

$$A = K \frac{\sqrt{\Phi}}{D}$$

en la que:

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 82

A : Amplitud máxima de las partículas (mm).

Φ : Peso de la carga del explosivo (Kg).

D : Distancia desde la voladura al punto de registro (m).

K : Varía entre 0,57 y 3,40, según el tipo y competencia de la roca.

Investigadores posteriores sugieren la sustitución de la amplitud máxima de partícula, por el vector suma de velocidades de las partículas, tomando la ecuación anterior el valor de

$$V = K \frac{\sqrt{\Phi}}{D}$$

En un sentido general, tomando como parámetro más indicativo de las vibraciones la velocidad de partícula, se obtiene que entre la intensidad de las ondas sísmicas y la distancia reducida (cociente entre la distancia y la carga elevada a un exponente), siguen la ley:

$$V = K \left[\frac{DS}{Q^{1/3}} \right]^{-n}$$

en la que:

V: Velocidad de partícula.

DS: Distancia.

Q: Carga máxima por retardo.

K, n: Constantes.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 83</p>

12.13.1.4. Criterio de prevención de daños

Una vez conocidas las leyes que rigen la propagación de las ondas sísmicas en el medio rocoso, es necesario estimar el grado de vibración máximo que pueden tolerar los diferentes tipos de estructuras.

La adopción de criterios o niveles de prevención de las vibraciones, es frecuentemente una tarea delicada que exige un conocimiento previo de los mecanismos que intervienen en los fenómenos de las voladuras y de la respuesta de las estructuras y macizos rocosos.

Los criterios de prevención de las vibraciones han sido objeto de numerosos estudios, adoptando distintos parámetros, como son: La aceleración de las partículas, amplitud de la vibración, velocidad de partículas, etc.

Un mayor perfeccionamiento en el desarrollo de los criterios, se produce cuando se introduce el tipo de roca y estructura que se pretende proteger.

El criterio de prevención de daños está contenido en la Norma U.N.E. 22.381 “Control de vibraciones producidas por voladuras”. El nivel de seguridad es función de la frecuencia principal y del grupo donde queda clasificada la estructura considerada.

En dicha normativa se distinguen los distintos tipos de estructuras:

GRUPO I.- Edificios y naves industriales ligeros, con estructura de hormigón armado o metálica.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 84

GRUPO II.- Edificios de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo.

Edificios y estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que por su fortaleza no presentan especial sensibilidad a las vibraciones

GRUPO III.- Estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico, que presentan una especial sensibilidad a las vibraciones, por ellas mismas o por elementos que pudieran contener.

Los umbrales de perturbación se establecen en función de la frecuencia principal de la vibración y tipo de estructura a proteger, utilizando como parámetro de medida la velocidad de partículas.

En la siguiente tabla se indican los límites del criterio de prevención de daños:

TIPOS DE ESTRUCTURA	FRECUENCIAS PRINCIPALES (Hz)		
	2-15	15-75	>7
	VELOCIDAD (mm/seg.)	DESPLAZAMIENTO (mm.)	VELOCIDAD (mm /seg.)
GRUPO I	20	0,212	100
GRUPO II	9	0,095	45
GRUPO III	4	0,042	20

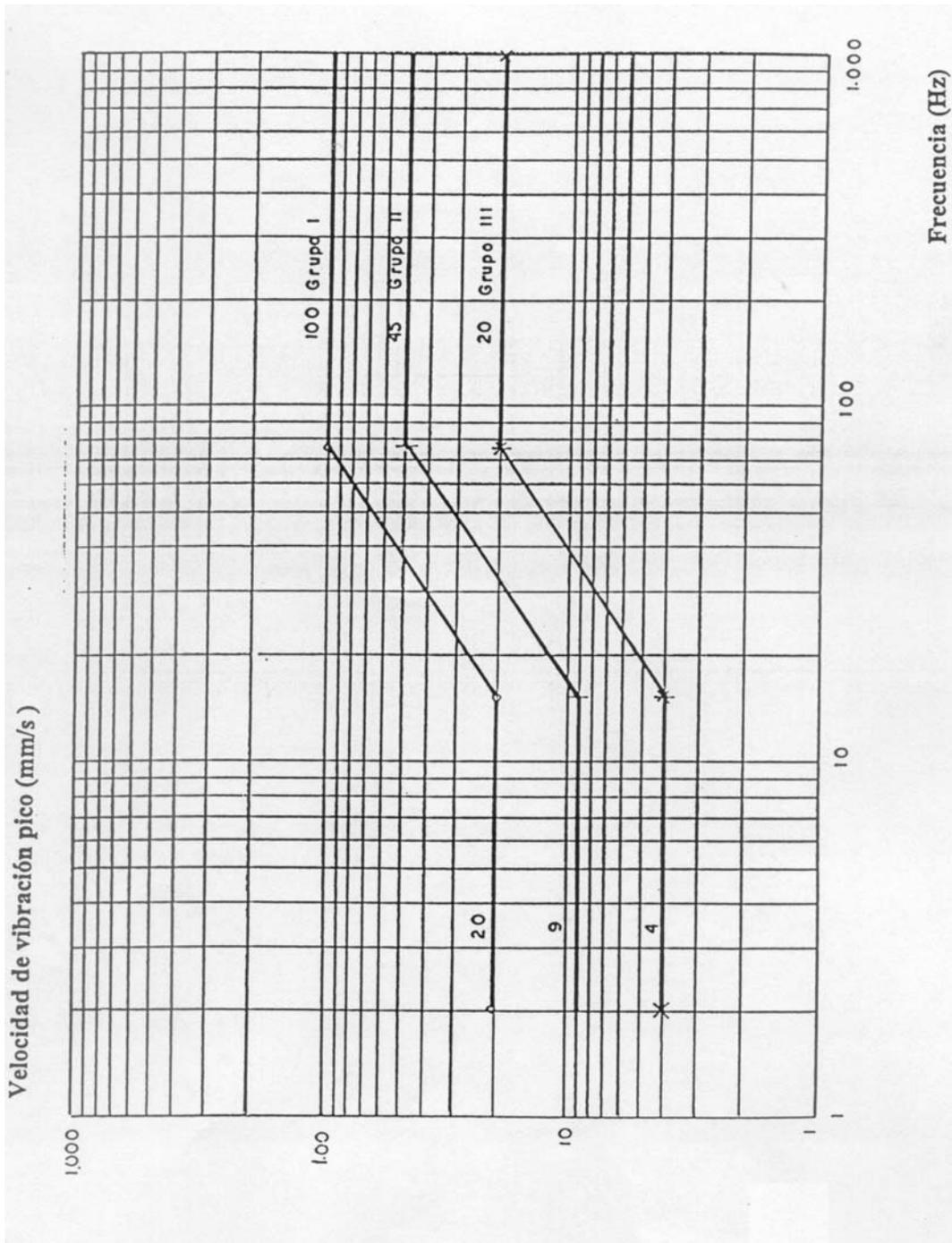


SECTOR PALENCIA

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO
"VALURCIA"
AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA
(PALENCIA)

Agosto de
2006

Página
85



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 86

En el tramo de frecuencia entre 15 y 75 Hz., el nivel viene dado en desplazamiento, se puede calcular la velocidad equivalente conociendo la frecuencia principal, considerando un movimiento ondulatorio ideal de tipo sinusoidal:

$$V = 2 \pi f d$$

donde:

v : Velocidad de partícula equivalente (mm/seg).

f : Frecuencia principal (Hz).

d : Desplazamiento.

También hay que considerar las características del macizo rocoso, sobre el cual está cimentada la estructura a proteger. Estas características se efectúan por medio de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas.

