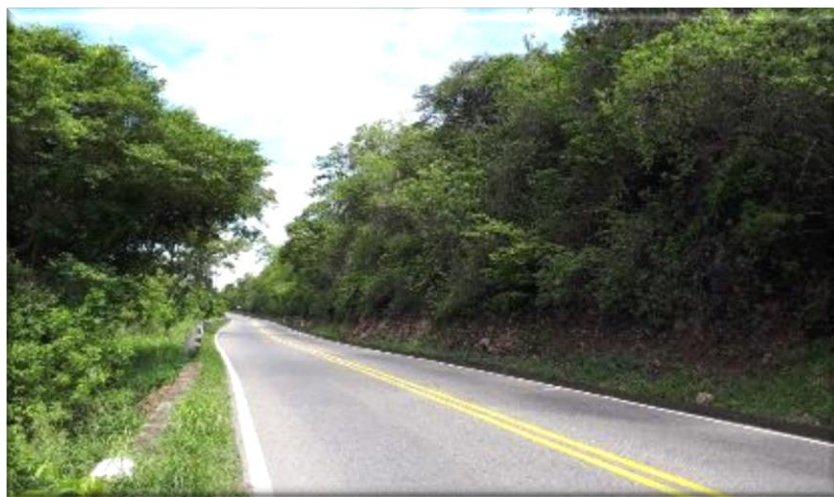

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL
Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS**

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



sacyr
INGENIERÍA E
INFRAESTRUCTURAS

**Unión Vial
Río Pamplonita**
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANi
Agencia Nacional de
Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	4
3.2.4 Insumos del proyecto.....	4
3.2.4.1 Materiales de construcción.....	5
3.2.4.2 Combustible	6
3.2.4.3 Insumos procesados	6
3.2.4.3.1 Cantidades de concretos requeridas para la UF's	6
3.2.4.3.2 Mantenimiento.....	7
3.2.4.3.3 Material sobrante y cantidad de material a disponer.....	7
3.2.4.4 Explosivos.....	9

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.103. Fuentes de material para agregados pétreos disponibles para el proyecto ...	4
Tabla 3.1. Relación de concreto asfáltico requerido para construcción de pavimentos para la UF 3, 4 y 5.....	5
Tabla 3.2. Relación de agregados requeridos para la UF 3, 4 Y 5	5
Tabla 3.3. Relación de concretos requeridos para la UF 3, 4 y 5	6
Tabla 3.4 Material sobran de excavación sin factor de expansión.....	8
Tabla 3.5. Relación de volúmenes de materiales sobrantes de excavación para la UF 3, 4 y 5.....	8
Tabla 3.6. RCD generados por el proyecto	8
Tabla 3.7 Variables de diseño.....	18

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

3.2.4 Insumos del proyecto

Durante la fase de construcción del proyecto se contempla la utilización de materiales de construcción para ejecutar las obras, combustibles para los equipos y los insumos procesados para las estructuras en concreto, entre otros. Para la utilización de estos materiales se requiere establecer las medidas de manejo, su procedencia y las cantidades estimadas.

La adquisición de estos insumos se hará a través de terceros autorizados, los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 3.1. Fuentes de material para agregados pétreos disponibles para el proyecto

Título Minero	Modalidad	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Ambiental	Expedición	Volumen potencial (m³/año)	Posible Uso
547	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción	12,87	Bochalema y Chinácota	Dimas Martín Mora Zambrano	934	19/10/2009	30.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
KKD-08301	Contrato de Concesión (I 685)	Arenas Y Gravas Naturales Y Silíceas-Demas Concesibles	112,29	Bochalema	Gender Duran Angarita	922	07/11/2012	50.000	Relleno.
JBP-08371	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	135,9	Los Patios - Cúcuta	Pedro Emilio Silva	0754	25/08/2009	20.000	Relleno, subbase, base.
KB6-08021	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción	149,55	Los Patios - Cúcuta	Oskarina Arcila Villamizar	1148	18/12/2009	20.000	Relleno, subbase, base.
JLV-15522X	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	24,662	Cúcuta	Héctor Lindarte/Luz Chusciano	1165	21/12/2009	20.000	Relleno, subbase, base, concreto, asfalto.

Titulo Minero	Modalidad	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Ambiental	Expedición	Volumen potencial (m³/año)	Posible Uso
616	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción	96,9	Los Patios - Cúcuta	Unidad de Ingeniería y Suministros – UIS Ltda.	0297	27/05/2010	100.000	Relleno, subbase, base, concreto, asfalto.
613	Contrato de Concesión (I 685)	Materiales De Construcción	182,7	Los Patios - Cúcuta	Gabriel Forero	1034	17/11/2009	90.000	Relleno, subbase, base, concreto, asfalto.

