

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**“MEJORAR EL ACARREO DE MINERAL EN ORE PASS  
MEDIANTE EL USO  
DE PARRILLAS ACARTELADAS Y BERMA METALICA DE  
SEGURIDAD EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL 2018”**

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR: BACHILLER YEFRY SILFREDO GAMBOA**

**VALDERRAMA**

**ASESOR: ING. JUAN FRANCISCO MELÉNDEZ NINA**

**CUSCO - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Al Señor nuestro salvador

A mi señora madre Carmela, porque ha estado conmigo cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para seguir creciendo como persona y profesional, a mi madre Carmela que a lo largo de mi vida a estado velando por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, a mi hermano que siempre estuvo motivándome e inculcándome en todo momento, y a mi enamorada que fue un gran apoyo y soporte. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. A ellos este proyecto que sin ellos no hubiese podido ser.

## *Agradecimiento*

*Agradezco a la compañía minera Minsur  
unidad minera San Rafael por brindarme la  
oportunidad de realizar mis prácticas  
Profesionales para obtener el grado de  
ingeniero de Minas.*

*A la escuela profesional de ingeniería de  
minas, que me brindo gran cantidad de  
conocimientos y valores.*

*Agradezco al Ingeniero Juan Francisco  
Meléndez Nina por aceptarme asesorarme y  
apoyarme en este proyecto.*

## RESUMEN

Actualmente en la Unidad Minera San Rafael el mineral se acarrea desde Mina hasta las parrillas mecánicas con equipos Scooptram (Caterpillar y Atlas Copco) con capacidad de 4.2Yd<sup>3</sup>, posteriormente a la planta concentradora mediante los volquetes (FMX 440 con capacidad de 30TM y FMX 520 con capacidad de 50TM) con una producción de 2900 toneladas por día aportado de 2200TM de los tajos y 700TM por labores de preparación y desarrollo.

El mineral es acarreado desde la ventana de extracción que se encuentra con mineral roto hasta una parrilla que esta acondicionada en cada nivel del tajeo, estas parrillas están instaladas a un VCR que van conectadas al ORE PASS de extracción; En el pie del ORE PASS se tienen instaladas tolvas de acumulación de mineral, dejando caer el mineral, estas tolvas abren sus compuertas mediante acondicionamiento hidráulico dejando caer el mineral en los volquetes que están estacionados previamente en la base de la tolva, estas tolvas funcionan con energía eléctrica.

Una de las restricciones para que este proceso se cumpla adecuadamente es el banqueo (mineral con grandes dimensiones) que se tiene en los tajos, porque los bancos se acumulan en las parrillas y no deja fluir la carga hacia las tolvas; para disminuir la granulometría de estos bancos en la mina San Rafael se utilizan equipos móviles instalados al costado de las parrillas denominados ROMPEBANCOS (CAT).

Estos equipos tienen la ventaja que son móviles y pueden llevarse a diferentes tajos, pero representan un alto costo por la operación y mantenimiento, además que se hace necesaria una para cada tajeo que está en explotación.

También se cuenta con una berma de seguridad en cada parrilla, que tiene la particularidad de ser fija por lo tanto el equipo Scooptram lo utiliza como tope para poder descargar el mineral en las parrillas, esta operación hace que las bermas o parapetos tengan constante desgaste ocasionando un alto costo en reparación.

Las parrillas que se están utilizando actualmente no están diseñadas para soportar cargas altas que se dan en la operación, podemos comprobar la flexión de estos elementos solamente con la fuerza del martillo del rompe banco.

Lo que se propone utilizar, son parrillas acarteladas que por su propio diseño soportan cargas por encima de las 25 toneladas, tienen un mejor diseño para la fluidez del mineral y mejor durabilidad reduciéndose los costos, además estarían instaladas al mismo

nivel de la ventana de extracción, haciendo que el equipo Scooptram puede retirar los bancos de mayor tamaño y llevarlos a una cámara de plasteo.

El cumplimiento a la normativa del Decreto Supremo 024 y la modificatoria 023, del Ministerio de Energía de Minas para el uso de las parrillas y berma se propone la utilización de una berma metálica de seguridad, portátil y de mayor duración.

Después el análisis económico realizado en el uso de estas parrillas y bermas propuestas mejoraría la eficiencia de extracción, porque no se necesita ya los equipos rompe bancos para cada parrilla.

## ABSTRACT

Currently, at the San Rafael Mining Unit, the ore is transported from the mine to the concentrator plant using scoops and dump trucks with a production of 2900 tons per day.

The ore is transported from the extraction window that is with broken ore to a grill that is conditioned in each level of the tajeo, these grills are installed to a VCR that are connected to the extraction ORE PASS; At the foot of the ORE PASS ore accumulation hoppers are installed, dropping the ore, these hoppers open their gates by hydraulic conditioning dropping the ore in the dump trucks that are previously parked at the base of the hopper, these hoppers work with electric power.

One of the restrictions for this process is adequately met is the bank (ore with large dimensions) that is in the pits, because the banks accumulate in the grills and do not let the load flow to the hoppers; To reduce the granulometry of these banks in the San Rafael mine, mobile equipment installed next to the grills called ROMPEBANCOS (CAT) is used.

These equipments have the advantage that they are mobile and can be carried to different pits, but they represent a high cost for the operation and maintenance, besides that one is necessary for each tajeo that is in operation.

There is also a security berm in each grill, which has the peculiarity of being fixed therefore the Scoop uses it as a stop to be able to unload the ore in the grills, this operation causes the berms or parapets to have constant wear causing an high cost in repair.

The grills that are currently used are not designed to withstand high loads that occur in the operation, we can check the buckling of these elements only with the strength of the hammer of the bank breaks.

What it proposes to use, are grilles that have their own design withstand loads above 25 tons, have a better design for the fluidity of the mineral and better durability reducing costs, they would also be installed at the same level of the extraction window, making the Scoop can remove the larger banks and take them to a plastee chamber.

The compliance with the regulations of Supreme Decree 024 and amending 023, of the Ministry of Energy of Mines for the use of grills and berm, proposes the use of a metallic safety berm, portable and longer.

After the economic analysis carried out in the use of these proposed grills and berms would improve extraction efficiency, because it is no longer needed the equipment breaks banks for each grid.

## INTRODUCCIÓN

Una de las actividades principales en el negocio minero es el Acarreo de Mineral, por lo tanto: esta, debe ser fluida, a un bajo costo y con altos rendimientos de los equipos que la realizan.

Para poder trasladar el mineral desde los tajos hasta las parrillas mecánicas con equipos Scooptram con capacidad de 4.2Yd<sup>3</sup>, posteriormente a la planta concentradora mediante los volquetes (FMX 440 con capacidad de 30TM y FMX 520 con capacidad de 50TM) con una producción de 2900 toneladas por día aportado de 2200TM de los tajos y 700TM por labores de preparación y desarrollo.

Estos recursos deben ser dimensionados correctamente y cumplir con la normativa DS 024-2016-EM y sus modificatorias, con la finalidad de darle la seguridad adecuada y la fluidez a la extracción de mineral.

La implementación de parrillas acarteladas y berma de metálica de seguridad, para un mejor rendimiento en el acarreo de mineral en la Unidad Minera San Rafael, para así MEJORAR esta operación unitaria, reduciendo costos de acarreo y mejorando los rendimientos de los equipos. Para la implementación de las parrillas acarteladas se tienen varios parámetros a considerar como:

- El buen diseño de las parrillas de 47cm a 50cm.
- La perforación de taladros con mínimas desviaciones de taladros
- El adecuado carguío de taladros

Con la finalidad que no exceda, la sobre rotura del tajo, y no haya mayor dilución de mineral y por otro lado para el tema de acarreo de mineral sea con la mínima cantidad de bancos en donde dificulta el acarreo y posteriormente son transportadas a las parrillas en donde empieza el problema.

Al tener bancos rotos con un diámetro mayor a 50cm es casi imposible que pase en material roto por la parrilla sin necesidad de rompe bancos eso con lleva a que requieran del equipo Caterpillar (rompe banco) esto incrementa tus costos.

El mineral es acarreado desde la ventana de extracción que se encuentra con mineral roto hasta una parrilla que esta acondicionada en cada nivel del tajeo, estas parrillas están instaladas a un VCR que van conectadas al ORE PASS de extracción; En el pie del ORE PASS se tienen instaladas tolvas de acumulación de mineral, dejando caer el mineral, estas tolvas abren sus compuertas mediante acondicionamiento hidráulico dejando caer el mineral en los volquetes que están estacionados previamente en la base



de la tolva, estas tolvas funcionan con energía eléctrica. Una de las restricciones para que este proceso se cumpla adecuadamente es el banqueo (mineral con grandes dimensiones) que se tiene en los tajos, porque los bancos se acumulan en las parrillas y no deja fluir la carga hacia las tolvas; para disminuir la granulometría de estos bancos en la mina San Rafael se utilizan equipos móviles instalados al costado de las parrillas denominados ROMPEBANCOS (CATERPILLAR).

Estos equipos tienen la ventaja que son móviles y pueden llevarse a diferentes tajos, pero representan un alto costo por la operación y mantenimiento, además que se hace necesaria una para cada tajeo que está en explotación.

También se cuenta con una berma de seguridad en cada parrilla, que tiene la particularidad de ser fija por lo tanto el equipo Scooptram lo utiliza como tope para poder descargar el mineral en las parrillas, esta operación hace que las bermas o parapetos tengan constante desgaste ocasionando un alto costo en reparación.

Las parrillas que se están utilizando actualmente no están diseñadas para soportar cargas altas que se dan en la operación, podemos comprobar la flexión de estos elementos solamente con la fuerza del martillo del rompe banco.

Lo que se propone utilizar, son parrillas acarteladas que por su propio diseño soportan cargas por encima de las 25 toneladas, tienen un mejor diseño para la fluidez del mineral y mejor durabilidad reduciéndose los costos, además estarían instaladas al mismo nivel de la ventana de extracción, haciendo que el equipo Scooptram puede retirar los bancos de mayor tamaño y llevarlos a una cámara de plasteo.

El cumplimiento a la normativa del Decreto Supremo 024 y la modificatoria 023, del Ministerio de Energía de Minas para el uso de las parrillas y berma se propone la utilización de una berma metálica de seguridad, portátil y de mayor duración.

Después el análisis económico realizado en el uso de estas parrillas y bermas propuestas mejoraría la eficiencia de extracción, porque no se necesita ya los equipos rompe bancos para cada parrilla.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	I
Abstract .....	II
Introducción.....	III
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES DE ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos .....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Hipótesis de la investigación .....	3
1.4.1. Hipótesis general.....	3
1.4.2. Hipótesis específicas .....	3
1.5. Justificación y delimitación de la investigación .....	3
1.5.1. Justificación .....	3
1.5.2. Delimitación de la investigación.....	4
1.6. Marco teórico .....	4
1.6.1. Antecedentes de las parrillas mecánicas.....	4
1.6.1.1. Situación actual del uso de parrillas .....	4
1.6.1.2. Especificaciones técnicas .....	5
1.6.1.3. Materiales e instalación.....	9
1.6.1.4. Proceso de instalación de parrillas en San Rafael .....	10
1.6.1.5. Ventajas y desventajas .....	13
1.6.1.6. Soldadura oxicorte .....	15
1.6.2. Antecedentes del Scooptram Caterpillar r1300 .....	16
1.6.2.1. Especificaciones técnicas .....	16
1.6.2.2. Estudio de tiempos.....	17
1.6.2.2.1. Tiempo base .....	18
1.6.2.2.2. Tiempo de descanso .....	18
1.6.2.3. Recolección de datos.....	19



2.5.1.2.1.1. Taladros del contorno.....	43
2.5.1.2.1.2. Taladros de arranque.....	43
2.5.1.2.2. Esquema de carguío en vetas .....	45
2.5.1.2.2.1. Taladros de producción .....	45
2.5.1.2.2.2. Tipos de carguío desacoplado.....	47
2.5.1.2.3. Esquema de carguío en cuerpos .....	48
<b>CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO .....</b>	<b>50</b>
3.1. Método de investigación.....	50
3.1.1. Método cuantitativo.....	51
3.2. Tipo de investigación .....	53
3.1.2. Comparativo.....	53
3.3. Nivel de investigación .....	53
3.3.1. Nivel correlacional .....	53
3.4. Población y muestra .....	54
3.5. Técnicas de recolección de datos .....	54
3.6. Instrumentos .....	55
3.7. Variables e indicadores .....	55
3.8. Procesamiento de datos .....	55
3.8.1. Resultados del procesamiento de datos .....	56
3.8.1.1. Granulometría de mineral P80.....	56
3.8.1.1.1. Porta metric .....	56
3.8.1.2. Rendimiento del Scooptram .....	63
3.8.1.2.1. Características del equipo Scooptram .....	63
3.8.1.2.2. Recolección de datos .....	63
3.8.1.2.3. Rendimiento del equipo Scooptram .....	64
3.8.1.3. Rendimiento de los volquetes.....	70
3.8.1.3.1. Tiempos muertos .....	70
<b>CAPITULO IV: PARRILLAS ACARTELADAS Y BERMA METÁLICA DE SEGURIDAD .....</b>	<b>73</b>
4.1. Parrillas acarteladas.....	73
4.1.1. Especificaciones técnicas de la parrilla .....	75
4.2. Especificaciones técnicas de la berma metálica de seguridad .....	82

4.2.1. Funciones de la berma metálica .....	84
4.2.2. Ventajas y desventajas del uso de las parrillas acarteladas y berma metálica de seguridad.....	85
4.2.2.1. Ventajas .....	85
4.2.2.2. Desventajas .....	86
<b>CAPITULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>87</b>
5.1. Análisis económico .....	87
5.1.1. Análisis de costos en preparaciones (infraestructura) .....	87
5.1.2. Análisis de costos operativos de rompe bancos.....	90
5.1.3. Costo de fabricación y costo de mano de obra .....	90
5.1.4. Costo de la voladura secundaria .....	92
5.1.5. Resumen de costos .....	93
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, GRAFICOS Y ANEXOS

### FIGURA

Figura N° 1 Vista en planta de una parrilla convencional. ....	6
Figura N° 2 Diseño de una parrilla mecanizada (unidad mm) .....	7
Figura N° 3 Vista en perfil de una parrilla mecanizada (unidad mm) .....	8
Figura N° 4 Resistencia de las parrillas mecanizadas.....	8
Figura N° 5 Proceso de encofrado de las bases de la parrilla.....	12
Figura N° 6 Instalación de la parrilla mecánica. ....	12
Figura N° 7 Juntas de la parrilla con soldadura supercito y cellocord.....	13
Figura N° 8 Se puede observar la flexión que tienen las vigas. ....	14
Figura N° 9 Rotura y flexión por la zona de corte y soldadura de la viga. ....	14
Figura N° 10 Berma de seguridad, destrozada por la utilización, necesita repararse para cumplir con la normativa.....	15
Figura N° 11 Ruta del mapa (Juliaca a la mina San Rafael). ....	23
Figura N° 12 Geología local de la mina San Rafael .....	31
Figura N° 13 Sección longitudinal de la Veta San Rafael mostrando la zona de Sn - Cu. ....	33
Figura N° 14 Etapas de la mineralización en San Rafael.....	35
Figura N° 15 Sección longitudinal de la veta Vicente Centro, mostrando isovalores de Sn. ....	36
Figura N° 16 Diseño de malla de perforacion de un VCR.....	39
Figura N° 17 Diseño de malla de perforación en vetas.....	40
Figura N° 18 Perforación de la veta Kimberly. ....	40
Figura N° 19 Perforación en el cuerpo San Rafael. ....	41
Figura N° 20 Diseño de malla de perforación en cuerpos.....	42
Figura N° 21 Carguío de los taladros de un VCR. ....	44
Figura N° 22 Diseño de malla de un VCR, en la seccion K1, K2, y K3 .....	44
Figura N° 23 Esquema de carguío de taladros. ....	45
Figura N° 24 Esquema de carguío de taladros largos.....	46
Figura N° 25 Carguío dentro del tubo.....	47
Figura N° 26 Carguío fuera del tubo.....	47

Figura N° 27 Carguío de taladros de una sección longitudinal .....	48
Figura N° 28 Carguío de taladros de acuerdo a la sección longitudinal .....	49
Figura N° 29 Enfoque de la investigación (Libro metodología de la investigación, autor Roberto Hernández Sampieri .....	51
Figura N° 30 Fases del proceso de investigación cuantitativa. ....	52
Figura N° 31 Porta metric, toma fotografías en 3D al instante obtiene los resultados... 57	
Figura N° 32 Fotografía tomada en Cyndhi TJ 3950-1800.....	57
Figura N° 33 Análisis de la fotografía tomada en Cyndhi TJ 3950-1800.....	58
Figura N° 34 Diseño de malla de una veta con secciones normalmente de 2m x 3m. ...	74
Figura N° 35 Parrilla Terminada y entregada, lista para su instalación.....	77
Figura N° 36 Modo de ensamble y posición de las peinetas con el refuerzo.....	77
Figura N° 37 Descripción del acero Raex .....	78
Figura N° 38 Proceso de fabricación de las peinetas.....	80
Figura N° 39 Proceso de unión de las peinetas .....	80
Figura N° 40 Proceso de prueba con líquidos penetrantes del proceso de soldadura....	81
Figura N° 41 Berma metálica de seguridad terminada .....	83
Figura N° 42 Utilización de la berma de seguridad .....	84
Figura N° 43 Medidas de berma metálica de seguridad, (A: 1m, L: 1.90m, A: 2.4m)...	85
Figura N° 44 Infraestructura para la parrilla y el rompe banco (42 metros lineales) ....	88
Figura N° 45 Infraestructura propuesta para la parrilla acartelada (30 metros lineales).	89

## **TABLAS**

Tabla N° 1 Materiales de construcción de parrilla mecanizada y su parapeto metálico... 9	
Tabla N° 2 Especificaciones técnicas del equipo Scooptram R1300. ....	17
Tabla N° 3 Ciclo del acarreo de mineral .....	19
Tabla N° 4 Cuadro resumen de los rendimientos respecto a diferentes distancias. ....	21
Tabla N° 5 Variables independiente y dependiente con sus indicadores.....	55
Tabla N° 6 Parámetros del Motion Metric (%) ... ..	58
Tabla N° 7 Rango de intervalos analizados del mineral roto.....	59
Tabla N° 8 Cuadro resumen de todo el año del Budget.....	59
Tabla N° 9 Características específicas de San Rafael, con respecto al Scooptram. ....	63
Tabla N° 10 Cantidad de equipos Scooptram .....	63

Tabla N° 11 Planificación o Budget del rendimiento del equipo Scooptram en la unidad minera San Rafael. ....	64
Tabla N° 12 Cuadro de horómetros del 2017 calculando la (DM, Uso).....	65
Tabla N° 13 Cuadro de horómetros del 2017 (DM, Uso y Rendimiento) .....	66
Tabla N° 14 Cuadro de horómetros del 2018 calculando la (DM, Uso).....	67
Tabla N° 15 Cuadro de horómetros del 2018 (DM, Uso y Rendimiento). ....	68
Tabla N° 16 Volquete FMX 520 de capacidad 50TM.....	70
Tabla N° 17 Volquete FMX 440 de capacidad 30TM.....	70
Tabla N° 18 Rendimiento de los volquetes en la parrilla mecánica y parrilla acartelada. ....	71
Tabla N° 19 Composición química del acero.....	78
Tabla N° 20 Rangos de la composición del acero austenico.....	79
Tabla N° 21 Propiedades mecánicas de resistencias del acero.....	79
Tabla N° 22 Análisis de costos en preparación (infraestructura). ....	89
Tabla N° 23 Análisis de costos operativos de rompe banco. ....	90
Tabla N° 24 Costo de la fabricación de la parrilla mecánica y mano de obra .....	90
Tabla N° 25 Costo de fabricación de parrilla acartelada.....	91
Tabla N° 26 Costo de la voladura secundaria .....	92
Tabla N° 27 Resumen de costos (parrilla mecánica y parrilla acartelada) .....	93

## **GRÁFICOS**

Gráfico N° 1 Rendimiento en función a la distancia. ....	21
Gráfico N° 2 Grafico de los parámetros del Motion Metric.....	58
Gráfico N° 3 Granulometría de mineral durante el año 2018 .....	60
Gráfico N° 4 Granulometría de mineral (P80) semanalmente .....	60
Gráfico N° 5 Análisis de fragmentación de mineral por años.....	61
Gráfico N° 6 Granulometría de mineral (P80) por tipo de mineral .....	61
Gráfico N° 7 Granulometría de mineral P80 en años, vs factor de potencia .....	62
Gráfico N° 8 Rendimiento de acarreo de mineral 2016-2019.....	69
Gráfico N° 9 Uso de los equipos de extracción 2016-2019 .....	72
Gráfico N° 10 Rendimiento de extracción 2017-2019 .....	72
Gráfico N° 11 Diseño de parrillas acarteladas .....	76



## ANEXOS

Anexo N° 1 Programa de producción (Enero-Diciembre).....	96
Anexo N° 2 Muestra el perfil longitudinal de la ubicación de las tolvas.....	97
Anexo N° 3 Estándar EPCM.....	98
Anexo N° 4 PETS EPCM.....	106
Anexo N° 5 Estándar Minsur .....	118
Anexo N° 6 Yacimientos de cuerpos y vetas en la mina San Rafael.....	127
Anexo N° 7 Diseño de taladros TJ 4100-35 perforaciones positivas y negativas.....	128
Anexo N° 8 Análisis del equipo porta metric.....	129
Anexo N° 9 Recolección de datos del Scooptram.....	130
Anexo N° 10 Cuadro de horómetros de equipos .....	131
Anexo N° 11 Proyecto de parrillas acarteladas para el 2018 .....	133
Anexo N° 12 Diseño de carguío del Scooptram en (sección y planta).....	134

## CAPITULO I: GENERALIDADES DE ESTUDIO

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la Unidad Minera San Rafael, para poder trasladar el mineral desde los tajos hasta las parrillas mecánicas se realiza con equipos Scooptram con capacidad de 4.2Yd<sup>3</sup>, posteriormente a la planta concentradora mediante los volquetes (FMX 440 con capacidad de 30TM y FMX 520 con capacidad de 50TM) con una producción de 2900 toneladas por día aportado de 2200TM de los tajos y 700TM por labores de preparación y desarrollo.

