

|                                                                                   |                                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA | Página 1 de 12   |
|                                                                                   |                                                                           | Revisión : 0     |

# METODOLOGÍA DE TRABAJO

# JJ MINERO




|                                                                                   |                                                                                    |  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
|  | <b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>                                                      |  | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                                    |  | Página 2 de 12   |
|                                                                                   | <b>OBRA RUTA DEL LOA<br/>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br/>REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b> |  | Revisión : 0     |

#### TABLA DE CONTENIDOS

- I.- Control de Documento
- II.- Distribución de copias controladas
- III.- Hojas de Modificaciones
- 1.- Introducción
- 2.- Instalación de Faena
- 3.- Equipos
- 4.- Mano de Obra
- 5.- Metodología de Trabajo

| <b>I. CONTROL DE DOCUMENTO</b> |                                   |                                    |                                       |                                |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
|                                | <b>PREPARADO</b>                  | <b>REVISADO</b>                    | <b>REVISADO</b>                       | <b>APROBADO</b>                |
| Nombre                         | Italo Monsalve P.                 | Juan González C.                   | Víctor Vega R.                        | José Jiménez O.                |
| Cargo                          | Ingeniero en Minas<br>J.J. Minero | Jefe de Operaciones<br>J.J. Minero | Gerente de Operaciones<br>J.J. Minero | Gerente General<br>J.J. Minero |
| Firma                          |                                   |                                    |                                       |                                |
| Fecha                          | 2/06/2021                         | 2/06/2021                          | 2/06/2021                             | 2/06/2021                      |

DOCUMENTO NO CONTROLADO SALVO QUE POSEA UN TIMBRE QUE INDIQUE LO CONTRARIO  
REPRODUCCION PROHIBIDA SIN AUTORIZACION EXPLICITA DEL APROBADOR

|                                                                                   |                                                                           |  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    |  | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA |  | Página 3 de 12   |
|                                                                                   |                                                                           |  | Revisión : 0     |

## I. DISTRIBUCION COPIAS CONTROLADAS.

| EJEMPLAR | CUSTODIO | CARGO |
|----------|----------|-------|
| 1        |          |       |
| 2        |          |       |
| 3        |          |       |
| 4        |          |       |
| 5        |          |       |
| 6        |          |       |
| 7        |          |       |
| 8        |          |       |

## II. HOJA DE MODIFICACIONES.

| Nº | PÁGINA Y PARRAFO | MODIFICACIÓN | FECHA | FIRMA |
|----|------------------|--------------|-------|-------|
| 1  |                  |              |       |       |
| 2  |                  |              |       |       |
| 3  |                  |              |       |       |
| 4  |                  |              |       |       |
| 5  |                  |              |       |       |
| 6  |                  |              |       |       |
| 7  |                  |              |       |       |
| 8  |                  |              |       |       |
| 9  |                  |              |       |       |
| 10 |                  |              |       |       |

|                                                                                   |                                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                           | Página 4 de 12   |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA | Revisión : 0     |

## 1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe tiene como fin entregar la metodología de trabajo a utilizar en perforación y tronadura para la obra Ruta del Loa, Sector Carmen Alto – Calama, Región de Antofagasta.

De acuerdo a las características de la roca evaluada en salida de terreno en mayo 2021, se concluyó que la dureza extremadamente dura, por lo que de acuerdo a la teoría se recomienda una malla de 1.5 x 1.5 metros y una altura de banco de 2.5 m, con el objetivo de contar con una granulometría de 20 pulgadas que se utilizara en el chancador móvil primario, ubicado cerca del área a tronar.

Para llegar a la producción de 20.000 ton/mes es necesario contar con dos frentes de trabajo activos, para lo cual se dispondrá de dos pequeños cerros separados unos 100 metros aproximadamente.

Como todo proyecto de esta envergadura tendrá una curva de aprendizaje para llegar al cálculo correcto de burden, espaciamiento, carga de columna, etc.

## 2. INSTALACIÓN DE FAENA

### 2.1 Alojamiento Personal

El personal de JJ Minero consta de 18 personas las que deberán quedarse en las instalaciones cercanas al área de trabajo. Se ha pensado que Sierra Gorda sería una buena opción para descansar.

### 2.2. Alimentación

Las comidas respectivas serán acordadas con un suministro local.