CLASE DE FORMACION	VELOCIDAD SISMICA (m/s)
DURA	>4.000
MEDIA	2.000-4.000
BLANDA	<2.000

A continuación se determina la carga máxima operante del explosivo que se pretende detonar, cargado en el barreno tipo utilizado en este proyecto de voladura.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 87

El valor obtenido se corrige con el “Factor de macizo rocoso”, “F_r” y el “Factor de estructura”, “F_e”.

$$Q_c = F_r \times F_e \times Q$$

Los valores de F_e y F_r, se indican en las tablas siguientes:

ESTRUCTURA	F _e
GRUPO I	0,28
GRUPO II	1
GRUPO III	3,57

CLASE DE FORMACIÓN	F _r
Duro (velocidad sísmica >4.000 m/s)	0,40
Medio (velocidad sísmica 2.000-4.000 m/s)	1
Blando(velocidad sísmica<2.000 m/s)	2,52

Con el fin de garantizar que los arranques con explosivos en el área de explotación se desarrollen de acuerdo con la normativa legal, en relación con las alteraciones producidas por vibraciones, tendremos que tener en cuenta las

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 88</p>

características del macizo rocoso, sobre el cual está asentada la construcción a proteger y el tipo de estructura al que pertenecen las construcciones.

El macizo rocoso está formado por pizarras y areniscas, clase de formación media y velocidad sísmica de 1.600 y 3.450 m/s, corresponden, según la tabla definida como “CLASE DE FORMACIÓN” con un valor $F_r = 1$.

En cuanto al tipo de estructura, clase de construcción más próxima, edificios industriales o para ganado, lo haremos comparable al definido como GRUPO I, al que corresponde, según la tabla definida como “ESTRUCTURA”, un valor de $F_e = 0,28$.

Las características del explosivo cargado en el barreno tipo, utilizado en condiciones normales, son las siguientes:

Q_f : Carga de fondo = 17,97 Kg.

Q_n : Carga de columna = 25,09 Kg.

Q : Carga total del barreno = 43,06 Kg.

El valor de Q_c , o carga corregida, será:

$$Q_c = F_r \times F_e \times Q = 12,06.$$

Con el valor de Q_c se entra en la figura nº 5, “Selección del tipo de estudios” para ver la región en la que se pretende trabajar, distinguiéndose tres tipos de estudios:

1º.- Si el punto se encuentra por encima de la recta B, será necesario realizar un estudio de vibraciones.

2º.- Si el punto se encuentra comprendido entre las rectas B y A, será preciso realizar una medición de control.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 89

3º.- Si el punto se encuentra por debajo de la recta A, solo es necesaria la inclusión en el proyecto de esta justificación.

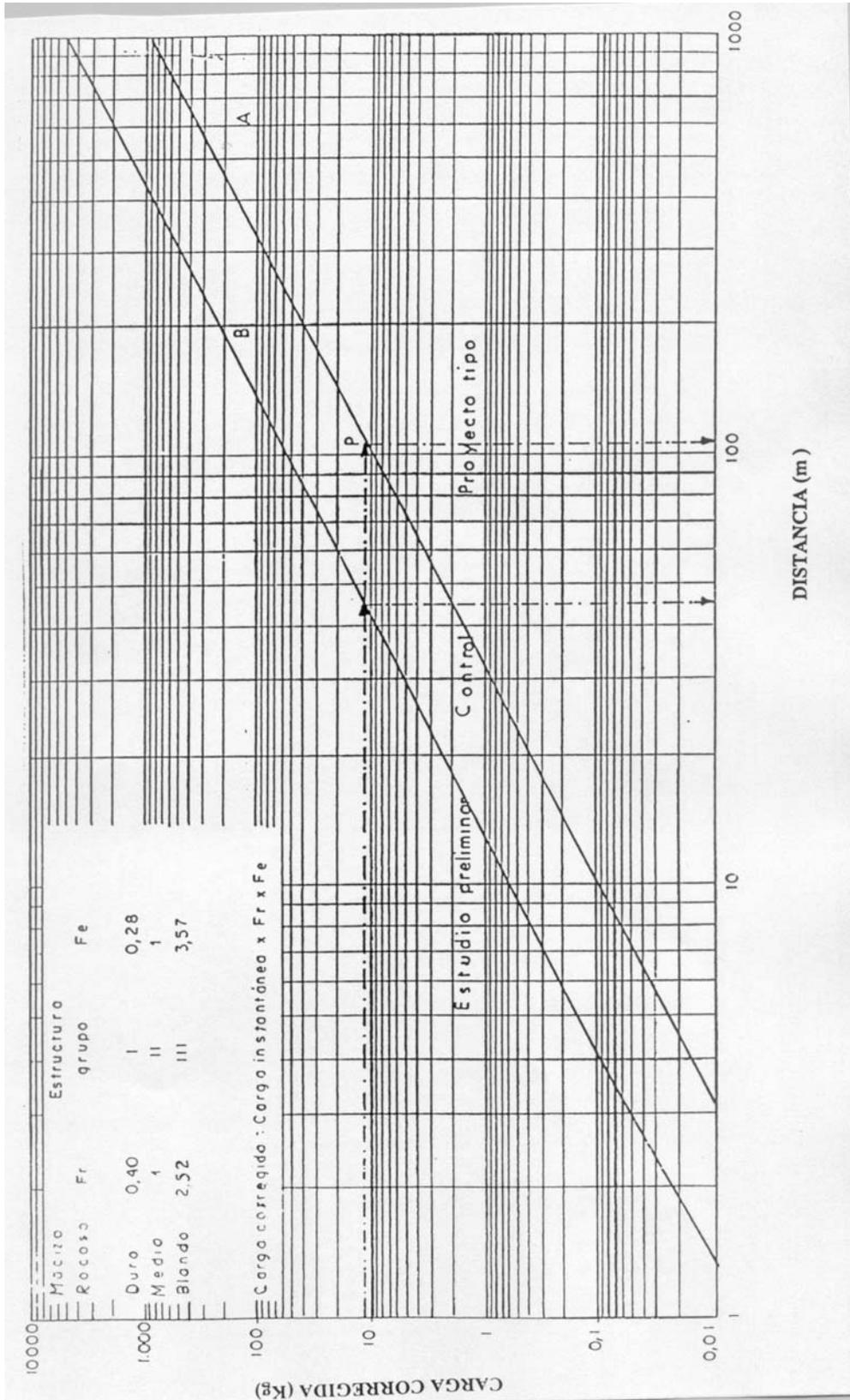


SECTOR PALENCIA

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO
 "VALURCIA"
 AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA
 (PALENCIA)

Agosto de
2006

Página
90



	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 91</p>

En el ábaco de la figura nº 5, en el que se relacionan la carga corregida (Kg), y la distancia (m); hemos representado en función del Q_c calculado el punto P que nos define el tipo de estudio a realizar para cada región en la que se desea trabajar.

En la región que se encuentra por debajo y a la derecha de la recta A, es suficiente la justificación realizada en este proyecto tipo de vibraciones.

La citada norma U.N.E. 22.381 da la expresión analítica de las rectas A y B; rectas que separan en el gráfico “Selección del tipo de estudios” las zonas de necesidad de realizar un proyecto tipo de vibraciones y de control.

La expresión analítica es la siguiente:

$$Q_{\text{Max. inst.}} = 924,79 \cdot 10^{-6} \cdot 1/F_e \cdot 1/F_r \cdot F_{a,b} \cdot D^2$$

en la que:.

Q = Carga máxima instantánea en Kg., también llamada carga por secuencia. Es la suma de todas las cargas de explosivos detonadas con el mismo número de detonador, para secuencias entre números superiores a 8 ms. Si existen varias secuencias, se considerará la que tenga mayor carga.

D = Distancia en metros.

F_e = Factor estructural.

F_r = Factor del macizo rocoso.

F_a = Factor de la recta “A” = 1.