El mineral, es acarreado, desde la ventana de extracción, que se encuentra con mineral roto hasta una parrilla que esta acondicionada en cada nivel del tajeo, estas parrillas están instaladas a un VCR que van conectadas al ORE PASS de extracción; En el pie del ORE PASS se tienen instaladas tolvas que acumulan mineral, estas tolvas abren sus compuertas mediante accionamiento hidráulico, dejando caer el mineral en los volquetes que están estacionados previamente en la base de la tolva.

- a) Una de las restricciones para que este proceso se cumpla adecuadamente es la acumulación de mineral en las parrillas mecánicas y no deja fluir el mineral hacia las tolvas, para lo cual se utiliza equipos rompe bancos para dejar fluir el mineral roto hacia las tolvas. Las parrillas mecánicas actuales son las que no dejan fluir el mineral roto adecuadamente por el diseño que tiene. Su construcción es muy costosa, tiene menor resistencia y durabilidad.

- b) El incumplimiento en el rendimiento de acarreo de mineral. El Budget del rendimiento en el acarreo de mineral es de 65 TM/H y el real es de 61 TM/H y su incumplimiento es 93.85 % en el 2017. Influye la no fluidez de mineral por las parrillas mecánicas al rendimiento del Scooptram.
- c) También se requiere una berma de seguridad en cada parrilla, que tiene la particularidad de ser fija, el equipo Scooptram lo utiliza como un tope para poder descargar el mineral en las parrillas, al terminar el acarreo ya no se puede sacar y reutilizarlo la berma de seguridad.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Por qué se acumula mineral roto en las parrillas mecánicas actuales y no deja fluir adecuadamente hacia la tolva en la unidad minera San Rafael?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿Por qué no se cumple con el rendimiento de acarreo de mineral en la unidad minera San Rafael, afectando a la producción de mineral por día?

¿Por qué las bermas de seguridad en cada parrilla son fijas, las cuales ocasionan un alto costo en la construcción para otras parrillas?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar parrillas acarteladas en lugar de las mecánicas para tener mejor fluidez del mineral roto, porque tiene mejor diseño y excelente durabilidad.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Mejorar el rendimiento de acarreo de mineral en función al Budget y también mejorar el rendimiento de extracción.

2. Usar las bermas metálicas de seguridad que no son fijas y fácil de trasladar, que ocasiona un bajo costo en la construcción de otras parrillas acarteladas.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

##### **1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Empleando las parrillas acarteladas y la berma metálica de seguridad se obtendrá una mayor fluidez del mineral hacia la tolva, optimizándose el acarreo de mineral y el costo en el ORE PASS.

##### **1.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

Utilizando las parrillas acarteladas se incrementará el rendimiento de acarreo de mineral, porque disminuirá la acumulación de mineral roto.

Son bermas de seguridad metálicas ya fabricadas que poseen mayor resistencia con respecto a las bermas anteriores, tiene la particularidad de ser trasladado, también puede cumplir funciones como parapetos en carguío directo y en rellenos detríticos.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

##### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN**

Las parrillas acarteladas tienen menor costo en la construcción. Las parrillas que se propone instalar son del tipo acartelada, con características mecánicas muy parecidas a la que tenemos, con un nivel de aleación de molibdeno un tanto superior, que lo hace más resistente al desgaste, la marca de acero que se utiliza para su fabricación es RAEX, según sus especificaciones. Además, el diseño acartelado permite soportar cargas más altas en la misma parrilla, contando que las uniones se hacen en el lugar de fabricación, con soldaduras y ambientes adecuados.

Las bermas de seguridad, que se están proponiendo usar en San Rafael, cumplen las exigencias del Decreto Supremo y su Modificatoria. Además, están diseñadas también con el mismo tipo de acero con las que están fabricadas las parrillas. Un punto importante es que el diseño permite que además de usarlo como berma de seguridad, se usa como

tope de los equipos, ya que su diseño curvo distribuye el esfuerzo de la potencia del motor hacia arriba, haciendo que el desgaste y rotura de este sea mínimo. Este dispositivo puede ser utilizado también en las zonas de carguío, en el relleno de tajos vacíos con detritico y las parrillas, porque es movable y puede trasladarse con el Scooptram.

### **1.5.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realiza en la unidad minera San Rafael en interior mina en las respectivas parrillas mecánicas.

Con respecto al límite de tiempo. El trabajo es realizado en el 2018 y ya se están teniendo los resultados, y mayores resultados se obtendrán a futuro.

Con respecto al límite de actividad. La actividad tendrá varios campos de involucramiento como acarreo de mineral, voladura secundaria, elaboración de chimeneas y construcción de las parrillas acarteladas.

## **1.6. MARCO TEORICO**

### **1.6.1. ANTECEDENTES DE LAS PARRILLAS MECÁNICAS.**

#### **1.6.1.1. SITUACION ACTUAL DEL USO DE PARRILLAS.**

Actualmente tenemos 31 ORE PASS con parrillas mecánicas en la Unidad Minera San Rafael, distribuidos para los diferentes tajeos, se cuenta con 2 rompe bancos (CATERPILLAR 1 Y CATERPILLAR 2) y 05 equipos Scooptram de 4.2 yd<sup>3</sup>, con el cual se realiza el trabajo de acarreo de mineral.

Para este año tenemos programado extraer mineral de 14 tajos, para el cual sería necesaria tener mínimo 13 ORE PASS, para cumplir con la producción programada.

Esta información fue extraída del área de (Ingeniería y planeamiento, Operaciones mina). Son los que diseñan la ubicación del ORE PASS en un lugar ideal para el acarreo de mineral, Operaciones mina son las que ejecutan la construcción del ORE PASS mediante una contrata EPCM dedicada a servicios auxiliares mina cumpliendo con las normas del DS 024 y su modificatoria DS 023.

Como muestra el Anexo N° 1: Programa de producción (enero-diciembre), Tonelaje y ley, sobre nuestros ORE PASS para el 2018.

Nuestro Anexo N° 2: Muestra el (Perfil longitudinal de ubicación de las tolvas).

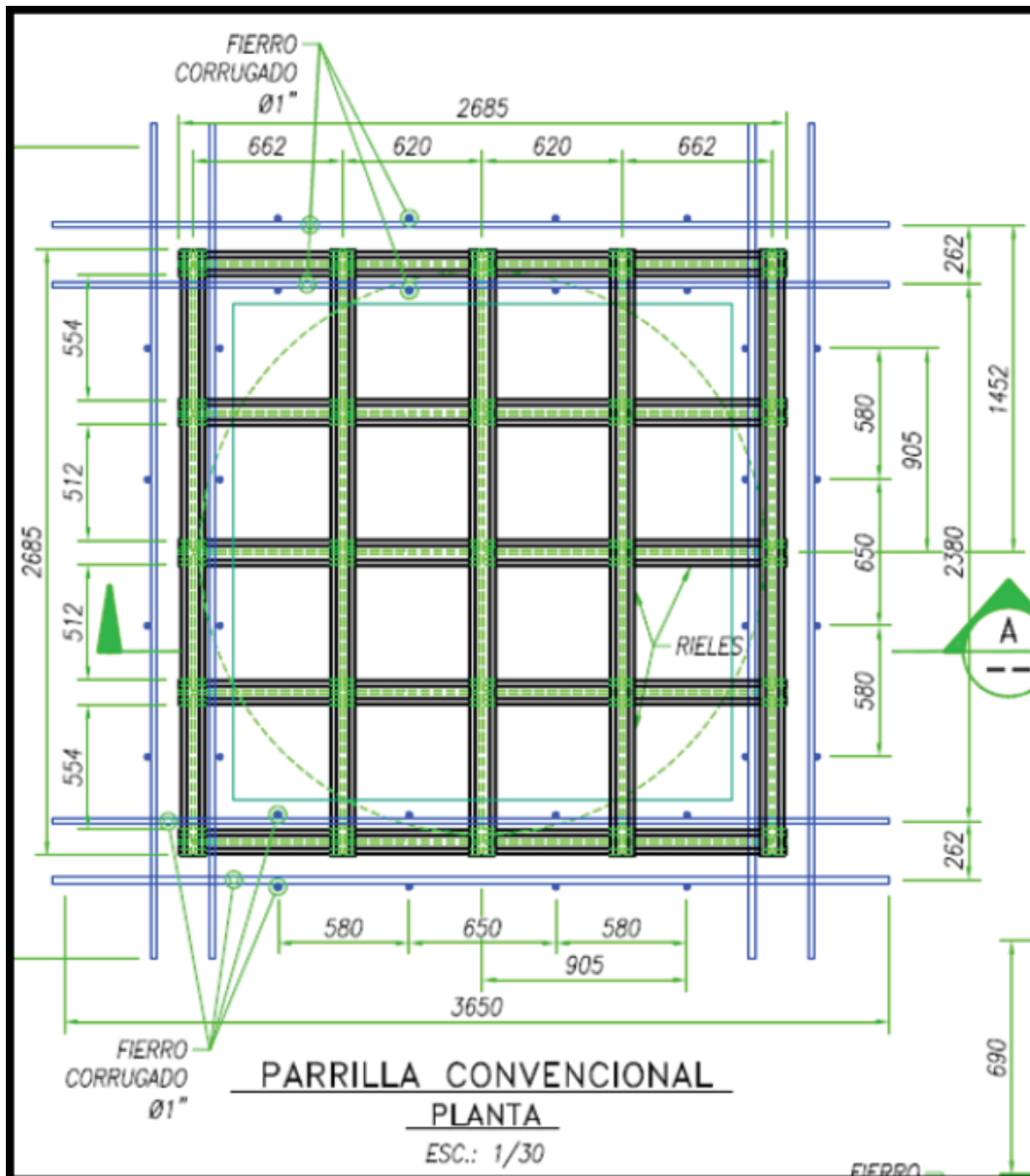
**1.6.1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Las parrillas en San Rafael, en la actualidad son fabricadas con acero al manganeso austenítico equivalente a la norma ASTM A 128 GR.C, este acero presenta características mecánicas muy favorables como: alta resistencia a la tracción y compresión, alta ductilidad y excelente resistencia al desgaste.

Estos componentes son entregados en barras de 5"x 6" x 116", son llevados a la zona de trabajo y son armadas in situ.

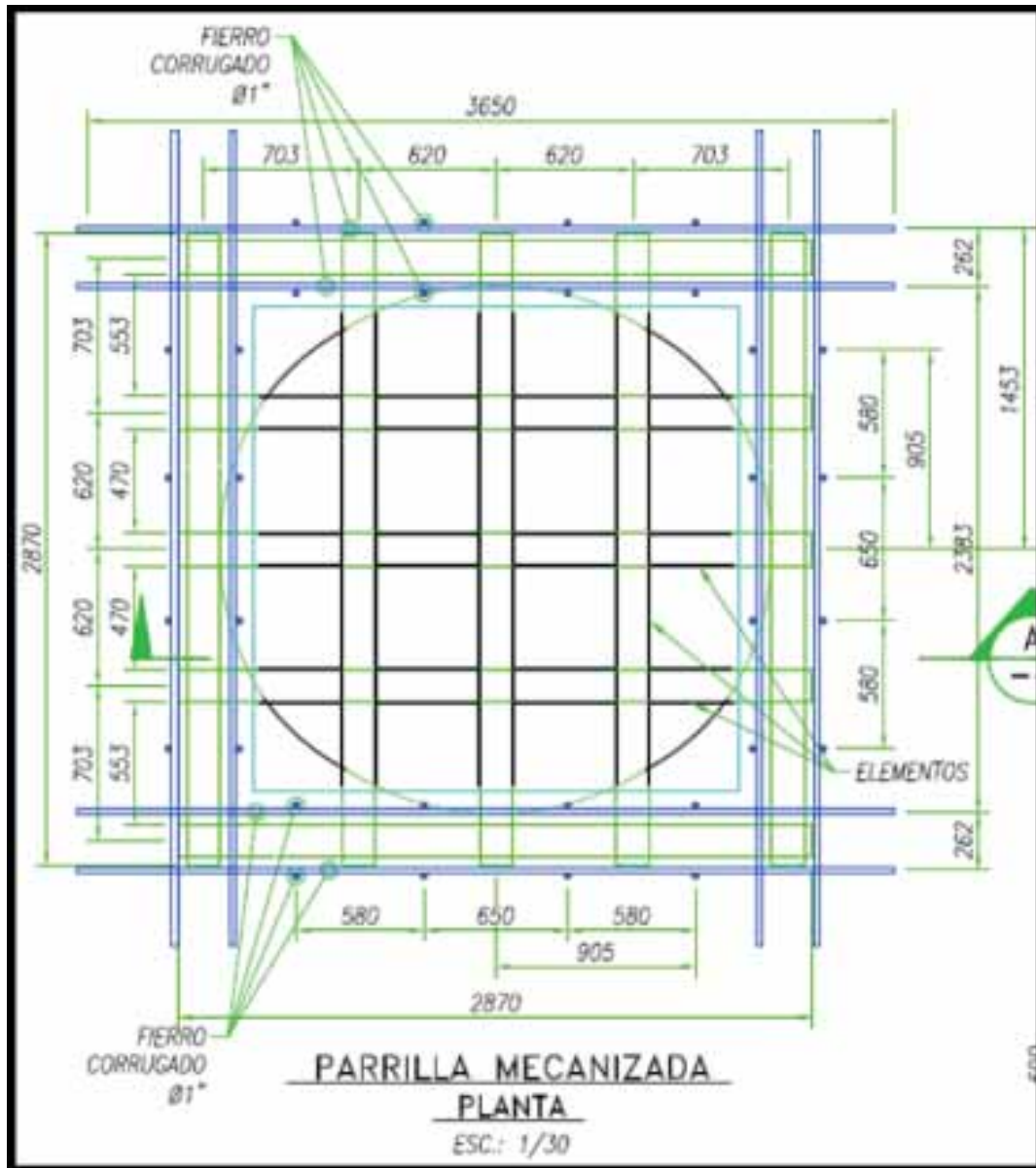
Una característica de este tipo de aleaciones es que, a elevadas temperaturas, pierden sus características mecánicas si no son tratadas de manera adecuada; es decir no pueden ingresar a procesos de soldadura en condiciones de polvo o humedad, estas condiciones varían completamente las características iniciales de su proceso de aleación al proceso de soldadura.

Figura N° 1: Vista en planta de una parrilla convencional.



Fuente: Plano extraído de Ingeniería y Planeamiento (San Rafael).

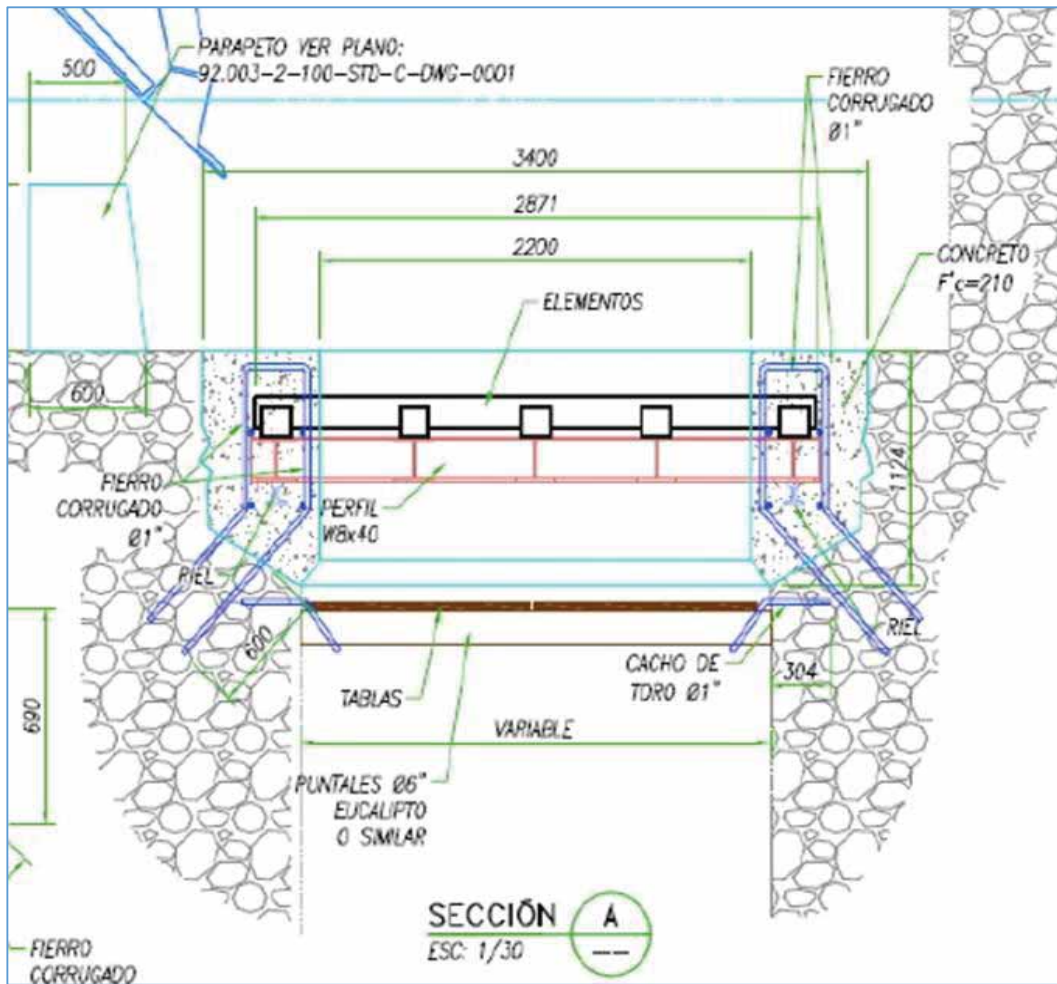
Figura N° 2: Diseño de una parrilla mecanizada (unidad mm)



Fuente: Plano extraído de Ingeniería y Planeamiento (San Rafael).

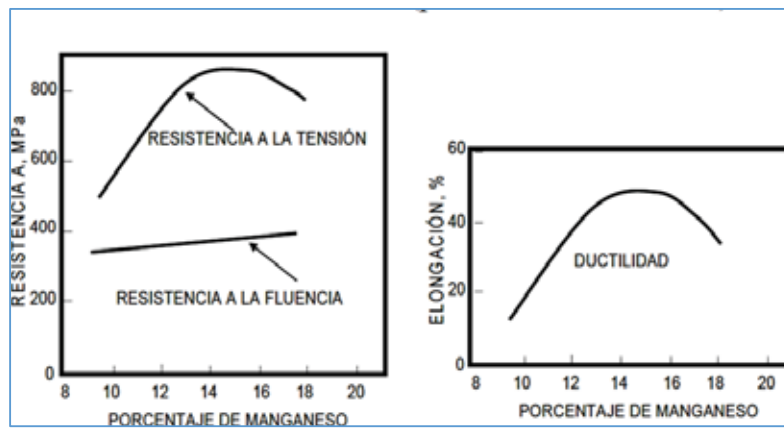


Figura N° 3: Vista en perfil de una parrilla mecanizada (unidad mm)



Fuente: Plano extraído de Ingeniería y Planeamiento (San Rafael).

Figura N° 4: Resistencia de las parrillas mecanizadas.



Fuente: Elaboración propia

### 1.6.1.3. MATERIALES E INSTALACIÓN

Los materiales a ser utilizados en la instalación de parrillas en San Rafael, son los siguientes:

Tabla N° 1: Materiales de construcción de una parrilla mecanizada y su parapeto metálico.

INSTALACION DE PARRILLA Y PARAPETO CON VIGAS H	CANTIDAD	UNIDAD
RIEL ACERO 60LBS/YDX 10.00 MTS.	2	und
ELEMENTO D/PARRILLA METALICA 5X6X116"	10	und
FIERRO CORRUGADO 1" X 9 MTS	40	und
CEMENTO PORT.PUZ. IP RUMI BOLSA X42.5 KG	86	bls
YESO EN POLVO	10	bls
OXIGENO INDUSTRIAL	10	m3
ACETILENO	9	KG
MADERA EUCALIPTO 2" X 8" X 10'	30	und
MADERA AGUANO 2" X 3" X 10'	15	und
ALAMBRE FIERRO NEGRO N° 10	20	KG
ALAMBRE FIERRO NEGRO N° 12	20	KG
CLAVO ALAMBRE C/CABEZA 4"	20	KG
SOLDADURA SUPERCITO 1/8" AWS E-7018	20	KG
SOLDADURA CELLOCORD AP- 1/8" E-6011	20	KG
PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO CROMO	2	GAL
THINNER	1	GAL
TUBO DE FIERRO RECTANGULAR 4"X10" X 3/8	5	und

*Fuente: Elaboración propia.*

Como podemos observar; los elementos que están marcados en el recuadro, son los elementos que tienen las características de aleación solicitados. Lo que sucede es que el tipo de soldadura utilizado no es el adecuado, si a esto le agregamos las condiciones que tenemos en la mina, no se garantiza que al final de la instalación, estos materiales tengan las mismas características iniciales para lo cual fueron fabricadas.