### 2.3. Oficina

Será necesario contar con 1 container de oficina para Ingeniero Calculista Responsable, Jefe de turno Minería y administrativo. Su ubicación será acordada entre las partes.

|                                                                                   |                                                                                    |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | <b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>                                                      | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                                    | Página 5 de 12   |
|                                                                                   | <b>OBRA RUTA DEL LOA<br/>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br/>REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b> | Revisión : 0     |

#### 2.4. Taller Mantención Equipo

Para realizar las mantenciones a los equipos, ya sea programada y no, se deberá contar con un lugar apropiado para las labores. Se piensa que un container será necesarios para mantener guardados los repuestos típicos y aceites industriales. El lugar deberá contar con una zona de sombra para trabajos con soldadura.

#### 2.5. Polvorines

Los polvorines son el lugar en donde se almacenarán los diferentes tipos de explosivos a utilizar en el proyecto. Para ello JJ Minero realizará la documentación necesaria para presentarla en las autoridades fiscalizadoras y llevará a obra sus propios Polvorines autorizados de altos y bajos explosivos, en conjunto con la antena pararrayos.

El Polvorín deberá contar con sistema de parapetos de tierra y su perímetro debe ser cerrado con malla. Éste último deberá se aportado por Mandante.

Como seguridad y para cumplir con la ley se debe contar con un guardia 24 horas cuya caseta debe estar a la entrada, el cual será aportado por Ferrovial.

JJ Minero aportará con dos polvorineros responsables del libro de entrada y salida de explosivos.



Imagen 1: Polvorín Altos Explosivos – Obra Cerro Armazones

Por seguridad y para dar cumplimiento a la ley, las cajas de cartón y sacos de anfo vacíos serán quemados en zona autorizada. Para ello se coordinada con jefe de prevención de riesgo.

|                                                                                   |                                                                                    |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | <b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>                                                      | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                                    | Página 6 de 12   |
|                                                                                   | <b>OBRA RUTA DEL LOA<br/>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br/>REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b> | Revisión : 0     |

## 2.6. Rises

Se deberá contar con un área de almacenamiento de aceites y filtros ya ocupados, de manera tal que otra empresa dedicada al rubro pueda hacer su retiro.

## 3.0. Equipos

### 3.1 Equipos de Perforación

Se considera para este proyecto la utilización de tres equipos de perforación de alto rendimiento. Los Track-Drill hidráulicos son de Marca Soosan, modelo STD-11E, año 2013 y 2014, cuentan con cabina cerrada (Aire Acondicionado) y su mantención está al día.



Imagen 2: Perforación en Plataforma – Obra Cerro Armazones

Además se contempla, como apoyo, la utilización de máquina de perforación manual.

### 3.2 Equipos Movimiento de Tierra

Los equipos de movimiento de tierra, tanto de carguío como de transporte serán a cargo de Ferrovial

### 3.3 Camioneta Transporte de Explosivo

Para transportar explosivo al interior de la faena, es obligatorio contar con una camioneta autorizada, dando cumplimiento a la ley. Dicho vehículo será aportado por JJ Minero.

|                                                                                   |                                                                           |  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    |  | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                           |  | Página 7 de 12   |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA |  | Revisión : 0     |



Imagen 3: Camioneta habilitada para el Transporte de Explosivo – JJ Minero

### 3.4 Camionetas de Apoyo

En obra existirán camionetas de apoyo logístico, cuya misión será brindar mantención oportuna a los equipos y supervisión de todas las frentes de trabajo.



Imagen 4: Camionetas de apoyo Mecánico y Logística

### 3.5 Transporte de Personal

La mayoría de nuestros trabajadores se encuentran lejos de casa y deberán viajar en bus y en avión desde la ciudad de Calama.

### 4.0 Mano de Obra

Cada persona que ingresará a trabajar deberá contar con sus exámenes médicos requeridos al día. Así mismo, las personas que estarán manipulando explosivos contarán con sus Licencia de Manipulador o Programador Calculista en regla, según corresponda.

Toda la información requerida de contratos, finiquitos, exámenes médicos, etc., serán realizadas por el personal Administrativo en terreno, con el objetivo de dar cumplimiento a las leyes laborales y con ello exigir estados de pago y facturación.