Fuente: Sacyr, 2018

3.2.4.1 Materiales de construcción

El desarrollo del proyecto requerirá la utilización de materiales pétreos y granulares para las construcciones y adecuaciones de las vías y accesos; dichos materiales se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan licencias minera y ambiental vigentes otorgadas por las respectivas entidades competentes.

No obstante, lo anterior, de identificarse la posibilidad y viabilidad de extraer directamente este material por parte del constructor se realizará los trámites de ley, tanto ambientales como mineros, para proceder a su explotación directa. En ningún caso se realizará sin contar con los permisos legales necesarios.

La necesidad de material de construcción (Sub Base Granular SBG) y la relación de Mezcla Densa Caliente (MDC) para el proyecto se presentan en la Tabla 3.2 y la Tabla 3.3.

Tabla 3.2. Relación de concreto asfáltico requerido para construcción de pavimentos para la UF 3, 4 y 5.

Mezclas para pavimento	UNIDAD	UF3	UF4	UF5
Mezcla pavimento firme	m³	218.276,41	189.543,00	83.175,94

Fuente: Sacyr, 2018

Tabla 3.3. Relación de agregados requeridos para la UF 3, 4 Y 5

AGREGADOS REQUERIDOS				
Estructura de pavimento	UNIDAD	UF3	UF4	UF5
Base granular	m³	44.405,50	46.703,20	16.386,60
Base granular túnel	m³	3.615,76		
Base firme bajo relleno en túnel	m³	6.403,80		
Subbase granular	m³	67.117,90	68.848,80	24.056,00
Volumen total de materiales granulares	m³	121.542,96	115.552,00	40.442,60

Fuente: Sacyr, 2018

Se considera procedente el uso de fuentes de materiales de terceros que cuenten con todos los permisos ambientales y mineros, presentando en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, copia de los títulos mineros y/o permisos ambientales vigentes de las empresas proveedoras de material.

3.2.4.2 Combustible

El estudio para la construcción de la doble calzada Pamplona – Cúcuta, UF3 – 4 y 5, no contempla instalaciones para el suministro y almacenamiento de combustibles en el área de intervención del proyecto, el aprovisionamiento de combustible y lubricantes para equipos y vehículos al servicio del proyecto se recibirá a través de un operador (carrotanque) del proyecto debidamente avalado por las autoridades ambientales.

3.2.4.3 Insumos procesados

La obtención de insumos procesados como concretos hidráulicos y concretos asfálticos se llevará a cabo mediante la compra de los mismos a terceros autorizados que cuenten con títulos mineros y licencias ambientales vigentes.

Debido al carácter temporal y móvil de los frentes de obra, los campamentos y otras instalaciones requeridas para el desarrollo de las obras, no se considera la definición de zonas de acopio permanente de insumos procesados, y se optará por disponer en los frentes de obra de insumos procesados, con el propósito de no disponer de grandes extensiones de terreno para tal fin.

La disposición de los insumos procesados se llevará a cabo lateralmente sobre la vía proyectada y/ o la vía existente, manteniendo un adecuado aislamiento de forma tal que estos acopios temporales no representen condiciones de riesgo para el personal, ni afecten la calidad de los insumos suministrados para la obra.

3.2.4.3.1 Cantidades de concretos requeridas para la UF's

Las cantidades estimadas de concreto requeridas para acometer las obras civiles correspondientes a las UF 3, 4 y 5, se relacionan en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Relación de concretos requeridos para la UF 3, 4 y 5

TIPO DE CONCRETO	UNIDAD	UF3	UF4	UF5
Concreto 2000 PSI	m³	723,00		
Concreto 3000 PSI	m³	5.203,52	1.278,00	1.538,18
Concreto 4000 PSI	m³	524,21	42.150,11	14.524,67
Concreto 5000 PSI	m³	441,23	709,40	13.207,53
Concreto 7000 PSI	m³	798,12	1.628,25	654,25
Concreto bombeado 30 MPa para túnel	m³	770,19		
Concreto Revestimiento 30 Mpa.	m³	1.690,80		145,86

TIPO DE CONCRETO	UNIDAD	UF3	UF4	UF5
Concreto lanzado 30 MPa para túneles (Revestimiento/Sostenibilidad)	m³	13.774,37		
Concreto pavimento rígido MR4	m³	3.133,00		
Concreto lanzado 21MPa	m³	514,76	148,48	
Volumen total de Concreto UF 3, 4 y 5	m³	27.573,20	45.914,24	30.070,49

Fuente: Sacyr, 2018

No obstante, teniendo en cuenta que la UF 3, 4 y 5 forma parte del proyecto 'Doble calzada Cúcuta Pamplona' así como las unidades funcionales 1 y 6, las cuales en algún momento estarán en la capacidad de atender la demanda de material del proyecto en su totalidad; así mismo se generarían menores impactos ambientales, dado que se aprovecharían las mismas fuentes autorizadas.

