



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA MINERA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE UNA Balsa de Decantación de Agua
de una Mina a Cielo Abierto en Santa Lucía de
Gordón.

“Project of a settling pond from an open pit mine in
Santa Lucía de Gordon”

León, Julio de 2015

Autor: Elisabet Celada Álvarez

Tutor: Ana M^a Castañón García

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. Elisabet Celada Álvarez, alumno/a de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería Minera.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. /Dña. Ana M^a Castañón García, profesor/a del Grado en Ingeniería Minera.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. Elisabet Celada Álvarez
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D./Dña. Ana M^a Castañón García
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

En este proyecto se estudiarán la hidrología, geología, topografía y suelos de la zona así como el tratamiento de las aguas para la mejor situación de la balsa.

Conoceremos las propiedades de los materiales utilizados, la descripción de las obras a realizar y las condiciones de las mismas basándonos en la normativa vigente.

Se realizarán diversos planos en los que se verán reflejados los cálculos obtenidos previamente y un presupuesto con mediciones para calcular el coste total de la obra.

ABSTRACT

In this project, hydrology, geology, topography and soils of the area together with the treatment of water have been studied and taken into account in order to establish the best location for the pond.

We shall explain the properties of the materials used; the description of the work to be performed and the conditions of said works based on current regulations.

Several maps have been created that include all previously obtained calculations and a budget with all measurements needed to calculate the total cost of the work.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1 OBJETIVO.....	1
2 Situación Geográfica	2
3 Topografía de la zona.....	3
4 Estudio geológico.....	6
4.1 Contexto geológico	6
4.2 Geología de la mina.....	10
5 Mina actual.....	14
6 Estudio hidrológico e hidrogeológico	15
6.1 Estudio hidrológico	15
6.2 Estudio hidrogeológico	20
7 Estudio del suelo.....	20
8 Aguas residuales de la mina	21
9 Vegetación.....	22
10 Fauna.....	22
11 Cálculo del caudal máximo a evacuar.....	23
11.1 Cálculo de las precipitaciones máximas (Pd)	24
11.2 Cálculo del tiempo de concentración (Tc)	25

11.3 Cálculo de la intensidad de lluvia (i)	25
11.4 Coeficiente de escorrentía (c)	28
11.5 Cálculo del caudal de escorrentía (Q) y volumen aportado (Va).....	30
12 Sistema de drenaje superficial	32
12.1 Balsa de aguas residuales.....	32
12.2 Cálculo del canal de drenaje	36
13 Tratamiento de las aguas	39

DOCUMENTO 2: PLANOS

Nº1.-PLANO DE SITUACIÓN

Nº2.-PLANO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Nº3.-PLANO DE DIMENSIONADO DE LA BALSA

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

1 Pliego de condiciones	1
1.1 Objetivo y alcance	1
1.2 Definición	1
1.3 Normativa técnica general.....	1
1.4 Descripción de las obras	2
1.5 Condiciones que deben cumplir los materiales	4
1.6 Condiciones que deben cumplir las unidades de obra	5
2 Mediciones	8

2.1 Normas generales	8
2.2 Precios unitarios.....	8
2.3 Unidades de obra no previstas	8
2.4 Obra inaceptable o incompleta.....	8
2.5 Mediciones y abono	9
2.6 disposiciones generales	10

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

1 Mediciones1

1.1 Mediciones de las unidades de obra	1
1.2 Mediciones de la maquinaria.....	1
1.3 Mediciones del personal	2
1.4 Mediciones del material	2

2 Precios unitarios3

2.1 Precios unitarios de las unidades de obra	3
2.2 Precios unitarios de la maquinaria	3
2.3 Precios unitarios del personal	3
2.4 Precios unitarios del material.....	4

3 Presupuesto parcial5

3.1 Presupuesto parcial de las unidades de obra.....	5
3.2 Presupuesto parcial de la maquinaria	6
3.3 Presupuesto parcial del personal	6
3.4 Presupuesto parcial del material.....	7
3.5 Total conceptos	7

4 Presupuesto general8

ANEXO

1 Estudio de seguridad y salud.....	1
1.1 Normativa a seguir	1
1.2 Objetivo del estudio.....	2
1.3 Formación	2
1.4 Medidas de seguridad del proyecto	3

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

MEMORIA

1	OBJETIVO.....	1
2	Situación Geográfica.....	2
3	Topografía de la zona	3
4	Estudio geológico	6
4.1	Contexto geológico	6
4.1.1	Carbonífero en la cuenca	7
4.1.2	Estratigrafía.....	8
4.1.3	Tectónica y metamorfismo	9
4.2	Geología de la mina.....	10
4.2.1	Estratigrafía.....	10
5	Mina actual	14
6	Estudio hidrológico e hidrogeológico	15
6.1	Estudio hidrológico.....	15
6.1.1	Características hidrológicas de la mina	15
6.1.2	Clima y Pluviometría	16
6.2	Estudio Hidrogeológico	20
7	Estudio del suelo	20
8	Aguas residuales de la mina.....	21
9	Vegetación	22
10	Fauna	22

11	Cálculo del caudal máximo a evacuar	23
11.1	Cálculo de las precipitaciones máximas (Pd).....	24
11.2	Cálculo del tiempo de concentración (Tc).....	25
11.3	Cálculo de la intensidad de lluvia (i).....	25
11.4	Coefficiente de escorrentía (c).	28
11.5	Cálculo caudal de escorrentía (Q) y volumen aportado (Va).	30
12	Sistema de drenaje superficial	32
12.1	Balsa de aguas residuales	32
12.1.1	Caudal máximo a evacuar	33
12.1.2	Dimensiones de la balsa	33
12.1.3	Clase y categoría de la balsa	34
12.1.4	Emplazamiento de la balsa	34
12.1.5	Construcción de la balsa	35
12.1.6	Maquinaria a emplear.....	35
12.1.7	Personal	36
12.2	Cálculo del canal de drenaje.....	36
13	Tratamiento de las aguas.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Distancia desde León a la mina de Santa Lucía de Gordón.....	2
FIGURA 2: Visión topográfica de la mina a cielo abierto y alrededores.....	3
FIGURA 3: Situación de la balsa.....	5
FIGURA 4: Columna estratigráfica y potencias de cada capa.....	8
FIGURA 5: Estratigrafía de la mina.....	10
FIGURA 6: Gráfico del caudal medio en un año.....	16
FIGURA 7: Mapa de la clasificación según Köppen-Geiger.....	18
FIGURA 8: Ampliación del mapa de la clasificación según Köppen-Geiger.....	19
FIGURA 9: Mapa de Isolineas.....	26
FIGURA 10: Maquinaria a emplear.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Caudal medio.....	15
TABLA 2: Valores de K.....	23
TABLA 3: Precipitaciones máximas en 24 horas para un periodo de retorno.....	24
TABLA 4: Intensidad media diaria para un periodo de retorno.....	27
TABLA 5: Intensidad de lluvia para un periodo de retorno.	28
TABLA 6: Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno.	29
TABLA 7: Caudal de escorrentía para un periodo de retorno.	30
TABLA 8: Valores del volumen aportado.	31
TABLA 9: Tabla resumen con todos los cálculos.	31
TABLA 10: Maquinaria a emplear.	35
TABLA 11: Personal de la obra.....	36
TABLA 12: Coeficiente de Manning.	37

MEMORIA

1 OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es la definición técnica y valoración económica de las obras y materiales necesarios para la realización de una Balsa de decantación de agua de la mina a cielo abierto de Santa Lucía de Gordón con una capacidad de 3744 m³ y con aguas procedentes del canal de drenaje desde las naves de esta.

La balsa se proyecta a una distancia de 4,5 km desde la población de Santa Lucía de Gordón la cual ocupará una superficie de 1497,6 m² y las medidas serán las siguientes:

- Profundidad de la balsa de 2,5 m.
- Anchura de la balsa de 30m.
- Altura de la balsa de 50 m.

En el proyecto se adjuntan las leyes y normas vigentes que debemos cumplir y que hacen referencia a las operaciones a seguir en los respectivos puestos de trabajo, así como el Estudio de Seguridad y Salud.

2 Situación Geográfica.

Los terrenos de la mina a cielo abierto de Santa Lucía de Gordón, se encuentran dentro del pueblo de Santa Lucía de Gordón, término municipal de La Pola de Gordón.

Está ubicada a unos 40 km de distancia de la ciudad de León por la N630 dirección Asturias. También se puede acceder a la mina por la carretera secundaria C-626 dirección Matallana de Torío desde La Robla.

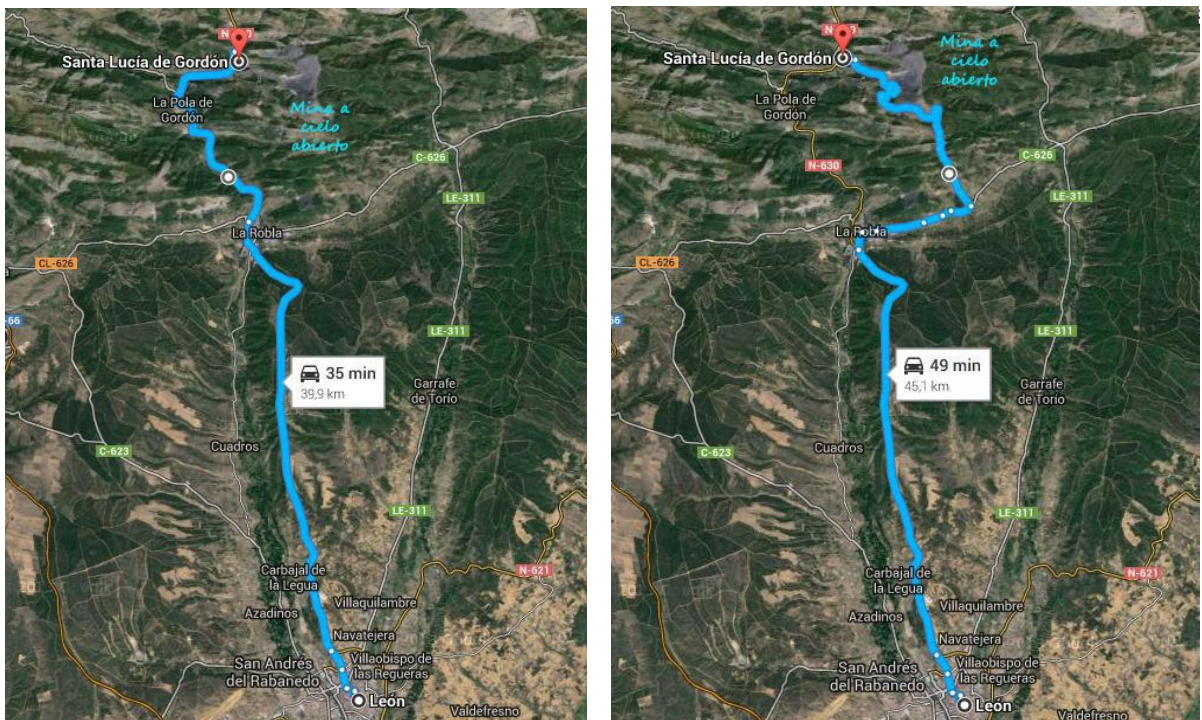


FIGURA 1: Distancia desde León a la mina de Santa Lucía de Gordón.

La construcción de la balsa se realizará en un terreno ubicado a 4,5 km de la población en la parte oeste de la mina para recoger las aguas de la misma.

3 Topografía de la zona

Desde el punto de vista topográfico la zona se corresponde con la orografía típica del norte de la provincia de León, en su límite con el principado de Asturias, donde se suceden cadenas de montañas que llegan a superar los 2000 m de altitud sobre el nivel del mar.

Todo esto implica una sucesión de valles y salientes topográficos (Figura 2) con grandes pendientes y laderas a causa también de los arroyos cercanos.

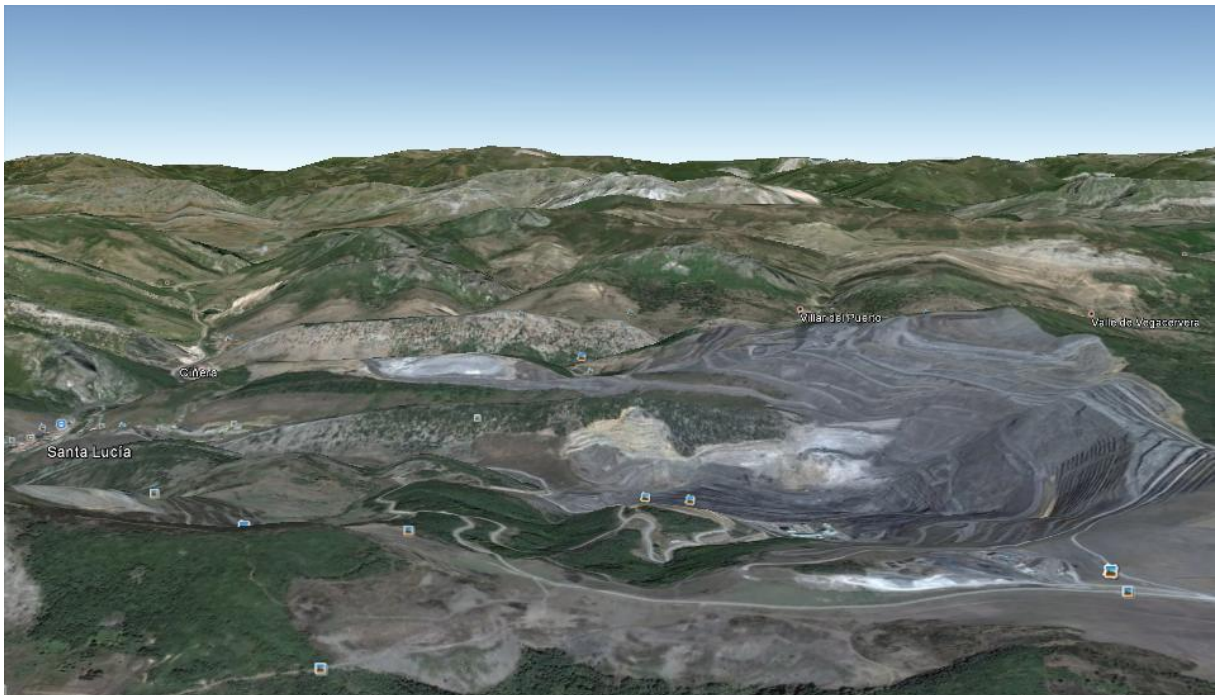


FIGURA 2: Visión topográfica de la mina a cielo abierto y alrededores.

Las coordenadas UTM (Huso 30) de Santa Lucía de Gordón son las siguientes:

42° 52' 29" N

5° 38' 16" W

Y las coordenadas UTM (Huso 30) de los puntos donde vamos a ubicar la balsa son:

PUNTO A:	42° 51' 17,77" N	5° 36' 33,5" W
PUNTO B:	42° 51' 17,06" N	5° 36' 30,45" W
PUNTO C:	42° 51' 41,82" N	5° 36' 38,00" W
PUNTO D:	42° 51' 17,87" N	5° 36' 35,39" W

Y estarán situados tal y como se muestra en la figura 3.