El proceso de instalación de las parrillas y bermas lo realiza la empresa especializada EPCM, ellos cuentan con un estándar y un PETS de instalación, detallaremos los pasos más importantes, que tienen que ver con el proceso de soldadura de las vigas para parrilla y los riesgos que conllevan a realizar este proceso por los trabajos en caliente y el izaje de las vigas.

#### **1.6.1.4. PROCESO DE INSTALACION DE PARRILLAS EN SAN RAFAEL**

##### **Habilitado y colocado de riel base y nivelado**

Según la medida cortar el riel con equipo oxi-acetileno siguiendo el procedimiento de Trabajos con equipo oxi-acetileno (Estándar EPCM Anexo 3, PETS EPCM Anexo 4, Estándar Minsur Anexo 5).

Trasladar la riel de 60 Lb. de 3 m. de longitud entre dos personas y encajar sobre las patillas en forma perpendicular al parapeto proyectado; Nivelar la riel y fijar en los extremos con mezcla de cemento y yeso (diablo fuerte).

Luego asegurar las rieles abrazando con fierro corrugado de  $\varnothing=1''$  calentar los fierros de construcción siguiendo el procedimiento de Trabajos con equipo oxi-acetileno

Unir los fierros de construcción mediante la soldadura por arco eléctrico, siguiendo el procedimiento de Trabajos con soldadura eléctrica.

##### **Colocado de vigas metálicas sobre riel base.**

Para la colocación de las 05 vigas metálicas considerar la perpendicularidad sobre riel base y la luz de 49 Cm. entre viga y viga.

Previa coordinación entre 04 trabajadores deslizar las vigas metálicas uno por uno, de ser necesario utilizar sogas de nylon y barretillas de 4" hasta llegar ambos extremos sobre los dos rieles base.

Colocar fierros de  $\varnothing=1''$  (pasadores) introduciendo por los orificios de las vigas metálicas formando una estructura con los fierros de 1" de diámetro, en la sección de la parrilla.

##### **Colocado de elementos con apoyo de Scooptram**

Coordinar detalladamente el trabajo de izaje de elementos entre el líder de la labor y el operador del equipo Scooptram.

Usando cadenas amarrar del punto medio (ranura existente) e izar en forma horizontal el elemento con la cuchara del equipo Scooptram, luego colocar el elemento en la misma dirección de las vigas tubulares, repetir la operación hasta completar los 05 elementos.

Luego izar los elementos uno por uno con el equipo colocando perpendicular a los elementos de riel base.

### **Armado de estructura**

Previo armado de estructura, colocar tablas sobre los elementos cubriendo los espacios vacíos, colocar pasadores con fierro corrugado de  $\varnothing=3/4''$  ó  $\varnothing=1''$  a todos los elementos.

Doblar los fierros corrugados verticales usando equipo oxi-acetileno para asegurar los elementos y completar el armado de estructura. Luego realizar trabajos de soldadura por arco eléctrico uniendo los fierros corrugados de  $\varnothing=1''$  en la estructura.

Encofrado y vaciado de concreto (2da. Etapa).

Cortar tablas a una longitud de 2.20 metros y preparar 04 paneles según la altura requerida y realizar el encofrado con paneles de madera alrededor de la sección de la estructura y en la base de la primera etapa asegurando los paneles con alambre N° 08.

Uno de los pasos para la instalación es el izaje de las vigas que tiene un peso aproximado de 150 KG cada una, considerando que este proceso se realiza por 10 veces repetidas, y se realiza con el equipo Scooptram, representando un riesgo por ser una tarea de alto riesgo.

Otro paso importante es el proceso de soldadura que se realiza con electrodos de soldadura SUPERCITO y CELLOCORD, que no son los adecuados para este tipo de material, estas vigas están fabricados, para cumplir con ciertas propiedades mecánicas que se pierden al aumento de temperatura, y considerar también las condiciones en las que se realiza el proceso de soldadura.

Figura N° 5: Proceso de encofrado de las bases de la parrilla.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

Figura N° 6: instalación de la parrilla mecánica.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

Figura N° 7: Juntas de la parrilla con soldadura supercito y cellocord.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

#### **1.6.1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

##### **Ventajas Detectadas**

Una de las ventajas principales es que teniendo el equipo rompe banco operativo, parrilla en buenas condiciones y las bermas en buen estado, generan una productividad aceptable.

No requieren voladura secundaria para poder disminuir el tamaño de los bancos.

Se cumple con las exigencias de los Decretos Supremos del Ministerio de Energía y Minas.

##### **Desventajas Detectadas**

El proceso de instalación de las parrillas tiene riesgos altos, puesto que se realiza trabajos en caliente e izaje de materiales.

Durante el proceso de soldadura se pierden las características del acero para los cuales fueron fabricados, por no utilizar los electrodos adecuados.

Además de las condiciones de trabajo (humedad y polvo), que son requisitos para que los procesos de elevación de temperatura sean los adecuados y se mantengan sus propiedades mecánicas.

Figura N° 8: Se puede observar la flexión que tienen las vigas.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

Figura N° 9: Rotura y flexión por la zona de corte y soldadura de la viga.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

Las bermas de seguridad, son utilizadas como topes en el proceso de extracción, ocasionando un desgaste sea prematuro, haciendo que se tengan que reparar constantemente cuando el ritmo de producción del tajo es alto

Figura N° 10: Berma de seguridad, destrozada por la utilización, necesita repararse para cumplir con la normativa.



*Fuente: Fotografía tomada en Split 2 San Rafael TJ 4150-1900, parrilla 4195.*

Los componentes son estáticos, y tienen un solo uso, es decir en caso de deterioro tienen que repararse y ser utilizados en el mismo lugar.

#### **1.6.1.6. SOLDADURA POR OXICORTE**

El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, desarrollada desde 1903 y usada hasta la fecha en innumerables aplicaciones industriales, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos.

El oxicorte consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900 °C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro producidos.



En este proceso se utiliza un gas combustible cualquiera (acetileno, hidrógeno, propano, hulla, tetreno o crileno), cuyo efecto es producir una llama para calentar el material, mientras que como gas comburente siempre ha de utilizarse oxígeno a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte.

Bien sea en una única cabeza o por separado, todo soplete cortador requiere de dos conductos: uno por el que circule el gas de la llama calefactora (acetileno u otro) y uno para el corte (oxígeno). El soplete de oxicorte calienta el acero con su llama carburante, y a la apertura de la válvula de oxígeno provoca una reacción con el hierro de la zona afectada que lo transforma en óxido férrico ( $Fe_2O_3$ ), que se derrite en forma de chispas al ser su temperatura de fusión superior a la del acero, siendo utilizado como flujo tractor por la presión de oxígeno de unos 6 bar para producir el corte.

### **1.6.2. ANTECEDENTES DEL SCOOPTRAM CATERPILLAR R1300**

Caterpillar produce toda una gama de equipos de movimiento de tierra para la minería subterránea.

La Minería en general mueve 40 billones de toneladas de material anualmente de los cuales el 24% es subterráneo.

En años recientes ha habido numerosos y dramáticos cambios en la tecnología usada en minería subterránea, esos cambios han creado nuevos requerimientos y Caterpillar responde al desafío construyendo unidades LHD muestra de ello es el Scooptram CAT R1300 que es el equipo en estudio.

#### **1.6.2.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS.**

A continuación, se muestra las especificaciones técnicas del equipo mencionado las cuales son datos del fabricante CATERPILLAR (\*).

(\*) Esta información fue extraída de la tesis “OPTIMIZACION DE LIMPIEZA CON SCOOPTRAM CATERPILLAR R1300, C.I.A. MINERA VOLCAN UNIDAD PARAGSHA” elaborado por Huarac Chacca Juan Carlos, Oblitas Pinares Brady

Tabla N° 2: Especificaciones técnicas del equipo Scooptram R1300.

Modelo	R1300	
Carga útil nominal	6500 kg	14.330 lb
Capacidad del cucharón	3,4 m <sup>3</sup>	4,4 yd <sup>3</sup>
Anchura total	2050 mm	6'9"
Altura total	2000 mm	6'7"
Longitud	8660 mm	28'5"
Peso vacío	20.150 kg	44.430 lb
Peso cargado	26.650 kg	58.760 lb
Espacio libre sobre el suelo	320 mm	12,6"
Oscilación del eje	±10°	

*Fuente: Tesis Optimización de limpieza con Scooptram Caterpillar r1300, C.I.A. Minera volcán unidad Paragsha.*

#### 1.6.2.2. ESTUDIO DE TIEMPOS.

Es la determinación de tiempos permisibles para realizar una tarea determinada, para esto se utiliza varias técnicas como:

- El estudio cronométrico de tiempos.
- Datos estándares.
- Datos de los movimientos fundamentales.
- Muestreo del trabajo.
- Estimaciones basadas en datos históricos.

Para el presente trabajo se utilizará la técnica de estudio de tiempos cronométrico que se realiza con un cronómetro, ya sea en el lugar de trabajo o mediante una cinta grabada. El trabajo por estudiar se divide en elementos mensurables, y cada elemento se cronometra individualmente.

Los tiempos concedidos o síntesis son los necesarios para la ejecución de la tarea laboral, los cuales deben contener:

- Tiempo base.- Es el tiempo previsto planeado que sirve para la ejecución de la tarea laboral, es la parte esencial de los tiempos concedidos.
- Tiempo de descanso.- Es el tiempo previsto para el descanso del personal necesario como consecuencia de la actividad laboral.

Los tiempos suplementarios se presentan adicionalmente a la ejecución planeada, pueden ser condicionadas por el personal o por motivos de los objetos. Estos aparecen durante el proceso con duración y frecuencia diversa.

#### **1.6.2.2.1. TIEMPO BASE**

El Tiempo base consta de la suma de los tiempos previstos de fases de proceso que son necesarios para la ejecución planificada de un proceso.

Se distinguen los siguientes tiempos base:

- Tiempo base de preparación. - Es el tiempo durante el cual el hombre prepara el medio de elaboración.
- Tiempo base de ejecución. - Es el tiempo para la ejecución de un proceso.
- Tiempo de espera. - Consiste en la suma de los tiempos previstos de todas las fases de proceso con el tipo de proceso interrupción supeditada al proceso, que se presentan en la ejecución planificada de un proceso.

#### **1.6.2.2.2. TIEMPO DE DESCANSO**

El tiempo de descanso está integrado por la suma de los tiempos previstos de todas las fases del proceso que son necesarias en la realización del proceso.

1.6.2.3. RECOLECCION DE DATOS.

Tabla N° 3: Ciclo del acarreo de mineral

Dist. acarreo (m)	Tiempo Cargio (Seg.)	Tiempo Descarga (Seg.)	Tiempo Fijo (Seg)	Tiempo de ida (Seg.)	Tiempo de vuelta (Seg.)	Tiempo Variable (Seg.)	Tiempo Total
30.00	10.00	2.00	12.00	10.00	10.00	20.00	32.00
30.00	8.00	4.00	12.00	9.00	11.00	20.00	32.00
30.00	10.00	4.00	14.00	7.00	11.00	18.00	32.00
30.00	11.00	3.00	14.00	4.00	12.00	16.00	30.00
30.00	12.00	3.00	15.00	9.00	12.00	21.00	36.00
30.00	7.00	3.00	10.00	9.00	12.00	21.00	31.00
30.00	26.00	2.00	28.00	11.00	12.00	23.00	51.00
30.00	23.00	4.00	27.00	13.00	12.00	25.00	52.00
30.00	22.00	3.00	25.00	16.00	15.00	31.00	56.00
30.00	23.00	2.00	25.00	15.00	12.00	27.00	52.00
30.00	64.00	4.00	68.00	7.00	13.00	20.00	88.00
30.00	31.00	6.00	37.00	9.00	14.00	23.00	60.00
43.00	20.00	15.00	35.00	30.00	67.00	97.00	132.00
43.00	18.00	10.00	28.00	40.00	57.00	97.00	125.00
43.00	10.00	4.00	14.00	33.00	37.00	70.00	84.00
43.00	28.00	14.00	42.00	27.00	32.00	59.00	101.00
43.00	54.00	13.00	67.00	35.00	35.00	70.00	137.00
43.00	49.00	5.00	54.00	40.00	35.00	75.00	129.00
43.00	47.00	11.00	58.00	35.00	34.00	69.00	127.00
43.00	20.00	14.00	34.00	45.00	37.00	82.00	116.00
47.00	55.00	8.00	63.00	40.00	62.00	102.00	165.00
47.00	43.00	8.00	51.00	51.00	49.00	100.00	151.00
47.00	56.00	5.00	61.00	45.00	49.00	94.00	155.00
47.00	39.00	11.00	50.00	43.00	51.00	94.00	144.00
47.00	57.00	9.00	66.00	42.00	50.00	92.00	158.00
47.00	45.00	8.00	53.00	40.00	45.00	85.00	138.00
47.00	40.00	9.00	49.00	41.00	53.00	94.00	143.00
47.00	34.00	10.00	44.00	37.00	55.00	92.00	136.00
47.00	54.00	5.00	59.00	47.00	56.00	103.00	162.00
47.00	42.00	9.00	51.00	40.00	57.00	97.00	148.00
47.00	36.00	10.00	46.00	43.00	57.00	100.00	146.00
70.00	41.00	10.00	51.00	72.00	68.00	140.00	191.00
70.00	34.00	7.00	41.00	61.00	66.00	127.00	168.00
70.00	39.00	6.00	45.00	60.00	67.00	127.00	172.00
70.00	50.00	6.00	56.00	60.00	74.00	134.00	190.00
70.00	35.00	9.00	44.00	63.00	95.00	158.00	202.00
70.00	32.00	18.00	50.00	125.00	81.00	206.00	256.00
70.00	41.00	8.00	49.00	60.00	100.00	160.00	209.00
76.00	38.00	3.00	41.00	67.00	84.00	151.00	192.00
76.00	42.00	6.00	48.00	65.00	97.00	162.00	210.00
76.00	53.00	8.00	61.00	73.00	77.00	150.00	211.00
76.00	75.00	6.00	81.00	59.00	68.00	127.00	208.00
76.00	60.00	6.00	66.00	75.00	73.00	148.00	214.00
76.00	39.00	5.00	44.00	76.00	72.00	148.00	192.00
76.00	40.00	7.00	47.00	74.00	98.00	172.00	219.00

Fuente: Tesis Optimización de limpieza con Scooptram Caterpillar r1300, C.I.A. Minera volcán unidad Paragsha.

#### 1.6.2.4. DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE SCOOPTRAM CATERPILLAR R1300.

Para la determinación del rendimiento del equipo en mención se tomó la fórmula 01 que se presenta a continuación:

Formula del rendimiento del Scooptram.

$$RD = \frac{60 \times DM \times FU \times Cc \times Fll \times Pe}{Tf + \frac{2 \times D}{V}}$$

*Fuente: Formula Acercout.*

- RD: Rendimiento de equipo (TN/hora).
- DM: Disponibilidad mecánica (%).
- FU: Factor de utilización (%).
- Cc: Capacidad nominal de cuchara (m<sup>3</sup>).
- Fll: Factor de llenado de cuchara (%).
- Pe: Peso específico de material (TN/m<sup>3</sup>).
- Tf: Tiempo fijo (tiempo de carga + tiempo de descarga) (minutos).
- D: Distancia de acarreo (m).
- V: Velocidad promedio que desarrolla el equipo en ida y vuelta (m/minuto).

#### 1.6.2.5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RENDIMIENTO DE SCOOPTRAM CATERPILLAR R1300.

Para el presente trabajo se toma como factores controlables que intervienen en el rendimiento:

- Disponibilidad mecánica (DM).
- Factor de utilización (FU).
- Factor de llenado de cuchara (Fll).
- Distancia de acarreo (E).
- Pendiente (m).
- Eficiencia de operador (Op).

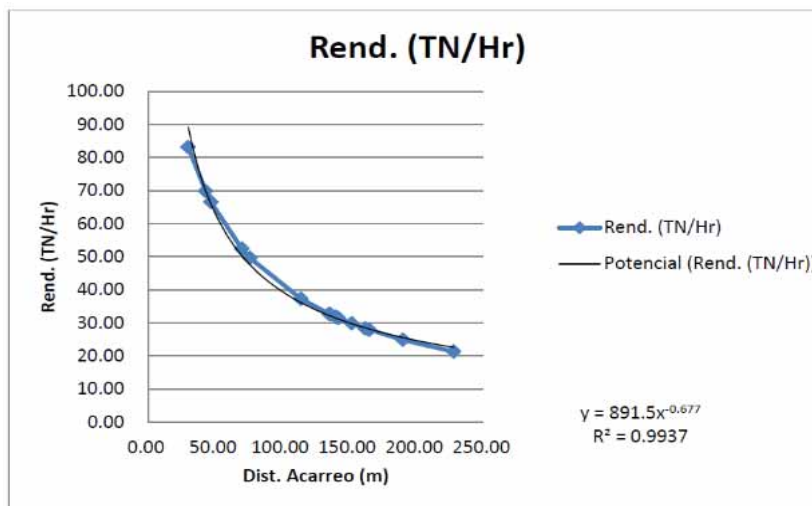
**1.6.2.6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL SCOOPTRAM R1300**

Tabla N° 4: Cuadro resumen de los rendimientos respecto a diferentes distancias.

D. Acarreo (m)	Rendimiento /ton/h
30.00	83.07
43.00	69.79
47.00	66.52
70.00	52.39
76.00	49.64
114.00	37.26
135.00	32.74
136.00	32.55
140.00	31.82
142.00	31.47
152.00	29.82
162.00	28.33
165.00	27.91
190.00	24.85
228.00	21.31

*Fuente: Tesis Optimización de limpieza con Scooptram Caterpillar r1300, C.I.A. Minera volcán unidad Paragsha.*

Gráfico N° 1: Rendimiento en función a la distancia.



*Fuente: Tesis Optimización de limpieza con Scooptram Caterpillar R1300, C.I.A. Minera volcán unidad Paragsha.*

## CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES

### 2.1. UBICACIÓN

La Mina San Rafael es una operación minera de estaño situado en el distrito de Antauta, Provincia de Melgar, Región de Puno, Perú a 4500msnm con el punto más alto sobre los 5000msnm. San Rafael es un tercer mayor productor mundial de estaño que produce actualmente el 12% de estaño del mundo, su mineral principal es la casiterita (SnO<sub>2</sub>)

San Rafael capacidad de la planta de concentración se estaba expandiendo desde 2.700 a 2.900 toneladas /día. La producción del tajo por día es de 2200 TM y su producción por día de avances (labores de exploración y desarrollo son de 700TM) acumulando un total de 2900TM/Día.

### 2.2. ACCESIBILIDAD

La mina Unidad Minera San Rafael está ubicado en el departamento de Puno provincia Melgar distrito Antauta.

Hay dos formas de llegar a la mina San Rafael, la primera y más común es viajar con avión de Lima a Juliaca volando una hora y media, luego por carretera en un viaje de 223 Km demorando 3.5 horas.

Ruta por carretera más corta desde Juliaca a Antauta, la distancia es de 223 Km y la duración aproximada del viaje de 3h 31 min. Los buses y autos salen de Jr. Cabana con Jr. Noriega. El pasaje está en 10 soles hasta Antauta.

Para subir a la mina San Rafael debemos de tomar un expreso o esperar camionetas de las contratas que suben a la mina y esperar si nos pueden llevar.

Figura N° 11: Ruta del mapa (Juliaca a la mina San Rafael).



Fuente: Descargado del internet.

### 2.3. HISTORIA

Nuestros orígenes se remontan a comienzos del siglo XX, cuando Lampa Mining Company era la única minera en la región Puno, trabajando los yacimientos de Santa Bárbara y San Rafael. Varias décadas más tarde, en 1966, se fundó Minsur Sociedad Limitada y desde 1977 operamos como Minsur S.A (\*).



**Misión**

Generar valor transformando recursos minerales de manera sostenible (\*).

**Visión**

Desarrollar y operar activos mineros de clase mundial, siendo un referente en términos de seguridad, eficiencia operacional, responsabilidad socio-ambiental y desarrollo de personas en todos los países donde operamos (\*).

**Valores (\*)**

- Seguridad. Actuar con seguridad en todo momento.
- Responsabilidad. Actuar con responsabilidad en nuestra relación con la sociedad y el medio ambiente.
- Integridad. Actuar de manera honesta, solidaria y transparente.
- Compromiso. Asumir todos los retos como propios.
- Excelencia. Hacer las cosas mejor, siempre.
- Confianza. Desarrollar relaciones sinceras, abiertas y respetuosas.

**2.3.1. UNIDAD MINERA SAN RAFAEL**

Líderes mundiales en producción del estaño y referente en sostenibilidad San Rafael es la principal mina productora de estaño en Sudamérica y la cuarta a nivel mundial. Está ubicada en la región Puno, en la cordillera oriental de los Andes, a 4,500 msnm. Desde el año 1977 opera como Minsur S.A. y hoy produce cerca del 10% de estaño en el mundo. Desde sus inicios ha contribuido con el desarrollo de la región, generando recursos y empleo para la población local y promoviendo proyectos de desarrollo sostenible. San Rafael es referente en sostenibilidad en la industria global del estaño, al operar con los más altos estándares ambientales y de seguridad ocupacional, entre otros (\*).