3.2.4.3.2 Mantenimiento

Los vehículos y la maquinaria, así como los demás equipos a utilizar, serán sometidos a mantenimientos periódicos que incluirán limpieza, suministro de combustibles, engrase y cambios de aceite en sitios destinados para tal actividad, contando con las medidas necesarias que requieren el manejo de los insumos y residuos correspondientes.

Mantenimiento mecánico: Comprende las actividades de mantenimiento que se ejecutan a los equipos industriales en las instalaciones de los talleres destinados para tal fin y centro de acopio cuando sea posible; tales como limpieza, soldadura, cambio de piezas, montaje y desmontaje de estructuras, cambio de bandas transportadoras, engrase, entre otras. Incluye la inspección de los equipos para detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Mantenimiento eléctrico: Comprende las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo sobre los componentes eléctricos de los equipos y de la maquinaria en general; tales como revisión y cambio de cableado, funcionamiento de dispositivos eléctricos, así como de los demás accesorios de carácter eléctrico del equipo (Diodos, transistores, circuitos, codificadores, etc.).

Se considera también dentro de las actividades de mantenimiento, su ejecución a través de terceros autorizados para tal fin en las áreas definidas por el proveedor según insumo o servicio que suministren. Adicionalmente se considera que la actividad de lavado de mixers se hará de manera opcional con terceros autorizados para tal fin.

3.2.4.3.3 Material sobrante y cantidad de material a disponer

La disposición de los materiales sobrantes de los procesos constructivos (excavación) se realizará en las Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación conocidas como ZODME, así como en escombreras autorizadas con permisos ambientales vigentes para el acopio y disposición final de residuos de construcción y demolición (RCD). En este último también se dispondrá el material sobrante de excavación que por condiciones particulares del proyecto no pueda ser dispuesto en las ZODMES definidas.

El total de material sobrante de excavación sin el factor de expansión se evidencia en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Material sobran de excavación sin factor de expansión

ITEM	UNIDAD	UF 3	UF 4	UF 5	TOTAL, UF 345
Material sobrante de excavación (Sin factor de expansión)	m³	1.958.371,46	1.354.536,33	906.266,34	4.219.174,13

Fuente: Sacyr, 2018

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó un análisis del comportamiento de masas con factor de expansión de 1.06 dando como resultado los datos de la Tabla 3.6

Tabla 3.6. Relación de volúmenes de materiales sobrantes de excavación para la UF 3, 4 y 5

ITEM	UNIDAD	UF 3	UF 4	UF 5	TOTAL, UF 345
Material sobrante de excavación (Con factor de expansión - 1.06)	m³	2.075.873,75	1.435.808,51	960.642,32	4.472.324,58
Volumen de material aprovechable proveniente de excavaciones	m³	293.755,72	203.180,45	120.048,00	616.984,17
Volumen total de material a disponer en las ZODME	m³	1.782.118,03	1.232.628,06	840.594,32	3.855.340,41
Capacidad de acopio de las ZODME en la UF 3, 4 y 5	m³	758.501,75	2.125.227,27	960.841,43	3.844.570,45

Fuente: (UVRP/Sacyr, 2019)

Nota: Para los cálculos de materiales se utilizaron los siguientes factores: factor de expansión de 1,06 y factor de compactación del 1,1.

Como se observa en la tabla anterior, las ZODME de la UF 3 tiene una capacidad total de 758.501,75 m³, y el material sobrante de excavación generado en esta unidad es de 1.782.118,03 m³; lo que significa que el excedente que equivale a 1.023.616.28 m³ se dispondrá en las ZODME de la UF4 dado que la capacidad de estas excede en 892.599.21 m³ y en la UF 5 excede en 120.247.11 m³ y un restante de 10,770 m³ será dispuesto en una escombrera que cuente con la respectiva autorización de la autoridad ambiental para tal fin; de esta manera se tiene un balance de masas para el proyecto donde el 100% de la capacidad de las ZODME será usado con la totalidad del material de excavación generado en el proyecto.

En la Tabla 3.7 se presentan la cantidad de RCD generados por el proyecto y que se dispondrán en escombreras autorizadas

Tabla 3.7. RCD generados por el proyecto

ITEM	UNIDAD	UF 3	UF 4	UF 5
Residuos de Construcción y Demolición (RCD) a disponer en escombreras autorizadas	m³	36.709,84	18.459,97	17.580,86

Fuente: (UVRP/Sacyr, 2019)

Para el caso de los residuos de construcción y demolición (RCD), los procedimientos de recolección, acopio temporal, transporte y disposición final con terceros autorizados para tal fin, se llevará a cabo de conformidad con las disposiciones indicadas en la Resolución 0472 de 2017 “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones”

Dentro de las alternativas para la disposición final de RCD se plantea el uso de escombreras municipales: Escombrera Municipal de Cúcuta y Escombrera Metropolitana Agualinda ubicada en el municipio de Los Patios (Ver anexo 3. DISEÑO\8. Escombreras\L2 Escombrera Agualinda), estas dos en el departamento de Norte de Santander, esta información en su momento será reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental ICA donde será reportará los avances realizados en la conformación de cada ZODME, reportando los volúmenes dispuestos.