FIGURA 3: Situación de la balsa.

4 Estudio geológico

4.1 Contexto geológico

Cuando nos referimos a la minería en la provincia de León lo asociamos a la minería subterránea del carbón, a pesar de que en la provincia se han explotado otros muchos minerales y metales, desde la antigüedad cuando la minería romana del oro, tuvo un gran desarrollo (las Médulas, Teleno...). Y es que aunque se han explotado (y se explotan) diversos minerales (wolframio, caliza, talco, cinabrio, espato flúor, cuarzo...) la importancia de la minería del carbón viene dada por la gran trascendencia que ha tenido en la transformación social de la provincia a causa de la gran demanda de este mineral producida por el proceso industrializador y su necesidad de energía abundante y barata. Directamente vinculado a la explotación del carbón tenemos que considerar la también importante, aunque menor, minería del hierro que con el antecedente de su uso protoindustrial de las ferrerías bercianas va a ser explotado con destino a la industria metalúrgica.

La presencia de dos de los elementos más característicos de la denominada revolución industrial en la provincia como son el carbón y el hierro y que su explotación no haya conducido a un mayor desarrollo industrial es uno de los factores que ha conducido a hablar de un modelo de "desarrollo" dependiente, es decir, esos recursos son explotados en función de los intereses del capital procedente de otras regiones, ya sean nacionales o extranjeras, lo que explica su propio subdesarrollo.

La zona objeto de este proyecto está situada en la cuenca Ciñera-Matallana, tanto por su extensión como por sus reservas, está incluida dentro de una de las más importantes de toda la provincia, incluso se podría decir que de toda España (55 km² aproximadamente).

Los tonelajes de carbón varían en cada zona, existiendo mayor reserva de antracita en la cuenca de Fabero-Sil y en El Bierzo (Torre, Bembibre, Tremor) y mayor reserva de Hulla en Villablino y Ciñera-Matallana.

4.1.1 Carbonífero en la cuenca

La cuenca Ciñera-Matallana forma un sinclinorio que contiene estratos del Estefaniense B (es el piso estratigráfico superior del carbonífero y B (porque la antigüedad es media) y ocupa un lugar más bien bajo en la secuencia ya que es uno de los lugares que primero alcanza la sedimentación post-Asturiana.

Al hacer los estudios estratigráficos del terrero hullero podemos notar perfectamente que la extensión de la cuenca sedimentaria se realizó de este a oeste como también la evolución de las etapas con sus características litológicas y paleontológicas de cada paquete en la sucesión vertical.

Los límites de la cuenca de sedimentación solamente pueden ser fijados en casos excepcionales, ya que los límites actuales del terreno hullero están determinados casi exclusivamente por la forma de las estructuras tectónicas, formadas posteriormente durante una fase de plegamiento, y por la erosión actual que actúa sobre estas estructuras.

Toda la formación es de facies continental, lo cual priva al investigador de los cambios de facies tan marcados y extendidos sobre áreas considerables que se encuentran en cuencas paralicas con sus alternancias de niveles marinos y paquetes hulleros. En el caso que nos ocupa, de cuenca continental, utilizamos los testigos de las facies fluvial, pantanosa y lacustre. En total distinguimos siete tramos que marcan episodios distintos en la historia estratigráfica de la cuenca. Puesto que estos tramos se siguen sobre toda la extensión actual de la cuenca minera de Ciñera-Matallana, los damos como formaciones, en el sentido normal de la palabra.

Son los siguientes (ordenados de mayor a menos antigüedad):

- Formación San Francisco.
- Formación Pastora.
- Formación Cascajo.
- Formación Roguera.
- Formación San José.
- Formación Bienvenidas.
- Formación Matallana.

4.1.2 Estratigrafía

Utilizando los testigos de las facies fluvíatil, pantanosa y lacustre, únicos en toda cuenca de sedimentación continental, se pueden distinguir 7 formaciones que anteriormente nombré.

En la figura 4 se resumen sus potencias estratigráficas y las productivas, con la enumeración de las capas que han sido objeto de explotación en algún punto de la cuenca.

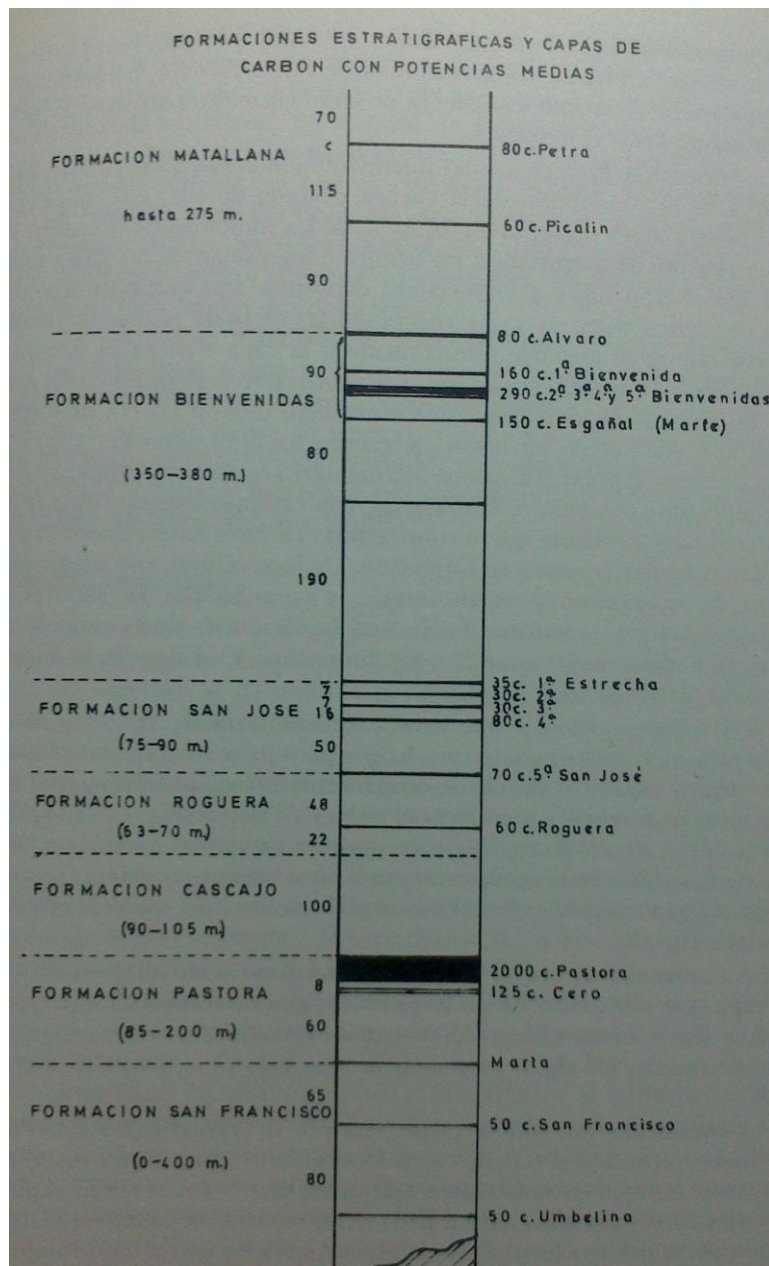


FIGURA 4: Columna estratigráfica y potencias de cada capa.

En este corte se puede apreciar que las potencias de unas formaciones a otras varían sensiblemente, así como las de las capas que, en muchos casos desaparecen o quedan reducidas a simples suelos de vegetación. Fenómenos de compactación de las enormes masas vegetales depositadas en las dos primeras formaciones, sobre todo en la Formación Pastora, han debido sumarse a las irregularidades de las facies fluviales, presentes en mayor o menor grado en todas las formaciones.

4.1.3 Tectónica y metamorfismo

Tectónicamente la cuenca forma un sinclinorio, cuya parte más honda se encuentra al sur de Matallana de Torio.

Se forma una serie de planos axiales buzando hacia el sur y escamizándose ligeramente por pequeñas cobijaduras afectando a los anticlinales.

Hacia el oeste el sinclinorio se disuelve más claramente en una serie de sinclinales y anticlinales.

Los dos anticlinales principales están más desarrollados en la parte occidental de la cuenca y se va perdiendo paulatinamente hacia el este ya que las fallas disminuyen.

Los sinclinales grandes muestran la presencia de pequeños pliegues satélites por los dos flancos. Estos se formaron como unas especies de arrugas en la parte superior de los pliegues grandes, cuya estructura intensifica y complica a medida que llegan a interesar las formaciones más allá de la sucesión estratigráfica.

Resulta, a veces, difícil determinar si los pliegues satélites pertenecen a los sinclinales grandes o a los anticlinales, haciéndose la delimitación entre ambos por unas fallas directas que acompañan a los anticlinales arrumbadas en el mismo sentido.

Estas fallas directas son las últimas que se formaron en el curso de la fase tectónica que engendro las estructuras tectónicas de la cuenca minera, y parece probable que se originaron por una etapa de descompresión al final del empuje tectónico.

Para la explotación minera es evidente que las estructuras menos complicadas se encuentran en la parte central de los sinclinales grandes, por regla general las explotaciones más antiguas.

4.2 Geología de la mina

4.2.1 Estratigrafía

Los materiales que afloran en la zona pertenecen a las Formaciones nombradas anteriormente y se pueden ver en la figura 5.

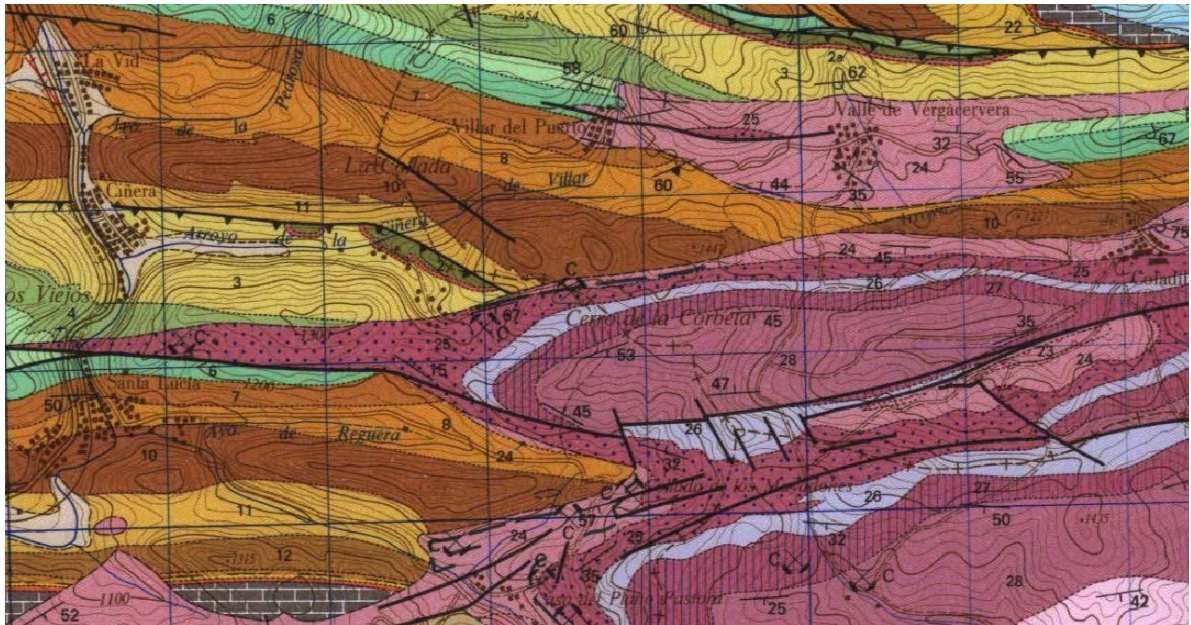


FIGURA 5: Estratigrafía de la mina.

La Formación San Francisco:

Se distingue por la pequeña extensión de sus capas, tanto en número como en potencia ya que como mucho llegan a entre 8-9 metros en alguno de sus puntos.

Está compuesta por conglomerados calcáreos de facies fluvial, areniscas con grano muy grueso extendiéndose esta cuenca de sedimentación hacia el noroeste. Tiene dos capas de carbón.

La Formación Pastora:

Es la más interesante industrialmente hablando y en la que más estudios se han realizado. Se ha designado como tal un corte estratigráfico medido en la zona minera de Santa Lucía donde podemos encontrarnos con lutitas, arenosas, con un espesor medio de 15 metros que forman igualmente un tramo constante sobre todo el área investigada.

El ligero aumento de tamaño del grano de la roca puede significar una aceleración momentánea en la erosión de la tierra emergida, al lado de la cuenca de sedimentación lacustre. Estas lutitas, sobresalen en el terreno y, por lo tanto, resultan un horizonte cartografiable. Este horizonte, al que llamamos Horizonte de Tabliza, por estar bien representando en el Alto de Tabliza, se señala en los mapas geológicos detallados de la cuenca minera. Le siguen lutitas arenosas y poco arenosas con algún banco delgado de areniscas y niveles inconstantes de caliza lacustre.

El color de la roca cambia a un gris menos oscuro y resulta probable que la materia orgánica, tan fuertemente representada haya disminuido en proporción.

A continuación vienen más lutitas y finalmente, encontramos una arenisca de grano grueso, con un tono amarillo en la superficie meteorizada y que constituye un nivel de guía local en la zona de Tabliza.

A las lutitas arenosas las siguen lutitas carbonosas con algún suelo de vegetación delgado que precede a la Capa Competidora en el lugar del corte del Alto de Tabliza. En esta zona, el carbón presenta generalmente como una sola capa que llega a tener un espesor de 12,5 metros.

Por otra parte, en el grupo minero de Santa Lucía, la Capa Pastora alcanza espesores estratigráficos de hasta 20 metros, con lo que podemos llegar a la conclusión de que el desarrollo estratigráfico de esta capa es sumamente variable.

Hoy día, el espesor total de los estratos del tramo de los carbones de Pastora es mayor en la zona de Candelaria y Améola, por la compactación casi nula de las areniscas y pudingas que se formaron allí en lentejón entre los carbones. Además esta zona muestra la presencia de venas de techo, separadas por lutitas arenosas y areniscas que representan menos cantidad de carbón que en la banda correlativa de Santa Lucía y en consecuencia mayor espesor de roca después de la compactación.

La misma formación muestra unos cambios de facies muy importantes hacia el suroeste y hacia el nordeste, con respecto a estas explotaciones. Hacia el oeste y suroeste, en la vecindad de los pueblos de Vega y La Pola de Gordón, hay varios retazos que muestran un desarrollo de la Formación Pastora con muy escasas señales de carbón. Sin embargo, la correlación hecha con las zonas mineras indica claramente que se trata de estratos de la misma edad.

Por otra parte también notamos que la flora característica de esta formación se repite en los afloramientos cercanos a La Pola de Gordón.

El cambio de facies en dirección suroeste también se hace notar en la constitución de la capa, disminuyendo su calidad en esta dirección, con ya no más de 4 metros de carbón efectivo en su tramo más largo.