F_b = Factor de la recta “B” = 5,77.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 92

Conforme se varíe la distancia de la voladura a las distintas estructuras, se irá variando la carga máxima instantánea para que el punto P se encuentre en todo momento por debajo de la recta “A”.

12.13.1.5. Tabla carga-distancia

De acuerdo con el tipo de estudio “Medición de control de vibraciones”, se ha elaborado la tabla adjunta que servirá de guía para el diseño previo de la carga a emplear en la voladura, en función de la distancia, desde ésta, hasta la estructura a proteger.

Estructura tipo : GRUPO I $F_e = 0,28.$

Macizo rocoso : MEDIO $F_r = 1.$

Tipo de estudio : MEDICION DE CONTROL.

DISTANCIA (m)	CARGA (Kg)	DISTANCIA (m)	CARGA (Kg)
5	0,47	55	57,64
10	1,90	60	68,60
15	4,29	65	80,51
20	7,62	70	93,38
25	11,91	75	107,19
30	17,15	80	121,96
35	23,34	85	137,69
40	30,49	90	154,36
45	38,59	95	171,99
50	47,64	100	190,57

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 93</p>

12.13.1.6. Medidas para reducir los niveles de vibración

Finalmente, se indican las principales medidas que pueden aplicarse para reducir los niveles de vibración transmitidos a través del terreno y que se contemplarán en la realización de los trabajos.

- Reducir las cargas operantes, mediante alguno de los sistemas siguientes:

A.- Eliminar la repetición de los números de la serie de detonadores eléctricos y si no es posible, usar explosores secuenciales o relés de microrretardo con los que se alcanzan series ilimitadas. Puede usarse también el sistema Primadet de UEE.

B.- Disminuir los diámetros de perforación para que las cargas, dentro de los barrenos, sean menores.

C.- Acortar la longitud de los barrenos reduciendo la altura de banco o profundidad de perforación de las pegas, con el mismo fin que en el caso anterior, recurriendo a prevoladuras en caso necesario.

D.- Seccionar las cargas dentro de los barrenos e iniciar cada una de ellas en tiempos distintos, por ejemplo, mediante multiplicadores temporizados (esto puede ser de aplicación para diámetros medios y grandes, es decir, superiores a 100 mm).

E.- Hay otras medidas, que citamos.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 94

- Reducir el número de barrenos iniciados con detonadores instantáneos, ya que estos presentan menor dispersión que los números más altos de la serie.

- Supervisar la perforación para que los esquemas geométricos reales, coincidan con los proyectados.

- Emplear sobreperforaciones con las longitudes mínimas necesarias para evitar la aparición de repiés.

- Disponer los frentes con la mayor superficie libre posible.

- Proyectar las voladuras con una relación entre la altura de banco y la piedra superior a 2.

- Elegir los tiempos de retardo entre barrenos y filas de manera que se evite la superposición de ondas y se favorezca el desplazamiento de la roca.

- Disponer la secuencia de iniciación de modo que ésta progrese desde el extremo más próximo a la estructura a proteger, alejándose de la misma.

- Utilizar tipos de iniciación no eléctricos, de los existentes en el mercado, como pueden ser Rionel o Primadet.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 95</p>

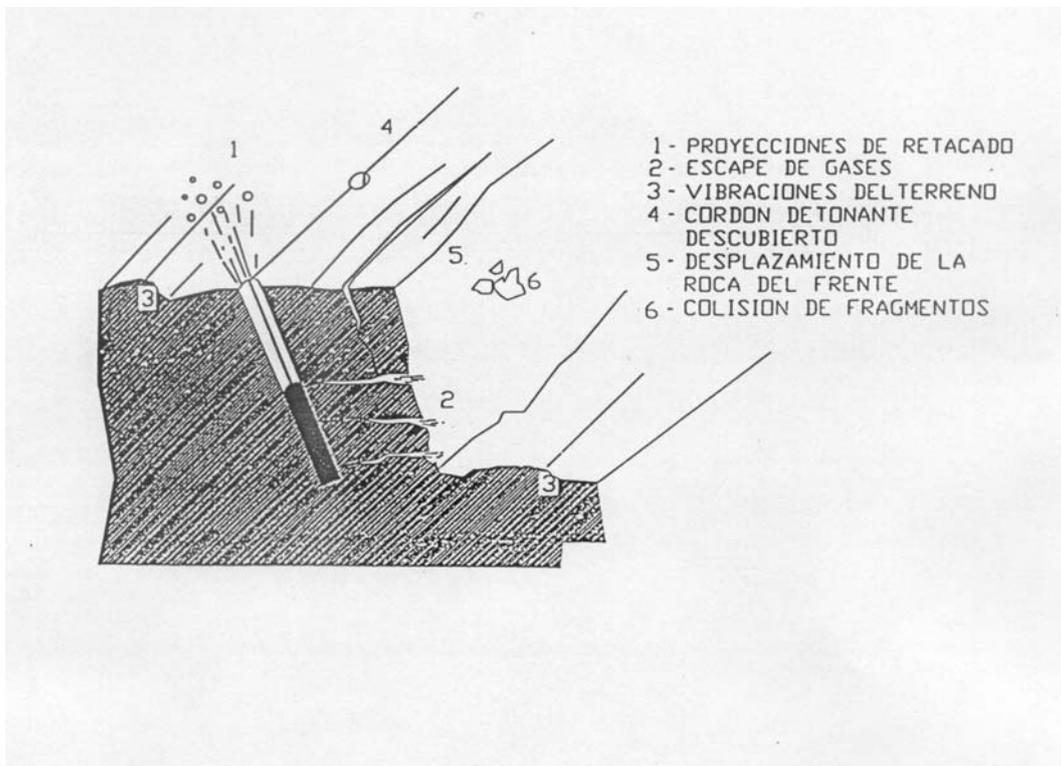
12.13.2. LA ONDA AÉREA Y SU CONTROL

12.13.2.1. Características de la onda aérea

La onda aérea es la onda de presión que va asociada a la detonación de una carga explosiva, mientras que el ruido es la parte audible e infrasónica del espectro, desde 20 a 20.000 Hz. Las ondas aéreas son vibraciones en el aire de baja frecuencia, con valores generalmente por debajo de los 20 Hz.

De acuerdo con Wiss y Linehan (1.978), las fuentes de estas perturbaciones son las siguientes:

- 1º.- Movimiento del terreno provocado por la explosión.
- 2º.- Escape de los gases por el barreno al proyectarse el retacado.
- 3º.- Escape de los gases a través de las grietas producidas en el frente del macizo rocoso.
- 4º.- Detonación del cordón iniciador al aire libre.
- 5º.- Desplazamiento del frente del banco al progresar las voladuras.
- 6º.- Colisión entre los fragmentos proyectados.



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 97

Las características de la onda aérea no son fáciles de predecir, pues intervienen factores tales como los climatológicos, topográficos, etc., que junto al propio diseño de la voladura, pueden resultar distintos en cada caso.

La onda aérea, como se ha indicado, contiene una considerable cantidad de energía de baja frecuencia que puede llegar a producir daños, directamente sobre la estructura, pero por lo general, son más comunes las vibraciones de alta frecuencia que se manifiestan como ruido de ventanas, vajillas, puertas, etc.

12.13.2.2. Estimadores de onda aérea

La ley de propagación de la onda aérea, se acepta que es del tipo:

$$SP = K_1 \left[\frac{DS}{Q^{1/3}} \right]^{-K_2}$$

La componente audible de la onda aérea, que es la parte del espectro comprendida entre 20 y 20.000 Hz, que también es conocida como "ruido", se mide comúnmente en dB. El decibelio se define en términos de sobrepresión con la ecuación:

$$NR = 20 \log \frac{SP}{SP_0} \quad [1]$$

Donde:

NR: Nivel de ruido.