### 2.3.1.1. OPERACIONES

San Rafael es una mina subterránea que inició operaciones en octubre de 1977 y que en la actualidad produce el 12% de estaño del mundo. Asimismo, genera el mayor ingreso para la región Puno y es el principal motor de su desarrollo económico.

Trata minerales de casiterita (SNO<sub>2</sub>) a razón de 2,830 TM/día, con leyes promedio de cabeza de 2.65% Sn y recuperaciones de 89%. Se utilizan dos métodos de concentración: gravimétrica con una flotación inversa y flotación directa de la casiterita.

En el minado se aplica el método de explotación “Sub Level Stoping” con la variante Large Blast Hole (LBH) para este tipo de yacimiento de roca encajonante dura y competente (\*).

### 2.3.1.2. PROCESO PRODUCTIVO

#### **Operaciones Mineras**

Se preparan bancos con subniveles de 12 a 20 metros de altura que conformarán los niveles de perforación y voladura. Por cada 3 o 4 subniveles se preparan niveles de extracción con el desarrollo de galerías paralelas a la estructura mineralizada (\*).

#### **Planta Concentradora**

El mineral extraído de la mina pasa por un proceso de reducción de tamaño en tres etapas.

Con este material se inicia la concentración gravimétrica en jigs Gekko y Bendelari, donde se recupera el 50% del estaño contenido. El material remanente es molido a un grado de mayor finura, tratado en mesas concentradoras y remolido a malla. Los concentrados provenientes de los jigs son remolidos y se someten a flotación de sulfuros y a circuitos de re limpieza en los espirales MG2 y jig dúplex, elevando las leyes a un 63% Sn. Luego de que los concentrados gravimétricos y de flotación directa son filtrados por los filtros de banda Delkor y de prensa Eimco, se almacenan por separado y se envasan en sacos de 1,250 a 1,500 kg, formando lotes de 30 toneladas.

El material sobrante del proceso va hacia un depósito espesador en el que se separa el agua del relave. El agua es tratada y clarificada para su reutilización. El relave va hacia

la relavera o al interior de la mina donde se mezcla con cemento para su uso como relleno en pasta, lo que permite estabilizar el macizo rocoso (\*).

#### **2.3.1.3. GESTIÓN AMBIENTAL**

El agua es fuente de vida para las poblaciones que nos acogen, por eso en San Rafael la respetamos y preservamos.

El agua que devolvemos es de óptima calidad: el relave que se produce en la planta concentradora es tratado con métodos de precipitación de metales y sedimentación de sólidos y devuelta a su cauce para su uso agrícola y ganadero.

Para garantizar esta calidad, realizamos controles diariamente. Contamos con 7 puntos de monitoreo de la calidad de agua y un riguroso sistema de manejo ambiental certificado con el ISO 14001.

Asimismo, contamos con un sistema de monitoreo ambiental participativo, el cual permite a las comunidades supervisar el cumplimiento de los compromisos ambientales de nuestra unidad minera San Rafael (\*).

#### **2.3.1.4. RESPONSABILIDAD SOCIAL**

Desde el año 2004 a la fecha, las operaciones de San Rafael le han generado a Puno más de S/. 1,638 millones por concepto de canon y S/. 318 millones por regalías mineras.

Asimismo, en los últimos 5 años, hemos entregado más de S/. 188 millones al gobierno regional de Puno, por concepto de excedentes en la participación de utilidades.

San Rafael es, además, fuente de trabajo directo de más de dos mil personas y de trabajo indirecto de otras cinco mil aproximadamente.

Por otro lado, Minsur ha aportado más de S/. 44 millones como parte del Programa de Solidaridad con el Pueblo, los cuales se invierten en programas de salud, educación, agua potable y desarrollo económico-productivo en diversas localidades de la región. Actualmente promovemos las siguientes iniciativas:

- **Programa educativo Minsur-DLT:** Promueve la mejora integral y sostenible de la calidad educativa de los estudiantes de inicial y primaria de los distritos de Antauta y Ajoyani y la Comunidad Campesina de Queracucho.
- **Programa de desarrollo ganadero:** Desarrolla y potencia las capacidades productivas, técnicas, comerciales e institucionales del sector ganadero de la zona. Asimismo, contempla el aumento de la calidad de los rebaños de alpacas, ovinos y vacunos mediante la mejora genética y la promoción de buenas prácticas de crianza.
- **Programa Sierra Productiva:** Se desarrolla en el distrito de Ajoyani y está enfocado en la utilización de las potencialidades de las familias de la zona y la incorporación de distintas tecnologías adaptadas a su contexto.
- **Programa de saneamiento:** Facilita a las familias el acceso a agua potable de calidad y a un sistema para el tratamiento de las aguas residuales, a través de letrinas de arrastre.
- **Proyecto “casitas calientes”:** Busca disminuir los estragos del frío y la incidencia de enfermedades respiratorias mediante la implementación de un sistema de calefacción solar, una cocina mejorada y un sistema de aislamiento de techos, ventanas y puertas.
- **Campañas oftalmológicas y odontológicas:** Dirigidas a los estudiantes que participan en el Programa educativo. Se realizan en alianza con Aporta y la Clínica Internacional, y se ejecutan en coordinación con los establecimientos de salud y los centros educativos del lugar, así como con el consentimiento de los padres de familia.

Simultáneamente, a través de nuestra oficina de Responsabilidad Social San Rafael, invertimos un promedio de 550,000 soles anuales en diversos proyectos sociales y empresariales, como la implementación de infraestructura de riego, mallas ganaderas, inversión en maquinaria, campañas de salud, educación, entre otros (\*).

(\*) Fuente extraída de la página de Minsur.

**2.3.1.5. RECURSOS NATURALES**

Los recursos minerales en la unidad minera san Rafael. El último proyecto que ya entro en explotación es Quenamari (\*).

- San Rafael
- María Elena
- Vicente
- Jorge
- Nazareth
- Kimberly
- Cyndhi
- Pedro
- Victoria
- San Gregorio
- San German

Como se muestra en el Anexo 06 (yacimiento de vetas y cuerpos en la mina San Rafael)

**2.4. ASPECTOS GEOLOGICOS**

Es la ciencia que estudia la composición y estructura tanto interna como superficial del planeta Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico (\*).

**2.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL.**

La geología regional ha sido estudiada por Laubacher (1978) y Kontak (1984). En la región abunda una gruesa secuencia marina del Paleozoico Inferior, como las lutitas de la formación San José, de edad Ordoviciano Medio; las lutitas, areniscas y cuarcitas de la formación Sandía, de edad Ordoviciano Superior, y las lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea, del Devónico-Silúrico, que han sufrido los efectos de la tectónica comprensiva herciniana temprana. Rocas del Paleozoico Superior han sufrido los efectos de la tectónica herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo, de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad Pensilvaniana, y calizas del grupo Copocabana, de edad Pérmico Inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un

levantamiento continental que dio origen a los sedimentos continentales y volcanismo del grupo Mítu, de edad Pérmico Medio a Superior, sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Cretáceo.

Las rocas paleozoicas de la Cordillera de Carabaya fueron introducidas por rocas peraluminosas de los plutones Limacpampa, Limbani, Aricoma y Coasa, agrupados en el Batolito de Coasa, de edad Triásica. Hacia el noroeste se encuentra un Plutón de sienita nefelínica peraluminoso y volcánicos peralcalinos, ambos del Jurásico; así mismo, el complejo San Gabán (Kontak, 1991).

En la depresión de Crucero y en las estribaciones de la Cordillera o Pre cordillera de Carabaya existen rocas ígneas extrusivas e hipabísales del terciario. Las rocas extrusivas comprenden lavas y piroclásticos, basaltos, shoshonitas, riolitas y riolitas del tipo S, además, intrusivos hipabisales peraluminosos emplazados entre los 22Ma y 26Ma, del Oligoceno Superior- Mioceno Inferior. Otro tipo de rocas comprende piroclásticos e hipabisales riolíticos fuertemente peraluminosos con biotita, sillimanita, muscovita, andalucita, turmalina, que fueron emplazados entre 6.5Ma y 17Ma del Mioceno Inferior a Superior (Sandeman, 1997).

Los intrusivos triásicos y terciarios forman parte del dominio magmático del arco interior de la Cordillera Oriental, la que ha tenido una evolución diferente al dominio magmático del arco principal de la Cordillera occidental (Clark, 1984) (\*).

#### **2.4.2. GEOLOGÍA LOCAL.**

Las filitas y cuarcitas de la Formación Sandia han sido instruidas por dos stocks graníticos terciarios. En los alrededores se encuentran rocas del Paleozoico Superior.

- **Formación Sandia**

Un fósil encontrado por Palma (1981) en rocas pizarrosas fue identificado como *Michelinoceros Nautilus* del Ordoviciano Superior, lo que permitió definir la edad de estas rocas en la zona mineralizada como pertenecientes a la Formación Sandia. Las filitas son las rocas predominantes, son de color gris oscuro con Muscovita en los planos de foliación. Estas rocas en contacto con el intrusivo, han sido metamorfoseadas a hornfels, que son masivos y de color gris oscuro-marrón. Las cuarcitas están intercaladas con las filitas; se encuentra

principalmente en el paso a Umbral y en los alrededores del Campamento San Rafael, en la laguna Chogñacota.

- Intrusivos

La erosión ha dejado al descubierto dos stocks en el nevado Quenamari: uno en el nevado San Bartolomé de la mina San Rafael y el otro en el nevado San Francisco de la mina Quenamari, de los cuales salen varios diques.

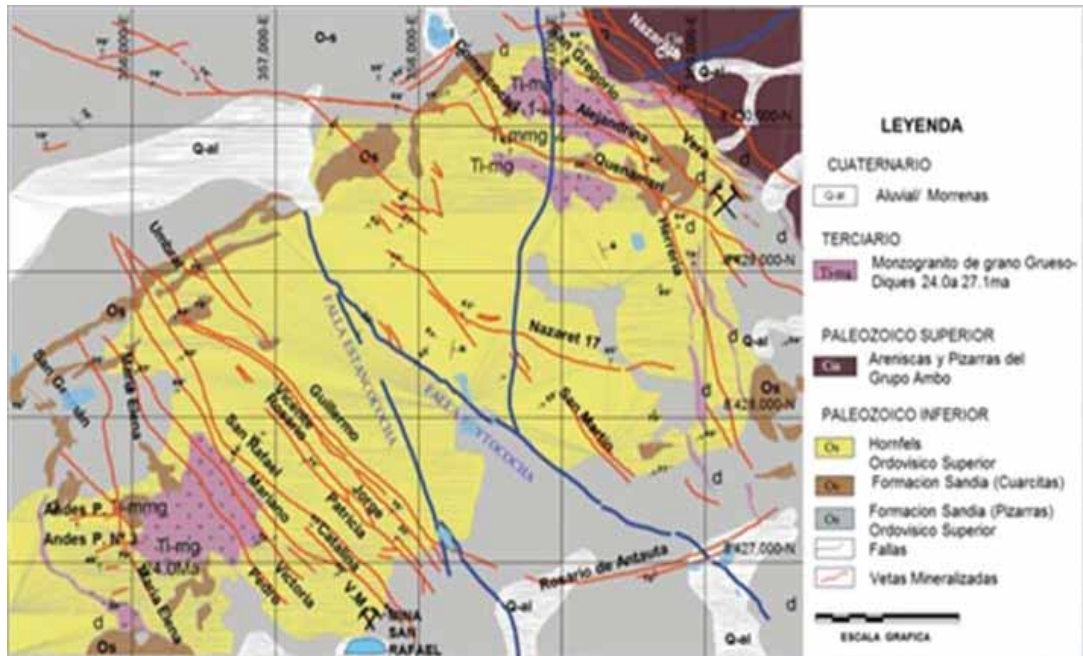
El eje mayor del intrusivo de San Rafael tiene un rumbo NE-SW, una longitud de 1000m y anchos de 300m a 800m. En profundidad, el ancho es de 2,000m, donde los contactos tienden a juntarse. El intrusivo de la mina Quenamari tiene una forma circular de 1,000m de diámetro, las labores subterráneas muestran un alargamiento al SE. El afloramiento de este intrusivo es discontinuo, porque está cubierto parcialmente por las cuarcitas de la formación Sandia.

Una cortada en el nivel 200 entre las minas San Rafael y Quenamari muestra que los dos intrusivos tienden a ser un mismo cuerpo con un eje mayor NE-SW de 5,000m de longitud. El contacto SO de este cuerpo estaría en las cercanías del dique semianular, mientras que el contacto noreste está en la veta Nazareth.

El intrusivo es un monzogranito peraluminoso con fenocristales de feldespatos alcalinos euhedrales de hasta 12cm. de longitud y con maclas de carlsbad, biotita, cordierita y microfenocristales de sillimanita. La edad del intrusivo de San Rafael es de  $25 \pm 0.3\text{Ma}$  por el método K-Ar, mientras que el de Quenamari es de  $27.1 \pm 0.10\text{Ma}$ , ambos del Oligoceno Superior a Mioceno Inferior (Arenas, 1980; Palma, 1981; Kontak 1984; Clark, 1983, 1990) (\*).

(\*). Información extraída del área de geología (San Rafael)

Figura N° 12: Geología local de la mina San Rafael.



Fuente: Plano elaborado por el área de Geología San Rafael.

### 2.4.3. ESTRATIGRAFÍA REGIONAL Y LOCAL

En la descripción de la Estratigrafía de la mina San Rafael podemos mencionar a la Formación Ananea, la cual aflora al NO del nevado San Francisco de Quenamari, esta unidad está compuesta generalmente de limo arcillitas pizarrosas, limolitas pizarrosas con algunas intercalaciones de areniscas cuarzosas, siendo posible encontrar pizarras micáceas de color gris oscuro a negro. Además, se puede encontrar diversos depósitos recientes, rellenando valles, depresiones y planicies. Entre estos, se tiene: depósitos morrénicos, depósitos glaciofluviales, depósitos aluviales y depósitos fluviales (\*).

- Depósitos Morrénicos: Estos depósitos se encuentran rellenando los valles glaciares antiguos, por encima de los 4,200 msnm., están constituidas por brechas de composición variada (\*).
- Depósitos Glaciofluviales: Estos depósitos provienen de la erosión y removilización de los depósitos morrénicos debido a la deglaciación. Estos depósitos están constituidos por gravas de clastos hasta 0.5m de diámetro, con una matriz arenosa o areno-limosa (\*).



- Depósitos Aluviales: Son aquellos depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y quebradas tributarias (\*).
- Depósitos Fluviales: Estos depósitos se encuentran ubicados en los fondos y riberas de los ríos, está constituido por gravas gruesas y finas de diferente constitución, arenas gruesas y finas, y depósitos limo-arcillosos (\*).

#### **2.4.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

Las vetas están emplazadas en fallas pre-mineral del sistema andino NW-SE. Estas fallas del tipo normal con un fuerte componente horizontal al norte y son desplazadas por fallas post mineral de rumbo NE-SW.

Se distinguen 3 sistemas de vetas. El más conocido tiene rumbo NW-SE y buzamiento al NE, como las vetas San Rafael y Quenamari y, el menos conocido con rumbo NW-SE y buzamiento al SW, como las vetas Diagonales y Herrería. Un tercer sistema con rumbo E-W y buzamiento al norte, como Veta Rosario de Antauta y Veta Carmen (\*).

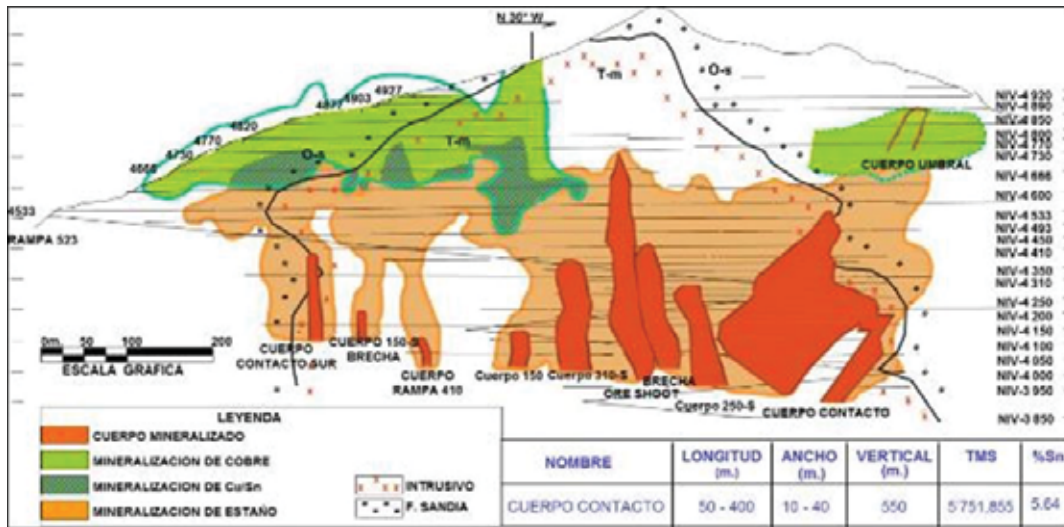
#### **2.4.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA Y MINERALIZACIÓN**

En la sub provincia meta logenética de la faja estannífera de Bolivia, en los Andes Centrales, la mina San Rafael está en el distrito minero San Rafael, con Cobre en la parte superior y Estaño con profundidad; además, una mineralización polimetálica de Plomo-Zinc-Plata-Cobre-Estaño hacia los bordes o extremos de este distrito minero.

La mineralización es de origen hidrotermal en vetas de relleno y de reemplazamiento de fracturas y cuerpos de mineral en el monzogranito y en los meta sedimentos. La zona mineralizada de este distrito minero abarca una extensión de 5km por 7.5km, en donde se encuentran las minas San Rafael y Quenamari (\*).

(\*). Información extraída del área de geología San Rafael.

Figura N° 13: Sección longitudinal de la Veta San Rafael mostrando la zona de Sn - Cu.



Fuente: Sección longitudinal elaborado por Geología San Rafael.

#### 2.4.5.1. MINERALIZACIÓN.

Los principales minerales hipogénicos de mena son: casiterita y estannita. Otros minerales son: Valamorfita, Esfalerita, Galena, Enargita, Estibina, Scheelita, Wolframita. Los minerales de ganga son: Cuarzo, Clorita, Sílice, Pirita, Arsenopirita, Turmalina, Calcita, Fluorita, Marcasita, Pirrotita, Rodocrosita, Siderita y Adularia.

Minerales secundarios por oxidación o por enriquecimientos supergénicos son: Bornita, Calcocina, Covelita, Cuprita, Malaquita, Cobre Nativo, Acantita en una ganga con Goethita, Limonita, Pirolusita, Psilomelano. Estos fueron abundantes en la parte superior de las vetas San Rafael y Quenamari. Palma (1981) distinguió 4 etapas de mineralización. La secuencia de mineralización de la veta San Rafael es compleja, porque existen varias etapas en las que el Cuarzo, Clorita, Casiterita y Calcopirita fueron repetidamente precipitados. Esta mineralización es similar a las vetas de Sn-Cu de Cornwall-Devon, Inglaterra. (Clark 1983) (\*).

##### A. Primera Etapa: Vetas de Cuarzo – Turmalina.

Vetillas de turmalina, vetas de Cuarzo-Turmalina y brechas de Turmalina. Esta etapa no tiene valores económicos. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 385°C a 545°C y las salinidades entre 38 a 60% de NaCl equivalente en peso (\*).

B. Segunda Etapa: Caserita Botroidal – Cuarzo – Clorita

Esta es la más importante etapa de la mineralización de San Rafael. La Casiterita Botroidal está formada por agregados formados por la precipitación de una o más capas de Casiterita megascópicas, con formas curvas y groseramente hemisféricas. Esta variedad de Casiterita es llamada Estaño Madera (Wood tin) y es de color marrón claro a marrón.

En esta etapa hay también abundante Clorita y Cuarzo, y cantidades menores de Calcopirita, Wolframita, Scheelita, Arsenopirita. A menudo se encuentra Clorita finamente intercalada con Casiterita Botroidal. En algunos casos, la Casiterita Botroidal está recubierta por una fina capa de un mineral de color amarillo claro llamado Valamorfita. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 220°C a 400°C y las salinidades entre 5 a 18% de NaCl equivalente en peso (\*).

C. Tercera Etapa: Calcopirita – Estaño Acicular – Cuarzo – Clorita

Es la etapa principal de los sulfuros, con Calcopirita asociada con Esfalerita, Galena, Pirita, Arsenopirita, Pirrotita, Estannita, Fluorita, Bismuto Nativo, Clorita, Cuarzo, Adularia y poca Casiterita.