En líneas generales, resulta bien evidente que la productividad de los carbones de la formación se limita a una faja orientación noroeste-sureste que ocupa la parte occidental de los sinclinales de Vegacervera y Matallana. El límite occidental de esta zona productiva, se puede trazar desde el punto al oeste del grupo minero Bernesga hasta el este del cueto San Mateo.

Esta faja corresponde muy probablemente a los bordes pantanosos de un lago cuyo centro está marcado por un lentejón de lutitas con alguna vena de carbón delgada en la zona de Santa Lucía.

En la parte oriental de la cuenca minera, se encuentra una facies fluvial y pantanosa que muestra venas delgadas y generalmente sucias en una secuencia con areniscas y pudingas frecuentes, habiendo carbón explotable en esta zona solamente.

Dentro de esta formación podemos hacer una breve reseña al contenido paleontológico.

Existe entre las floras fósiles abundantes la más destacada "*Alethopteris zeilleri*" hallándose en la zona occidental de Santa Lucía.

Además de los fósiles vegetales, se han encontrado en los tramos de lutitas, ostrácodos por debajo del nivel guía de la capa Pastora.

La Formación Cascajo:

El monte Cascajo está situado al suroeste de Correcillas, el cual ha dado el nombre a esta formación. Sin embargo, un corte bien medido solo lo tenemos al sur de Coladilla.

Su extensión abarca la cuenca minera y coronando la última vena de carbón de la Formación Pastora, se encuentra en un nivel de 20 centímetros de lutitas gris oscuro y restos orgánicos casi nulos.

Esta formación fue principalmente lacustre. Se inicia en un régimen escaso en aportes terrígenos, lo que permite que se formen fondos ricos en lodos orgánicos que hoy día nos sirve para identificar el techo de Pastora.

La Formación Roguera:

No presenta nada muy característico. La única capa que se explotó de 85 centímetros de carbón de muy buena calidad y solo en Ciñera. Está formada por lutitas, areniscas, carboneros y suelos de vegetación.

La Formación San José:

Se caracteriza por su regularidad y abundante flora.

Tiene cinco capas de entre 30 y 80 centímetros y dos carboneros constituyen sus niveles productivos, aunque en cada punto solamente una o dos resultan explotables.

Al norte se hacen inexplotables e incluso desaparece la mayoría. Por la riqueza y composición característica de su flora la primera capa constituye un nivel magnífico de guía.

La Formación Bienvenidas:

Al igual que la formación de Roguera, no presenta características propias y su identificación se hace por la situación y secuenciación estratigráfica.

Engloba cinco capas de entre 30 y 120 centímetros de buen carbón, poco explotadas por su difícil acceso y costoso.

Tiene escasas reservas ya que su estructura sinclinal queda colgada tanto al este como al oeste. La primera capa presenta mucha regularidad ha sido explotada en diversos puntos de la cuenca obteniéndose un carbón no muy limpio pero coquizable junto con las lutitas y areniscas.

La Formación Matallana:

Se caracteriza por sus facies fluviales intensas que han dado lugar a bancos muy potentes con areniscas de grano grueso y pizarras donde es frecuente encontrar troncos arrastrados.

Tiene tres capas de entre 70 y 100 centímetros. Bastante sucias.

5 Mina actual

A pesar de la evidente crisis que atraviesa el mercado de carbones, de los enormes intereses tanto económicos como políticos que motivan a ello como el pesimismo y el espíritu de derrota al contemplar el futuro de esta cuenca hace que no seamos conscientes que tenemos ante nosotros un patrimonio exclusivo de los hombres.

Los cuales somos capaces de sumergirnos en un mercado al cual acuden cada año millones de nuevos compradores que no desean más que comprar aquello que necesitan.

Con todo esto que estamos atravesando podemos casi asegurar que la explotación de esta cuenca minera es viable en ciertos puntos, aquellos donde las reservas sean más ilimitadas.

6 Estudio hidrológico e hidrogeológico

6.1 Estudio hidrológico

6.1.1 Características hidrológicas de la mina

El estudio hidrológico en esta zona establece una base de datos de la Confederación hidrográfica del Duero en su estación de aforo Nº 70 correspondiente al municipio de La Robla. Estos datos han sido recogidos en los últimos 70 años sin prácticamente ninguna interrupción lo que da a nuestros resultados una gran fiabilidad.

Las aportaciones y caudales para la cuenca estudiada se corresponden al curso medio alto del río Bernesga, con una superficie de 340 km².

A partir de todos estos datos se han determinado los caudales medios (tabla 1) mensuales y la curva de caudales clasificados de la zona (figura 6).

TABLA 1: Caudal medio.

Hm ³	MEDIOS	MÁXIMOS	MÍNIMOS	CAUDAL MEDIO (m ³ /s)
Aportaciones	350,4	832,5	73	11,11
ENERO	43,5	135,8	5	16,95
FEBRERO	42	109,9	4,3	16,95
MARZO	55,6	263,8	4,5	20,76
ABRIL	45,5	102,7	3,6	17,56
MAYO	35,8	116	1,6	13,4
JUNIO	16,9	56	1,7	6,52
JULIO	7,1	31,4	0,5	2,63
AGOSTO	4,5	14,9	0	1,67
SEPTIEMBRE	6,4	35	0,1	2,5
OCTUBRE	15,6	74,2	1,6	5,83
NOVIEMBRE	32,2	111,7	2,4	12,41
DICIEMBRE	43,3	131,5	5,3	16,17

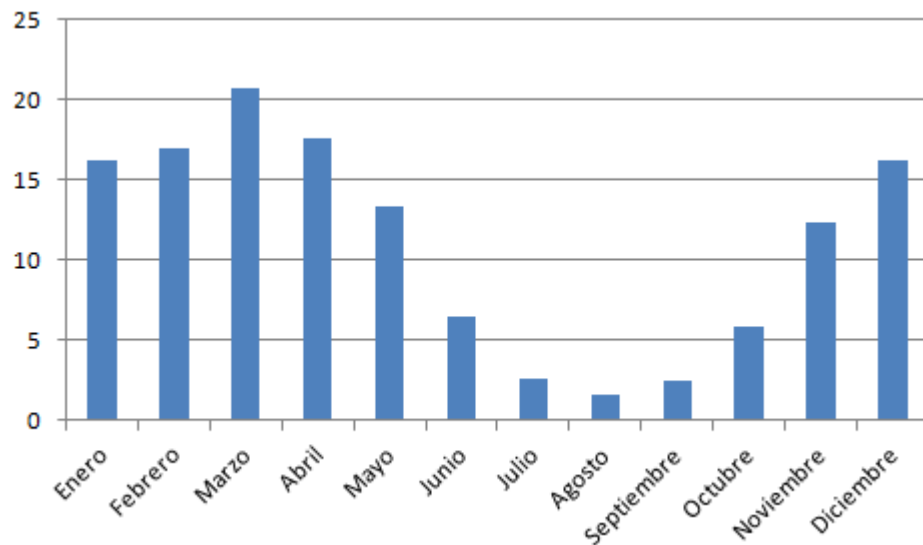


FIGURA 6: Gráfico del caudal medio en un año.

6.1.2 Clima y Pluviometría

En términos climáticos, la provincia de León sirve de transición entre la Meseta y las zonas montañosas. El clima predominante es el mediterráneo continentalizado, aunque matizado en algunas zonas, como el noroeste, de influencia atlántica de temperaturas más suaves. En general, son características una elevada amplitud térmica (desde los 12 a los 20 °C), inviernos fríos y largos, primavera y otoños cortos, heladas y veranos cortos y calurosos.

Las precipitaciones se reparten de forma irregular a lo largo del año y dependiendo de la zona. Así, en la franja norte y noroeste se alcanzan los 1.500 mm anuales mientras que en determinadas zonas del sur de la provincia apenas llegan a los 500 mm. Dichas precipitaciones se concentran sobre todo en otoño y primavera con un mínimo en verano, especialmente acentuado en la llanura, y en forma de nieve en invierno.

En cuanto a las temperaturas, en general es un clima frío debido a la altitud y la abundancia de heladas (que persisten de noviembre a mayo), siendo más intenso en las zonas montañosas llegando a alcanzar los -18 °C por ejemplo en Villamanín.

Los veranos son cortos, siendo los días más calurosos entre el 15 de julio y el 15 de agosto en que se pueden llegar a superar los 30 °C.

Los datos obtenidos en el pueblo de Santa Lucia de Gordón son:

- Temperatura media anual de 9.8°C.
- Mes más frío: Enero con 2.4°C
- Mes más cálido: Julio con 17.7°C
- Precipitación media anual es de 729mm
- Mes con mayores precipitaciones: Noviembre (95mm)
- Mes con menores precipitaciones: Julio (36mm)

Con estos datos obtenidos puedo basarme en la clasificación de Köppen-Geiger y designar a Santa Lucia de Gordón como una zona "Csb" según indican las figuras 7 y 8.

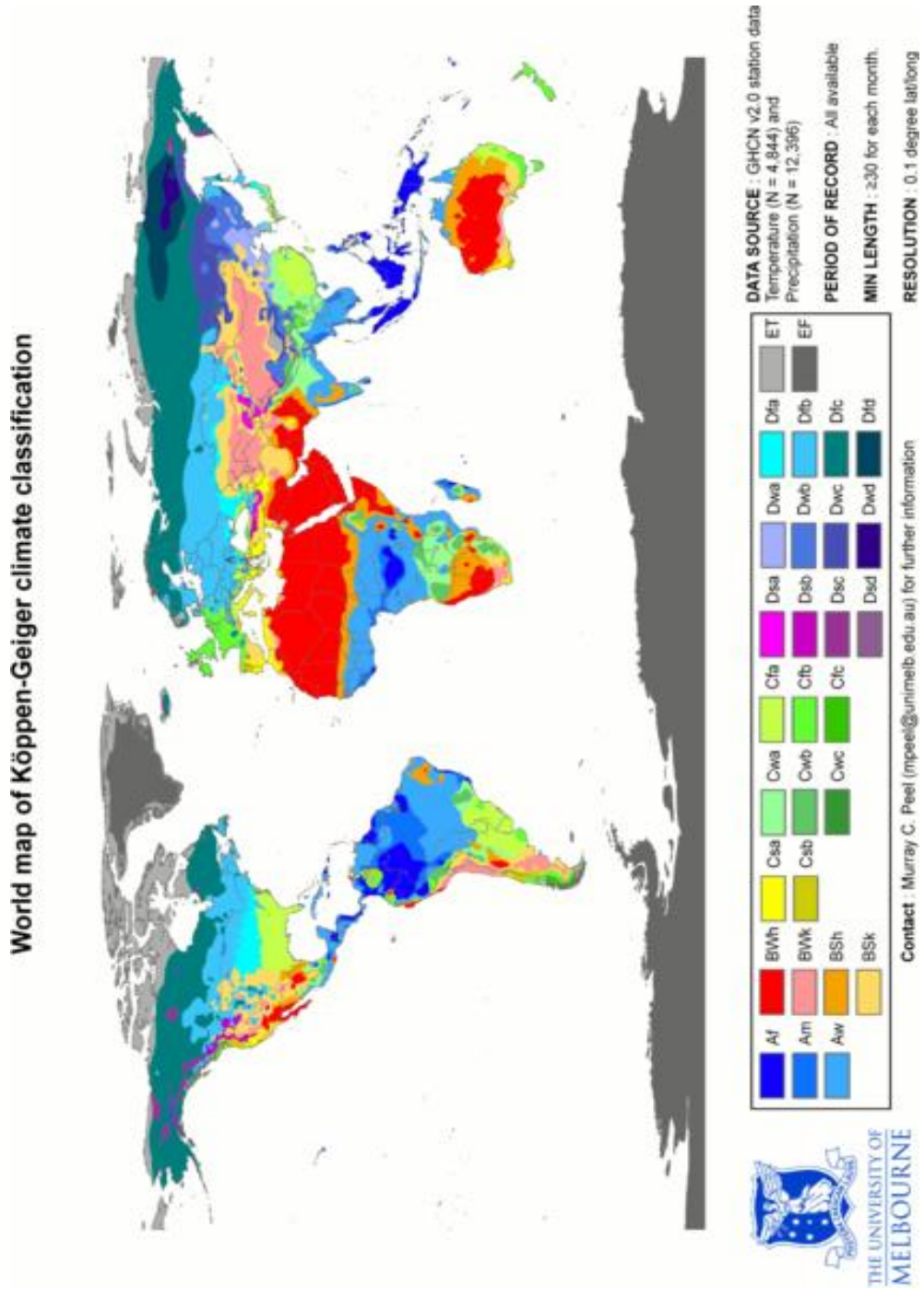


FIGURA 7: Mapa de la clasificación según Köppen-Geiger.

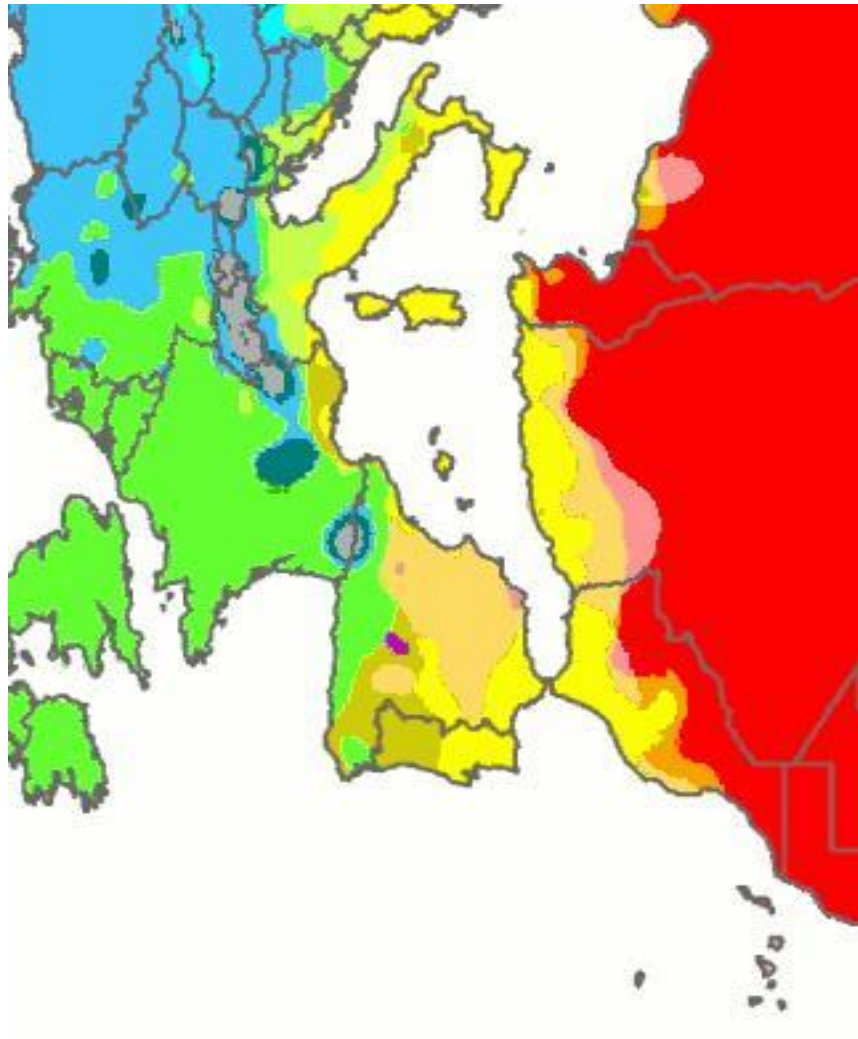


FIGURA 8: Ampliación del mapa de la clasificación según Köppen-Geiger.