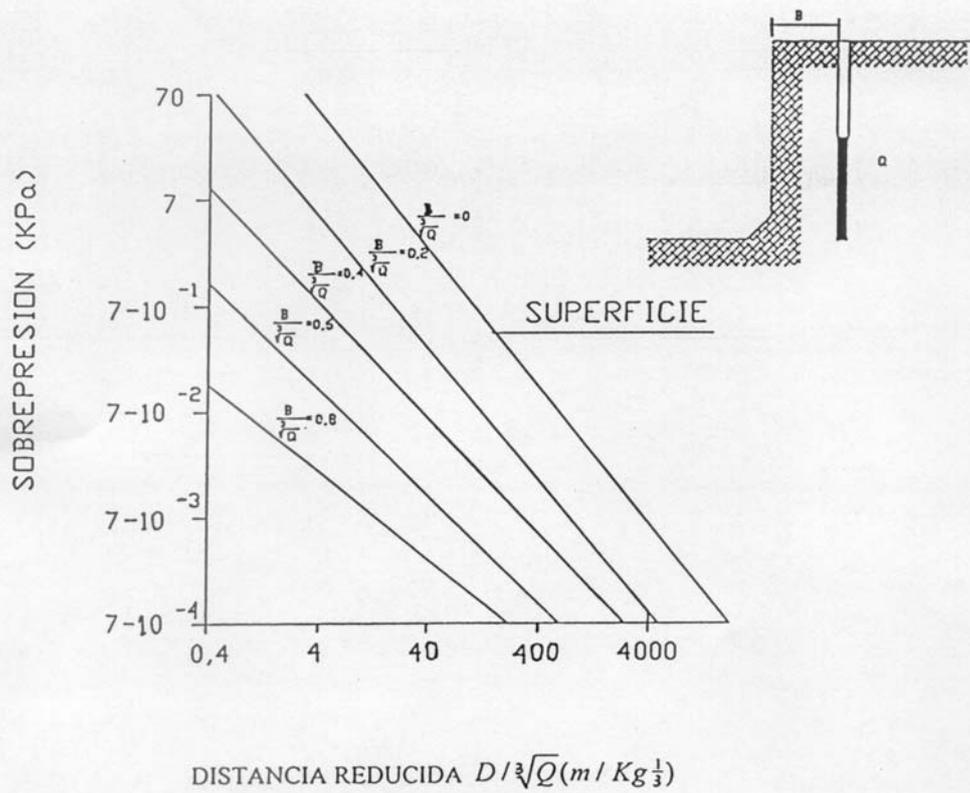
SP: Sobrepresión (N/m²).

SP₀: Presión del menor ruido que puede ser oído (20 x 10⁻⁶ N/m²).

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 98

Si no se dispone de datos experimentales de onda aérea, es posible emplear para una primera aproximación de ésta, el ábaco debido a Ladegaard-Pedersen y Dally (1.975) –figura nº 8-, obtenido para voladuras en banco con una longitud de retacado que es próximo a 30 D. Conociendo la distancia y la piedra reducidas, se determinará el nivel de onda aérea más probable.

PREDICCIÓN DE LA SOBREPRESIÓN AEREA A PARTIR
 DE LA GEOMETRÍA Y CARGA DE LA VOLADURA.



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 100

Vamos a calcular el efecto producido por la onda aérea, por voladuras en las estructuras situadas a una distancia media de 100 metros del banco de trabajo.

$$\text{Distancia reducida: } D/\sqrt[3]{Q} \text{ (m/ Kg}^{1/3}\text{)} = 28,57 \text{ m/ Kg}^{1/3}$$

$$\text{Piedra reducida: } V = \sqrt[3]{Q} = 0,8$$

en la que:

D: Distancia en metros.

Q: Carga por barreno = 43,06 Kg.

V: Piedra = 3,12 m.

Entrando con estos valores en el ábaco de "Predicción de la sobrepresión aérea a partir de la geometría y carga de las voladuras", obtenemos un valor de

$$SP = 7 \times 10^{-3} \text{ Kpa.}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación [1], se obtiene el valor del nivel de ruido.

$$NR = 110,8 \text{ dB}$$

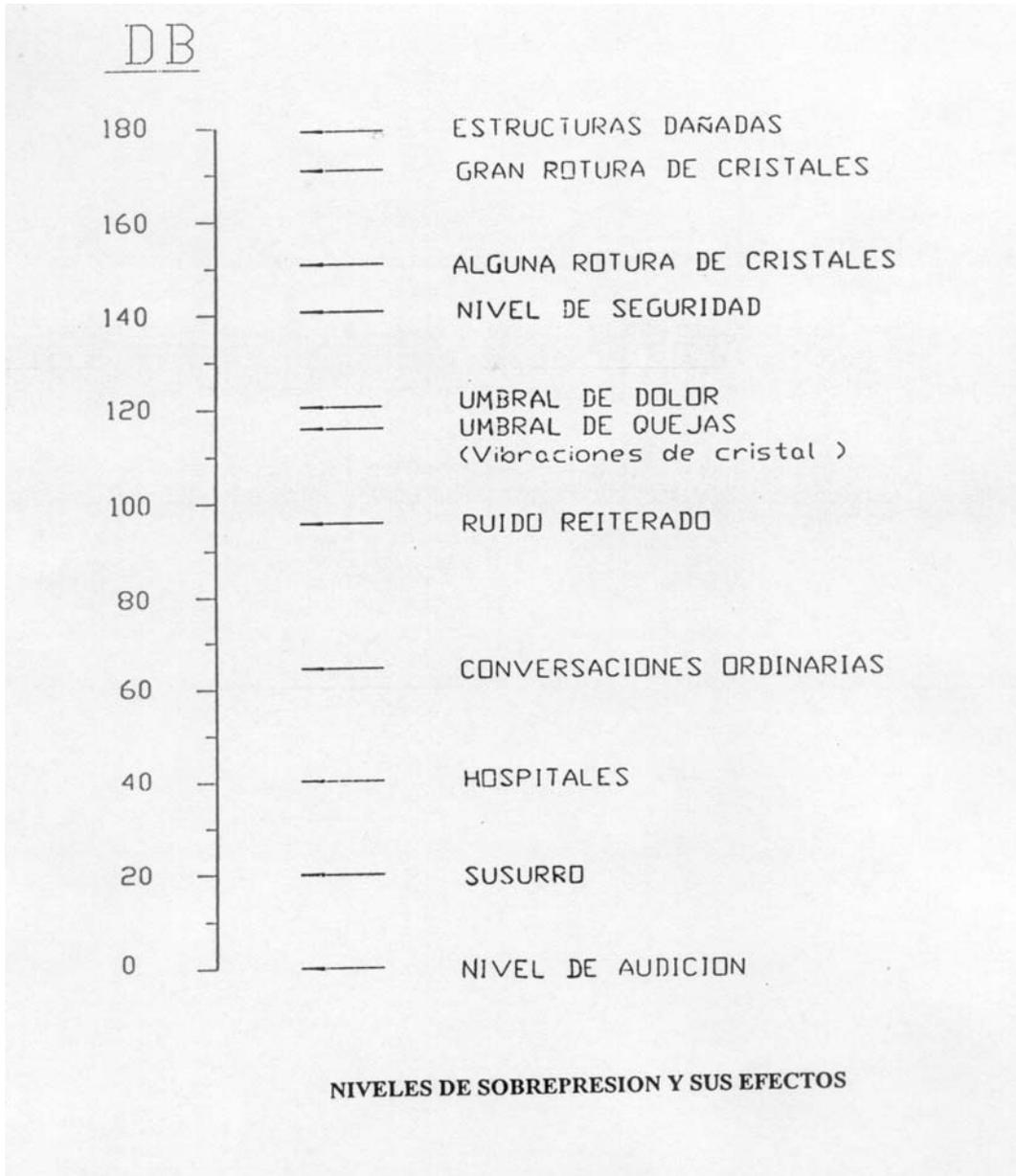
Para distintas distancias, el nivel de ruido previsible en condiciones normales, sería:

<u>DISTANCIA (m)</u>	<u>NIVEL DE RUIDO (dB)</u>
50	113
150	109
200	106

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 101

Todas ellas por debajo del umbral de quejas, según valores comúnmente aceptados.