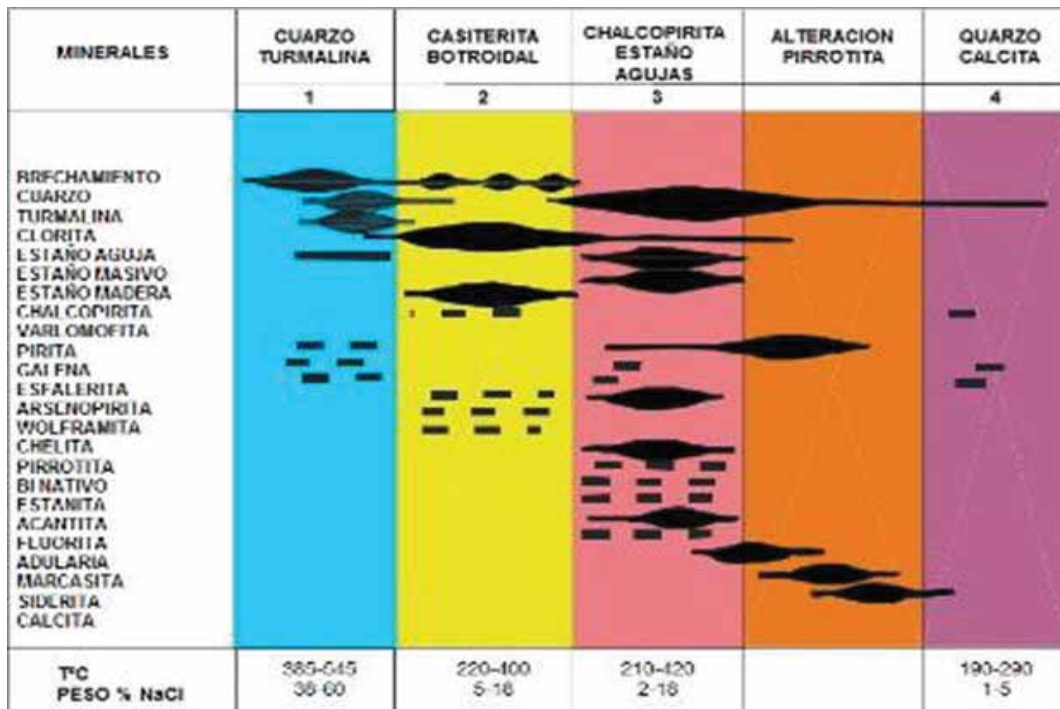
La Casiterita Acicular (needle tin) está en agregados radiales Clorita y Cuarzo son los minerales de ganga más abundantes, Kontak (1984) sostiene que en una etapa final de esta mineralización la Pirrotita fue convertida a Marcasita, Arsenopirita, Pirita y Siderita. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 210°C-420°C y la salinidad entre 18% de NaCl equivalente en peso (\*).

D. Cuarta Etapa: Vetas de Cuarzo – Calcita

Vetas de Cuarzo o de Cuarzo y Calcita, las últimas con trazas de Calcopirita y alteración clorítica. Estas vetas son de potencias < 12cm o más de potencia. Las temperaturas de homogenización varían entre 190°C a 290°C y las salinidades entre 1 y 5% de NaCl equivalente en peso (\*).

(\*). Información extraída del área de geología San Rafael

Figura N° 14: Etapas de la mineralización en San Rafael.



Fuente: Elaborado por Geología.

#### 2.4.5.2. ALTERACIONES

A simple vista, el monzogranito de la roca caja parece fresco, con excepción de una turbidez en las márgenes de los megacrystales de feldespato alcalino, pero en secciones delgadas se observa texturas secundarias y minerales. El intrusivo está cloritizado en las cercanías de las vetas, según Palma (1981). Kotack (1984), reconoció tres etapas de alteración (\*):

- Turmalina-Clorita-Casiterita: Representa la primera etapa de alteración. La turmalina está en la matriz o reemplazando al feldespato alcalino, la biotita está alterada a clorita en varios grados. Casiterita está presente en varias cantidades.
- Feldespato Alcalino: Durante la cual se formó albita secundaria o feldespato potásico.
- Sericita: Durante la cual la mica blanca reemplaza los feldespatos.

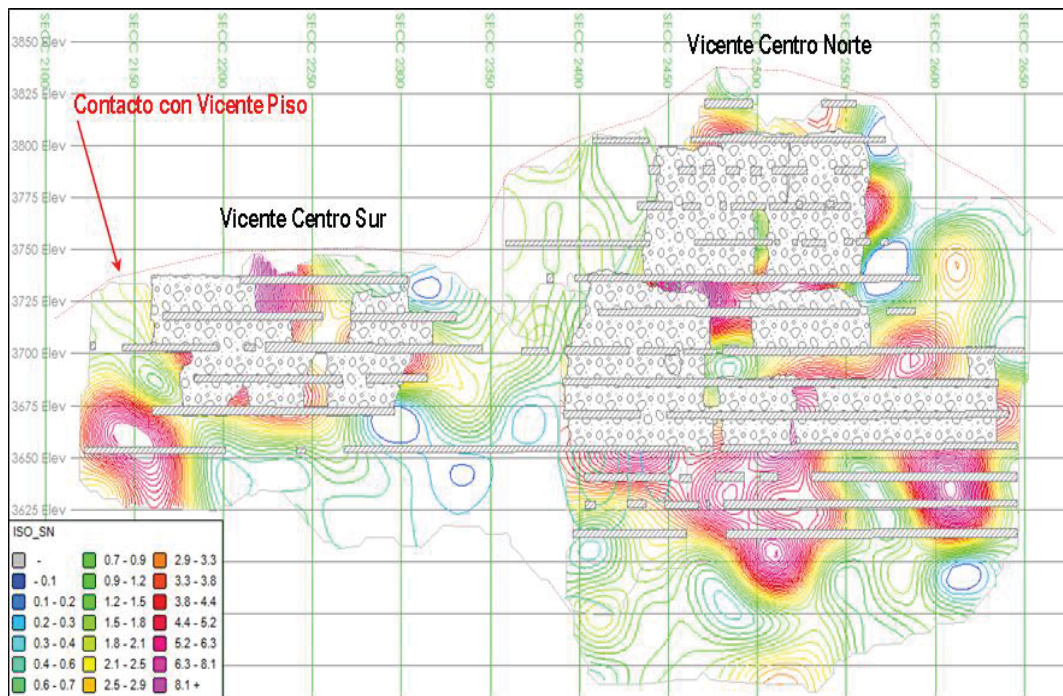
2.4.5.3. ISOVALORES

Los isovalores son de suma importancia, pues contienen en esencia la idea fundamental sobre la que descansan los métodos modernos asistidos por computadoras. En ellos también se subdivide o discretiza el yacimiento en pequeños bloques y posteriormente se estima en cada celda el valor de la variable de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.), con la única diferencia que en los métodos actuales la interpolación se basa en métodos de estimación espacial (geo estadísticos y geo matemáticos).

En resumen, se puede decir que una de las ventajas de los isovalores es su claridad pues estas curvas brindan una idea clara sobre la constitución del yacimiento y el comportamiento de los espesores y contenidos del componente de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.) (\*).

(\*). Información extraída del área de geología San Rafael.

Figura N°15: Sección longitudinal de la veta Vicente Centro, mostrando isovalores de Sn.



Fuente: Elaborado por Geología san Rafael.

#### 2.4.6. ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN LA U.M SAN RAFAEL

- Recursos minerales (para geología)
  - Recursos minerales inferidos
  - Recursos minerales indicados
  - Recursos minerales medidos
- Reservas minerales (plan de minado)
  - Reservas minerales probables
  - Reservas minerales probada

Nominación en la UM de:

- Cuerpos cuando su potencia es mayor a 3m o cuando hay 2 vetillas y venas
- Vetas cuando su potencia es menor a 3m
  - Ley de Cutt Off cuando ley de Sn es 0.30% con potencia de 0.50m
  - Ley mínima para reportes del Sn es 0.15%.
  - Principal mineral que extraen es la casiterita ( $\text{SnO}_2$ ) que tiene diferentes variedades (botroidal, cristalizada, madera y nativa)
  - Minerales que acompañan a la casiterita que son considerados ganga (cuarzo, clorita, sílice, piritita, turmalina, marcasita, siderita. Etc.) (\*)

(\*) Información extraída del área de planeamiento San Rafael

### 2.5. OPERACIONES MINA

#### 2.5.1. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

En la unidad minera San Rafael tenemos el método de explotación Sub Level Stopping este método se usa normalmente cuando la veta tiene un ángulo de inclinación igual o mayor a  $60^\circ$  por lo tanto tenemos diferentes equipos de perforación que se encuentran en la unidad minera que son el Raptor y Simba.

El método de minado subterráneo que se aplica es Tajeo por Subniveles ("Sublevel Stopping") y Bench and Fill, el cual consiste en explotar el mineral de cuerpos o

vetas con subniveles, el método es seguro durante la explotación considerando las condiciones de la calidad de roca, la geometría del cuerpo, la recuperación, dilución y la productividad.

Para el proceso de Minado se cuenta con 03 Simbas S7D, 02 Simbas T1D y 01 Raptor 44, en cuanto a los equipos de acarreo se cuenta con 03 Scooptram ST de 4.2 Yd3 y 02 Scooptram CAT de 4.2 Yd3 y los equipos de extracción con 03 Volquetes FMX 8X4 de 30 Toneladas y 02 Volquetes FMX 10X4 de 50 toneladas.

También se cuenta con equipos auxiliares que se complementan para el proceso de minado como rompedores de bancos estacionarios, rompedor de bancos móvil, desatador de rocas que se utiliza para los techos y hastiales, grúas utilitarias, que apoyan en la voladura de taladros largos para el carguío de los explosivos a los taladros verticales con dirección hacia arriba y también en el sostenimiento de las labores para la instalación de pernos y mallas.

#### **2.5.1.1. PERFORACIÓN:**

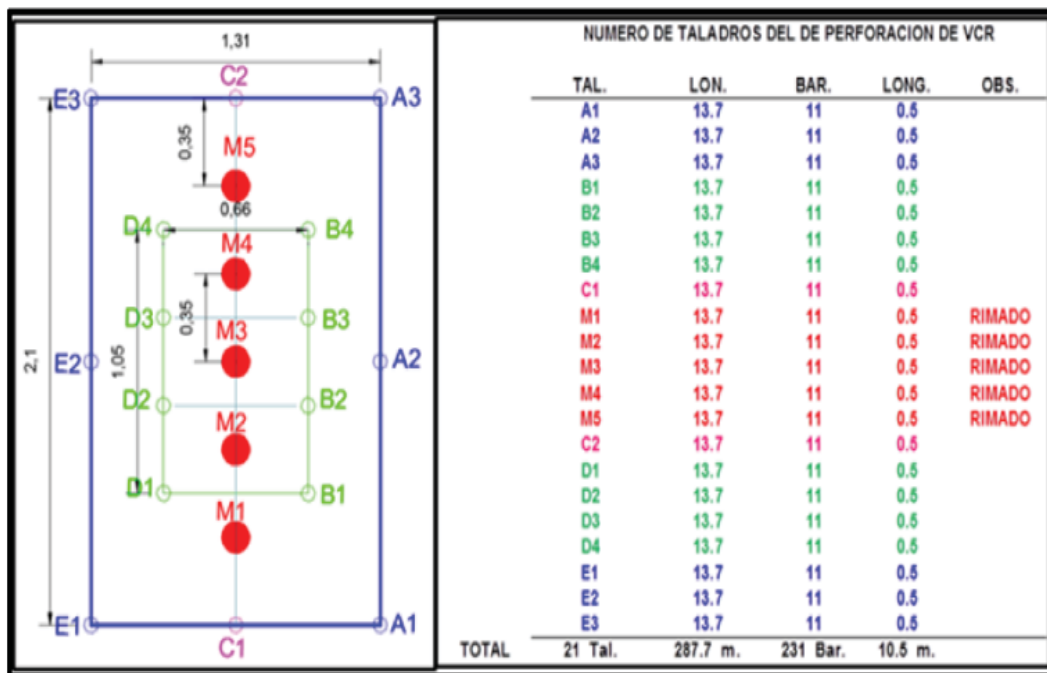
Para el proceso de perforación la labor debe estar completamente acondicionada con sostenimiento e instalado los servicios considerando que el piso debe estar también bien raspado ya que contamos con equipos sofisticados como Simbas y Raptor (S7D, H157, T1D y R44), La malla de perforación varía de acuerdo a la potencia de la mineralización y del equipo de taladros largos, el rango del burden es para cuerpos (1.0 - 2.0) y para vetas es (0.40 - 1.0) metros. Al culminar la perforación se realiza un levantamiento topográfico para medir la desviación de taladros, en caso esté desviado se procede a realizar un nuevo diseño y a perforar el taladro corregido, con la finalidad de asegurar la salida de los taladros hacia la cara libre y que no genere mayor dilución debido a la desviación, cuando los taladros estén correctos se procede a tapar los taladros para evitar que se entierren y no se pierda tiempo en el momento de carguío con explosivo de los taladros.

Equipos con los que se realiza la perforación 7 jumbos de taladros largos (simbas; 3 S7D, 1 T1D1, 1 T1D2, 1 H157) Y 1 Raptor.

**2.5.1.1.1. PERFORACIÓN DE CHIMENEAS PARA LA APERTURA DE LA CARA LIBRE (VCR)**

La malla propuesta para la perforación y la voladura de Chimeneas consta de cinco taladros de alivio, ocho taladros cargados en el arranque y seis taladros en el perímetro. Este esquema de trabajo se aplica para chimeneas en positivo y negativo dando buenos resultados durante el proceso de la voladura.

Figura N° 16: Diseño de malla de perforacion de un VCR.



Fuente: Elaboración de Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael.

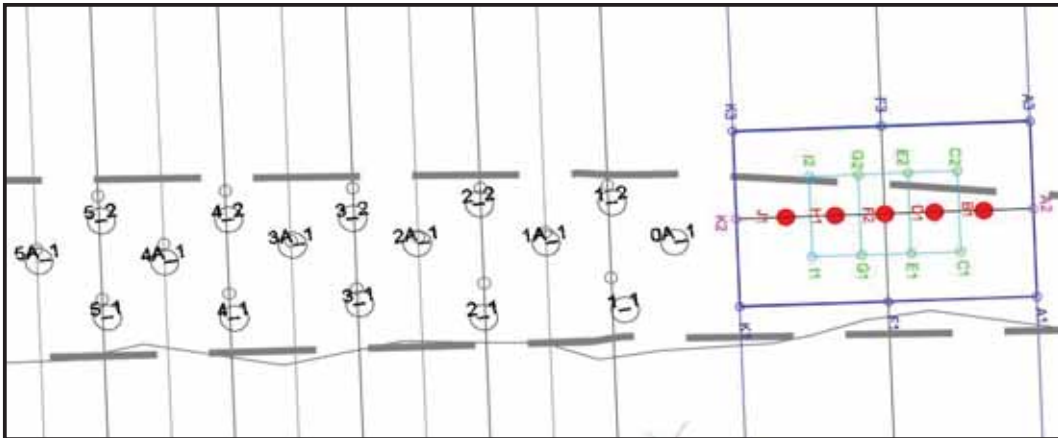
**2.5.1.1.2. MALLA DE PERFORACIÓN EN VETAS:**

Actualmente la producción programada para el 2018, el 51% representa a estructuras mineralizadas en Vetas.

La malla de perforación planteada para vetas angostas es el 2:1:2 con un burden entre la sección de producción (02 Taladros por sección) y las ayudas (01 Taladro por sección) es de 0.4 metros, en donde la perforación se debe de realizar con la mayor precisión posible para evitar el porcentaje de desviación de los taladros.

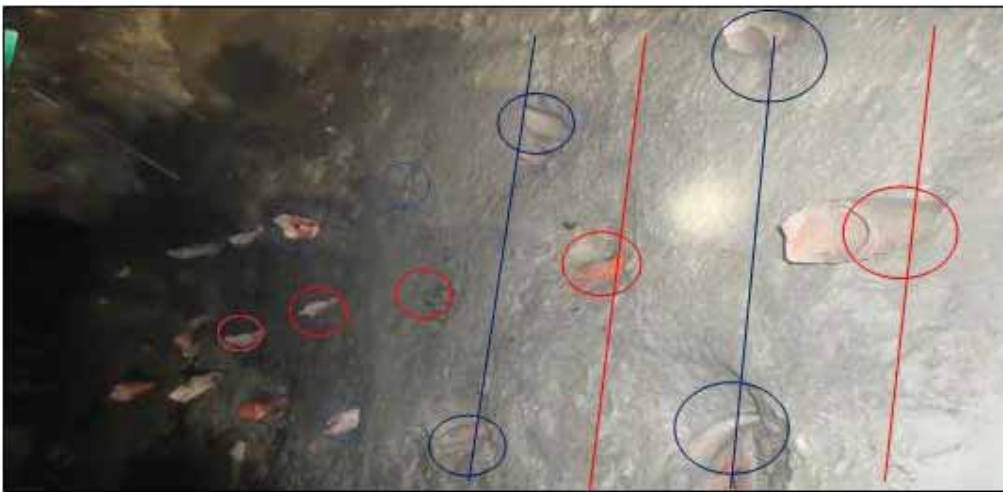


Figura N° 17: Diseño de malla de perforación en vetas.



*Fuente: Elaboración de Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael.*

Figura N° 18: Perforación de la veta Kimberly.



*Fuente: fotografía tomada en la veta Kimberly TJ 4310-1600 San Rafael.*

### 2.5.1.1.3. MALLA DE PERFORACIÓN EN CUERPOS

Actualmente la producción programada para el 2018, el 49% representa a estructuras mineralizadas en Cuerpos.

La malla de perforación planteada para cuerpos es con un Burden promedio de 1.6 metros y el espaciamiento promedio de 1.7 metros. En donde se prioriza la perforación

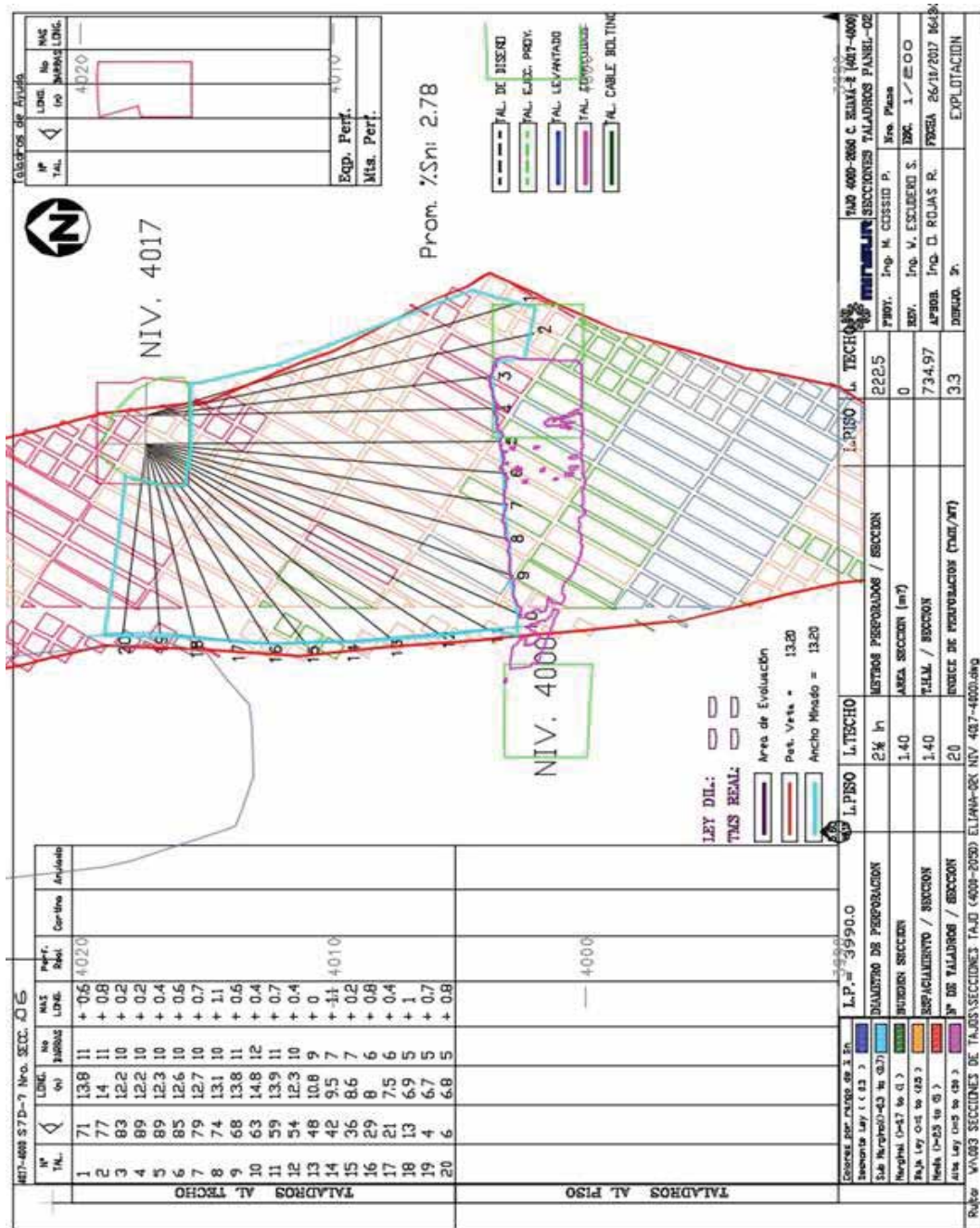
con los Simbas S7D por el carrusel que portan en la viga, el cual hace que el proceso sea ligeramente más eficiente.

Figura N° 19: Perforación en el cuerpo San Rafael.



*Fuente: fotografía tomada en el cuerpo San Rafael TJ 4510-2050 San Rafael.*

Figura N° 20: diseño de malla de perforación en cuerpos.



Fuente: Elaboración de Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael.

### **2.5.1.2. VOLADURA**

Los tipos de voladura que tenemos en Mina, la voladura primaria que se considera a la voladura de los taladros largos con longitudes de 12.5 metros aprox. La voladura secundaria se realiza mediante plasteos, calambucos, cachorro en el nivel base de extracción ubicado en una labor de acumulación con uso para este fin.