Esta clasificación indica que el clima predominante es la zona es un clima continental-oceánico suave donde la temperatura media del mes más cálido no llega a los 22°C pero se superan los 10°C durante cuatro o más meses al año. Este clima es muchas veces de transición entre el mediterráneo y el continental más suave. A diferencia del mediterráneo presenta un verano más suave, pero al contrario que en el oceánico hay estación seca y ésta es en los meses más cálidos.

6.2 Estudio Hidrogeológico

Desde el punto de vista hidrológico el área de estudio se caracteriza por la abundancia de formaciones geológicas permeables y semipermeables, que junto a las fuertes pendientes determinará que la mayor parte de los flujos sean superficiales.

Relacionadas con las fracturas del sustrato y con los depósitos superficiales porosos sobre ellas, se encuentran niveles acuíferos que se manifiestan a través de surgencias naturales (fuentes y manantiales) en el contacto con formaciones más impermeables.

El factor de escorrentía superficial es el predominante.

Las posibilidades de aguas subterráneas en la zona quedan limitadas a la captación de aguas subálveas o de algunos acuíferos colgados muy limitados que dan origen a manantiales, no existiendo en ningún caso agua subterránea en cantidad. Esto es debido a la impermeabilidad de las rocas subyacentes de la zona (cuarcitas) como consecuencia de la reducida infiltración así como las fuertes pendientes tanto del terreno natural como de las implantadas por las labores. La recarga se efectuaría por las aguas de lluvia o bien por acumulaciones de nieve.

7 Estudio del suelo

Los suelos son muy variables y están directamente relacionados con las posiciones geomorfológicas y con la cubierta vegetal. Así, en el fondo del valle aparecen sobre todo a medida que se va ensanchando el mismo, un suelo bien desarrollado, mientras que las laderas y línea de cumbres en algunas ocasiones ni existe suelo por el exceso de afloramientos rocosos.

Las elevadas pendientes y la abundancia de jocosidad hacen que los suelos sean esqueléticos, casi litosuelos. Además, la erosión es muy intensa y continua, el arrastre de suelo verdadero origina en las laderas derrubios cascajosos.

Los suelos existentes son en general húmedos, pobres y poco profundos, de perfil poco evolucionado, con porcentajes de materia orgánica generalmente inferiores al 10%.

Siguiendo las órdenes de suelos según Soil Taxonomy (Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos) y analizando los parámetros de este suelo concluiríamos diciendo que pertenece al orden de los Alfisoles.

Características de los Alfisoles:

- Son suelos de regiones normalmente húmedas, por lo que se encuentran húmedos la mayor parte del año.
- Cuentan con más de un 35% de saturación de bases.
- Sus horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de translocación de partículas de arcilla que provienen posiblemente de molosoles.
- Son suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.

Estos terrenos carecen de interés agrícola y apenas hay ganadería ya que los rendimientos económicos mineros son más amplios.

8 Aguas residuales de la mina

En la balsa tendremos aguas residuales de escorrentía que caen sobre cada uno de los bancos de la mina, escombreras y en la plaza que arrastran sedimentos y partículas. Obtendremos también aguas residuales de las naves situadas en la plaza, como talleres de maquinaria de donde salen con alta concentración de material en suspensión. Esta agua se recoge en un tanque clarificado, con aporte automático de floculante, donde se decantan las partículas y se recicla nuevamente, haciéndola pasar por un filtro prensa. El caudal estimado de aguas residuales es inferior a los $0.10 \text{ m}^3/\text{s}$ y la carga de sólidos en suspensión es variable, entre 550 y 850 mg/l.

Las aguas sanitarias son las que proceden de los servicios higiénicos, estas están cargadas de materia orgánica, que origina unos valores altos de BDO5 y DQO, cuyo caudal ha estimado en $490 \text{ m}^3/\text{año}$. Estas aguas son tratadas en una fosa séptica mediante un conjunto decantador filtrante, con una capacidad para atender a los 250 usuarios.

9 Vegetación

En cuanto a la vegetación podemos decir que es más escasa que en otras zonas de montaña de la península.

En la cordillera Cantábrica la vegetación es pobre ya que en suelos calizos la vegetación es discontinua. Principalmente podemos encontrar pequeños matorrales, bosque de robles, hayas, avellanos y abedules.

Sólo en los fondos de valles donde existe mucha humedad podemos encontrar prados con diversas flores junto con musgos y líquenes. Y puesto que la mina está situada en el municipio por donde circula el río Bernesga no hay que olvidar la vegetación que crece en torno a él.

También varios tipos de hierbas (ajo de oso, saponaria u dulcamara) y sauces comparten terreno en este ecosistema en el que han logrado adaptarse otras especies más características de otros ambientes como los fresno y arces.

10 Fauna

La provincia cuenta con una fauna rica y variada debido a su situación de transición entre el mundo mediterráneo y el eurosiberiano y entre la llanura y la montaña.

Los siguientes animales son nativos del municipio de León:

Águila Real, armadillo, ardilla de tierra, azulejo, cascabel de cola negra, chivo prieto, chicuate, chuparrosa o colibrí, ciervo, codorniz, conejo, coyote, cuervo, cuitlacoche, gavilán, golondrina, gorrión, mapache, paloma, rata de maguey, ratón orejudo, tejón, tlacuache, tuza, zorra y zorrillo.

No todos estos animales habitan en la zona que estamos reflejando.

Sin embargo, podemos decir que existe abundante riqueza de peces que recorren las aguas de esta zona.

11 Cálculo del caudal máximo a evacuar

Se ha seleccionado el método Racional, donde han sido contrastados empíricamente los resultados en numerosas cuencas naturales aforadas.

Vamos a obtener el caudal máximo en m³/s, mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{c \times i \times S}{K}$$

Donde: Q = Caudal en m³/s.

c = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I = Intensidad de la precipitación, adimensional.

S = Área en Ha, superficie de la cuenca de aportación.

K = Coeficiente corrector.

El factor K depende de las unidades en las que se exprese, Q y S. Este coeficiente incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación. Su valor se obtiene de los siguientes datos que se reflejan en la tabla 2 y que se recogen en la Instrucción de Carreteras 5.2-I C (drenaje superficial).

TABLA 2: Valores de K

VALORES DE K	A		
	Km ²	Ha	m ²
Q			
m ³ /s	3	300	3000000
l/s	0,003	0,3	3000

En nuestro caso, Q se expresa en m³/s y S en hectáreas, por lo tanto K toma el valor de 300 ya que nuestra superficie de la cuenca de aportación S es de 26 Ha.

11.1 Cálculo de las precipitaciones máximas (Pd).

Estos datos se obtienen en el libro *“Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España. Volumen 12: castilla y León”* que está publicado por el Ministerio de Medio Ambiente de la estación de La Virgen del Camino.

En la siguiente tabla se obtienen las precipitaciones máximas en 24 horas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 250 y 500 años.

Precipitaciones máximas en 24h para un periodo de retorno son las que se muestran en la tabla 3:

TABLA 3: Precipitaciones máximas en 24 horas para un periodo de retorno.

PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS PARA UN PERIODO DE RETORNO	
T (AÑOS)	Pd (mm)
2	48
5	64
10	75
25	88
50	98
100	108
250	121
500	131

11.2 Cálculo del tiempo de concentración (Tc).

El tiempo de concentración (Tc), relacionado con la intensidad media de la precipitación se calcula con la fórmula siguiente:

$$Tc = 0,3 \times \left[\frac{L}{J^{0,25}} \right]^{0,76}$$

Donde: Tc = Tiempo de concentración, en horas.
 L = Longitud del cauce principal, en kilómetros.
 J = Pendiente media en tanto por uno.

El valor de L es de 0,95 km. Para calcular el valor de J, lo que se hace es dividir por la longitud del cauce (m), la resta de la cota máxima menos la cota mínima, por lo que el valor de J es de 0,5.

Por lo tanto sustituimos en la fórmula anterior y tenemos un Tc igual a **0,33 horas**.

11.3 Cálculo de la intensidad de lluvia (i).

La intensidad de lluvia "i" es función del tiempo de concentración "Tc" calculado anteriormente y del cociente I_1/I_d , donde I_1 es la máxima intensidad de precipitación media para distintos periodos de tiempo e I_d es la intensidad media diaria. El valor de I_1/I_d para la zona es de 9. Este valor se toma del mapa de isocotas que aparece en la Instrucción de carreteras 5.2-IC, véase figura número 9.

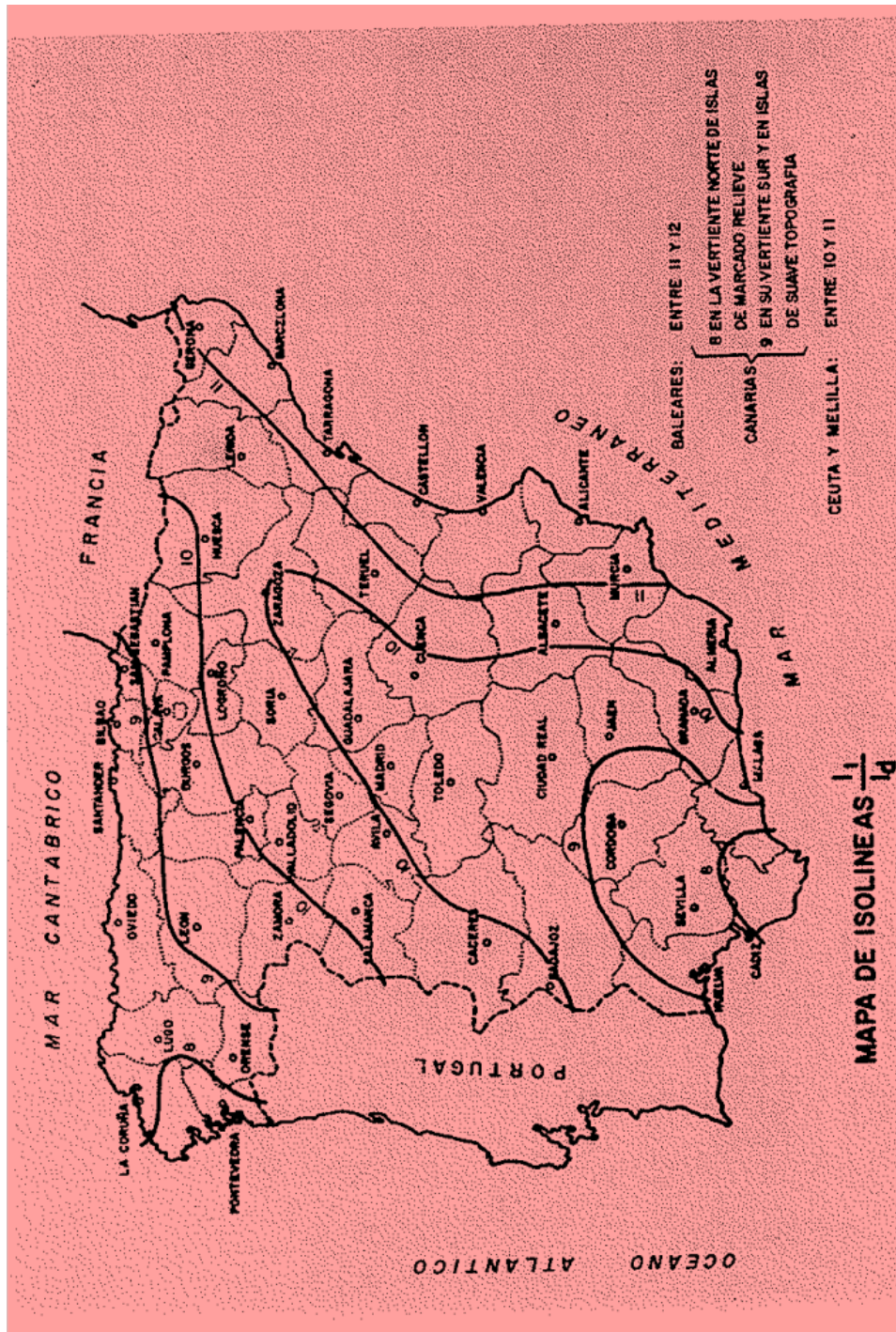


FIGURA 9: Mapa de Isolineas.

La intensidad media máxima se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\frac{i}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - T_c^{0,1}}{0,4}}$$

Donde: i = Intensidad media máxima para el tiempo de concentración

I_1 = Intensidad media máxima para un periodo de una hora;
intensidad media en la hora más lluviosa del día.

En la fórmula introducimos la relación I_1/I_d del mapa de isoclasas. En nuestro caso, la zona tiene un valor de 9.

I_d = Intensidad media diaria, que se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

Donde: P_d = Precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de retorno dado y que ya he calculado anteriormente. Por lo tanto, aplicando esta última fórmula obtenemos los siguientes resultados:

TABLA 4: Intensidad media diaria para un periodo de retorno.

INTENSIDAD MEDIA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO	
T (AÑOS)	Id (mm)
2	2,000
5	2,667
10	3,125
25	3,667
50	4,083
100	4,500
250	5,042
500	5,458

Sustituyendo los valores en la fórmula simplificada obtenemos los siguientes datos (tabla 5):

TABLA 5: Intensidad de lluvia para un periodo de retorno.

INTENSIDAD DE LLUVIA PARA UN PERIODO DE RETORNO	
T(AÑOS)	I(mm/h)
2	22,500
5	41,571
10	48,711
25	57,160
50	63,650
100	70,150
250	78,601
500	85,083

11.4 Coeficiente de escorrentía (c).

El coeficiente de escorrentía "c" define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad "i", y depende de la razón entre Pd (mm), precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno, que hemos calculado anteriormente y el umbral de escorrentía P_o a partir del cual se inicia ésta.

Si la razón Pd/P_o fuera inferior a la unidad, el coeficiente "c" de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, se podrá obtener por la siguiente fórmula:

$$c = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11\right)^2}$$

El umbral de escorrentía depende de las características del suelo por el que se debe circular la lámina de agua y del tipo de vegetación que lo cubre. El umbral de escorrentía de acuerdo con la tabla de "Estimación inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)" de la instrucción de carreteras 5.2-I C y considerando los siguientes factores:

- La pendiente es $>$ del 3 %
- Cultivo: Masa forestal muy clara o de monte bajo
- Grupo de Suelo: C (rocas poco permeables)

Por todo lo anterior, el valor de P_0 es de 8 mm, al cual aplicaremos el Multiplicador Regional correspondiente, que tiene el valor 2, en nuestro caso, ya que es una zona que se encuentra dentro de la franja norte de la península ibérica como se indica en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC.