3.2.4.4 Explosivos

- Tipo y Clase de explosivo y accesorios:

Para el desarrollo de las voladuras que se ejecutarán en el proyecto se utilizarán las siguientes referencias de explosivos.

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| ➤ ANFO | ➤ Precorte |
| ➤ Emulind | ➤ Cordón detonante 3 g/m y 38 g/m |
| ➤ Exel | ➤ Mecha de seguridad |
| ➤ Detonador Electrónico | ➤ Detonador Común No. 8 |
| ➤ Conectadet | |
| ➤ Handidet | |

Los mencionados insumos están clasificados dentro de una amplia gama de sustancias explosivas que se pretenden usar para el desarrollo de todo el proyecto y que se describen a continuación:

- Hidrogeles: Agentes explosivos constituidos por soluciones acuosas saturadas de Nitrato de Amonio (anfo), a menudo con otros oxidantes como el nitrato de sodio y/o el de calcio, en las que se encuentran dispersos los combustibles, sensibilizantes, agentes espesantes y gelatinizantes que evitan la segregación de los productos sólidos.



- Emulsiones: Mantiene las propiedades de los hidrogeles ya citados, pero a su vez mejora dos características fundamentales como son la potencia y la resistencia al agua.



- Iniciadores de alta presión: Mezcla de nitrato de amonio y diésel, en el mercado nacional se producen 2 tipos, Anfo normal (0.85 g/cc) y de baja densidad (0.65 g/cc); estos productos se inyectan en las frentes mediante una olla de presión que deberá trabajar entre 70 y 100 lbs.



- Cordón detonante: Son 3 tipos, de 4, 5 y 10 granos de PETN, tela trenzada y otros materiales, con un núcleo de Tetranitrato de Pentaeritritol (PETN); solo los cordones reforzados (10 granos) se utilizarán para iniciar un alto explosivo.



- Mecha de seguridad: Esta mecha consiste en un corazón de pólvora negra fina, envuelta en yute acordonado fuertemente y sumergido en barniz caliente; tiene una velocidad de 135 seg/m.



El tipo de iniciadores que se encuentran en el mercado son eléctricos con y sin retardo, no eléctricos con retardo y electrónicos.

- Iniciadores eléctricos con retardo: Cápsulas de cobre o aluminio que mediante el método de alambre-puente se produce el calentamiento, y a su vez, el encendido de la carga primaria y posteriormente con esto se hace detonar la carga base. Tiempos de retardo que van desde los instantáneos hasta 1,000 ms



- Iniciadores no eléctricos con retardo: Son iniciados por la onda que viaja a través del tubo de choque, contiene internamente otro tubo con una pequeña capa de material reactivo con cierta densidad lineal, la capa de este material origina una señal de baja energía que viaja a lo largo del tubo de choque a una velocidad de 2,000 m/seg. Existen en forma general 2 tipos de estos iniciadores:

MS (milisegundos)	lp (períodos largos)
Tiempos desde 25 ms–600 ms	Tiempos desde 200 ms–9,600 ms
Color naranja	Color amarillo



- **Iniciadores electrónicos:** A diferencia de los iniciadores eléctricos, los electrónicos tienen la característica de que se pueden programar e iniciar mediante un sistema computarizado de campo, tal que se les pueden asignar tiempos con diferencias de un tiempo de 1 ms.

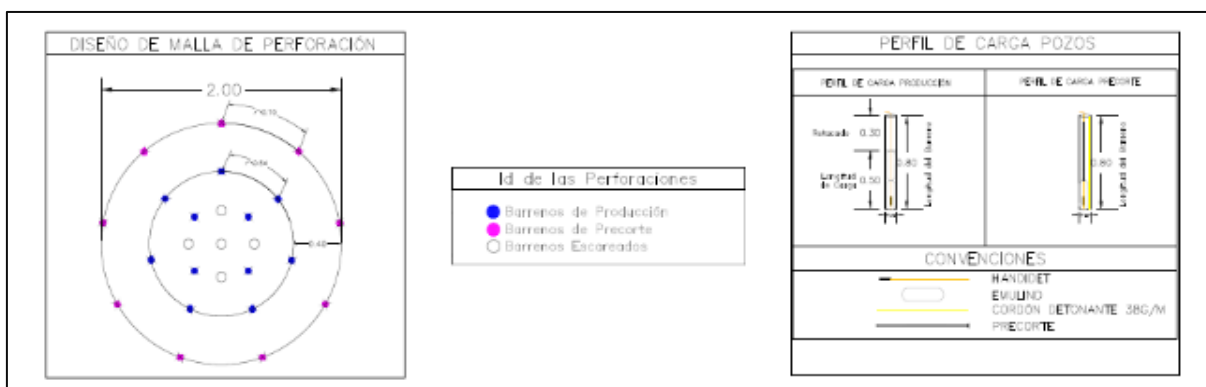


- Potencia

Acorde con las variables de diseño suministradas por el proveedor de los insumos explosivos, el factor de potencia es de 230 g/Ton.