Para la perforación de chimeneas se tiene una malla con diseño diferenciado, La voladura de chimeneas se realiza con el método de VCR (vertical cráter retreat) se dispara por tramos de 8-12 metros esto sirve para hacer la cara libre y así se empiezan a disparar las secciones de producción, con examón, Exagel, para continuar con el minado del tajeo.

Para disminuir la sobre rotura se está implementando el uso de mayor cantidad de tubo tac (Tubo Guía utilizado en la perforación de Taladros en Vetas angostas), de tal manera que se evite el error de desviación, en algunos sectores donde la roca es incompetente se diseña la instalación de cable bolting, para reducir el descaje post voladura.

#### **2.5.1.2.1. ESQUEMA DE CARGUÍO DE CHIMENEA VCR**

##### **2.5.1.2.1.1. TALADROS DEL CONTORNO**

Se usan los retardos N° 18,20, 24, 28, 36 y 40; como iniciador de cada taladro se utiliza Gelatina Especial 75 de 1 1/8 X 8, como carga de columna se utiliza el Examón P y se conserva un taco por taladro de 1 metro.

##### **2.5.1.2.1.2. TALADROS DE ARRANQUE**

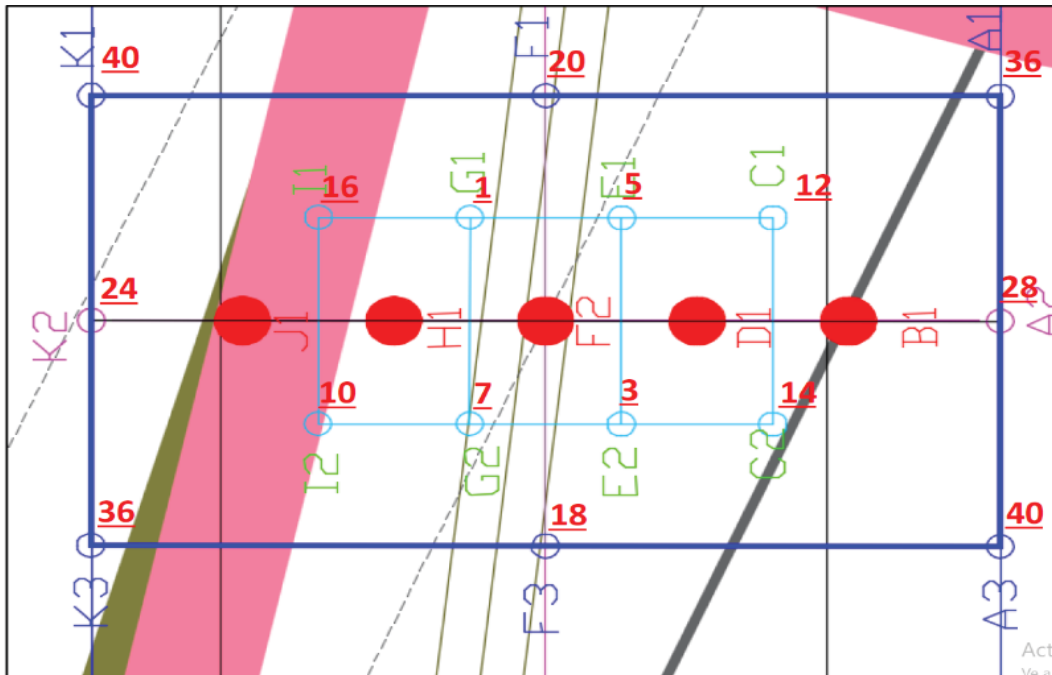
Para los retardos del arranque N°1, 3, 5, 7, 10, 12, 14 y 16, como iniciador de cada taladro se utiliza Gelatina Especial 75 de 1 1/8 X 8, como columna de carga se utiliza el Exagel-E65 de 2” x 16” para asegurar una correcta rotura del arranque y se conserva un taco por taladro de 1 metro.

Figura N° 21: Carguío de los taladros de un VCR.



Fuente: Elaboracion propia.

Figura N° 22: Diseño de malla de un VCR, en la seccion K1, K2, y K3



Fuente: Elaboración de Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael.

### 2.5.1.2.2. ESQUEMA DE CARGUÍO DE VETAS:

La malla de perforación y voladura que actualmente estamos usando en el tajo es el resultado de haber realizado diversas pruebas con diferentes esquemas de perforación, voladura y carguío. Esta malla que se presenta a continuación es la que nos ha dado mejores resultados en el control de la dilución hasta ahora, lo que no quiere decir que no esté sujeta a modificaciones por futuras mejoras.

Figura N° 23: Esquema de carguío de taladros.



Fuente: Elaboración de Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael.

#### 2.5.1.2.2.1. TALADROS DE PRODUCCIÓN


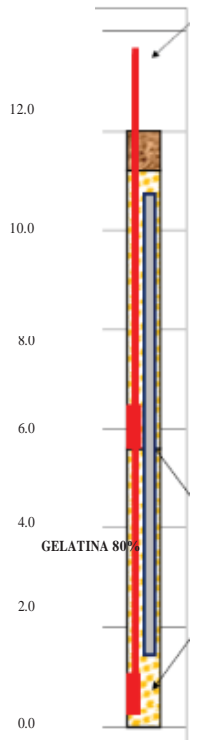
Iniciador: Gelatina Especial 75% (1 1/8 x 8), considerando entre 01 y 02 cebos de gelatina con su respectivo número de Exsanel.

Carga de columna: Examon-P, Semexa 65 y Exagel en la columna según el comportamiento de las cajas, la emulsión en taladros que presentan filtraciones de humedad.

Taco: Sacos y detritus.

NOTA: La secuencia de la voladura entre taladro y taladro se realiza en Sig Sag, de tal manera que los taladros del techo actúan como Taladros de Alivio, Taladros Intermedios como Taladros de producción (Carguío al 90% del Taladro) y los taladros del Piso se realizan el carguío desacoplado con tuberías de PVC de 1Pulgada.

Figura N° 24: Esquema de carguio de taladros largos.

		<b>ESQUEMA DE CARGUIO DE TALADROS LARGOS (PRODUCCIÓN)</b> <b>CARGUIO DESACOPLAO CON TUBERIAS DE PVC DE 1 PULG.</b>		
<b>PROYECTO:</b> TJ 4224-1900 Mariano		<b>NIVEL:</b> 4269 - 4254		
<b>TALADROS DE PRODUCCION</b>				
<b>1. PARAMETROS DE PERFORACION</b>				
DIAMETRO TALADRO (pulg)	2.5	EXANEL		
ESPACIAMIENTO (M.)	0.7			
BURDEN (M.)	0.9			
ALTURA PROMEDIO DE BANCO	12.0			
SOBREPERFORACION	0.0			
PROFUNDIDAD PROMEDIO DE TALADRO	12.0			
INCLINACION DE PERFORACION	60.0			
TIPO DE CARGUIO	CONTORNO DETUBER 1A DE 1.5"	10.0		
<b>2. PARAMETROS DE VOLADURA</b>				
CARGA DE FONDO (m)	5.6	8.0		
TACO INTERMEDIO (DECK) (m)	0.0			
CARGA INTERMEDIA (m)	5.6			
TACO FINAL (m)	0.8			
TIPO DE EXPLOSIVO POR TALADRO	EXAMON - P	6.0		
DENSIDAD DE EXPLOSIVO (gr/cc):	0.8			
DENSIDAD DE LA ROCA (gr/cc):	2.7			
CANTIDAD DE EXPLOSIVO POR METRO (kg/m)	1.6			
CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (kg)	18.2	4.0		
VOLUMEN ROTO (M3)	7.6			
TONELAJE (Tn)	20.6			
FACTOR DE POTENCIA (Kg/Tn)	0.9			
FACTOR DE CARGA (Kg/M3)	2.4	2.0		
CANTIDAD DE TALADROS A CARGAR	8.0 Tal.			
CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (Kg)	145.3 Kg.			
CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (SACOS/CAJAS)	5.8	0.0		
Sacos				
<b>3. PARAMETROS GEOMACANICOS DE LA LABOR</b>				
TIPO DE ROCA RMR ROCA CAJA RMR ESTRUCTURA MINERALIZADA (VETA)				
<b>4. PRESION DE DETONACION</b>				
Pd = PRESION DE DETONACION (Kbar)	$Pd = 0.25 ( \gamma )^2 10^{-5}$			
10 <sup>5</sup> (-5) = FACTOR DE CONVERSION				
De = DENSIDAD DEL EXPLOSIVO (gr/cc)	20.48 Kbar			
<b>5. VELOCIDAD PICOPARTICULA</b>				
DISTANCIA ESCALAR (m)	30			
VPP TEORICA (mms)	$VPP = ( ( )^{0.5} )^{-\alpha}$			
	50.21 mm/s			
<b>6. VELOCIDAD DE DETONACIÓN (VOD -m/s)</b>				
	3200	m/seg		
<b>8. DISTRIBUCION VERT. DE ENERGIA</b>				
DE = 1 - ( / ) 100	92.86 %			

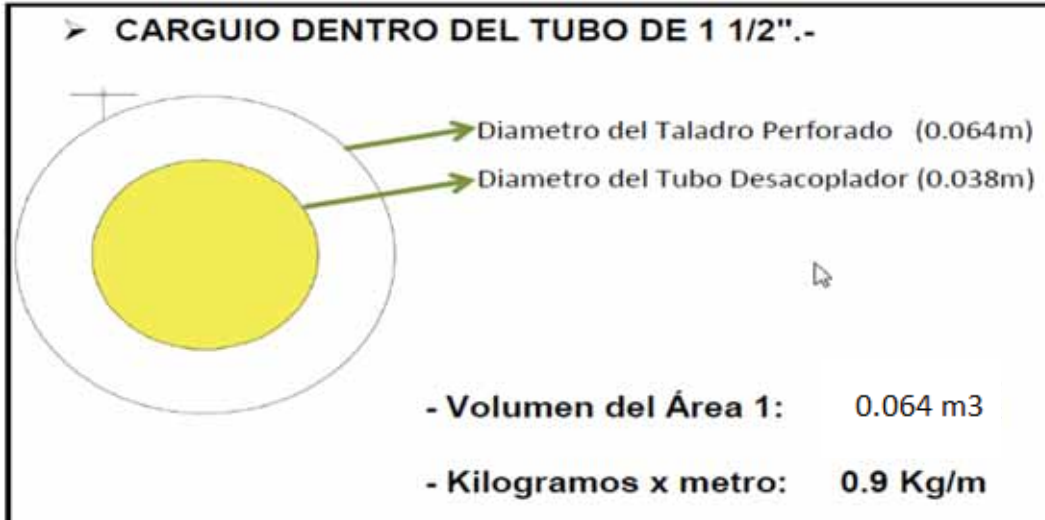
**SECUENCIA DE ACTIVIDADES:**

Realizar la limpieza de los taladros de las secciones a disparar.  
 Realizar el levantamiento de los taladros perforados en el nivel inferior, antes de empezar el carguio de taladros.  
 Realizar el encebado y carguio de taladros con material explosivo.  
  
 El atacado del taladro se realiza con material detrítico.  
  
 Realizar el amarre de los taladros cargados.  
  
 El Área de Perforación y Voladura es el responsable del diseño del diagrama de carguio del proyecto de Voladura.  
  
 El Jefe de Guardia (supervisión) es responsable del carguio, amarre, chispeo y de las Vigias del proyecto de voladura.

Fuente: Tabla extraída de operaciones mina San Rafael.

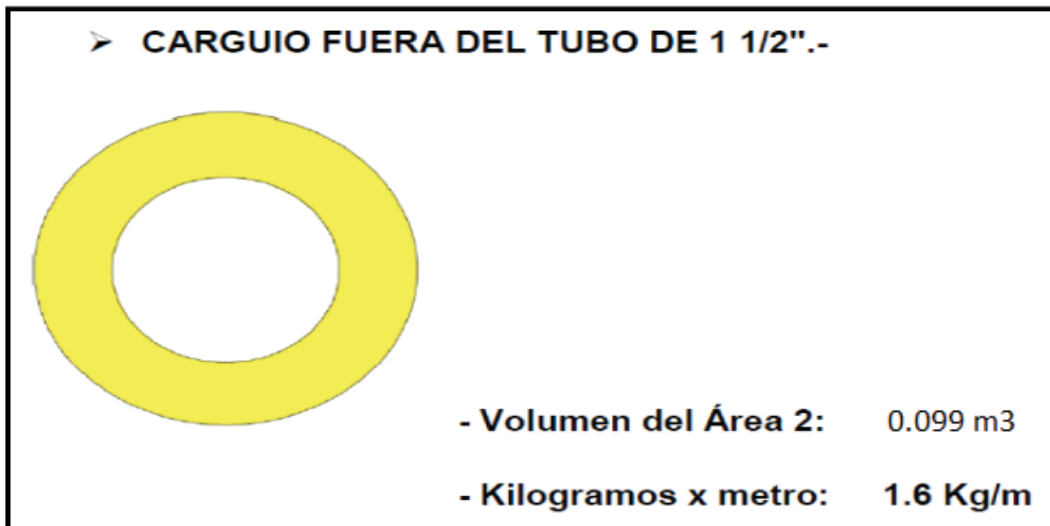
2.5.1.2.2.2. TIPOS DE CARGUÍO DESACOPLADO

Figura N° 25: Carguío dentro del tubo.



Fuente: Informe Ing. German Pongo área Operaciones Mina, U.M. San Rafael.

Figura N° 26: Carguío fuera del tubo.



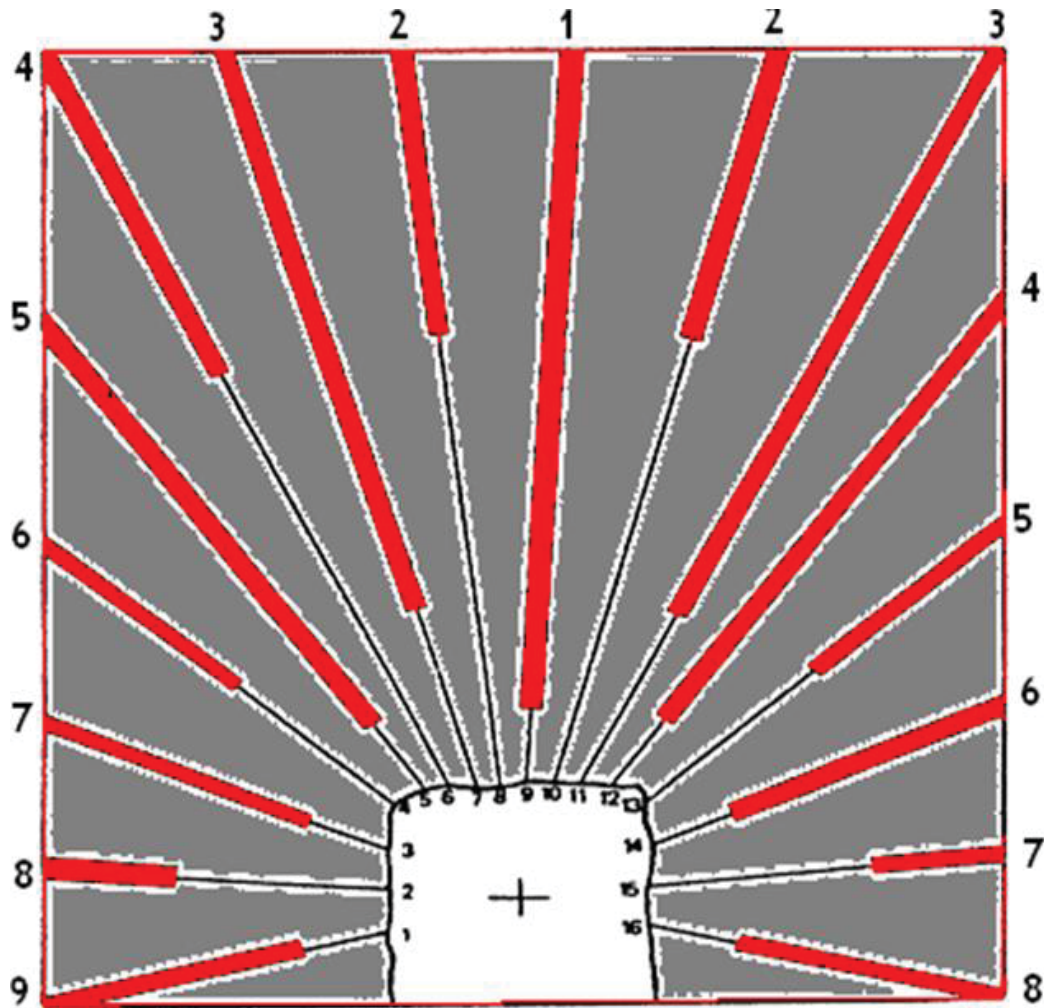
Fuente: Informe Ing. German Pongo área Operaciones Mina, U.M. San Rafael.



**2.5.1.2.3. ESQUEMA DE CARGUÍO EN CUERPOS:**

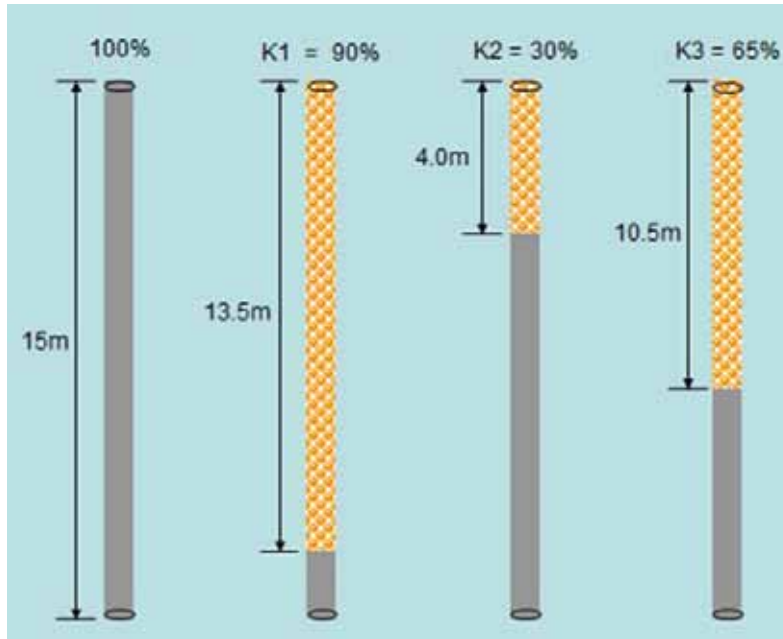
El esquema de carguío para cuerpos mineralizados depende de la orientación de los taladros y como estén distribuidos dentro de la malla de perforación siguiendo un esquema de carguío geométrico de acuerdo a la obtención de constantes de carga.

Figura N° 27: carguío de taladros de una sección longitudinal.



*Fuente: Informe Ing. German Pongo área Operaciones Mina, U.M. San Rafael.*

Figura N° 28: carguío de taladros de acuerdo a la sección longitudinal



*Fuente: Informe Ing. German Pongo área Operaciones Mina, U.M. San Rafael.*

Según el Anexo 07: un diseño de taladros del TJ 4100-35, se observa perforaciones positivas y perforaciones negativas

### CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

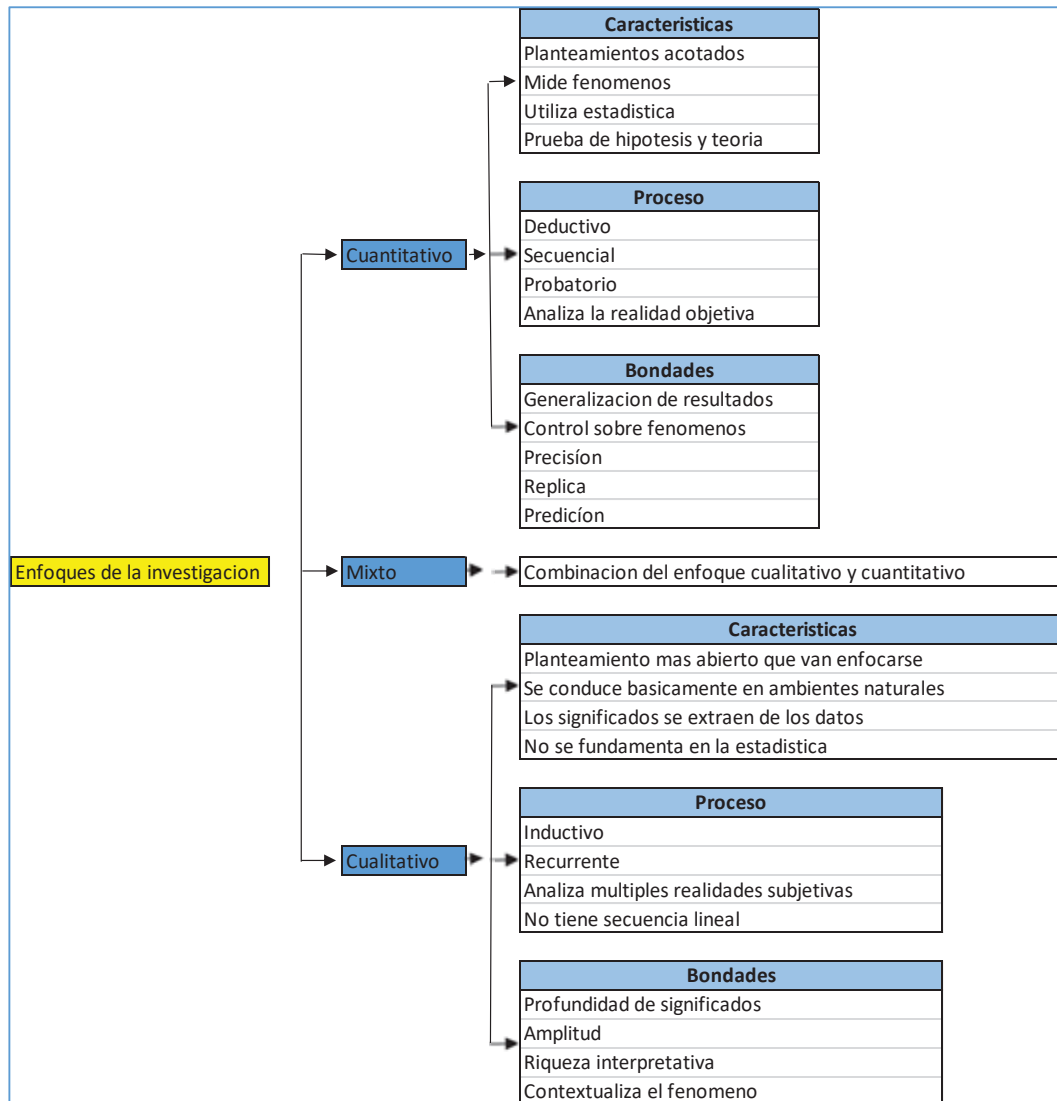
#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es considerada una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico. La investigación científica es el nombre general que obtiene el complejo proceso en el cual los avances científicos son el resultado de la aplicación del método científico para resolver problemas o tratar de explicar determinadas observaciones.