Por lo tanto el valor de P_0 es igual a **16mm**.

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior para calcular "c" obtenemos los siguientes datos de la tabla 6:

TABLA 6: Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA UN PERIODO DE RETORNO	
T(AÑOS)	c
2	0,265
5	0,360
10	0,418
25	0,471
50	0,509
100	0,543
250	0,582
500	0,609

11.5 Cálculo caudal de escorrentía (Q) y volumen aportado (Va).

A partir de los valores calculados anteriormente como son las precipitaciones, la intensidad de lluvia "i" y el coeficiente de escorrentía "c" y teniendo en cuenta la superficie de la cuenca considerada S, se calcula el caudal de escorrentía Q según la primera fórmula que estudiamos y así obtenemos la siguiente tabla 7 con los siguientes valores:

TABLA 7: Caudal de escorrentía para un periodo de retorno.

CAUDAL DE ESCORRENTÍA PARA UN PERIODO DE RETORNO	
T(AÑOS)	Q(m³/s)
2	0,517
5	1,295
10	1,765
25	2,333
50	2,808
100	3,301
250	3,965
500	4,491

Sabiendo el Tc y el Q podemos calcular el Va con la siguiente fórmula:

$$V_a = 3600 \times T_c \times Q$$

Entonces para cada periodo de retorno tenemos los siguientes datos de Va en la tabla 8:

TABLA 8: Valores del volumen aportado.

VALORES DEL VOLUMEN APORTADO	
T(AÑOS)	Va (m ³)
2	614,196
5	1538,46
10	2096,82
25	2771,604
50	3335,904
100	3921,588
250	4710,42
500	5335,308

En definitiva podemos resumir con la siguiente tabla 9 todos los valores obtenidos:

TABLA 9: Tabla resumen con todos los cálculos.

TABLA RESUMEN DE TODOS LOS VALORES						
T(AÑOS)	S (Ha)	Tc(h)	i(mm/h)	c	Q(m ³ /s)	Va(m ³)
2	26	0,333	22,503	0,265	0,517	614,196
5	26	0,333	41,572	0,360	1,295	1538,461
10	26	0,333	48,711	0,418	1,765	2096,822
25	26	0,333	57,160	0,471	2,333	2771,604
50	26	0,333	63,650	0,509	2,808	3335,904
100	26	0,333	70,150	0,543	3,301	3921,588
250	26	0,333	78,602	0,582	3,965	4710,423
500	26	0,333	85,081	0,609	4,491	5335,308

En nuestro caso consideramos un periodo de retorno de 50 años, en previsión a que el arroyo cercano lleva agua en el periodo invernal.

Este caudal servirá de base para las dimensiones de los elementos de drenaje.

Por lo tanto el valor de $Q= 2,808 \text{ m}^3/\text{s}$ y el valor de $V_a= 3335,904 \text{ m}^3$.

12 Sistema de drenaje superficial

12.1 Balsa de aguas residuales

Los sólidos en suspensión que arrastran las aguas recogidas en la mina o escombreras deben ser eliminados con esta balsa de decantación.

Las dimensiones de la balsa se han realizado según el método recogido en el "Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería", editado por el ITGE.

Lo que dice este método es que el volumen establecido de la balsa será como mínimo igual a la suma del volumen de agua de escorrentía recogido en 24 horas y del volumen de sedimentos decantados durante el periodo comprendido entre limpiezas sucesivas de la balsa.

El área de la balsa se calcula en función del caudal (Q) que llegaría a la balsa y la velocidad de las partículas (V_s), en función del diámetro de estas aplicando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

De esta fórmula tenemos el Q que lo hemos calculado anteriormente, pero nos falta saber V_s que lo obtendremos con la fórmula de la Ley de Stokes, que es la siguiente:

$$V_s = \frac{g}{18\mu} (S - 1) \cdot D^2$$

Donde: V_s = Velocidad de caída de la partícula (cm/s).

$g= 981\text{cm}/\text{s}^2$ (aceleración de la gravedad).

$\mu = 0,01308 \text{ cm}^2/\text{s}$ (Viscosidad cinemática del fluido para 10°C).

$S = 2,8 \text{ g/cm}^3$ (peso específico de la partícula).

$D = 0,005 \text{ cm}$ (Diámetro de la partícula).

Sustituyendo en la fórmula anterior obtenemos que $V_s = 0,001875 \text{ m/s}$.

12.1.1 Caudal máximo a evacuar

Como hemos calculado en apartados anteriores el caudal máximo a tratar será igual a **$2,808 \text{ m}^3/\text{s}$** .

12.1.2 Dimensiones de la balsa

Con los datos procesados anteriormente y la siguiente fórmula, podremos calcular la superficie (A) de la balsa necesaria para la sedimentación de todos los sólidos que puedan llegar a ella.

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

Tenemos todos los datos, entonces sustituiríamos y nos quedaría $A = 1497,6 \text{ m}^2$.

Ahora vamos a calcular la altura de la balsa con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{V_a}{A}$$

Sustituimos los valores y nos sale que $H = 2,23 \text{ m}$.

Para aumentar la seguridad de la balsa y para que su construcción sea menos costosa aumentamos la altura de la balsa a $2,5 \text{ m}$.

Con estos datos calculados y teniendo en cuenta que el volumen total aumenta de 3335,904 m³ hasta 3744 m³ se considera sobradamente suficiente para almacenar el volumen de agua que se puede generar como consecuencia de la precipitación máxima calculada.

12.1.3 Clase y categoría de la balsa

Según el artículo 4. Clasificación de los Depósitos de Lodos, de la I.T.C. 08.2.01 del Capítulo VIII. Escombreras. Depósitos de Lodos de Tratamiento de Industrias Extractivas, en función de las dimensiones de las balsas, estaría dentro de la **Clase 4**.

Balsas de lodos de cualquier dimensión, y en función al riesgo potencial que pudiera derivarse de su posible rotura o de un funcionamiento incorrecto se encontrarían dentro de la **Categoría D**. Depósitos de lodos cuyo funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de escasa importancia a los elementos de riesgo siguientes:

- Para la población de Santa Lucía de Gordón, el riesgo es nulo debido a la distancia de la balsa hasta dicha población que es de 4,5 km.
- La balsa se encuentran situada a la ladera contraria a la mina a pesar de estar a una cota superior, por esto en caso de rotura no causaría ningún problema a los trabajadores de la mina.
- No hay obras de ingeniería civil cercanas, ni actividades económicas.

Lo único que se encuentra cerca es el arroyo que se encuentra a 50 metros de distancia. En caso de rotura de las balsas sería este el único arroyo afectado.

12.1.4 Emplazamiento de la balsa

Se ubicarán a la misma cota que la mina por lo tanto los aportes de las aguas pluviales y las aguas de escorrentía que se produzcan irán para la misma.

12.1.5 Construcción de la balsa

Debido a la ubicación y características de las fincas donde se construirán las balsas, únicamente será necesario vaciar el terreno para conseguir las dimensiones calculadas anteriormente.

Esta balsa no necesitará material impermeabilizante ya que se construirá sobre pizarras y cuarcitas que son materiales impermeables.

La balsa tendrá de largo **50 m** y de ancho **30 m**, con una profundidad de **2,5 m**.

12.1.6 Maquinaria a emplear

Para la construcción de dicha balsa se empleará la siguiente maquinaria que describiremos en la tabla 10 y en la figura 10:

TABLA 10: Maquinaria a emplear.

TIPO DE MAQUINA	MARCA Y MODELO	UNIDADES
Retroexcavadora	Komatsu PC750SE-6K	1
Pala Mixta	Volvo EL70C	1
Dumper	Komatsu HD465-5	2



FIGURA 10: Maquinaria a emplear.

12.1.7 Personal

Para la construcción de la balsa de decantación necesitaremos el siguiente personal trabajador que se indica en la tabla 11:

TABLA 11: Personal de la obra.

CARGO	UNIDADES
Director Facultativo	1
Encargado	1
Maquinista	4
Peones	3

12.2 Cálculo del canal de drenaje

También llamada cuneta es la encargada de conducir el agua y los sedimentos arrastrados de la mina, así como de recoger las aguas de escorrentía y llevarlas hasta la balsa de decantación.

El canal de drenaje se diseña de forma trapezoidal tal y como se indica en el Plano adjunto y que tendrá las siguientes medidas:

- Base mayor de **1 m**.
- Base menor de **0,5 m**.
- Altura de **0,7 m**.

Tenemos que comprobar que las medidas del canal de drenaje son suficientes para absorber el caudal de agua anteriormente calculado. Se determinará con la siguiente fórmula si esas medidas son las adecuadas:

$$Q_{\max} = S_{\min} \times V_{\max}$$

Donde: Q máximo= Caudal máximo a desalojar (m³/s).
 V máxima= Velocidad máxima admisible (m/s).
 S mínima= Sección mínima (m²).

No tenemos el valor de V máxima entonces la obtenemos mediante la fórmula de Manning que es la siguiente:

$$V_{\max} = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Donde: n= coeficiente de Manning (0,04). Ya que se obtiene de la tabla siguiente:

TABLA 12: Coeficiente de Manning.

CUNETAS Y CANALES SIN REVESTIR	
<i>En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa</i>	0,020-0,025
<i>En tierra ordinaria, superficie irregular</i>	0,025-0,035
<i>En tierra con ligera vegetación</i>	0,035-0,045
<i>En tierra con vegetación espesa</i>	0,040-0,050
<i>En tierra excavada mecánicamente</i>	0,028-0,033
<i>En roca, superficie uniforme y lisa</i>	0,030-0,035
<i>En roca, superficie con aristas irregulares</i>	0,035-0,045

R= radio hidráulico (m) .El radio hidráulico es igual a el cociente entre la sección (m²) y el perímetro mojado (m).

En nuestro caso sería la sección = [(0,5+1) x 0,7]/2 = **0,525 m²**.

En nuestro caso el perímetro mojado sería= 0,5 + (2 x 0,743)= **1,986 m**.

Ahora si calculamos R que sería el cociente de la sección entre el perímetro mojado y nos daría un resultado de **0,264 m**.

i= Consideramos una pendiente del 1%.

Sustituimos todos los valores y obtenemos una V máxima de **10,30 m/s**.

Con el valor de V máxima y con el valor de la S mínima obtenemos el Q con la fórmula que antes fijamos y obtenemos un valor de Q máximo de 5,408 m³/s que es bastante superior al caudal que necesitamos evacuar.

Por lo tanto queda demostrado que el canal drenante calculado es suficiente para evacuar dicho caudal.

13 Tratamiento de las aguas

Los objetivos para la depuración de estas aguas residuales son los siguientes:

- Reducir al máximo la contaminación.
- Proteger al medio ambiente.
- Ahorrar energía.
- Aprovechar los residuos obtenidos.

Para el tratamiento de estas aguas se siguen los siguientes pasos:

- Pretratamiento:

Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejillas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

- Tratamiento primario o tratamiento físico-químico:

Busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química (alto coste).

- Tratamiento secundario o tratamiento biológico:

Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos. Suele aplicarse tras los anteriores. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica —en sus diversas variantes de fangos activados, lechos de partículas, lagunas de oxidación y otros sistemas— o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Ambos sistemas producen fangos en mayor o menor medida que, a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final.

Una vez que estos procesos finalizan, el agua puede ser utilizada en el riego para evitar la acumulación de polvo en las pistas, lavado de maquinaria o vehículos, talleres... pero nunca para uso higiénico de los trabajadores y los lodos los utilizaremos como abono para las tierras de cultivo cercanas.

ÍNDICE

PLANOS

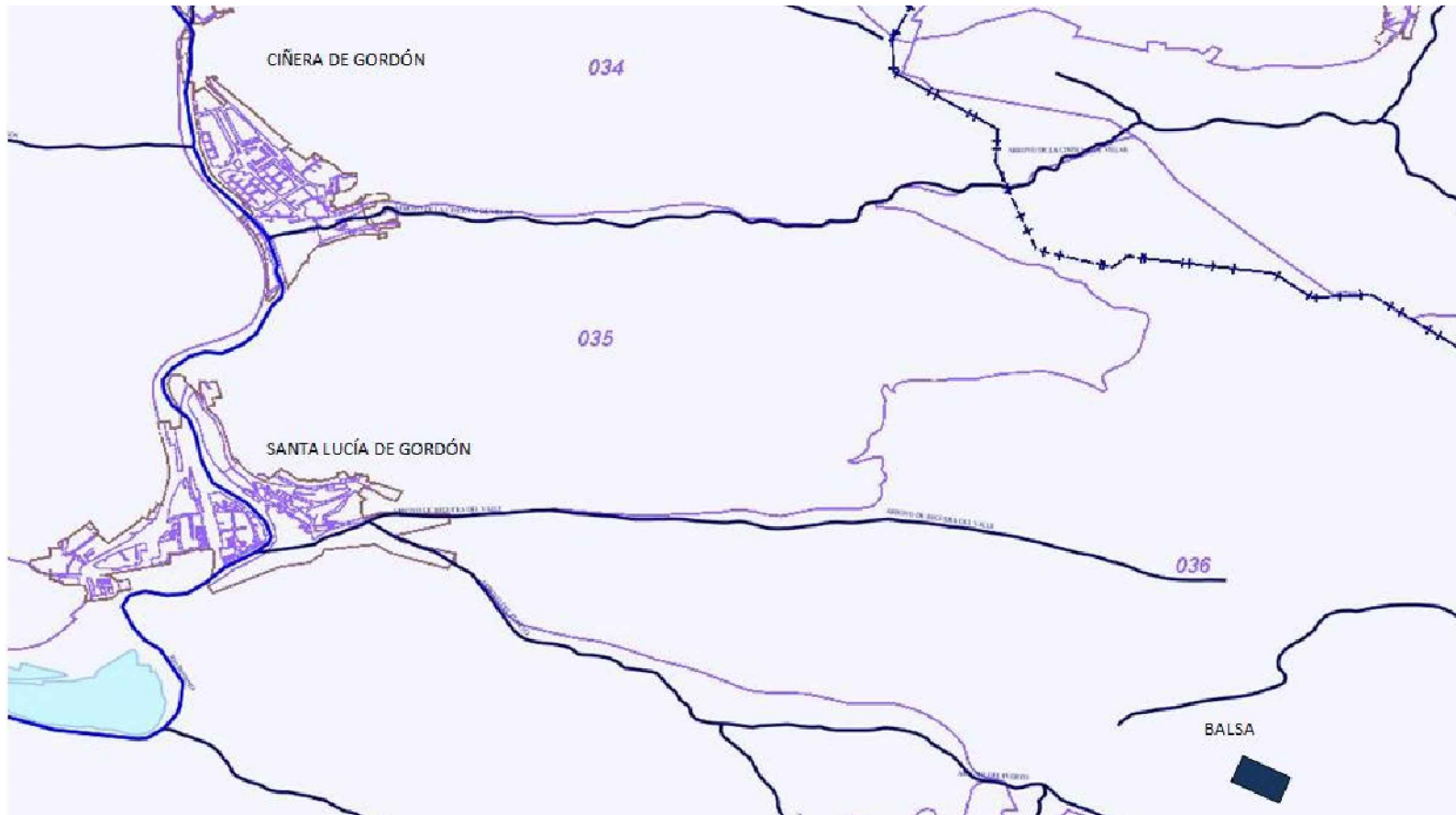
Nº1.-PLANO DE SITUACIÓN.