- Diseño de Malla de Perforación

Para el diseño de la malla de perforación dentro del esquema de perforación y voladura (túnel, cielo abierto, caisson) a desarrollar en el proyecto se contemplan barrenos de precorte y de producción para diámetros de 1.8 m y 2 m, a continuación, se representa el diseño de la malla y el perfil de carga proyectado:



Fuente: ENAEX, 2019



Fuente: ENAEX, 2019

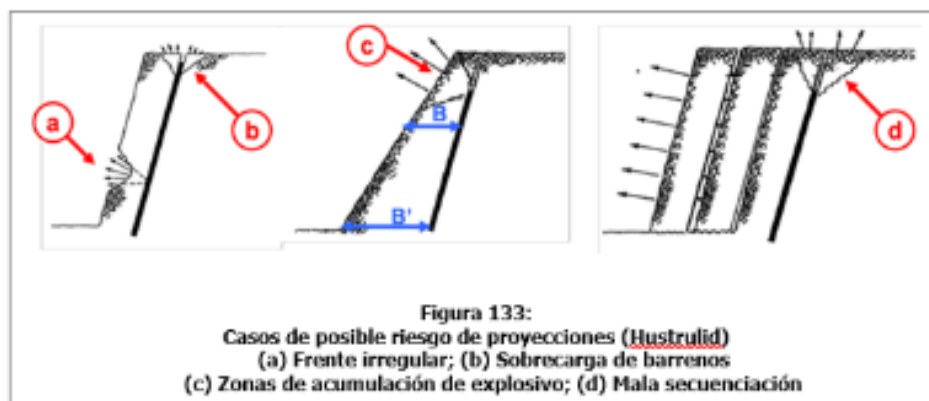
Cabe resaltar que la roca por extraer a lo largo de la superficie de las UF 345 Con las voladuras cuenta con una densidad de 2 Ton/m³ y de tipo sedimentario y metamórfico.

- Proyecciones de Fragmentación

La mayoría de los fragmentos producidos en una voladura no se desplazan más allá de 40 o 50 metros. Sin embargo, siempre hay algunos que, por circunstancias especiales, salen lanzados a mucha mayor distancia. Normalmente, un correcto diseño de la voladura es suficiente para acotar de forma efectiva este riesgo. A tal respecto, habrá de cuidarse:

- Que la distancia al frente de los barrenos y la separación de éstos entre sí estén adecuadamente dimensionadas.
- Que la secuencia de encendido sea también correcta.
- Que el explosivo se haya repartido uniformemente a lo largo del barreno evitando sobre todo la acumulación del mismo en zonas próximas a la superficie.

No obstante, en aquellos casos en que la voladura tuviera lugar en sitios próximos a zonas de riesgo, será necesaria la adopción de medidas especiales como puede ser la colocación en la zona de voladura de tela metálica, lona resistente, neumáticos viejos o cualquier otro elemento que sirva de protección frente a las proyecciones.



Fuente: Politécnica Madrid, 2015

- Tipo de almacenamiento y transporte

Almacenamiento

Los explosivos para todo el proyecto se almacenarán en el polvorín con apoyo de seguridad y vigilancia de los batallones de Cúcuta y el batallón García Rovira ubicado en el municipio de Pamplona. Estos batallones además de contar con la ventaja de una excelente seguridad física producto del acuartelamiento militar, cuentan con todas las condiciones de seguridad para su aislamiento y distribución al proyecto.

- Contenedores metálicos con marcos rígidos continuos y complementarios, con perfiles tubulares, de espesores que pueden ir de los 3 mm en las vigas, de 6 mm en los pilares esquineros y refuerzos en las puertas de 10 mm.
- La puerta aislada y con recubrimiento, metálica con chapa doble contacto y bisagras, montada sobre marco metálico.
- Cubiertos de pintura anticorrosiva: Limpieza química con anticorrosivo industrial, esmalte sintético en 1,5 mm de espesor de película seca en su exterior.
- Aislamiento interior con goma o madera
- El interior del contenedor cuenta con piso aglomerado y atornillado al piso.
- El polvorín debe tener ventilación con ventanas laterales
- Conectados a tierra y tendrán una conexión a suelo para la descarga estática del usuario antes del ingreso al polvorín
- El contenedor debe tener una base en hormigón para permitir la ventilación y evitar la humedad del piso.
- Los contenedores deben ir sobre un piso en materiales aislantes que puede ser asfáltico para sellado hermético, contra humedad, calor y filtraciones.
- Diseños con parámetros de sismo resistencia.
- Buena iluminación y ventilación.