De igual modo la investigación tecnológica emplea el conocimiento científico para el desarrollo de tecnologías blandas o duras, así como la investigación cultural, cuyo objeto de estudio es la cultura, además existe a su vez la investigación técnico-policial y la investigación detectivesca y policial e investigación educativa (\*).

(\*) Información extraída del libro: enfoques de la investigación (Libro metodología de la investigación. Autor Roberto Hernández Sampieri (edición 6ta).

Figura N° 29: Enfoques de la investigación (Libro metodología de la investigación. Autor Roberto Hernández Sampieri (edición 6ta).



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.1. METODO CUANTITATIVO.

La investigación cuantitativa permite unificar y analizar los datos numéricos sobre variables previamente determinadas. Estudia la relación entre los elementos que han sido cuantificados y facilita la interpretación de los resultados.

Este tipo de investigación construye una relación entre los elementos numéricos y los objetivos que se pretenden cumplir mediante un modelo lineal o exponencial.

Está basada en la recopilación y en el análisis de los datos que fueron obtenidos, por medio de la aplicación de instrumentos investigativos.

La metodología cuantitativa permite examinar los datos de forma estadística, por lo que presenta las siguientes características:

- Tiene una postura objetiva
- Está orientada hacia el resultado
- Es generalizable
- Se basa en datos sólidos y repetibles
- Requiere de una relación entre los elementos de la investigación
- Emplea métodos estadísticos para analizar los datos e infiere más allá de los datos
- Estudia conductas y fenómenos observables
- Estudia el comportamiento humano en situaciones naturales o artificiales

Figura N° 30: Fases del proceso de investigación cuantitativa.



Fuente: extraído del internet.

## **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. COMPARATIVO**

El método comparativo de investigación es un procedimiento sistemático de contrastación de uno o más fenómenos, a través del cual se buscan establecer similitudes y diferencias entre ellos. El resultado debe ser conseguir datos que conduzcan a la definición de un problema o al mejoramiento de los conocimientos sobre este.

Es un procesamiento de búsqueda de similitudes y comparaciones sistemáticas que sirve para la verificación de hipótesis con el objeto de encontrar parentescos y se basa en la documentación de múltiples casos para realizar análisis comparativos.

Básicamente consta de colocar dos o más elementos al lado de otro para encontrar diferencias y relaciones y así lograr definir un caso o problema y poder tomar medidas en el futuro.

Usar la comparación es de utilidad en la comprensión de un tema ya que puede conllevar a nuevas hipótesis o teorías de crecimiento y mejoría.

Posee varias etapas en la que resalta la observación, la descripción, la clasificación, la comparación misma y su conclusión.

## **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1. NIVEL CORRELACIONAL.**

La investigación correlacional, no es causal; y su tipo de análisis predominantemente es: cuantitativo; pero con calificaciones e interpretaciones cualitativas sobre la mutua relación para saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de la otra(s) variable(s) correlacionadas(s) cuantitativamente, pero siendo también importante la interpretación cualitativa.

Cobra especial importancia el que no sea causal, ya que; en las investigaciones causales: la causa tiene que ir antes que el efecto; pero en las investigaciones correlacionales eso no se cumple y ni interesa. Sólo interesa saber si hay o no hay correlación: De allí que resulte curiosos que respecto a estas investigaciones o dentro de

ellas se hable de “variable independiente”, que en las investigaciones causales (y sólo en ellas) desempeña el rol o papel de causa (y para nosotros mayoritariamente); y también de “variable dependiente”, que en las investigaciones causales (y sólo en ellas) desempeña el rol o papel de efecto o consecuencia: ¿De dónde, o con qué base o fundamento en las investigaciones de correlación se habla de “independiente” y “dependiente”? ¿Cuándo empezó esa costumbre o mito tan generalizado como equivocado?.

En resumen. Los estudios correlacionales tienen por objeto medir el grado de relación significativa que existe entre dos o más variables, conocer el comportamiento de una variable dependiente a partir de la información de la variable independiente o causal. Es decir, intenta predecir, el valor aproximado que tendrá el comportamiento de un grupo de individuos en una variable, a partir de valor que tienen en las otras variables relacionadas.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** Todas las unidades de investigación, es la suma total de las unidades que se va a estudiar.

- Acarreo de mineral en el ORE PASS, su indicador es TM/Guardia y su granulometría del P80 en pulgadas.

**Muestra:** Es la parte de la población con el fin de investigar.

- Parrillas acarteladas y berma metálica de seguridad. (TM/Hora)
- Voladura secundaria (TM/Disparo)
- Costos en el ORE PASS. (\$)

### 3.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las principales técnicas que utilizaremos en la investigación son:

#### A. Trabajos de campo

- Observación directa y controlada
- Toma de datos de la construcción de parrillas acarteladas
- Toma de datos de la perforación, voladura, acarreo de mineral y extracción de mineral
- Toma de datos de la granulometría de mineral P80

#### B. Trabajos de gabinete

- Parámetros operacionales mineros.

- Desarrollo informativo y computacional.
- Características geológicas, topográficas.

### 3.6. INSTRUMENTOS

- Motion metric (granulometría de mineral)
- Cámara fotográfica
- Wincha y distanciómetro
- Cuaderno de apuntes.

### 3.7. VARIABLES E INDICADORES

Tabla N° 6: Variables independiente y dependiente con sus indicadores.

VARIABLES	INDICADORES
<b>Dependientes</b>	▪ TM/Guardia
▪ Mejorar el acarreo de mineral en el ORE PASS	▪ TM/Día ▪ Granulometría del P80
<b>Independientes</b>	▪ TM/Día
▪ Parrillas acarteladas Y berma metálica de seguridad	▪ \$
▪ Costos en el ORE PASS	

*Fuente: elaboración propia*

### 3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

La información recolectada por mi persona se evaluará y analizara para dar un alto grado de confiabilidad, luego se procesarán los datos con herramientas estadísticas de análisis comparativo, para lo cual utilizaremos herramientas de información como:

- AutoCAD
- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Datos del área de (Operaciones mina, Ingeniería y planeamiento y Geología)
- Ms Project

La presentación de datos se mostrará a través de:

- Cuadros estadísticos de descripción y comparación



- Procesamiento numérico: Análisis estadístico, evaluación numérica
- Procesamiento computarizado: Introducción de datos

### **3.8.1. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **3.8.1.1. GRANULOMETRIA DE MINERAL (P80)**

El equipo para la obtención de la granulometría del mineral del tajo y de las canchas de almacenamiento de mineral es el Porta Metric, creada por Microsoft.

Según el Budget en la unidad minera San Rafael el mineral debe tener 6 pulgadas de diámetro.

Nuestras parrillas mecánicas actuales tienen una sección de 20cm x 20cm, con un Budget de 6" llegan a obstruirse el mineral y no hay fluidez de mineral en las parrillas hacia las tolvas.

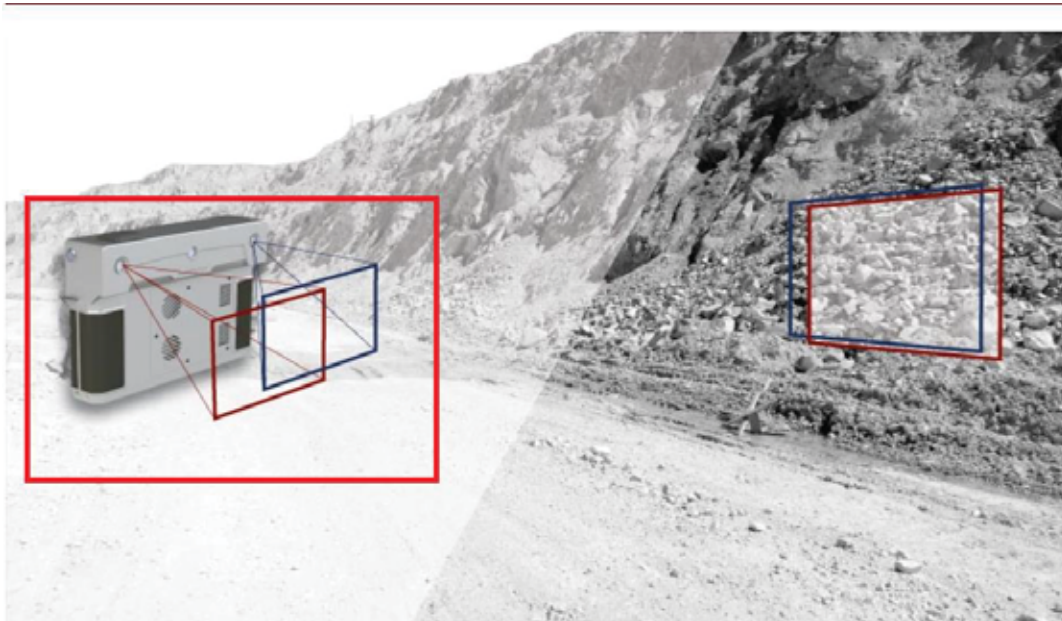
Las parrillas acarteladas tienen una sección de 50cm x 50cm, con un Budget de 6" no llegan a obstruirse el mineral en conclusión hay fluidez de mineral. Estas parrillas acarteladas son creadas para vetas con una potencia menor 3.1m

##### **3.8.1.1.1. PORTA METRIC**

Optimizar los resultados de voladuras. La voladura eficiente es una parte integral de cualquier operación minera. La voladura ineficaz da como resultado un consumo de energía excesivo, altos gastos de explosivos y tiempos de vida más cortos para los equipos posteriores. Con una solución de análisis de fragmentación efectiva en su lugar, las minas pueden optimizar los resultados de voladuras y obtener importantes ahorros de tiempo y costos.

Esta poderosa herramienta proporciona la información necesaria para los ingenieros de voladuras, lo que les permite no solo validar la precisión de sus simulaciones de explosiones, sino también proporcionar una buena indicación de la capacidad de excavación.

Figura N° 31: Porta metric, toma fotografías en 3D al instante obtiene los resultados.



*Fuente: Descargada del internet.*

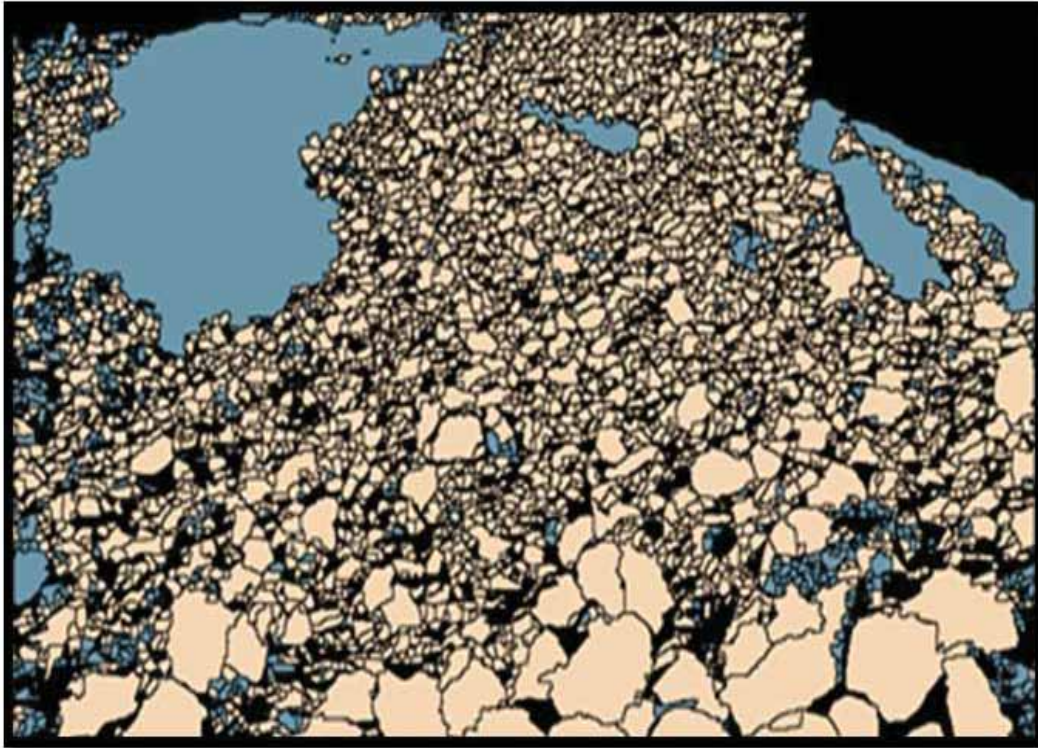
Análisis del equipo Porta Metric, como indica el Anexo N° 08

Figura N° 32: Fotografía tomada en Cyndhi TJ 3950-1800.



*Fuente: Fotografía tomada por el equipo Porta Metric.*

Figura N° 33: análisis de la fotografía tomada en Cyndhi TJ 3950-1800



Fuente: Fotografía tomada por el equipo Porta Metric.

Tabla N° 7: Parámetros del Motion Metric (%).

Target size parameters and percentages		
Undersize threshold	1.5 in	6.80%
In range		59.93%
Oversize threshold	6.0 in	34.27%

Fuente: Resultados obtenidos del equipo Motion Metric.

Gráfico N° 2: Grafico de los parámetros del Motion Metric.



Fuente: Resultados obtenidos del equipo Motion Metric.

Tabla N° 7: Rango de intervalos analizados del mineral roto.

Bin Num	Size range
0	0.00-1.97 in
2	3.94-5.91 in
3	5.91-7.87 in
1	1.97-3.94 in
4	7.87-9.84 in
5	9.84-11.81 in
6	11.81-13.78 in
7	13.78-15.75 in
11	21.65-23.62 in
8	15.75-17.72 in

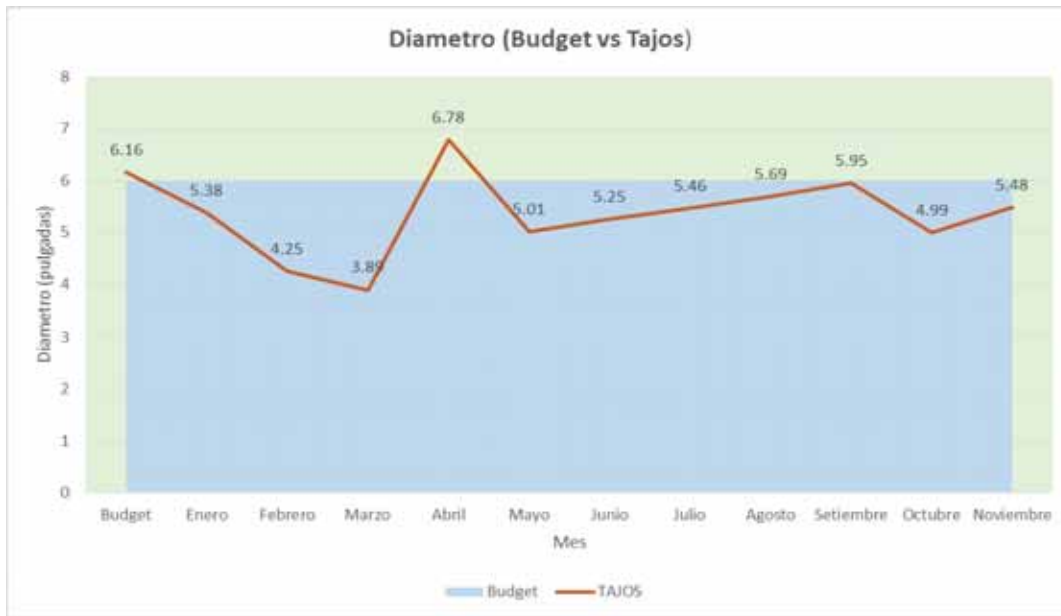
Fuente: Resultados obtenidos del equipo Motion Metric.

Tabla N° 8: Cuadro resumen de todo el año del Budget.

DIA	Budget	CANCHA 01				PROM CANCHA 0	TAJOS	DIA
		CANCHA 01 ALTA	CANCHA 01 MEDIA	CANCHA 01 BAJA	TAJO		P80 DIA	
Enero	6.00	4.45	5.12	3.39	4.32	6.16	5.24	
Febrero	6.00	6.10	5.80	6.00	5.97	5.38	5.67	
Marzo	6.00	5.10	5.10	3.50	4.57	4.25	4.41	
Abril	6.00	5.30	7.20	5.80	6.10	3.89	5.00	
Mayo	6.00	3.50	5.80	5.00	4.77	6.78	5.77	
Junio	6.00	5.10	5.80	3.80	4.90	5.01	4.96	
Julio	6.00	5.80	6.20	5.20	5.73	5.25	5.49	
Agosto	6.00	7.43	5.71	6.46	6.53	5.46	6.00	
Setiembre	6.00	6.34	4.25	3.23	4.61	5.69	5.15	
Octubre	6.00	4.92	4.88	5.00	4.93	5.95	5.44	
Noviembre	6.00	5.67	5.08	4.69	5.15	4.99	5.07	
Diciembre	6.00	5.67	6.46	3.85	5.33	5.48	5.40	
Promedio	6.00	5.45	5.62	4.66	5.24	5.36	5.30	

Fuente: Tabla extraída del área de operaciones mina (productividad San Rafael).

Gráfico N° 3: Granulometría de mineral durante el año 2018.



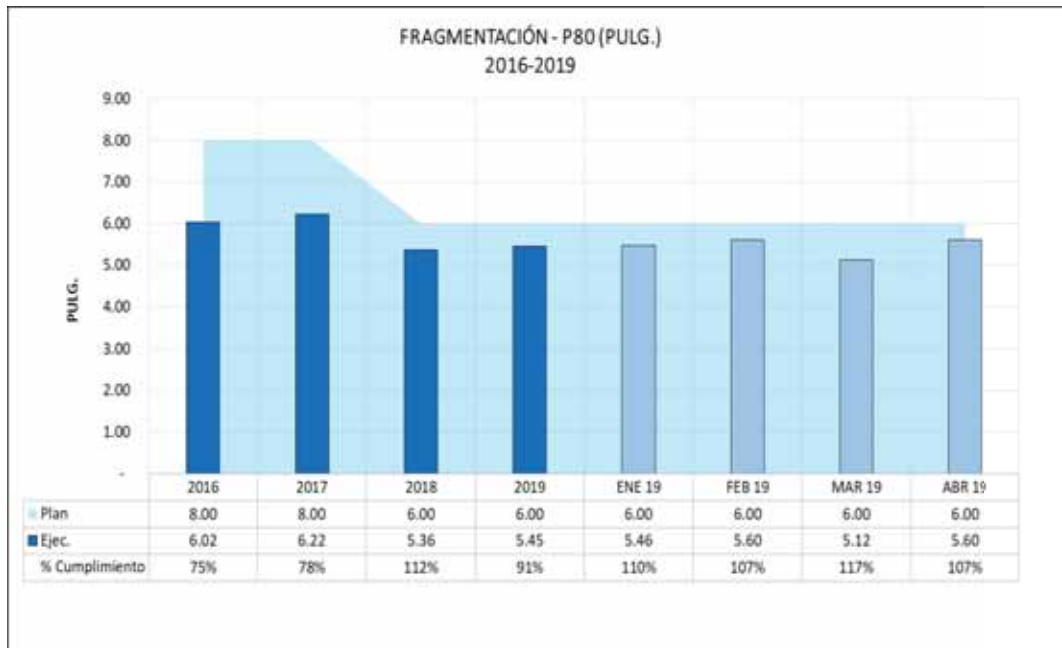
Fuente: Grafico extraída del área de operaciones mina (productividad San Rafael).

Gráfico N° 4: Granulometría de mineral (P80) semanalmente.



Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad San Rafael).

Gráfico N° 5: Análisis de fragmentación de mineral por años.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6: Granulometría de mineral (P80) por tipo de mineral



Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad).