Nº2.-PLANO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA.

Nº3.-PLANO DE DIMENSIONADO DE LA Balsa.

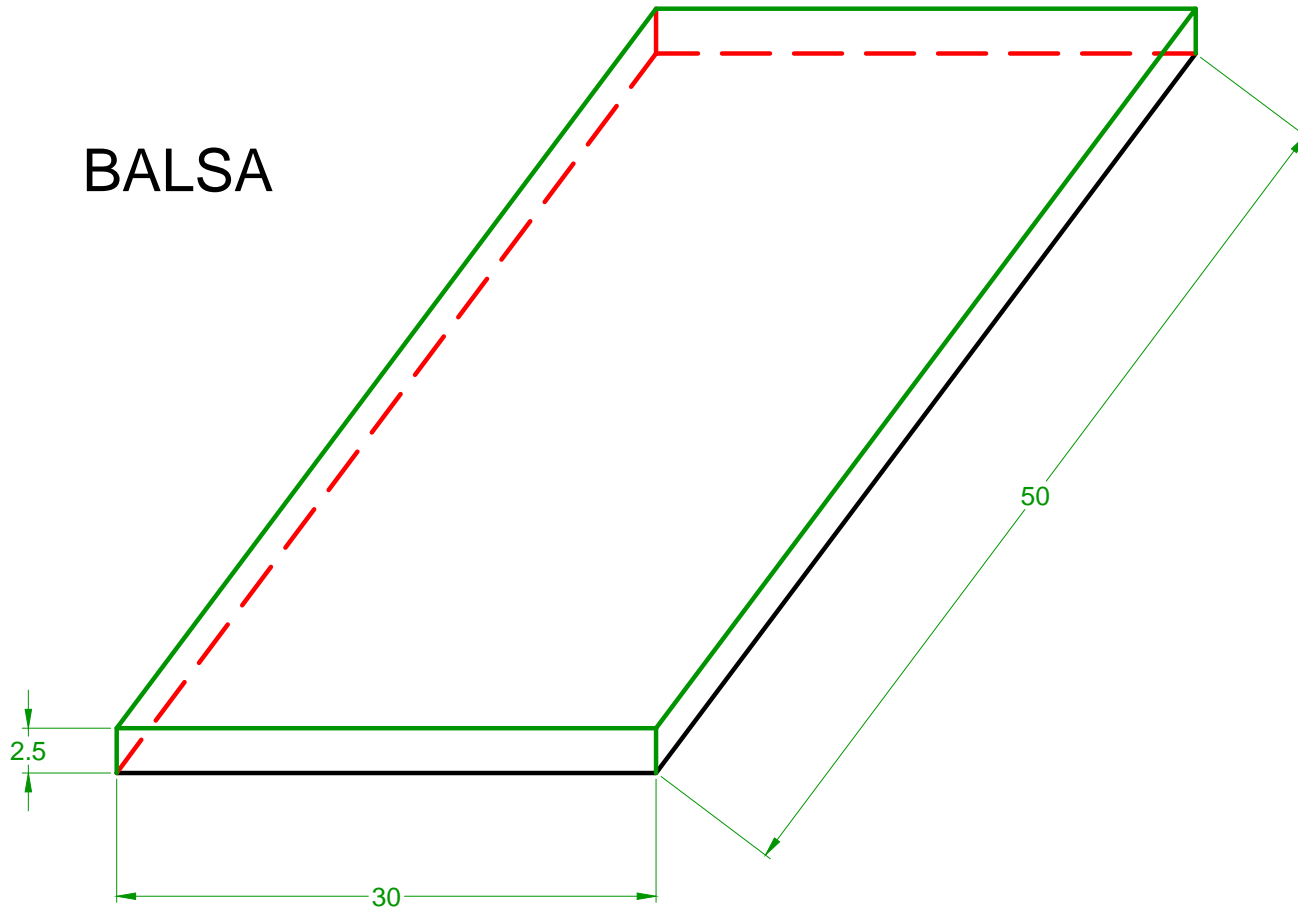


 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA MINERA	
PROYECTO DE UNA Balsa de Decantación de Agua de una Mina a Cielo Abierto en Santa Lucía de Gordón	
PLANO DE	SITUACIÓN
ESCALA	1:25.000
FECHA	JULIO 2015
ELISABET CELADA ÁLVAREZ	
Fdo.:.....	
PLANO Nº	
1	

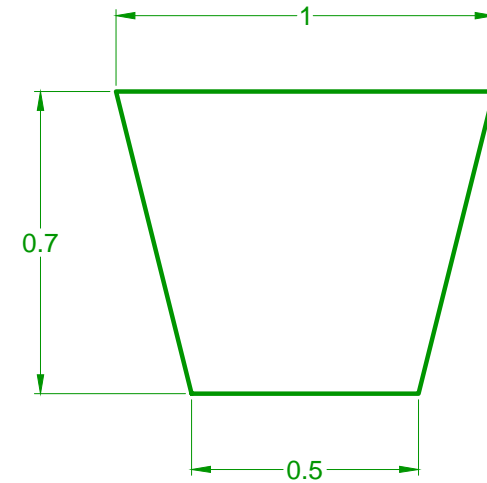


 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA MINERA	
PROYECTO DE UNA Balsa DE DECANTACIÓN DE AGUA DE UNA MINA A CIELO ABIERTO EN SANTA LUCÍA DE GORDÓN	
PLANO DE	CUENCA HIDROGRÁFICA
ESCALA	1:15.000
FECHA	JULIO 2015
Fdo.:.....	
ELISABET CELADA ÁLVAREZ	
PLANO Nº	
2	

BALSA



CANAL DE DRENAJE



 UNIVERSIDAD DE LEÓN			
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA MINERA			
PROYECTO DE UNA BALSA DE DECANTACIÓN DE AGUA DE UNA MINA A CIELO ABIERTO EN SANTA LUCÍA DE GORDÓN			
PLANO DE	DIMENSIONADO		
ESCALA	1:100	ELISABET CELADA ÁLVAREZ	PLANO N°
FECHA	JULIO 2015	Fdo.:	3

ÍNDICE

PLIEGO DE CONDICIONES

1	Pliego de Condiciones	1
1.1	Objetivo y alcance	1
1.2	Definición	1
1.3	Normativa técnica general.....	1
1.4	Descripción de las obras	2
1.4.1	Retirada de la tierra vegetal	2
1.4.2	Excavación de la balsa.....	3
1.4.3	Canal de drenaje	3
1.4.4	Vallado perimetral de la balsa	3
1.5	Condiciones que deben cumplir los materiales	4
1.5.1	Hormigones.....	4
1.5.2	Tubos de hormigón.....	4
1.5.3	Mallas y postes para el vallado perimetral de la balsa.....	5
1.5.4	Materiales no especificados en este pliego.....	5
1.6	Condiciones que deben cumplir las unidades de obra	5
1.6.1	Retirada de la tierra vegetal	5
1.6.2	Movimientos de tierra y excavación de la balsa.....	6
1.6.3	Canal de drenaje	6
1.6.4	Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista	6
1.6.5	Vallado perimetral de la balsa	7
1.6.6	Las obras no descritas en este pliego	7

2	Mediciones	8
2.1	Normas generales.....	8
2.2	Precios unitarios	8
2.3	Unidades de obra no previstas.....	8
2.4	Obra inaceptable o incompleta	8
2.5	Mediciones y abono.....	9
2.5.1	Retirada de la tierra vegetal	9
2.5.2	Excavaciones	9
2.5.3	Hormigones.....	9
2.5.4	Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista	9
2.5.5	Colocación de la valla perimetral de la balsa.....	9
2.5.6	Abono de las obras accesorias cuya ejecución no está definida totalmente	10
2.6	Disposiciones generales.....	10
2.6.1	Normas generales	10
2.6.2	Replanteo.....	10
2.6.3	Programa de trabajos	10
2.6.4	Comienzo de las obras	11
2.6.5	Plazo de ejecución	11
2.6.6	Ensayos de control.....	11
2.6.7	Recepción provisional.....	11
2.6.8	Recepción definitiva.....	12
2.6.9	Contradicciones y omisiones del proyecto.....	12

PLIEGO DE CONDICIONES

1 Pliego de Condiciones

1.1 Objetivo y alcance

El objeto del presente pliego es establecer las condiciones técnico-administrativas que se deberían cumplir durante la realización de las obras de formación de las balsas para las aguas procedentes de la Mina a cielo abierto de Santa Lucia de Gordón, que explota PEAL S.A, incluyéndose los criterios técnicos de seguridad aplicables en el desarrollo de las obras.

1.2 Definición

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que definen los requisitos técnicos para la ejecución de las obras en cuanto a su naturaleza y características físicas.

1.3 Normativa técnica general

Con independencia de lo prescrito en el presente Pliego, y en todo aquello que no lo contraiga expresamente, tendrá pleno vigor y será de estricta aplicación la normativa oficial vigente relativa, por lo que todo lo que no estuviera establecido en este Pliego, se regulará por lo dispuesto en:

- Reglamento General de Normas Básicas de seguridad Minera (R.D. 863/1985, de 2 de Abril)
- I.T.C 08.2.01 que corresponde al Capítulo VII. Escombreras. Depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas.
- Instrucción 5.1.IC sobre drenaje, aprobada por OM de 21 de junio de 1965 (BOE 17 de Septiembre) vigente en la parte no modificada por la institución 5.2.IC sobre drenaje superficial, aprobada por OM de 14 de Mayo de 1960.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por el R.D 2661/1998 de 11 de Diciembre.

- Prescripciones del Pliego M.O.P.U, aprobado por orden de 15 de septiembre de 1986.
- Decreto 3410/1975, de 25 de Noviembre, BOE de 27 de diciembre de 1975, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación de Obras del Estado.
- Orden de 28 de Marzo de 1968 por la que se dictan normas complementarias para la clasificación de contratistas de obras del Estado.

Serán de aplicación las disposiciones oficiales que sustituyan, modifiquen o complementen a las citadas en la relación anterior.

1.4 Descripción de las obras

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y las indicaciones de la Dirección Técnica, quien resolverá las cuestiones que puedan plantearse en la interpretación de aquellos y en las condiciones y detalles de la ejecución. Los trabajos a desarrollar constarán básicamente en la eliminación de la tierra vegetal y la realización de excavaciones, tanto del hueco de la balsa como la realización de canal de drenaje y del paso de tubería de hormigón para la canalización del agua bajo pista. Por último se procederá al cercado del perímetro de la balsa.

1.4.1 Retirada de la tierra vegetal

Se comenzará con la retirada de la tierra vegetal. Esta tierra vegetal procedente de la zona donde se ubicará la balsa, se almacenará en las zonas (dentro de la mina) que se tienen al efecto para emplearlas después para restauración de escombreras.

El desbrozado y carga de tierra vegetal se realizará mediante la pala mixta.

La tierra vegetal se llevará y basculará a la zona específica mediante dumper.

1.4.2 Excavación de la balsa

Se entiende como excavación al conjunto de operaciones necesarias para abrir el hueco necesario para formar la balsa.

El terreno adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá. Una vez quitada toda la tierra vegetal, se empezará la fase de excavación de acuerdo con las dimensiones indicadas en el Proyecto. Dicha excavación continuara hasta llegar a la profundidad necesaria y que está reflejada en el Proyecto.

La excavación se realizará mediante pala mixta y retroexcavadora y el material extraído se cargará sobre el dumper que lo llevará a la zona de vertido designada.

Para la realización de dicha excavación no será necesario el empleo de explosivos. En caso de que los taludes del hueco efectuado de acuerdo con el Proyecto y órdenes del Director de la Obra, resulten inestables, dando origen a desprendimientos, se adoptarán las medidas necesarias para evitarlas.

También se empleará la excavación mecánica para la colocación de la tubería de hormigón para canalización de agua bajo la pista.

1.4.3 Canal de drenaje

Se excavará a pie de talud, este canal de drenaje, como cuneta y con la sección que anteriormente se ha calculado en el Proyecto y que conducirá las aguas pluviales hasta la balsa calculada anteriormente.

Para la carga del material extraído se empleará la pala mixta y dumper.

Por último, se realizará el canal de drenaje mediante el vertido de hormigón en masa, y con la sección que se ha calculado.

1.4.4 Vallado perimetral de la balsa

Una vez realizada la balsa de decantación, se procederá al cercado de la misma para evitar que ninguna persona o animal caiga en ella. Para ello, se procederá al cercado mediante malla galvanizada de simple torsión ST/40-14, adaptada sobre tres filas de alambre liso, y con la colocación de postes de acero galvanizado. El cercado se realizará manualmente.

1.5 Condiciones que deben cumplir los materiales

Los materiales que se propongan para su empleo en las obras de este proyecto deberán:

- Ajustarse a las especificaciones de este Pliego, de la memoria y de los planos.
- Ser examinados por el Director Facultativo.

La aceptación o rechazo de los materiales compete a la Dirección Facultativa, que establecerá sus criterios de acuerdo con las normas y los fines del Proyecto.

1.5.1 Hormigones

Los hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por el R.D 2661/1998 de 11 de Diciembre.

El hormigón que se empleará para su uso en masa, deberá alcanzar una resistencia mínima en obra de 20N/mm².

La dosificación de los distintos materiales se hará siempre en peso, con la excepción de áridos que podrán dosificarse en peso o volumen.

1.5.2 Tubos de hormigón

Son tubos fabricados con cemento Portland que se someten a vibrado y/o centrifugado durante el fraguado y que posteriormente se curan al vapor. Se emplean para hacer las conducciones de aguas de saneamiento.

Deberán cumplir con las prescripciones del Pliego M.O.P.U., aprobado por orden de 15 de Septiembre de 1986.

En nuestro caso, tendrán un metro de diámetro y serán totalmente uniformes y con bordes perfectamente planos en la sección extrema y perpendicular al eje del tubo.

No se usará el que presente algún defecto que altere su resistencia e impermeabilidad.

1.5.3 Mallas y postes para el vallado perimetral de la balsa

La malla para el cercado del perímetro de las balsas deberá ser del tipo de enrejado metálico de 2 metros de altura, a base de malla galvanizada de simple torsión ST/40-14, con trama de 50 milímetros de luces y 2,2 milímetros de diámetro.

Estará adaptada sobre tres filas de alambre liso (atado y cosido sobre los cables superiores y punteado sobre el inferior). Los postes irán colocados con postes intermedios cada 3 metros, con poste de centro y tiro (cada 33 metros). También serán de acero galvanizado de diámetro 48/1,5 milímetros, con tornapuntas de refuerzo de diámetro 40/1,5 milímetros y con tensores cincados.