A continuación se presenta la tabla de efectos producidos por las ondas aéreas en función del nivel de ruido.



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 103

12.13.2.3. Criterio del BUREAU OF MINES para el nivel de onda aérea

Establece unos límites teniendo en cuenta la posibilidad de originar daños y quejas (en base a estadísticas realizadas en núcleos habitados próximos a voladuras).

Medida	Lineal Pico (dB)	A-Pico (dB A)	C- Pico (dB C)
Nivel seguro	128	95	120
Nivel precaución	128-136	95-115	120-130
Límite permisible	136	115	130

12.13.2.4. Conclusiones

En el estudio realizado, los valores de ruidos no superan los 128 dB; admitidos como seguros por el Bureau of Mines. No obstante, si nos aproximamos a esta cifra, sin suponer riesgos para los edificios o personas, tiene un efecto psicológico, que con frecuencia, da lugar a reclamaciones y quejas.

En algunos casos se puede iniciar algún barreno, conectando el cordón detonante al detonador de otro próximo; este cordón, produce los mayores niveles de onda aérea, por lo que es recomendable reducir en lo posible esta práctica. De cualquier manera, los efectos de la onda aérea, raramente suelen

	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 104

ser dañinos, salvo en el caso, improbable, de roturas de cristales, apartado que se estudia a continuación.

Considerando los cristales de las ventanas como el elemento más frágil de cualquier edificación, después de múltiples ensayos, se comprobó que tenía mucha más influencia el espesor que el tamaño del cristal y que la rotura es mucho más fácil con la ventana cerrada que abierta.

Estos resultados, se plasmaron en la siguiente ecuación:

$$dB = 175 \times l^{0,035} \times e^{0,1} \times R^{-0,07}$$

donde:

dB: Nivel de onda aérea pico para producir ruido.

l: Mayor longitud del cristal en cm.

e: Espesor del cristal en mm.

R: 7,3 por un 0,1 % de riesgo de rotura.

Para un cristal de $l = 100$ cm, $e = 3$ mm y $R = 7,3$, da un nivel de onda aérea de 144 dB para un riesgo del 1 por mil de rotura. Este valor de onda aérea es muy alto para pensar que se pueden causar daños con ondas aéreas en voladuras convencionales.

Desde el punto de vista de estructuras, las ondas aéreas generadas por voladuras, tienen un efecto menos perjudicial sobre las mismas, ya que se equilibran las presiones en la parte anterior y posterior de la estructura y eso tiende a disminuir sus efectos.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p align="center">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 105</p>

12.13.3. LAS PROYECCIONES Y SU CONTROL

Las proyecciones son lanzamientos incontrolados de fragmentos de roca que se producen en las voladuras.

Las condiciones que favorecen la aparición de proyecciones, son las siguientes:

- Geológicas: Fallas, grietas, diaclasas, etc.
- Explosivos: Disposición y distribución en el barreno con zonas de concentración alta.
- Diseño de la voladura: Secuencia de encendido incorrecta.

12.13.3.1. Alcance de las proyecciones

Una herramienta de predicción de las distancias máximas que pueden alcanzar las proyecciones, la constituyen los modelos empíricos.

El modelo desarrollado por Lundborg, propone la siguiente expresión para determinar las velocidades iniciales de proyección en aquellas voladuras mal diseñadas en las que se produce el efecto cráter.

$$v_0 = \frac{10 \cdot D \cdot 2.600}{T_b \cdot \varphi}$$

donde:

v_0 = Velocidad inicial (m/s).

D = Diámetro del barreno (pulgadas) = 3,5.

T_b = Tamaño de los trozos de roca (m).

φ = Densidad de la roca (Kg/m³).

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 106

Utilizando las ecuaciones clásicas de balística, se pueden calcular en función del diámetro del barreno, los alcances máximos de proyección.

Analíticamente se pueden obtener las siguientes expresiones.

$$L_{\max} = 26 D^{2/3}$$

$$T_b = 0,1 D^{2/3}$$

Teniendo en cuenta que el diámetro de perforación es de 3,5", la longitud máxima de proyección sería de 60 m, para trozos de roca del tamaño de 0,23 m.

En la práctica, se ha comprobado que los alcances son mucho más reducidos que cuando se producen "bocazos" o roturas de tipo cráter. Así, en voladuras diseñadas correctamente, los alcances se pueden estimar a partir de la figura 9.

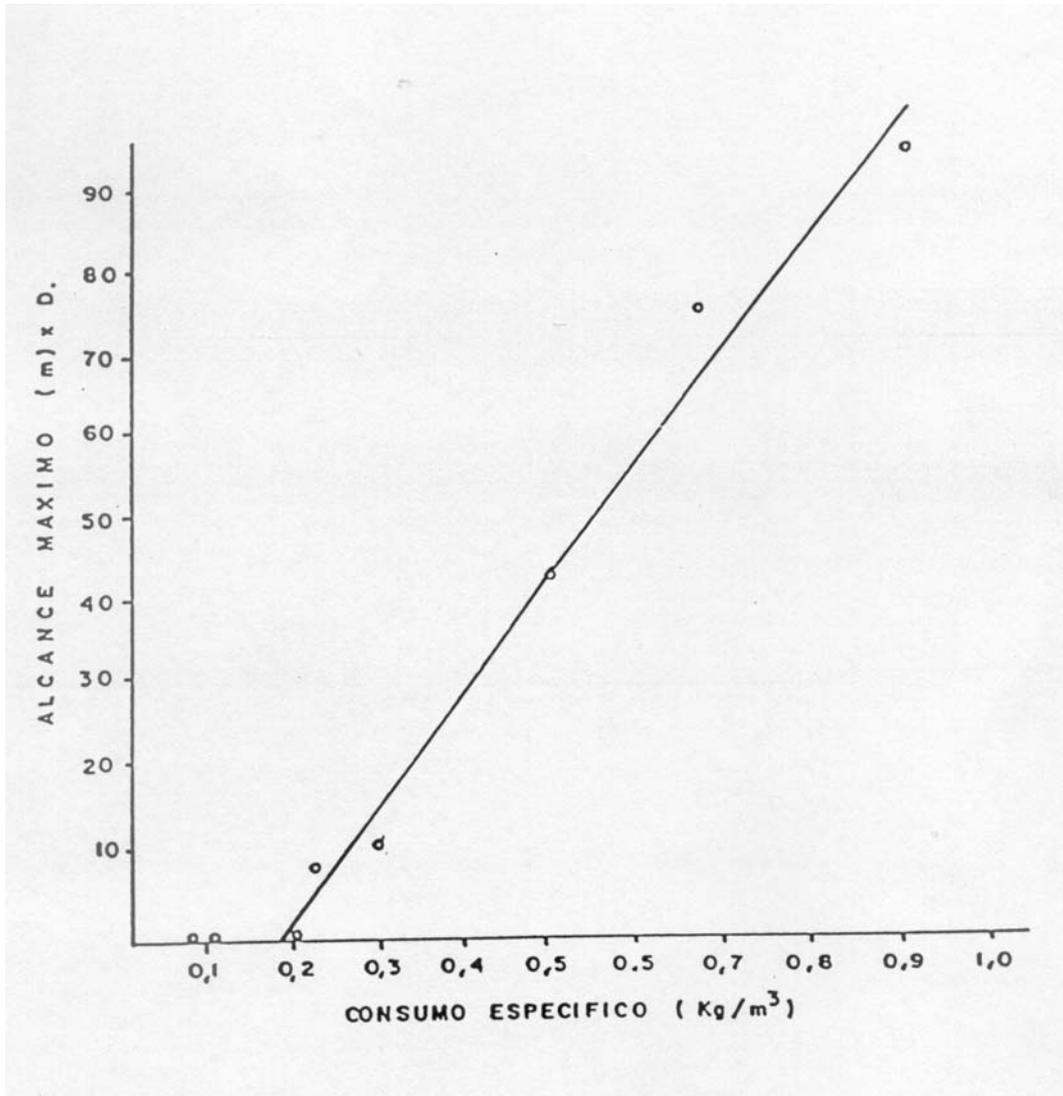


SECTOR PALENCIA

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO
"VALURCIA"
AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA
(PALENCIA)