- Transporte

El transporte de los explosivos se hará por vía terrestre, contará con la autorización del

Ministerio de Transporte para el transporte de carga, y con apoyo de otras entidades como policía y ejército nacional verificarán los siguientes aspectos:

- Identificación plena de la empresa encargada del transporte.
- Salvoconducto
- Reporte al DCCA.
- Hoja de seguridad de los productos.
- Informe físico donde se especifique las sustancias controladas que se transportaron con dicho salvoconducto.
- Identificación con dirección y teléfono de ubicación.
- El vehículo que transporta los explosivos debe contar con los siguientes requisitos:
 - ✓ Estar en óptimas condiciones mecánicas y eléctricas, con la carrocería firmemente y en su interior cubierto con goma y madera de tal modo que no se produzcan chispas.
 - ✓ Portar extintores contra incendio.
 - ✓ Portar hoja de seguridad de los productos transportados
 - ✓ La distribución de la carga en el vehículo debe ser de tal forma que se no desplacen dentro de la carrocería.
 - ✓ Los explosivos deben ser transportados en sus envases originales de fábrica y no deben ir mezclados con otro tipo de explosivos.
 - ✓ La carga máxima debe ser de 80% de la capacidad del vehículo.
 - ✓ El vehículo que transporte no debe cargar ningún otro tipo de materiales o elementos.
 - ✓ El trayecto y rutas de los vehículos transportadores debe ser en lo posible siempre el más corto y de menor tráfico.
 - ✓ Para transporte terrestre los vehículos deben ser operados a una velocidad no superior a los sesenta (60) Km./h. y evitar golpes o sacudidas.
 - ✓ Prohibido transportar personal en la zona de carga.
 - ✓ Prohibido fumar cerca de los sitios de carga o almacenamiento.

El transporte de los explosivos será conforme a lo establecido por el Ministerio de Transporte y a las normas internacionales de transporte por Carretera de Mercancías Peligrosas en el Decreto 1609 /99, en el Decreto 334/02 y demás normas complementarias sobre la materia.

- Cuando se transporten sustancias explosivas activas en cantidades superiores a una tonelada, se evitará en lo posible efectuar paradas no previstas en la ruta autorizada, así como atravesar poblaciones y pasar por zonas de gran densidad poblacional.
- Las paradas por necesidades de servicio no se efectuarán en la proximidad de lugares habitados. Antes de abandonar la cabina la tripulación se asegurará que el motor esté parado, el cambio de marchas en posición segura y los frenos de seguridad accionados.
- En caso de detención por avería, accidente o cualquier otra causa que racionalmente haga presumible un estacionamiento prolongado del vehículo, se

adoptarán las medidas de precaución que se estimen necesarias en atención a las circunstancias del lugar y a la naturaleza de las sustancias transportadas.

- El número de extintores deberá estar de acuerdo al peso bruto del vehículo, pero como mínimo 2 de capacidades combinadas 4-A: 20-B, C para vehículos de menos de 6,35 toneladas o 4-A: 70-B, C para mayores pesos (Norma NFPA 495:2001. Código de Explosivos).
- Queda prohibido al personal de conducción y auxiliar, durante el transporte abrir envases que contengan sustancias peligrosas, salvo que sean requeridos por la autoridad competente.
- El conductor de vehículos de transporte de sustancias controladas por carretera debe ser conocedor de las regulaciones de tránsito y las concernientes con el material que transporta.
- *Recepción de explosivos*

En cada recepción de explosivos deberá controlarse si la cantidad, calidad, potencia, tipo y tamaño es la misma que la solicitada, constatando además si este se encuentra en buen estado. Cualquier anomalía será causal de rechazo en su recepción, comunicando de inmediato al encargado de la compra y a la autoridad pertinente.

- Las cajas y sacos de explosivos indicarán la fecha de recepción. Ésta deberá anotarse en la lista de control, que se encuentre en un lugar visible.
- Para cualquier tipo de explosivo que ingrese, el encargado del polvorín llevará un registro de la fecha, N° de guía, procedencia y cantidad.
- Todas las personas que realicen esta labor deberán contar con la certificación de manejo de explosivos.

- *Uso y control*

A continuación, los aspectos tenidos en cuenta para el correcto uso de sustancias explosivos y control de las mismas, para evitar sinestros.

- El despacho de explosivos se hará por estricto orden de recepción.
- Se retirará sólo la cantidad y tipo de explosivo que sea necesario en la actividad programada para el consumo del día
- El polvorín deberá ser inspeccionado periódicamente por el responsable, quién anotará en su reporte cualquier anomalía que encuentre, e impartirá instrucciones de solución.
- El registro como mínimo incluirá, fecha de recepción o despacho, número de guía de recepción o despacho, procedencia o destino, cantidad recibida o despachada, existencia y observaciones.
- Asegurar con candados los contenedores cuando estos no estén bajo la supervisión directa de personal autorizado.
- El uso está dado solo para el personal de la UVRP, quienes de forma controlada realizarán acciones explosivas con fines de construcción de la doble calzada objeto de este estudio.