Posteriormente al vallado de la balsa se colocará una puerta del mismo material (malla galvanizada) de 10 metros de distancia para la entrada de maquinaria encargada de la limpieza de la balsa o mantenimiento.

1.5.4 Materiales no especificados en este pliego

El Director Facultativo será el que decidirá sobre la conveniencia de la autorización, o rechazo, de los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego.

1.6 Condiciones que deben cumplir las unidades de obra

1.6.1 Retirada de la tierra vegetal

Únicamente se realizará la eliminación de la tierra vegetal de recubrimiento del suelo de la zona donde se van a ubicar las balsas.

Esta unidad de obra consta de la excavación de la tierra vegetal, la carga de la misma y su transporte hasta la zona donde se depositará.

1.6.2 Movimientos de tierra y excavación de la balsa

Terminadas las operaciones de carga de la tierra vegetal del terreno, se iniciaran las obras de excavación, ajustándose a las dimensiones y demás información contenida en los planos y lo que ordene el Director Facultativo.

El orden y la forma de ejecución se ajustarán al Proyecto. Las excavaciones deberán realizarse por procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte apropiados a las características y volumen de ejecución de la obra.

Se solicitará de las correspondientes compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos eléctricos.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. Tomando las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

1.6.3 Canal de drenaje

Dicho canal se realizará como cuneta, al lado de la pista y en los taludes, por los que se tendrá especial cuidado en la inestabilidad de taludes que pudiera dar lugar a deslizamiento de tierras en la realización de dicho canal.

1.6.4 Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista

Se procederá a realizar la excavación de la pista a la profundidad necesaria para la colocación posterior del tubo de hormigón prefabricado. El tubo se asentará sobre una base de hormigón en masa por lo que se aplicará la instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EHE-98, el hormigón cumplirá las prescripciones técnicas impuestas en dicha instrucción.

La obra deberá seguir las indicaciones del Director Facultativo en todo aquello que no se separe de la tónica general del proyecto.

1.6.5 Vallado perimetral de la balsa

Lo primero será la realización de los huecos donde irán ubicados los postes, que se realizará de forma manual. Después se colocarán los postes y se colocará la malla galvanizada, la cual una vez atada y cosida se procederá al tensado de los alambres lisos sobre los que se ha colocado.

1.6.6 Las obras no descritas en este pliego

Las obras que no queden completamente definidas en este Pliego, se realizarán atendiendo a los planos y a las instrucciones dadas por el Director Facultativo.

2 Mediciones

2.1 Normas generales

Todas las unidades de obra medirán por su volumen, por su superficie, por metro lineal, por kilogramo o por unidad de acuerdo al cuadro de precios.

2.2 Precios unitarios

En las normas de medición contenidas en este capítulo del Pliego, se entenderá siempre que los precios unitarios se refieren a unidad de obra terminada. Por lo tanto quedan comprendidos en ellos todos los gastos de suministro, empleo de materiales y la realización de unidades de obra.

La descripción de materiales y unidades de obra no es exhaustiva, pudiendo ser solamente enunciativa y dirigida a la mejor comprensión de las características del trabajo a realizar. Los materiales y operaciones no descritos, que sean necesarios para la realización de la unidad de obra se consideran incluidos en los precios de abono.

2.3 Unidades de obra no previstas

En caso necesario de realizar una unidad de obra no prevista, el nuevo precio se determinará conforme a las condiciones generales y considerando los precios de los materiales y operaciones que aparezcan en otras unidades del proyecto. El precio se fijará con anterioridad a la ejecución de la nueva unidad, mediante acuerdo entre el Director Facultativa y el Contratista.

2.4 Obra inaceptable o incompleta

El Director facultativo determinará el precio de abono después de oír al Contratista, y este podrá optar entre el precio o terminar o rehacer la obra con arreglo a las condiciones estipuladas en un principio.

2.5 Mediciones y abono

La medición de abono se hará por unidades de obra, con la periodicidad señalada. Todas las medidas se harán en el sistema métrico decimal.

2.5.1 Retirada de la tierra vegetal

Se medirá en metros cúbicos (m^3) el área proyectada en planta de la zona donde se ubicará la balsa, se considera una profundidad de 30 centímetros. En el precio se incluye el empleo de maquinaria para la carga, transporte y acopio para su posterior utilización.

2.5.2 Excavaciones

Se medirán por metros cúbicos (m^3), siendo este el espacio desalojado. La excavación se abonará según el volumen de acuerdo con las cotas de los perfiles y taludes que ordene el Director Facultativo.

Se abonarán los precios que figuren en el presupuesto para la excavación del canal de drenaje y del hueco de la balsa.

2.5.3 Hormigones

Los hormigones de cualquier dosificación se medirán por metros cúbicos (m^3) realmente colocados. En el precio se incluyen los gastos de transporte, preparación, puesta en obra, aditivos, pruebas y ensayos, vidriado, curado y todas las operaciones necesarias para la terminación de la unidad de obra.

2.5.4 Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista

Se abonarán por metros lineales colocados. Están incluidos los gastos de transporte, colocación y las demás operaciones necesarias para terminar la unidad de obra.

2.5.5 Colocación de la valla perimetral de la balsa

Se abonarán por metros lineales reales colocados, dentro del mismo se incluyen los gastos de transporte y las demás operaciones necesarias para terminar la unidad de obra.

2.5.6 Abono de las obras accesorias cuya ejecución no está definida totalmente

Se abonarán de acuerdo con lo dispuesto para las obras accesorias en el artículo 34 del Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas, del 8 de Abril de 1965.

2.6 Disposiciones generales

2.6.1 Normas generales

El contratista queda obligado a cumplir cuanto se especifica en el presente Pliego de Condiciones y la Ley 13/95 del 18 de Mayo, de Contratos con las Administraciones Públicas y el Decreto 3854/1970 del 31 de Diciembre que aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de las Obras del Estado. En caso de discrepancia entre algunas de las disposiciones legales, prevalecerá siempre la de mayor rango.

El contratista observará cuantas disposiciones le sean dictadas por el Director Facultativo, encaminadas a garantizar la seguridad de los trabajadores.

2.6.2 Replanteo

En el plazo de 15 días, después de la adjudicación de la obra, se comprobará, en presencia del adjudicatario, el replanteo de las obras.

2.6.3 Programa de trabajos

El programa de trabajos incluirá:

- Selección de los medios necesarios.
- Estimación de plazos de las unidades de obra.
- Valoración mensual y acumulada de la obra.
- Representación gráfica de actividades en un gráfico de barras o diagrama de unidades-tiempos.

La aprobación del plan, no exime de responsabilidad para el contratista, en caso de incumplimiento de plazos.

2.6.4 Comienzo de las obras

El contratista iniciará las obras cuando reciba la orden por parte del Director Facultativo.

2.6.5 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución será de 25 días laborables, contados a partir de la fecha del replanteo de las obras. Por cada día natural que se exceda de dicho plazo, el contratista se verá penalizado con cuatrocientos euros (400€).

El plazo de garantía será de un año natural.

2.6.6 Ensayos de control

Los ensayos se realizarán de acuerdo con las actuales Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, las del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento y la que en lo sucesivo pudieran ser de aplicación en las obras de carácter oficial.

El contratista abonará a los laboratorios respectivos, todos los ensayos que se realices, hasta el tope del uno y medio por ciento (1,5%) del presupuesto de ejecución.

2.6.7 Recepción provisional

Si las obras se hallaran terminadas con arreglo a condiciones, se llevará a cabo la recepción provisional.

2.6.8 Recepción definitiva

Transcurrido el plazo de garantía, se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras, una vez realizado el oportuno reconocimiento de las mismas, y en el supuesto de que todas ellas se encuentren en las condiciones específicas en este Pliego.

2.6.9 Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en el Pliego de condiciones u omitido en los planos, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá este último.

Las omisiones en los Planos o Pliego de Condiciones y las descripciones erróneas de los detalles de la obra no eximirán al Contratista de la obligación de ejecutarlas sino que las realizará como si constaran en ambos documentos.

ÍNDICE

PRESUPUESTO

1 Mediciones	1
1.1 Mediciones de las unidades de obra.....	1
1.2 Mediciones de la maquinaria.....	1
1.3 Mediciones del personal	2
1.4 Mediciones del material.....	2
2 Precios unitarios	3
2.1 Precios unitarios de las unidades de obra	3
2.2 Precios unitarios de la maquinaria.....	3
2.3 Precios unitarios del personal	3
2.4 Precios unitarios del material	4
3 Presupuesto parcial	5
3.1 Presupuesto parcial de las unidades de obra	5
3.2 Presupuesto parcial de la maquinaria.....	6
3.3 Presupuesto parcial del personal.....	6
3.4 Presupuesto parcial del material	7
3.5 Total conceptos	7
4 Presupuesto general.....	8

1 Mediciones

1.1 Mediciones de las unidades de obra

CONCEPTO	UNIDADES	TOTAL
Retirada de la tierra vegetal, transporte y acopio para uso posterior (hasta 1km).	m ³	600
Excavación por medios mecánicos, carga y transporte del material excavado (hasta 1km).	m ³	4 000
Tubería de hormigón de 1m de diámetro sobre solera de hormigón (H-20) para canalización de agua bajo la pista.	m	30
Canal de drenaje en sección trapezoidal (1x 0,7x 0,5).	m	200
Vallado del perímetro de la balsa con una malla galvanizada simple torsión ST/40-14	m	184

1.2 Mediciones de la maquinaria

MAQUINARIA	UNIDADES	TOTAL
Pala Mixta (Volvo EI70C)	Ud	1
Retroexcavadora(Komatsu PC750SE-6K)	Ud	1
Dumper (Komatsu HD465-5)	Ud	2

1.3 Mediciones del personal

PERSONAL	UNIDADES	TOTAL
Director Facultativo	Ud	1
Encargado	Ud	1
Maquinista	Ud	4
Peón	Ud	3

1.4 Mediciones del material

MATERIALES	UNIDAD	TOTAL
Hormigón (HM-20)	m ³	300
Tubo de hormigón Prefabricado (1m de diámetro)	m	50
Malla galvanizada(2 m), postes y tensores	m	184
Casco de seguridad	Ud	9
Mono de trabajo	Ud	9
Pantalón y chaqueta impermeables	Ud	9
Botas de seguridad	Ud	9
Par de guantes de nitrilo	Ud	9
Protector auditivo	Ud	9
Mascarilla de goma	Ud	9

2 Precios unitarios

2.1 Precios unitarios de las unidades de obra

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)
Retirada de la tierra vegetal, transporte y acopio para uso posterior (hasta 1km).	m ³	6,90
Excavación por medios mecánicos, carga y transporte del material excavado (hasta 1km).	m ³	7,49
Tubería de hormigón de 1m de diámetro sobre solera de hormigón (H-20) para canalización de agua bajo la pista.	m	183,40
Canal de drenaje en sección trapezoidal (1x 0,7x 0,5).	m	121,78
Vallado del perímetro de la balsa con una malla galvanizada simple torsión ST/40-14	m	63,18

2.2 Precios unitarios de la maquinaria

MAQUINARIA	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)
Pala Mixta (Volvo EI70C)	Ud	25 600
Retroexcavadora(Komatsu PC750SE-6K)	Ud	13 760
Dumper (Komatsu HD465-5)	Ud	30 400

2.3 Precios unitarios del personal

PERSONAL	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)
Director Facultativo	Ud	1 440
Encargado	Ud	2 528
Maquinista	Ud	2 320
Peón	Ud	1 984

2.4 Precios unitarios del material

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO(€/unidad)
Hormigón (HM-20)	m ³	83
Tubo de hormigón Prefabricado (1m de diámetro)	m	45
Malla galvanizada(2 m), postes y tensores	m	25,05
Casco de seguridad	Ud	3,25
Mono de trabajo	Ud	17
Pantalón y chaqueta impermeables	Ud	15,85
Botas de seguridad	Ud	32,60
Par de guantes de nitrilo	Ud	2,45
Protector auditivo	Ud	11,52
Mascarilla de goma	Ud	3,20

3 Presupuesto parcial

3.1 Presupuesto parcial de las unidades de obra

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)	CANTIDAD	SUBTOTAL(€)
Retirada de la tierra vegetal, transporte y acopio para uso posterior (hasta 1km).	m ³	6,90	600	4 140
Excavación por medios mecánicos, carga y transporte del material excavado (hasta 1km).	m ³	7,49	4 000	29 960
Tubería de hormigón de 1m de diámetro sobre solera de hormigón (H-20) para canalización de agua bajo la pista.	m	183,40	30	5 502
Canal de drenaje en sección trapezoidal (1x 0,7x 0,5).	m	121,78	200	24 356
Vallado del perímetro de la balsa con una malla galvanizada simple torsión ST/40-14	m	63,18	184	11 625,12
TOTAL DE PRESUPUESTO PARCIAL DE LAS UNIDADES DE OBRA (Setenta y cinco mil quinientos ochenta y tres con doce céntimos de Euro)				75 583,12

3.2 Presupuesto parcial de la maquinaria

MAQUINARIA	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)	CANTIDAD	SUBTOTAL(€)
Pala Mixta (Volvo EI70C)	Ud	25600	1	25 600
Retroexcavadora(Komatsu PC750SE-6K)	Ud	13760	1	13 760
Dumper (Komatsu HD465-5)	Ud	30400	2	60 800
TOTAL DE PRESUPUESTO PARCIAL DE LA MAQUINARIA (Cien mil ciento sesenta Euros)				100 160

3.3 Presupuesto parcial del personal

PERSONAL	UNIDADES	PRECIO(€/unidad)	CANTIDAD	SUBTOTAL(€)
Director Facultativo	Ud	1 440	1	1 440
Encargado	Ud	2 528	1	2 528
Maquinista	Ud	2 320	4	9 280
Peón	Ud	1 984	3	5 952
TOTAL DE PRESUPUESTO PARCIAL DE PERSONAL (Diecinueve mil doscientos Euros)				19 200

3.4 Presupuesto parcial del material

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO(€/unidad)	CANTIDAD	SUBTOTAL(€)
Hormigón (HM-20)	m ³	83	300	24 900
Tubo de hormigón Prefabricado (1m de diámetro)	m	45	50	2 250
Malla galvanizada(2 m), postes y tensores	m	25,05	184	4 609,20
Casco de seguridad	Ud	3,25	9	29,25
Mono de trabajo	Ud	17	9	153
Pantalón y chaqueta impermeables	Ud	15,85	9	142,65
Botas de seguridad	Ud	32,60	9	293,4
Par de guantes de nitrilo	Ud	2,45	9	22,05
Protector auditivo	Ud	11,52	9	103,68
Mascarilla de goma	Ud	3,20	9	28,8
TOTAL DE PRESUPUESTO PARCIAL DEL MATERIAL (Treinta y dos mil quinientos treinta y dos con tres céntimos de Euro)				32 532,03