La Mano de obra calificada estará compuesta por un total de 18 personas cuyos turnos de trabajo serán en su mayoría 20 x 10. El detalle de cargos y cantidades de personas se detallan en la siguiente tabla:

|                                                                                   |                                                                                    |  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                             |  | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                                    |  | Página 8 de 12   |
|                                                                                   | <b>OBRA RUTA DEL LOA<br/>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br/>REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b> |  | Revisión : 0     |

| CARGO                            | CANTIDAD  |
|----------------------------------|-----------|
| Ingeniero Programador Calculista | 1         |
| Jefe de Obra                     | 1         |
| Prevencionista                   | 1         |
| Supervisor                       | 1         |
| Administrativo                   | 1         |
| Operador                         | 3         |
| Mineros                          | 3         |
| Cargadores de Tiro               | 3         |
| Polvorineros                     | 2         |
| Mecánicos                        | 2         |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>18</b> |

Tabla 1: Listado de Mano de Obra – JJ Minero

## 5.0 METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 5.1 Introducción

El conocimiento de la calidad y tipo de roca juega un importante rol para cumplir con las especificaciones del proyecto. Según el análisis nos encontramos con roca Diorita.

Las coordenadas de éste sector son: Norte: 7.461.601, Este: 464.004, Altura: 1584 m.s.n.m.

Se aprecia que en conjunto con la planta móvil existen equipos: Excavadora con Martillo Hidráulico, Bulldozer, Excavadora.



El material reducido es enviado a otra planta de chancado secundario y terciario ubicada al otro costado norte de la carretera pavimentada.

|                                                                                   |                                                                                                |  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                                         |  | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                                                |  | Página 9 de 12   |
|                                                                                   | <b>OBRA RUTA DEL LOA</b><br><b>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA</b><br><b>REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b> |  | Revisión : 0     |

Se realiza análisis de dureza de roca considerándose como roca dura y muy dura.

| Procedimiento de identificación y rango aproximado de parámetros de resistencia |                              |                                                                                                                                                       |                                            |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Símbolo                                                                         | Descripción                  | Características de Terreno                                                                                                                            | Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa) | Índice de Carga Puntual (MPa) |
| R0                                                                              | EXTREMADAMENTE FRÁGIL        | La roca puede ser marcada por la uña del pulgar.                                                                                                      | <1                                         | (1)                           |
| R1                                                                              | MUY FRÁGIL                   | Se disgrega o desintegra al golpe firme con la punta del martillo geológico. Puede ser escarbada con un cortaplumas.                                  | 1-5                                        | (1)                           |
| R2                                                                              | FRÁGIL                       | Con dificultad puede ser escarbada con un cortaplumas. Marcas superficiales pueden ser hechas con un golpe firme con la punta del martillo geológico. | 5-25                                       | (1)                           |
| R3                                                                              | MODERADA O MEDIANAMENTE DURA | No puede ser escarbada con un cortaplumas. Se rompe con un golpe firme del martillo geológico.                                                        | 25-50                                      | 1-2                           |
| R4                                                                              | DURA                         | Se rompe con más de un golpe del martillo geológico.                                                                                                  | 50-100                                     | 2-4                           |
| R5                                                                              | MUY DURA                     | Se requieren muchos golpes del martillo geológico para romper la roca.                                                                                | 100-250                                    | 4-10                          |
| R6                                                                              | EXTREMADAMENTE DURA          | Los golpes del martillo geológico sólo obtienen esquirlas.                                                                                            | >250                                       | >10                           |

Respecto a la Roca ésta es reconocida como ígnea y de nombre **Diorita**. Estas rocas presentan una textura granulosa, producto de la presencia de los feldespatos en su composición. **La diorita presenta una extrema dureza**



Con respecto a las cantidades se estima una remoción de 100.000 a 120.000 cubos de roca diorita, cuya extracción será desde dos cerritos separados por unos 100 m.

Se piensa que es posible instalar polvorín dentro del área designada. Además se conversa la posibilidad de dejarlo a 12 km en área de contratista local.

|                                                                                   |                                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                           | Página 10 de 12  |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA | Revisión : 0     |

El proceso de excavación, que consiste en remover el material necesario se inicia con el trazado topográfico de su ubicación exacta para realizar las perforaciones con equipos Track-Drill Hidráulicos con cabina, que asegurará una perforación con la menor desviación posible. Posteriormente, se realiza la Tronadura con cargas explosivas previamente calculadas y luego se extraerá el material por medio de excavadoras y retroexcavadora según tamaño de fundación a generar. Esto es parte de un ciclo minero, el cual se indica en la siguiente imagen.