Agosto de
2006

Página
107



 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 108

En nuestro caso, teniendo en cuenta que el consumo específico por barreno es de 0,32 Kg/m³ y que el diámetro de perforación es de 3,5 pulgadas; el alcance máximo vendrá dado por:

$$L_{\max} = 16 D = 56 \text{ m.}$$

De acuerdo con estos datos, podemos decir que en condiciones normales; no existiendo alteración geológica de relevancia en el banco a volar, el tamaño de roca medio, producido en la voladura será de aproximadamente 0,23 m, esparciéndose las proyecciones en un radio de 60 metros.

Por los datos que se han tomado in situ y consultada la bibliografía de distintos autores, podemos predecir que el área de voladura es de 2,5 veces el valor antes calculado y la zona de seguridad de 5 veces el valor determinado, por tanto, tendríamos:

Zona media de proyecciones.....	60 metros.
Area de voladura.....	150 “
Zona de seguridad.....	300 “

12.13.3.2. Recomendaciones

Para controlar las proyecciones producidas en las voladuras en banco, deben seguirse las siguientes recomendaciones.

- Replantear correctamente los esquemas de perforación, sobre todo en terrenos con perfil irregular.
- Controlar las desviaciones y profundidad de los barrenos.
- Medir bien la piedra.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 109

- Adecuación, donde sea posible, de la orientación del frente y dar salida a las voladuras en dirección contraria a la situación de la estructura a proteger.
- Comprobación de la existencia de coqueras en el macizo rocoso.
- Control de la carga del explosivo y su distribución a lo largo del barreno.
- Ejecución cuidadosa del retacado, midiendo su longitud y empleando el material adecuado.
- Elección de una secuencia de encendido que proporcione una buena salida a la voladura.

ESTUDIO DE CORRIENTES ERRÁTICAS

La empresa UMINSA mantiene de modo habitual contactos con el Departamento Técnico de Unión Española de Explosivos, S.A., solicitando del mismo la realización de un estudio de corrientes erráticas en las zonas en las que ahora se quiere explotar, con el objetivo de cuantificar si las mismas presentarían algún riesgo en materia de seguridad en el caso de sistemas de iniciación eléctrica.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 110</p>

13. APERTURA DE LA CORTA

Parte de la explotación tiene un relleno poco uniforme y de escasa relevancia; la preparación previa por tanto, va a ser escasa, por lo que la explotación de la corta asegura un aporte inicial de carbón; en razón de ello no procede realizar previsiones de preparaciones iniciales, más que la retirada de aquellos niveles edáficos aprovechables para la restauración.

13.1. DISPOSICIÓN DEL ESTÉRIL

La distribución de las cortas de explotación y la topografía del terreno, permitirán que los estériles producidos se viertan en los huecos de corta que hayan alcanzado su base límite de explotación, lo que constituirá la restauración del medio por autorrelleno, destinando inicialmente los estériles excedentes a una escombrera de regulación, que se verterá en su día en el hueco final.

13.2. ESTUDIO DE LA ESCOMBRERA

Dentro de los estudios geomecánicos necesarios para el desarrollo de una operación minera a cielo abierto, es preciso dedicar atención al proyecto de los vertederos y escombreras.

Cuando los estériles tienen que ser depositados total o parcialmente fuera del hueco, suelen plantear problemas que requieren soluciones debidamente estudiadas.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 111

13.2.1. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS

Dentro del estudio de las propiedades geotécnicas, los aspectos fundamentales a tener en consideración, son:

- a: Ubicación.
- b: Tipología.
- c: Naturaleza y parámetros geotécnicos de los escombros.
- d: Tamaño.
- e: Granulometría.
- f: forma
- g: Grado de compactación.
- h: Angulo de rozamiento interno.
- i: Deformabilidad.
- j: Hidrogeología y drenaje.
- k: rodadura de piedras.
- l: Coeficiente de seguridad.

a) Ubicación

La ubicación de la zona de vertidos viene condicionada técnicamente por el desarrollo del método de explotación previsto y económicamente por la necesidad de limitar en lo posible la distancia de transporte a una magnitud aceptable, de modo que no lesione la viabilidad del proyecto.

En este sentido, se han aprovechado terrenos dentro de la explotación, que ofrecen condiciones aptas para el vertido. Se figuran en los planos adjuntos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p style="text-align: center;">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 112</p>

b) Tipología

El tamaño de las escombreras viene marcado por el volumen de estéril que es preciso mover para la extracción del carbón. Tal cantidad de material desechable, depende de la estructura geológica del yacimiento y de la topografía del área, así como por la relación entre roca estéril y carbón.

Según la importancia de las escombreras con respecto a la explotación, éstas se clasifican en el tipo exteriores, por cuanto la morfología del yacimiento y su explotación no permiten el relleno del hueco creado en la primera fase de la vida de la explotación.

Atendiendo al tipo de forma de la escombrera, ésta se puede clasificar dentro del tipo de vaguada y ladera.

c) Naturaleza y parámetros geotécnicos de los escombros

La naturaleza de los materiales vertidos en las escombreras es predominantemente silíceas, ya que están compuestos por areniscas y pizarras.

d) Tamaño

El tamaño de los escombros es muy variable, pudiendo oscilar entre los pocos centímetros y el metro cúbico, dependiendo del tipo de arranque que se emplee, definiremos los tamaños entre granos, gruesos y bloques.

e) Granulometría

La granulometría depende también del proceso de arranque, pero por término general se trata de una granulometría media a extendida.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 113

f) Forma

La forma de los escombros varía desde angulosa en las areniscas a lajosa en las pizarras.

g) Grado de compactación

El grado de compactación de la escombrera lo podemos calificar de medio alto, siendo producida la compactación por los equipos de transporte y empuje de los escombros y la humedad o riego de las sucesivas tongadas.

h) Angulo de rozamiento interno efectivo

En la determinación de la resistencia al corte (cohesión y rozamiento interno), tropezamos con el factor "tamaño de los escombros" que en este caso es más variable, aunque podemos recurrir a observar taludes de escombreras similares o adoptar valores estimativos.

Salvo en determinados casos no podemos contar con ningún tipo de cohesión entre los escombros, si bien se sabe que existen efectos capilares de trabazón e incluso electroquímicos que generan resistencias cohesivas en los escombros.

En general, debe tenerse en cuenta que el ángulo de rozamiento interno efectivo ϕ , aumenta con:

- La angulosidad de las partículas.
- El tamaño de las mismas.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 114

- La buena graduación granulométrica.
- La compactación.

Y disminuye con:

- Altura de los escombros.
- Contenido de finos arcillosos.
- Alteración de las rocas.