3.5 Total conceptos

CONCEPTO	TOTAL (€)
Unidades de obra	75 583,12
Maquinaria	100 160
Personal	19 200
Material	32 532,03
TOTAL CONCEPTOS (Doscientos veintisiete mil cuatrocientos setenta y cinco con quince céntimos de Euro)	227 475,15

4 Presupuesto general

TOTAL CONCEPTOS	227 475,15
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	13 648,51
GASTOS GENERALES (13%)	29 571,77
SUBTOTAL	270 695,43
I.V.A (16%)	43 311,27
TOTAL PRESUPUESTO (Trescientos catorce mil seis con setenta céntimos de Euro)	314 006,70

ÍNDICE

ANEXO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	<i>Estudio de Seguridad y Salud</i>	1
1.1	Normativa a seguir	1
1.2	Objeto del estudio	2
1.3	Formación	3
1.4	Medidas de seguridad del proyecto	3
1.4.1	Obras a realizar	3
1.4.1.1	Retirada de la tierra vegetal	3
1.4.1.2	Excavación de la balsa.....	4
1.4.1.3	Canal de drenaje	5
1.4.1.4	Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista	6
1.4.1.5	Vallado perimetral de la balsa	7
1.4.2	Maquinaria a emplear.....	8
1.4.2.1	Dumper	10
1.4.2.2	Pala Mixta y retroexcavadora	11

ANEXO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1 Estudio de Seguridad y Salud

1.1 Normativa a seguir

- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción.
- R.D. 863/1985, de 2 de abril, Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1389/1977, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (B.O.E. de 28 de diciembre de junio de 1993). Rectificado en el B.O.E. de 24 de febrero de 1993.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio (B.O.E. de 7 de agosto). Por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- B.O.E. de 4 de octubre por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

- Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal:
 - * R. de 14 de diciembre de 1974(B.O.E: 30/12/74): N.R.MT-I: Cascos no metálicos.
 - * R. de 28 de julio de 1975 (B.O.E: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos.
 - * R. de 28 de julio de 1975 (B.O.E: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de electricidad.
 - * R. de 28 de julio de 1975 (B.O.E: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Modificación: B.O.E 27/10/75.
 - * R. de 28 de julio de 1975 (B.O.E: 04/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Normas comunes y adaptadores faciales.
Modificaciones: B.O.E. 29/10/75.
 - * R. de 28 de julio de 1975 (B.O.E: 09/09/75): N.R. MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Mascarillas autofiltrantes.
Modificaciones: B.O.E. 31/10/75.
- Disposiciones Internas de Seguridad de la mina que figuran en el documento de Seguridad y Salud de la misma.

1.2 Objeto del estudio

El objetivo es definir las condiciones relativas a la prevención de accidentes y enfermedades laborales durante la ejecución de los trabajos del Proyecto. Se trata de dar unas directrices mínimas, que deben reflejarse y desarrollarse en el plan de seguridad y salud que el contratista debe presentar para su aprobación antes del comienzo de los trabajos.

Se consideran los riesgos detectables para esta obra. Si aparecen otros riesgos se estudiarán de forma más profunda, dentro del plan de seguridad y salud, en el momento en que aparezcan.

1.3 Formación

Según el Art. 19 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y con la Ley 54/2003, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, el personal tendrá la formación general y específica en materia de prevención, en base a las características del puesto de trabajo que desempeñen.

La formación estará en función de la categoría profesional y actividad que desarrollen.

1.4 Medidas de seguridad del proyecto

1.4.1 Obras a realizar

1.4.1.1 Retirada de la tierra vegetal

Que consiste en quitar la tierra vegetal, la carga de la misma, su transporte y su descarga.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Caídas de personal a distinto nivel.
- Contacto eléctrico con líneas aéreas.
- Atropellos y golpes de máquinas.
- Derrabes de paredes.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Casco (uso obligatorio).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Empleo de botas de seguridad.

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- En caso de presencia de agua, se procederá a eliminarla con las técnicas adecuadas para evitar la inestabilidad de taludes.
- El Director Facultativo revisará antes de reanudar el trabajo cuando éste se interrumpa por cualquier causa.
- Cada una de las actividades que se realicen llevarán la señalización adecuada.

1.4.1.2 Excavación de la balsa

Terreno que es necesario sacar para la formación de la balsa, transporte y el vertido posterior del mismo.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Caídas de personal a distinto nivel.
- Contacto eléctrico con líneas aéreas.
- Atropellos y golpes de máquinas.
- Derrabes de paredes.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Casco (uso obligatorio).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Empleo de botas de seguridad.

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- En caso de presencia de agua, se procederá a eliminarla con las técnicas adecuadas para evitar la inestabilidad de taludes.
- El Director Facultativo revisará antes de reanudar el trabajo cuando éste se interrumpa por cualquier causa.
- Cada una de las actividades que se realicen llevarán la señalización adecuada.

1.4.1.3 Canal de drenaje

Es una excavación larga y estrecha, siendo de profundidad y sección como se ha definido en el apartado correspondiente. El hormigonado, en nuestro caso, consistirá en un moldeo "in situ", mediante el vertido de hormigón en masa y con la forma calculada en el apartado correspondiente.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Derrabes del terreno, de tierra o roca a causa del empleo de maquinaria.
- Atropellos, vuelcos o choques debido a maniobras peligrosas de la maquinaria.
- Caídas a distinto nivel.
- Riesgos producidos por las condiciones meteorológicas adversas.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Utilización obligatoria del casco de seguridad.
- Empleo de ropa de trabajo adecuada a las condiciones meteorológicas (trajes impermeables cuando llueva).
- Botas de seguridad.
- Uso de guantes, protectores auditivos y mascarillas filtrantes.

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- Las actividades de transporte y la excavación se regirán por un plan establecido previamente.
- Los productos que se obtengan en la excavación se acumularán en zonas adecuadas para ello y a bastante distancia del canal para evitar la inestabilidad de este.
- Antes del hormigonado, se procederá a la revisión del estado de los encofrados.
- Se intentará en todo lo posible que la zona de trabajo esté limpia y ordenada.

1.4.1.4 Colocación de la tubería de hormigón bajo la pista

Una vez realizado el hueco necesario, se ubicará en el mismo el tubo de hormigón que descansará sobre una base de hormigón. Para la realización del hueco se procederá según el apartado anterior.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Caídas a distinto nivel.
- Contacto directo con el hormigón.
- Precaución a la hora del acopio de material. Se deberá realizar a una distancia mínima de 2,5 metros de la zona donde se está echando el hormigón.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Uso del casco.
- Ropa de trabajo adecuada según la meteorología.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla (por la presencia del polvo en la obra).

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- Se realizarán las obras según el orden establecido y revisando el buen estado de cada paso anterior.
- Respetar la distancia de seguridad fijada de 2,5 metros.

1.4.1.5 Vallado perimetral de la balsa

Para colocar los postes que sujetarán los alambres de acero liso será necesario realizar una serie de agujeros los cuales se llenarán de hormigón. Posteriormente se colocará la malla que cerrará el perímetro de la balsa por completo.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Caídas a distinto nivel.
- Contacto con el hormigón.
- Cortes o golpes a la hora de la colocación de la malla, postes o a la hora de hacer los huecos para rellenarlos de hormigón.
- Problemas de salud a la hora de hacer sobreesfuerzos, como por ejemplo levantando más peso del recomendado.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Uso del casco obligatorio.
- Utilización de ropa adecuada de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes
- Protectores auditivos y mascarillas en caso de polvo.

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- No coger carga manualmente si ésta es muy pesada.
- Revisar aquellos materiales que puedan causarnos cortes o golpes a la hora de manejarlos.
- No dejar material disperso ni que cause obstáculos para los demás trabajadores.

1.4.2 Maquinaria a emplear

Cada una de las máquinas que utilicemos o cualquier vehículo que interceda en la obra tienen la obligación de cumplir las disposiciones técnicas establecidas.

El Director Facultativo o el encargado de obra podrán paralizarla en el caso de que las condiciones de seguridad no se estén cumpliendo de manera directa.

De esta manera se disponen las siguientes condiciones de seguridad impuestas para tal obra:

- Queda prohibido subir o bajar de las máquinas en marcha.
- Queda prohibido transportar a otras personas ajenas a la conducción de cualquier máquina, así como subirse a sus elementos o plataformas salientes, estribos, parachoques, cucharones o cuchillas.
- El operario de la máquina deberá realizar su labor en posición de sentado, nunca de pie y procurando trabajar a favor del viento.
- Cuando se trabaje en las cercanías de tendidos eléctricos aéreos se mantendrá obligatoriamente una distancia de, al menos, 3 metros respecto a líneas de baja tensión y de 6 metros respecto a líneas de alta tensión. En el caso de caída accidental de un conductor eléctrico por rotura sobre la máquina, el trabajador permanecerá en dicha máquina hasta que no se corte la tensión. Una vez cortada la tensión el trabajador saltará de la máquina sin tener contacto directo de la máquina y de la tierra simultáneamente.
- El trabajador impedirá la cercanía a cualquier persona al radio de acción de esta, sobre todo en el arranque.
- Queda prohibido el transporte de materiales inflamables o explosivos.
- Queda prohibido el transporte de cualquier material en la cabina de la máquina o vehículo.

- Al iniciar el trabajo, el conductor comprobará todos los mandos de seguridad de su máquina o vehículo:
 - *Dirección.
 - *Frenos.
 - *Cerradura de la cabina.
 - *Mandos de accionamiento de los elementos de carga y arranque.
 - *Luces.
 - *Alarmas
 - *Claxon...

- Bajar cuidadosamente de la máquina o vehículo, no de forma directa al suelo si no es por algún peligro inminente.

- No realizar ajustes con la máquina en movimiento o en marcha.

- No trabajar con la máquina averiada, repararla y posteriormente continuar el trabajo.

- No guardar combustible ni trapos manchados de grasa en la máquina debido a la posibilidad de que se produzca un incendio.

- No levantar la tapa del radiador cuando esté caliente.

- No cambiar el aceite motor y el hidráulico en caliente. Esperar a que enfríe para evitar las quemaduras.

- Queda prohibido fumar en toda la obra, especialmente si se deben manipular baterías ya que estas desprenden gases inflamables.

- En caso de manipular el sistema eléctrico de la máquina, parar la máquina y quitar la llave.

1.4.2.1 Dumper

También llamado autovolquete, motovolquete autopropulsado o camión de volteo es un vehículo utilizado para el transporte de materiales ligeros y consta de un volquete, tolva o caja basculante para descargar lo remolcado.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Atropello de personal o vehículos.
- Caída en maniobras de marcha atrás o pasando por sitios estrechos y con riesgo a distinto nivel.
- Vuelco durante el transporte o vertido del material remolcado.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad
- Uso de casco cada vez que salgas fuera de la cabina del dumper.
- Uso de chaleco reflectante a la hora de salir de la cabina de este para que los demás vehículos tengan buena visión del trabajador.
- Si existiese mucho polvo en la obra se obligará al uso de mascarillas.
- Utilización de botas de seguridad, antideslizantes.

NORMAS DE ACTUACIÓN:

- El vehículo deberá estar en perfectas condiciones para su uso.
- Se pondrá el freno de mano antes de comenzar las operaciones de carga y descarga.
- El trabajador no saltará directamente desde la cabina del vehículo hasta el suelo, sino que bajará y subirá debidamente por las escaleras.
- Si se abandona la cabina del vehículo es obligatorio el uso del casco de seguridad.
- En el caso de que el vehículo no tenga visera protectora, el trabajador permanecerá fuera de la cabina durante su carga.
- La operación de descarga del vehículo se realizara al borde de la escombrera o terraplén, pero nunca directamente al talud.

- El vehículo se encontrará frenado y parado antes de realizar la descarga y se eleve la caja.
- Antes de cada turno el conductor vigilará la presión de los neumáticos y comprobará que estos estén con el inflado recomendado por el fabricante. En el caso de que fuera necesario llenar de aire las ruedas, el trabajador se colocará detrás de la banda de rodadura por si acaso la manguera se rompe y actúa como látigo.

1.4.2.2 Pala Mixta y retroexcavadora

Es una cargadora de mediana potencia que monta sobre un tractor de neumáticos un equipo de pala cargadora en su parte delantera y una retroexcavadora en su parte posterior.

RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- Vuelvo de la máquina a la hora de la carga, transporte o descarga.
- Caída de parte del material del cazo de la máquina.
- Atropellos o colisiones cuando la máquina realiza alguna operación como la marcha atrás o giros.

PROTECCIONES PERSONALES:

- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Uso de casco cada vez que salgas fuera de la cabina de la pala.
- Uso de chaleco reflectante a la hora de salir de la cabina de esta para que los demás vehículos tengan buena visión del trabajador.
- Si existiese mucho polvo en la obra se obligará al uso de mascarillas.
- Utilización de botas de seguridad, antideslizantes.

NORMAS DE ACCTUACIÓN:

- El maquinista será el encargado de que su radio de trabajo esté libre de personas y objetos que puedan verse afectados por las operaciones que realiza esta máquina.
- Se mantendrán en perfecto estado de conservación los dispositivos frente a caída de objetos y frente a un vuelco de la misma. No podrán estar deformados, tener pérdidas o estar corroídos.
- No está permitido trabajar con pendientes superiores al 50%.
- El ascenso y descenso con carga de la máquina se realizará siempre en marchas cortas.
- Está prohibido abandonar la máquina con el cazo de la pala en alto, siempre deberá estar apoyado en el suelo.
- Cuando se tenga el cazo lleno no se realizarán movimientos bruscos.
- Se intentará mantener la máquina en buen estado y se procurará no rozar ni arrastrar el cazo sobre las rocas.
- Está terminantemente prohibido transportar personal en el cazo, solamente se podrá transportar materiales que se usaran en la obra.
- Solamente en caso de emergencia se usará como freno el cazo.
- La pala deberá estar frenada a la hora de realizar la descarga y se aproximara el cazo a la caja del vehículo evitando los golpes fuertes.
- Queda prohibido pasar el cazo cargado o sin cargar por encima de cualquier vehículo, máquina o personal de la obra.
- La carga de dumperes o camiones se iniciará siempre por la parte delantera, con una cantidad normal de material para que el posterior golpeo contra el vehículo no sea excesivo.
- Una vez terminadas las operaciones, el conductor deberá ponerle el freno a la máquina, parar el motor y apoyar el cazo en el suelo.
- Durante el llenado del aire de las ruedas, el trabajador se colocará tras la banda de rodadura por si reventara la manguera y pudiese actuar como un látigo.

BIBLIOGRAFÍA

Para la realización del Proyecto se han utilizado los siguientes proyectos o documentos:

- *“LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS Y SUS PERÍODOS DE RETORNO EN ESPAÑA. VOLUMEN 12: CASTILLA Y LEÓN”*, publicado por el Ministerio de Medio Ambiente.
- Mapa Geológico Minero de Castilla y León (Escala 1:400 000).
- La Cuenca minera Ciñera-Matallana (Wagner, R.H Artieda, J.I.) 1970. León.
- Agencia Estatal de Meteorología (Punto de recogida de datos en La Virgen del Camino León).