Imagen 5: Ciclo Minero – JJ Minero

## 5.2 Perforación

La perforación se realizará con equipos hidráulicos con un diámetro de 2.5” pulgadas. Se estima que la malla de perforación sea de 1.5 x 1.5 metros, de acuerdo a la resistencia de la roca.

| TIPO DE EXPLOSIVO          | VARIABLE DE DISEÑO             | RESISTENCIA DE LA ROCA (Mpa) |                        |                   |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------|
|                            |                                | Blanda<br>< 70               | Media-dura<br>70 - 180 | Muy dura<br>> 180 |
| ANFO                       | BURDEN – B<br>ESPACIAMIENTO -S | 28 D<br>33 D                 | 23 D<br>27 D           | 21 D<br>24 D      |
| HIDROGELES<br>Y EMULSIONES | BURDEN –B<br>ESPACIAMIENTO -S  | 38 D<br>45 D                 | 32 D<br>37 D           | 30 D<br>34 D      |

Con respecto a la altura de banco a tronar, la teoría nos recomienda que esta sea de 37 veces el diámetro de perforación y una pasadura de 6 veces el diámetro, por lo que la altura del barreno debería ser entre 2.5 a 3 metros.

|                                                                                   |                                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                           | Página 11 de 12  |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA | Revisión : 0     |

### 5.3 Tronadura

El proceso de voladura es observada en todo momento por el Ingeniero Calculista y el supervisor de tronadura, quienes chequean principalmente: Marcación perimetral de la zona de carguío con conos y letreros (loros muertos), primados, factor carga, tacos, buen amarre de cordón, colocación de retardos y detonadores con largo de mecha adecuado.

Los tipos de explosivo a ocupar en Obra serán:

|                           |
|---------------------------|
| Anfo 25 Kg                |
| Emultex 1x 8              |
| Cordón Detonante 5gms/Mts |
| Mecha Lenta               |
| Fulminante N°8            |
| Retardos Superficiales    |

Tabla 2: Tipos de Explosivos

### 5.4 Carguío y Transporte

El material fracturado será cargado y transportado a planta móvil “Chancador Primario” para su reducción de tamaño. Todo el movimiento de tierra será brindado por la empresa mandante.

### 5.5 Transporte de Agua Industrial

El agua industrial deberá ser suministrada por Mandante. Además será necesario contar con 2 Bines de plástico en terreno para uso en los barrenos de perforación.

### 5.6 Agua Potable

Lo común son los bines pequeños de 20 litros que se instalarán en lugares autorizados y seguros, en donde nuestros trabajadores tengan libre acceso a ésta.

### 5.7 Baños Químicos

Proporcionar el servicio de baños químicos y limpieza en faena será aportando por empresa Mandante, sin costo para JJ Minero.

|                                                                                   |                                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | METODOLOGÍA DE TRABAJO                                                    | Fecha: 3/06/2021 |
|                                                                                   |                                                                           | Página 12 de 12  |
|                                                                                   | OBRA RUTA DEL LOA<br>SECTOR CARMEN ALTO – CALAMA<br>REGIÓN DE ANTOFAGASTA | Revisión : 0     |

### 5.8 Programa de Obras

Se piensa iniciar las obras a mediados del mes de septiembre 2021. Para ello será necesario realizar las tareas anticipadas de acreditación del personal, permisos para trabajar con explosivos, confeccionar los polvorines, movimiento de equipos, cuyo tiempo será entre 2 a 3 semanas desde firmado el contrato entre las partes.

### 5.9 Prevención de Riesgo

La prevención de riesgos, charlas de seguridad y todo lo relacionado al área será ejecutada por un prevencionista de JJ Minero, en conjunto con los lineamientos de Ferrovial.

### 5.10 Topografía

La topografía en general deberá ser aportada por la empresa Mandante. En terreno será necesario contar con topógrafos y alarifes que trabajaran en la marcación de cada sector a perforar y excavar, los cuales estarán en constante comunicación con los supervisores y jefes de JJ Minero.

Así mismo los profesionales del área deberán medir los sectores removidos y autorizar las cubicaciones ejecutadas para su facturación.

La información de planos de diseños constructivos serán aportados en terreno para tener claridad en los avances de las diferentes frentes de trabajo.

### 5.11 Combustible

El combustible en obra tanto para vehículos menores como también equipos de perforación y movimiento de tierra, deberá ser aportado por Ferrovial y descontado del estado de pago correspondiente a JJ Minero. Se recomienda contar con un sector estacionario apropiado y regulado por el Mandante. Además se deberá considerar un camión de reparto de combustible aportado por Mandante.