Para la estimación numérica del ángulo de rozamiento interno efectivo, aplicaremos la fórmula y valores de la tabla que se acompaña.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 115

ESTIMACIÓN DEL ÁNGULO DE ROZAMIENTO DE ESCOMBROS MINEROS

$\phi = (M + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4 + \phi_n) \alpha$			
Naturaleza	(M)	Silíceas	36°
		Carbonatada	34°
		Esquistosa	32°
		Arcillosa	30°
Compacidad	(ϕ_1)	Suelta	5°
		Media	0°
		Compacta	5°
Forma y rugosidad	(ϕ_2)	Angulosa	2°
		Media	0°
		Lajosa	-1°
		Redondeada	-2°
		Muy redondeada	-3°
Tamaño	(ϕ_3)	Arena	0°
		Grava fina	1°
		Grava gruesa	2°
		Bloques	3°
Granulometría	(ϕ_4)	Uniforme	-3°
		Media	0°
		Extendida	3°
Nivel de tensiones	(α)	Bajo(H<20 m)	1,1
		Medio(20<H<40 m)	1,0
		Alto(H>40 m)	0,9

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 116

Elegimos los siguientes valores:

M : Naturaleza silíceea =36°.

ϕ_1 : Compacidad media = 0°.

ϕ_2 : Forma y rugosidad angulosa = 2°

ϕ_3 : Tamaño de los bloques =3°.

ϕ_4 : Granulometria extendida = 3°.

α : Nivel de tensiones alto (H> 40 m) = 0,9.

Por lo tanto:

$$\phi = 39,6^\circ$$

i) Deformabilidad

La deformabilidad de las escombreras, está relacionada al igual que otras propiedades con:

- La forma de vertido
- La humedad presente en la colocación del estéril, siendo favorable al respecto la reincidencia de las lluvias o del riego.
- La granulometria del material.
- La alterabilidad y degradación.

En cualquier caso debe señalarse la elevada compresibilidad de los escombros bajo su propio peso, produciéndose asientos considerables por saturación e infiltración.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 117

Aunque las medidas son muy escasas, los asentamientos fiables, una vez terminados los vertidos, pueden ser del 0,5 al 3% de la altura.

j) Hidrología y drenaje

En la estabilidad de las escombreras, tienen gran importancia los efectos del agua. Se construirán una serie de redes de filtración con los tamices drenantes necesarios o drenes discontinuos, con filtros, para evitar que las presiones intersticiales y de filtración puedan afectar a la estabilidad de los taludes y dar lugar así a fenómenos de erosión interna o sifonamientos.

Para la recogida de aguas de escorrentía, se dispondrán zanjas de captación que impidan la entrada de aguas a la escombrera. También se realizarán cunetas en las bermas.

k) Rodadura de piedras

Mientras se construye la escombrera, con el fin de evitar la rodadura de piedras fuera de la zona de basculado y que éstas alcancen niveles más bajos, próximos a la escombrera, rodeándola, se construirá una zanja o cunetón, de sección trapezoidal.

Las dimensiones, serán:

H (talud) : Mas de 25 m.

D (altura de zanja): 2 m

B (base mayor del trapecio): 4 m

C (base menor del trapecio): 2 m

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 118

13.2.2. COEFICIENTE DE SEGURIDAD

El coeficiente de seguridad de escombros vertidos con su ángulo de reposo, es prácticamente igual a la unidad, lo que implica un riesgo de desplazamiento, aunque solamente afecte a pequeñas capas superficiales.

Esta situación no es tolerable cuando los flujos de escombros puedan suponer un riesgo para las personas, instalaciones, viviendas o cuando se prevea la restauración y restitución que exijan taludes más suaves para su implantación.

En estos casos los taludes de reposo no deberían superar los 26° ó el requerido por los coeficientes de seguridad expresados en la siguiente tabla:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS REQUERIDOS EN EL PROYECTO DE ESCOMBRERAS.

CASO I

Pueden constituirse con el ángulo de
Vertido de los escombros (F=1)

Implantaciones sin riesgo para personas,

Instalaciones o servicios:

$H \leq 15$ m. o $V \leq 25.000$ m. o $H > 15$ m. en Escombreras en manto	F_1	F_2
$15 < H \leq 30$ m. talud conformado para	1,20	1,10
$H > 30$ m. talud conformado para	1,30	1,20

CASO II

Implantación con riesgo moderado:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 119

	F ₁	F ₂	F ₃
H ≤ 15 m. o V ≤ 25.000 m. o H > 15 m., en Escombreras en manto	1,20	1,15	1,00
15 < H < 30 m.	1,35	1,25	1,10
H > 30 m.	1,45	1,34	1,15

CASO III

Implantación con riesgo elevado.

Se proscriben las escombreras en manto sin elementos de contención desviación al pie:

	F ₁	F ₂	F ₃
H ≤ 20 m.	1,40	1,20	1,10
H ≥ 20 m.	1,60	1,40	1,20

NOTAS

Esta tabla corresponde a escombreras de acuerdo con estas recomendaciones, relativamente homogéneas y en las que los fines cohesivos o de lavadero no influyan de manera apreciable en la estabilidad.

Los coeficientes de seguridad corresponden a las situaciones siguientes:

F₁: Escombreras normales sin efectos de aguas freáticas y en cuya estabilidad no interviene el cimientado.

F₂: Escombreras sometidas a filtración, agua en grietas o fisuras y riesgo de deslizamiento por la cimentación.

F₃: Situaciones excepcionales de inundaciones, riesgo sísmico, etc.

Los valores de F indicados son para las escombreras exentas o en laderas con inclinaciones hasta el 8 por 100. En el caso de vaguadas encajadas (ancho máx.= altura) puede admitirse una reducción del 10 por 100, llegando al 5 por 100 para vaguadas con ancho máx.= 25 veces de altura.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 120

En laderas de inclinación superior al 8 por 100 los coeficientes F se incrementan en los valores siguientes:

$$\text{CASO I- } \Delta F = 0,10$$

$$\text{CASO II- } \Delta F = \sqrt{0,03(\alpha - 0,08)}$$

$$\text{CASO III- } \Delta F = \sqrt{0,07(\alpha - 0,08)}$$

siendo la inclinación de la ladera en tanto por 1, con $\alpha \leq \phi$.

Las escombreras proyectadas, las consideramos del tipo F₂ y H>30m dentro del CASO II que corresponde a IMPLANTACIONES CON RIESGO MODERADO.

Por lo tanto, el coeficiente mínimo de seguridad requerido será F = 1,34, pero como la pendiente de la ladera es superior al 8%, el valor de F se verá incrementado en:

$$\Delta F = \sqrt{0,03(\alpha - 0,08)}$$

Luego el factor de seguridad mínimo requerido en el cálculo de estabilidad de las escombreras, ha de ser:

$$\Delta F = \sqrt{0,03(0,37 - 0,08)} = 0,09$$

$$\mathbf{F = 1,43}$$

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA"</p> <p style="text-align: center;">AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p style="text-align: right;">Agosto de 2006</p>
		<p style="text-align: right;">Página 121</p>

13.2.3. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD

Se concreta y determina la estabilidad de las escombreras de acuerdo con el coeficiente de seguridad 1,43 asignado mediante cálculo.

Los métodos de BISHOP y JAMBU, por su sencillez, son los mas adecuados para ser aplicados, en especial el último de ellos, por cuanto, si bien su sistema de cálculo no es el que obtiene mayor precisión, si resulta suficientemente aproximado, ya que la magnitud de los parámetros, cohesión, ángulo de fricción y nivel piezométrico, de extrema incidencia en el coeficiente de seguridad, tienen concreción numérica en el mismo.