- La UVRP dependiendo de cada actividad a desarrollar, decidirá en su momento la cantidad y lugar de uso dependiendo de los diseños de la vía.

- Tipo de Voladura

- *Cálculo matemático para el diseño de voladuras*

Para el cálculo de los parámetros del diseño de voladura se utilizaron las teorías de Konya y López Jimeno, se utilizará una altura de banco (H) de 6 m y un diámetro de perforación (θ) de 3 pulgadas.

- Cuenta con espaldones para evitar la onda expansiva que pueda causar daño en el posible caso del siniestro.
- Sistema de Pararrayo.
- Unidad Sanitaria
- Garita de Guardia
- Cerramiento perimetral
- Sistemas contra incendios
- Señalización

- *Cálculo de Burden (B)*

$$= 0.012 \left(\frac{2}{\theta} + 1.5 \right) *$$

Donde:

- B = Burden
De = Densidad del explosivo
dr = Densidad de la roca
d = Diámetro de perforación en milímetros

Según Konya la densidad de la arenisca esta entre un rango de 2 a 2.8 ton/m³, para este caso escogemos 2 ton/m³.

$$= 0.012 \left(2 * \frac{0.85}{2} + 1.5 \right) * 76,2$$

$$= 2.15 \rightarrow 2.2$$

- *Cálculo de Espaciamiento (S)*

$$= (1 - 2) *$$

Utilizamos 1.6 según las necesidades de fragmentación de la roca

$$= (1.6) * 2 = 3.2$$

Cálculo de Retacado (T)

$$T = 0.7 * B$$

$$T = 0.7 * 2.2m$$

$$T = 1.54 m$$

$$T = 1.6 m$$

Sobreperforación (J)

$$J = 0.3 * B$$

$$J = 0.3 * 2.2 \text{ m}$$

$$J = 0.6 \text{ m}$$

Longitud de Perforación (L)

$$L = H + J$$

$$L = 6 \text{ m} + 0.6 \text{ m}$$

$$L = 6.6 \text{ m}$$

Longitud de Carga (LC)

$$LC = L - T$$

$$LC = 6.6 - 1.6$$

$$LC = 5 \text{ m}$$

Carga por barreno

Para los cálculos de carga por barreno utilizamos parámetros tales como, diámetro de perforación, longitud de carga y la densidad del explosivo, teniendo en cuenta que un metro lineal de un pozo de 3 pulgadas contiene 3.88 kg de ANFO y que la longitud de carga es de 5 m, el resultado de la carga total por barreno es de 19.4Kg de ANFO.

RESULTADOS DE LOS CALCULOS

- Burden: 2,2 m
- Espaciamiento: 3,2 m
- Altura de Banco: 6 m
- Sobreperforación: 0.6 m
- Longitud de Perforación: 6.6 m
- Retacado: 1.6 m
- Longitud de Carga: 5 m
- Número de perforaciones por voladura: 120
- Número de filas por voladura: 10
- Número de hileras por voladura: 12

Tabla 3.8 Variables de diseño

ITEM	UNIDAD	VOLADURA
		OPC.1
Diámetro	pulg	3"
Burden	metros	2.2
Espaciamiento	metros	3.2
Alt de Banco	metros	6

ITEM	UNIDAD	VOLADURA
Sobreperf.	metros	0.6
Long Perf	metros	6.6
Long Taco	metros	1.60
Long Carga	metros	5.00
Núm. Barr Fil	Und	10
Núm. Filas	Und	12
Largo de Voladura	metros	32.0
Ancho de Voladura	metros	26.4
Núm. de Barr	Und	120
Densidad	ton/m3	2
Carga/barr	kg	19.4
Carga Total	kg	2,328
Área	m2	845
Vol./Voladura	m3	5,069
Producción Vol	ton	10,138
Perf específica	m3/ml	6.40
Factor de Carga	kg/m3	0.46
Factor de Potencia	gr/ton	230

Fuente: UVRP - SACYR, 2019

- Estimación de vibraciones y Sismicidad

En la actualidad, la ejecución de voladuras para el arranque de rocas de dureza media y alta es una técnica insustituible en los grandes proyectos de minería y obras civiles; su empleo también es general en la mayor parte de proyectos de menor tamaño, aunque los terrenos que se excaven estén cercanos a edificaciones. La razón fundamental es que está técnica continúa siendo la más barata y la que permite obtener mayores producciones de material arrancado (superiores a cualquier medio de arranque mecánico alternativo: martillos demoledores, rozadoras, excavadoras hidráulicas o tractores).