Tomando los perfiles más representativos, con ayuda de los gráficos que se acompañan, se calcula el coeficiente de seguridad, que viene dado por la fórmula:

$$F = F_0 \times \frac{\sum C_x (P_x V) \times \text{tg } \phi_x \Delta X}{\sum \Delta W_x \text{ tg } \alpha} \times \frac{\sum X}{\sum \Delta W_x \text{ tg } \alpha}$$

donde:

α = Angulo de franja, tomado como ángulo de perfil natural del terreno con la horizontal.

H = Altura en metros del macizo.

X = Longitud del macizo expresado en metros.

V = Nivel piezométrico, que se establecerá de acuerdo con las medidas de drenaje y muestras establecidas.

P = Peso del estéril, producto de la altura por la densidad. Viene

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 122

expresado en Tm./m²

W = Peso del macizo (Peso = P. ΔX) . Se expresará en toneladas.

C = Cohesión. En la hipótesis de cálculo la consideramos cero como valor más desfavorable. Se expresa en Tm/m².

F₀ = Coeficiente corrector de carácter geométrico cuyo valor se obtiene del cuadro adjunto, 2º, aplicándolo a la geometría del perfil.

φ = Angulo de rozamiento interno del estéril, que en nuestro caso es 39,6º.

Del cálculo realizado, se obtienen unos coeficientes de seguridad 2,74 – 2,72 – 2,85 superiores al valor admisible **1,43**.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 123

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 124

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 125

14. ACCIONES PARA LA RESTAURACIÓN DEL ESPACIO NATURAL Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las acciones que se proponen para proteger y restaurar el impacto de las labores en el medio natural, han sido objeto de un Plan de Restauración y un Estudio de Impacto Ambiental, que se presentan junto a este Proyecto de Explotación.

Ambos documentos constan de una memoria explicativa y los planos correspondientes, incluyendo con detalle, la reconstrucción estabilizada del suelo y su vegetación, la protección de las aguas superficiales y las situaciones para armonizar en lo posible otras alteraciones del medio ambiente o socioeconómico, como pueden ser polvo, ruidos, vibraciones, paisaje, etc.

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 126</p>

15. INFRAESTRUCTURA NECESARIA

El acceso al área objeto de este proyecto, se realiza actualmente por antiguos caminos, tanto mineros como agrícolas y forestales, que parten de la carretera de La Magdalena, C- 626, tramo de Castrejón de La Peña. El acceso desde las proximidades de la localidad de Villanueva ya que está hecho hasta el límite de la nueva corta.

Estos caminos son adecuados para el transporte al lugar del trabajo, del personal y equipos necesarios, para acceder a esta zona de una manera sencilla y sin molestias para los habitantes y tráfico de la población. Se mantendrán los caminos en buen estado.

Con el fin de evitar la acción de las aguas de escorrentía, en escombreras y áreas de explotación, se realizarán una serie de zanjas perimetrales y balsas de decantación, que serán las que reintegrarán a los cauces más próximos las aguas decantadas.

El transporte de carbón se hará con camiones desde la explotación, saliendo por el camino de Valurcia al Pozo Pedrito II y desde aquí hasta la Comarcal 626 por la que se llega a las plantas de tratamiento que la empresa tiene en Guardo y en Velilla del Río Carrión. De esta forma no se entra para nada con los camiones en los pueblos de Villanueva ni en Castrejón.

16. PLANIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

En el esquema adjunto, se planificará la excavación de las cortas y el vertido de la siguiente manera:

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 127

EXCAVACIÓN	VERTIDO
Apertura del hueco inicial	Escombrera exterior
Avance de la corta hacia el este	Autorrelleno
Fin de la explotación en corta	Autorrelleno

La explotación se realizará en un período de tres años; la restauración ocupará dos años más.

Los trabajos iniciales consistirán en el desbroce y la retirada de la tierra vegetal de la zona situada más hacia el suroeste del área de desarrollo del proyecto, donde comenzarán los trabajos de explotación a cielo abierto. Los estériles irán a la escombrera exterior proyectada en la zona noreste de la ocupación. Mas adelante, seguirá la explotación hacia el este, vertiendo los escombros para conseguir autorrelleno del hueco anterior.

En el tramo final de la explotación, los estériles se echarán en el exterior, sobre el último tramo relleno, para que al terminar los trabajos se empujen sin más al hueco, quedando éste completamente tapado.

Es probable que sea necesario hacer un vertedero exterior, temporal, en fincas propias.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 128

EXPLORACIÓN POR AÑOS	
AÑOS	SUPERFICIE (Ha)
1º	7
2º	7
3º	7
TOTAL: 3 AÑOS Y 21 Has	

La restauración se irá haciendo a medida que se terminen los distintos tramos de explotación.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 129

17. PREVISIÓN DE COSTES

La previsión de costes por tonelada vendible es la siguiente:

Estéril.....	30,18 €
Carbón.....	4,33 €
Relleno del hueco final.....	0,06 €
Restauración.....	0,17 €
Gastos generales.....	0,75 €
Amortizaciones.....	0,10 €
Gastos financieros.....	0,06 €
Coste total tonelada vendible.....	35,65€

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 130

18. RÉGIMEN DE LA OPERACIÓN

Los trabajos de explotación y restauración se contratarán. Unión Minera del Norte S. A., controlará y supervisará todas las labores.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 131

19. CALENDARIO DE TRABAJOS

La programación de los trabajos de explotación, de restitución topográfica y de restauración vegetal en el Paquete Santibáñez, se resume en el cuadro siguiente:

		PROGRAMA DE TRABAJO		
		EXPLOTACIÓN	RESTITUCIÓN TOPOGRÁFICA	RESTITUCIÓN VEGETAL
A Ñ O S	1 ^{er} año			
	2 ^o año			
	3 ^{er} año			
	4 ^o año			
	5 ^o año			

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 132

Este Proyecto de Explotación, junto al de Restauración y al Estudio de Impacto Ambiental, se presentan en el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Castilla y León en Palencia para su tramitación.

Guardo, agosto de 2006

El Director Facultativo

Fdo: Miguel Bermejo Pacios

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 133

DOCUMENTO Nº 2.....D.I.S.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 134

DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD

Para este Proyecto se mantendrán vigentes las que son de aplicación para la explotación a cielo abierto Matavillanoso, labores y trabajos que están vigentes a esta fecha.

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 135

DOCUMENTO Nº 3.....PRESUPUESTO

	<p align="center">PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO “VALURCIA” AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)</p>	<p align="center">Agosto de 2006</p>
		<p align="center">Página 136</p>

PRESUPUESTO

En la inversión a realizar para esta explotación a Cielo Abierto se han tenido en cuenta los siguientes apartados:

Terrenos.....	70.000
Obras de desvío y protección.....	7.500
Arreglo de caminos.....	2.500
Balsas de decantación.....	15.000
Cargas de Organismos Oficiales, redacción del proyecto y equipo de topografía.....	6.500

INVERSIÓN TOTAL..... 101.500 €

Guardo, agosto de 2006

El Director Facultativo

Fdo: Miguel Bermejo Pacios

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 137

DOCUMENTO Nº 4.....PLANOS

 SECTOR PALENCIA	PROYECTO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO "VALURCIA" AYUNTAMIENTO DE CASTREJÓN DE LA PEÑA (PALENCIA)	Agosto de 2006
		Página 138

ÍNDICE DE PLANOS

Nº	PLANO	ESCALA
1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	1:25.000
2	SITUACIÓN INICIAL	1:5.000
3	CONCESIONES	1:25.000
4	GEOLÓGICO	1:5.000
5	ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO	1:5.000
6	VÍAS DE COMUNICACIÓN, RÍOS, ARROYOS Y PUEBLOS	1:25.000
7. E	TRAZAS DE CAPAS Y EJE DE PERFILES	1: 5.000
8. E	DE PERFILES DE EXPLOTACIÓN	1: 5.000
9. E.R	HUECO TOTAL DE EXPLOTACIÓN Y ESCOMBRERAS	1: 5.000