Uno de los principales inconvenientes de su utilización es que, como consecuencia directa de su uso, se produce la generación de vibraciones en el medio circundante (además de otras afecciones medioambientales, tales como ruido, onda aérea, polvo y proyecciones); estas afecciones no son particulares de las voladuras, ya que los medios mecánicos también las generan en mayor o menor medida y con magnitudes distintas y no siempre menores y de menor riesgo), en cuanto a duración, amplitud, frecuencia, etc.

Así mismo, se han desarrollado una serie de técnicas de cuantificación de las vibraciones, que han permitido, a su vez, definir técnicas de reducción, algunas basadas en el diseño de las voladuras propiamente dicho y otras en los productos explosivos y los accesorios de voladura (fundamentalmente, detonadores secuenciados).

Los avances en los últimos años han sido notables, lográndose la ejecución de voladuras en terrenos colindantes a edificaciones sensibles sin ningún tipo de afección a las

estructuras ni molestias a las personas.

Esto último, unido a las ventajas económicas en cuanto a coste y rendimientos de las voladuras frente a los medios mecánicos, asegura el empleo de esta técnica en unas condiciones favorables tanto para el contratista que ejecuta la obra o el operador de la explotación minera como para la vecindad de las mismas.

Para la inclusión de los explosivos mencionados y la ejecución de las voladuras la Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita proyecta una serie de medidas que acorde con la información bibliográfica del comportamiento normal de los insumos y las normas internacionales en materia de vibraciones, garantiza la menor afectación al entorno del proyecto y la ejecución de las voladuras sin crear ningún tipo de afectación a la infraestructura social aledaña (la cual es mínima en algunos sectores del trayecto vial proyectado).

- Disminuir la carga máxima instantánea (MIC) o la cantidad de carga por retardo a través del uso de tiempos largos suficientes de duración, disminuyendo el diámetro del barreno o la cantidad de carga
- Mejorar el diseño de la voladura (cambio de burden y espaciamiento) cambiando los patrones de perforación, la configuración del tiempo o la inclinación del hoyo en la vertical
- Establecer horarios de voladura que se acomoden a la situación del lugar, por ejemplo: el inicio de todas las detonaciones en horas aceptables para los vecinos, de preferencia cuando el ruido sea muy alto. En este caso se propone el horario de 8:00 am a 4:00 pm
- Iniciar las voladuras desde la parte más cercana al punto de control, para reducir el riesgo
- Establecer la secuencia de salida hacia la cara libre cuando sea posible

Por otro lado, se hace la comparación con normas internacionales en vibraciones las cuales aportan los siguientes estándares:

- Lugares sensibles, sujetos a voladuras frecuentes (casas cerca): rango de 5 mm/s – 10 mm/s
- Lugares ocupados, menos sensibles (industrias o edificios>): rango de 25 mm/s
- Para reducir el riesgo de daños superficiales a casas o edificios: rango de 25 mm/s – 50 mm/s

Una vez ejecutadas las medidas mencionadas para el control de vibraciones y acorde a la información bibliográfica para el manejo de voladuras, se proyecta la estimación de las vibraciones que se ocasionaran con el desarrollo de la actividad, para esto se puede admitir que la transmisión de la vibración a partir de una distancia de barrenos relativamente pequeña es en forma prácticamente elástica, mediante ondas básicamente elásticas, con despreciable consumo de energía y que su amortiguación se debe eminentemente al aumento de la superficie del tren de ondas (cilíndrico o esférico)¹:

¹ Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

De forma simplificada, la energía vibratoria es proporcional a la cantidad de explosivo

$$V = K \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^B$$

Donde:

V es la velocidad de partícula peak de la vibración del terreno, expresada en mm/s.

K constante relacionada a las propiedades del lugar y de la roca

R es la distancia entre la voladura y el punto de interés del monitoreo, expresada en m.

Q es la cantidad de carga por retardo expresada en kilogramos (carga máxima instantánea)

B constante relacionada a las propiedades del lugar y de la roca (usualmente es -1.6)

El factor *K* variará con el confinamiento, según la geología:

- Roca de confinamiento bajo, altamente fisurada $K = 500$
- Cara libre en roca normal, confinamiento normal $K = 1140$
- Roca dura, confinamiento alto $K = 5000$

Para el almacenamiento de estos insumos se cuenta con dos sitios de acopio adecuados (polvorines) de estos productos. Un polvorín está localizado cerca de la ZODME VER 367, y con el centroide del polígono de localización en las coordenadas $E = 1.159.726$, $N = 1.316.110$; y el otro a unos 300 metros de la ZODME VER 908 en las coordenadas $E = 1.158.492$, $N = 1.329.779$. Se dispondrá de áreas de almacenamiento respectivamente de 2,67 y 0,03 Ha para el acopio y almacenamiento.