Como ya se indicó en la unidad minera San Rafael tenemos un Budget de mineral de 6" donde cumplimos mensualmente con esa planificación por lo tanto nuestras parrillas acarteladas al tener mayor sección en cada ensamble de peinetas con respecto a las

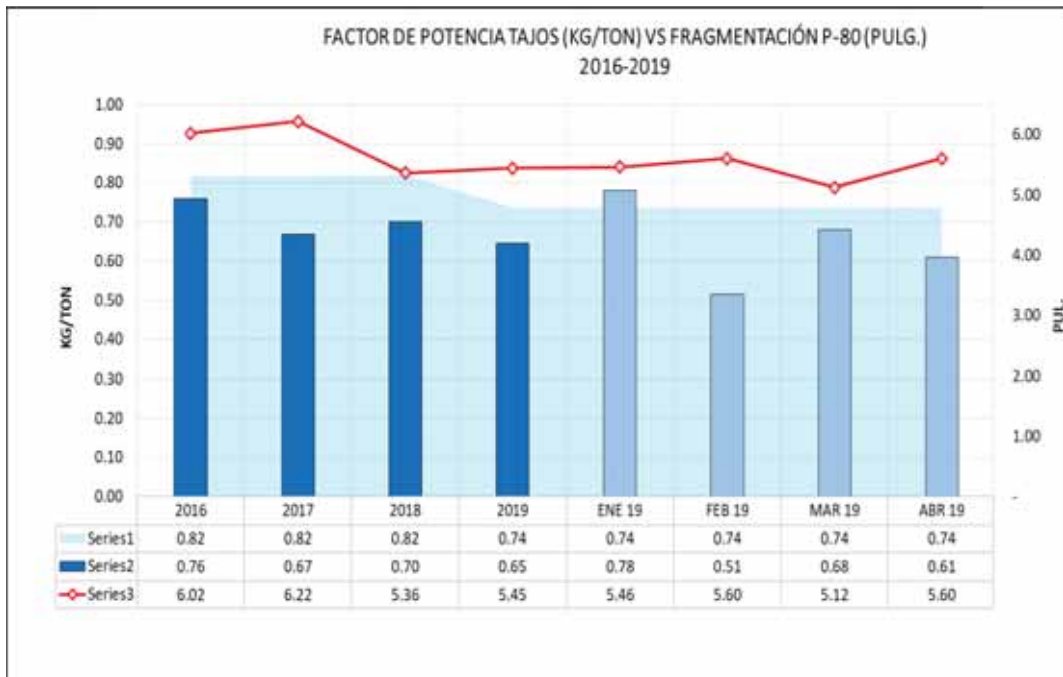
parrillas mecánicas cumplen con su función de hacer fluir el mineral roto sin la necesidad del equipo rompe banco.

Mejorando el rendimiento de los equipos (Scooptram y volquetes). Al tener mayor resistencia las parrillas acarteladas, reducimos el tiempo de mantenimiento, por lo cual mejoramos el acarreo de mineral e incrementamos el rendimiento del equipo Scooptram.

Reducimos el costo de mantenimiento de las parrillas ocasionado por los rompe bancos al momento de percutar sobre la parrilla al no haber fluidez de mineral.

Reducimos el costo de mantenimiento y adquisición del equipo rompe banco.

Gráfico N° 7: Granulometría de mineral (P80) por años vs Factor de potencia.



Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad).

### 3.8.1.2. RENDIMIENTO DEL SCOOPTRAM.

- Realizar el seguimiento al Scooptram, viendo los tiempos efectivos y operativos.
- Analizar los resultados.

El control del Scooptram se realizó en el acarreo de mineral hacia las parrillas acarteladas.

El equipo que se realizó el seguimiento Scooptram con una capacidad de 4.2yd3.

### 3.8.1.2.1. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO SCOOPTRAM.

Tabla N° 9: Características específicas de San Rafael, con respecto al Scooptram.

Características	Und	Valor
Capacidad de cuchara	m3	3.01
Factor de llenado	%	0.85
Esponjamiento	%	0.3
Peso específico	Tm/m3	2.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 10: Cantidad de equipos Scooptram

Equipo	Capacidad Yd3
N° 31	4.2
N° 33	4.2
N° 36	4.2
N° 37	4.2
N° 38	4.2
N° 39	6

Fuente: Elaboración propia.



**3.8.1.2.2. RECOLECCION DE DATOS.**

La recolección de datos del Scooptram fue como el Anexo N° 9 indica.

**3.8.1.2.3. RENDIMIENTO DEL EQUIPO SCOOPTRAM**

Tabla N° 11: Planificación o Budget del rendimiento del equipo Scooptram en la unidad minera San Rafael.

Budget del rendimiento	Und	Valor
Rendimiento	TM/H	60
Uso	%	65
Disponibilidad mecanica	%	85

*Fuente: Elaboración propia.*

Las parrillas normalmente en la U.M. San Rafael esta ubicadas a 100 m-130 m de la ventana de extracción o del tajo y su rendimiento es de 80-90 TM/H, pero en algunas ocasiones están situadas a mayores distancias donde se tiene dos tramos de limpieza, la primera es de la ventana a la cámara de acumulación de mineral y posteriormente de la cámara de acumulación de mineral a la parrilla disminuyendo su rendimiento de 35-45 TM/H. Pero en el global o promedio es de 65TM/H.

La recolección de datos del uso del equipo Scooptram y su disponibilidad mecánica fue en el año 2017 (parrillas mecánicas), 2018 (parrillas acarteladas) fue extraída del área de operaciones mina (productividad) como indica el Anexo N° 10.

Tabla N° 12: Cuadro de horómetros del (2017-día) calculando la (DM, Uso)

CUADRO DE HOROMETROS DE EQUIPOS - CÁLCULO DE DM, USO							
	EQUIPO	P. MEC	MTTO	Hr. PROC	H.D	D.M.	USO
10415	SCOOP #33	8.70		24.0	14.3	60%	66%
10449	SCOOP #39	1.00		24.0	23.0	96%	59%
10451	SCOOP #38	1.00		24.0	23.0	96%	52%
10453	SCOOP #37	22.30		24.0	1.7	7%	100%
10455	SCOOP #36	0.00		24.0	24.0	100%	62%
10457	SCOOP #33	2.00		24.0	22.0	92%	56%
10491	SCOOP #39	0.50		24.0	21.5	90%	59%
10493	SCOOP #38	0.00		24.0	24.0	100%	47%
10497	SCOOP #36	0.50		24.0	23.5	98%	58%
10499	SCOOP #33	1.00		24.0	23.0	96%	56%
10533	SCOOP #39			24.0	24.0	100%	42%
10535	SCOOP #38			24.0	24.0	100%	50%
10539	SCOOP #36	6.00		24.0	18.0	75%	62%
10541	SCOOP #33	1.00		24.0	23.0	96%	51%
10575	SCOOP #39	0.00		24.0	24.0	100%	53%
10577	SCOOP #38	1.50		24.0	22.5	94%	52%
10579	SCOOP #37	14.00		24.0	10.0	42%	82%
10581	SCOOP #36	1.00		24.0	23.0	96%	67%
10583	SCOOP #33	1.00		24.0	23.0	96%	64%
10617	SCOOP #39	4.00		24.0	20.0	83%	74%
10619	SCOOP #38	5.00		24.0	19.0	79%	68%
10621	SCOOP #37	3.00		24.0	17.0	71%	73%
10623	SCOOP #36	5.00		24.0	19.0	79%	63%
10625	SCOOP #33			24.0	22.0	92%	56%
10627	SCOOP #31			24.0	24.0	100%	0%
10659	SCOOP #39	12.00		24.0	12.0	50%	49%
11191			Promedio			88%	58%

Fuente: tabla extraída del área de operaciones mina (productividad S.R).

Observando la Tabla N° 15, el promedio de la disponibilidad mecánica es de 88% y su promedio del uso es de 58%, donde cumple con lo planificado la disponibilidad mecánica pero no el uso con lo planificado faltando un 2% para cumplir con lo planificado, donde influyen varios factores para que no cumpla con la planificación como:

- Falta de labores para realizar la limpieza (equipo esperando)
- Operadores indispuestos para realizar el trabajo
- Algún desperfecto del equipo
- Falta estandarización de labor.
- Mantenimiento de las parrillas mecánicas, (equipo Scooptram esperando).
- Mantenimiento de bermas de seguridad, (equipo scooptram esperando).

- Percusión del equipo rompe banco, (equipo scooptram esperando).

Tabla N° 13: Cuadro de Horómetros del [2017-día] (DM, Uso y Rendimiento).

CUADRO DE HOROMETROS DE EQUIPOS - CÁLCULO DE DM, USO Y EL RENDIMIENTO										
	EQUIPO	Hr. (D)	P. MEC	MTTO	Hr. PROC	H.D	D.M.	USO	Tonelaje TM	Rendimiento (TM/H)
10415	SCOOP #33	3.3	8.70		24.0	14.3	60%	66%	180	54.55
10449	SCOOP #39	6.2	1.00		24.0	23.0	96%	59%	290	46.77
10451	SCOOP #38	6.6	1.00		24.0	23.0	96%	52%	350	53.03
10453	SCOOP #37	1.7	22.30		24.0	1.7	7%	100%	150	88.24
10455	SCOOP #36	7.7	0.00		24.0	24.0	100%	62%	340	44.16
10457	SCOOP #33	7.0	2.00		24.0	22.0	92%	56%	330	47.14
10491	SCOOP #39	5.8	0.50		24.0	21.5	90%	59%	290	50.00
10493	SCOOP #38	5.3	0.00		24.0	24.0	100%	47%	285	53.77
10497	SCOOP #36	6.6	0.50		24.0	23.5	98%	58%	278	42.12
10499	SCOOP #33	5.8	1.00		24.0	23.0	96%	56%	260	44.83
10533	SCOOP #39	4.7			24.0	24.0	100%	42%	350	74.47
10535	SCOOP #38	6.0			24.0	24.0	100%	50%	245	40.83
10539	SCOOP #36	7.0	6.00		24.0	18.0	75%	62%	286	40.86
10541	SCOOP #33	5.7	1.00		24.0	23.0	96%	51%	290	50.88
10575	SCOOP #39	6.4	0.00		24.0	24.0	100%	53%	285	44.53
10577	SCOOP #38	7.0	1.50		24.0	22.5	94%	52%	280	40.00
10579	SCOOP #37	4.0	14.00		24.0	10.0	42%	122%	340	85.00
10581	SCOOP #36	7.8	1.00		24.0	23.0	96%	67%	290	37.18
10583	SCOOP #33	7.2	1.00		24.0	23.0	96%	64%	285	39.58
10617	SCOOP #39	7.0	4.00		24.0	20.0	83%	74%	270	38.57
10619	SCOOP #38	6.0	5.00		24.0	19.0	79%	68%	250	41.67
10621	SCOOP #37	5.4	3.00		24.0	17.0	71%	73%	329	60.93
10623	SCOOP #36	6.2	5.00		24.0	19.0	79%	63%	310	50.00
10625	SCOOP #33	6.8			24.0	22.0	92%	56%	319	46.91
10627	SCOOP #31	4.5			24.0	24.0	100%	19%	320	71.11
10659	SCOOP #39	3.9	12.00		24.0	12.0	50%	82%	249	63.85
11191			Promedio				88%	58%		55.19

Fuente: tabla extraída del área de operaciones mina (productividad S.R).

Observando la tabla N° 13 indica que su rendimiento del 2017 fue de 55.19 TM/H, no cumple con lo planificado (Budget) de 65TM/H. Faltando 9.81 TM/H. Es un análisis diario.

Tabla N° 14: Cuadro de horómetros del 2018 calculando la (DM, Uso)

CUADRO DE HOROMETROS DE EQUIPOS - CÁLCULO DE DM, USO										
	ACTIVIDAD	EQUIPO	Hr. (D)	P. MEC.	MTTO	# PARADAS	Hr. PROG.	H.D.	D.M.	USO
1121	SCOOP	SCOOP #36	5.0	1.00			24.0	23.0	96%	45%
1123	SCOOP	SCOOP #33	5.8	1.00			24.0	23.0	96%	56%
1125	SCOOP	SCOOP #31	5.7	1.00			24.0	23.0	96%	50%
1127	SCOOP	SCOOP #38	6.7	0.50			24.0	23.5	98%	39%
1163	SCOOP	SCOOP #37	6.1				24.0	24.0	100%	53%
1165	SCOOP	SCOOP #36	7.9				24.0	17.0	71%	74%
1169	SCOOP	SCOOP #31	6.9				24.0	24.0	100%	60%
1171	SCOOP	SCOOP #38	9.1				24.0	24.0	100%	67%
1207	SCOOP	SCOOP #37	5.0				24.0	24.0	100%	52%
1215	SCOOP	SCOOP #38	5.8				24.0	24.0	100%	57%
1251	SCOOP	SCOOP #37	6.7				24.0	24.0	100%	57%
1253	SCOOP	SCOOP #36	7.8				24.0	24.0	100%	57%
1255	SCOOP	SCOOP #33	3.2	4.50			24.0	19.5	81%	50%
1257	SCOOP	SCOOP #31	6.0				24.0	24.0	100%	50%
1259	SCOOP	SCOOP #38	8.5				24.0	24.0	100%	64%
1295	SCOOP	SCOOP #37	4.4	2.50			24.0	21.5	90%	55%
1297	SCOOP	SCOOP #36	8.0	0.50			24.0	23.5	98%	65%
1299	SCOOP	SCOOP #33	7.8	0.50			24.0	23.5	98%	63%
1301	SCOOP	SCOOP #31	3.3	2.50			24.0	21.5	90%	40%
1303	SCOOP	SCOOP #38	7.5	0.50			24.0	23.5	98%	65%
1339	SCOOP	SCOOP #37	5.1				24.0	24.0	100%	44%
1341	SCOOP	SCOOP #36	7.1	1.00			24.0	22.0	92%	57%
1343	SCOOP	SCOOP #33	7.2	1.00			24.0	22.0	92%	60%
1345	SCOOP	SCOOP #31	5.7	1.00			24.0	23.0	96%	55%
1347	SCOOP	SCOOP #38	5.9	1.00			24.0	23.0	96%	46%
13207			<b>PROMEDIO</b>						<b>87%</b>	<b>61%</b>

Fuente: tabla extraída del área de operaciones mina (productividad S.R).

Observando la Tabla N° 14, el promedio de la disponibilidad mecánica es de 87% y su promedio del uso es de 61%, donde cumple con lo planificado la disponibilidad mecánica y también cumple con lo planificado el uso. Estos resultados ya son empleando las parrillas acarteladas.

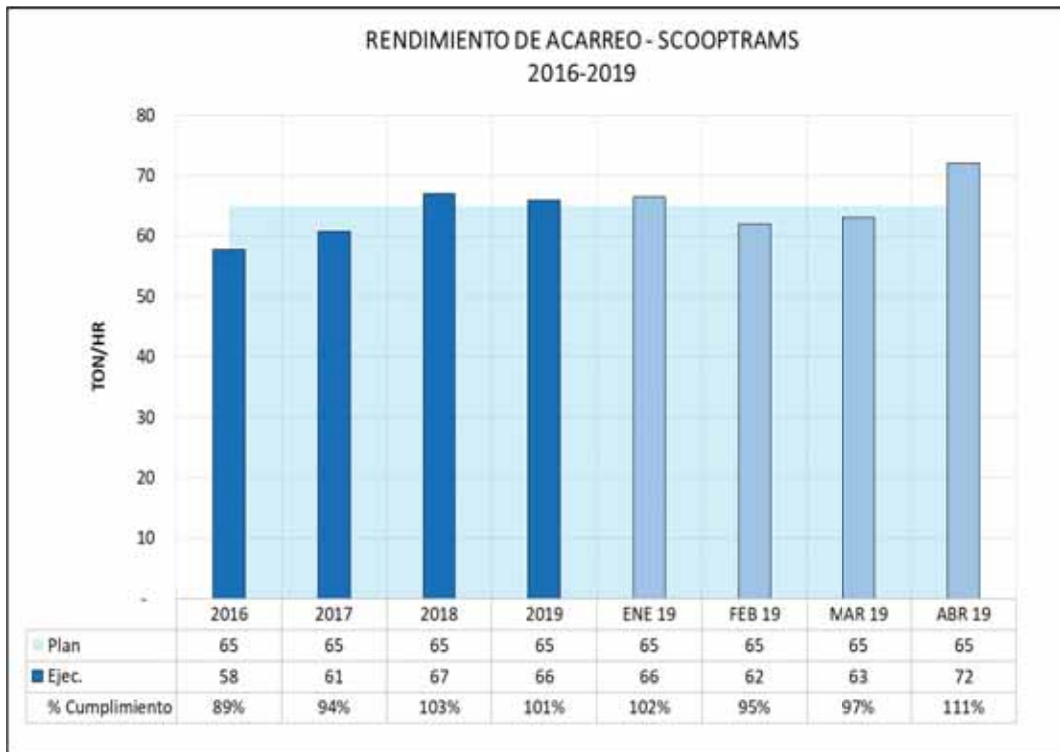
Tabla N° 15: Cuadro de Horómetros del [2018-día] (DM, Uso y Rendimiento).

CUADRO DE HOROMETROS DE EQUIPOS - CÁLCULO DE DM, USO y RENDIMIENTO											
	EQUIPO	Hr. (D)	P. MEC.	MTTO	# PARADAS	Hr. PROG.	H.D.	D.M.	USO	Tonelaje TM	Rendimiento TM/H
1121	SCOOP #36	5.0	1.00			24.0	23.0	96%	45%	249	49.80
1123	SCOOP #33	5.8	1.00			24.0	23.0	96%	56%	255	43.97
1125	SCOOP #31	5.7	1.00			24.0	23.0	96%	50%	300	52.63
1127	SCOOP #38	6.7	0.50			24.0	23.5	98%	39%	310	46.27
1163	SCOOP #37	6.1				24.0	24.0	100%	53%	290	47.54
1165	SCOOP #36	7.9				24.0	17.0	71%	74%	380	48.10
1169	SCOOP #31	6.9				24.0	24.0	100%	60%	290	42.03
1171	SCOOP #38	9.1				24.0	24.0	100%	67%	350	38.46
1207	SCOOP #37	5.0				24.0	24.0	100%	52%	315	63.00
1215	SCOOP #38	5.8				24.0	24.0	100%	57%	289	49.83
1251	SCOOP #37	6.7				24.0	24.0	100%	57%	291	43.43
1253	SCOOP #36	7.8				24.0	24.0	100%	57%	315	40.38
1255	SCOOP #33	3.2	4.50			24.0	19.5	81%	50%	250	78.13
1257	SCOOP #31	6.0				24.0	24.0	100%	50%	233	38.83
1259	SCOOP #38	8.5				24.0	24.0	100%	64%	319	37.53
1295	SCOOP #37	4.4	2.50			24.0	21.5	90%	55%	261	59.32
1297	SCOOP #36	8.0	0.50			24.0	23.5	98%	65%	265	33.13
1299	SCOOP #33	7.8	0.50			24.0	23.5	98%	63%	276	35.38
1301	SCOOP #31	3.3	2.50			24.0	21.5	90%	40%	330	100.00
1303	SCOOP #38	7.5	0.50			24.0	23.5	98%	65%	360	48.00
1339	SCOOP #37	5.1				24.0	24.0	100%	44%	300	58.82
1341	SCOOP #36	7.1	1.00			24.0	22.0	92%	57%	315	44.37
1343	SCOOP #33	7.2	1.00			24.0	22.0	92%	60%	320	44.44
1345	SCOOP #31	5.7	1.00			24.0	23.0	96%	55%	309	54.21
1347	SCOOP #38	5.9	1.00			24.0	23.0	96%	46%	289	48.98
<b>13207</b>			<b>PROMEDIO</b>					<b>87%</b>	<b>61%</b>		<b>59.86</b>

Fuente: tabla extraída del área de operaciones mina (productividad S.R).

Observando la tabla N° 18 indica que su rendimiento del 2018 fue de 59.86 TM/H, no cumple con lo planificado (Budget) de 65TM/H. Es un análisis diario.

Gráfico N° 8: Rendimiento de acarreo (2016-2019)



*Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad S.R).*

La tabla N° (12, 13, 14, 15) Son resúmenes de los resultados obtenidos en cada periodo del 2017 y correspondiente al 2018.

En el gráfico N° 8 se observa el resumen del rendimiento de acarreo durante el 2016 hasta la actualidad, ahí visualizamos un incremento del rendimiento.

**3.8.1.3. RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES.**

En la unidad minera San Rafael tenemos dos clases de equipos para la extracción de mineral desde las tolvas hasta la planta concentradora. Nuestro rendimiento proyectado es de 28TM/H promedio.

Tabla N° 16: Volquete FMX 520 de capacidad 50TM

Capacidad	Volquete
50 Toneladas	32
	33
	34

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla N° 17: Volquete FMX 440 de capacidad 30TM

Capacidad	Volquete
30 Toneladas	27
	29
	30
	31

*Fuente: Elaboración propia.*

Al nosotros disminuir los tiempos parados o muertos del equipo Scooptram, también disminuimos los tiempos muertos de espera de los volquetes mediante las tolvas.

**3.8.1.3.1. TIEMPOS MUERTOS**

Tiempos muertos es donde el volquete está parado sin ninguna actividad realizando (tolvas).

- Esperar falta carga en la tolva.  
Falta carga por distintos motivos, principalmente por mantenimiento de las parrillas mecánicas que tienen menor resistencia y durabilidad con respecto a las parrillas acarteladas.
- Parado, esperando que escurra el agua.

La humedad o el regado excesivo del mineral roto influyen en el rendimiento del Scooptram y del volquete, por lo que se recomienda no regar demasiado el mineral roto por que afecta a que se impregne a las parrillas y afecta al carguío de los volquetes.

Tabla N° 18: Rendimiento de los volquetes en la parrilla mecánica y parrilla acartelada (2018 promedios por tolvas).

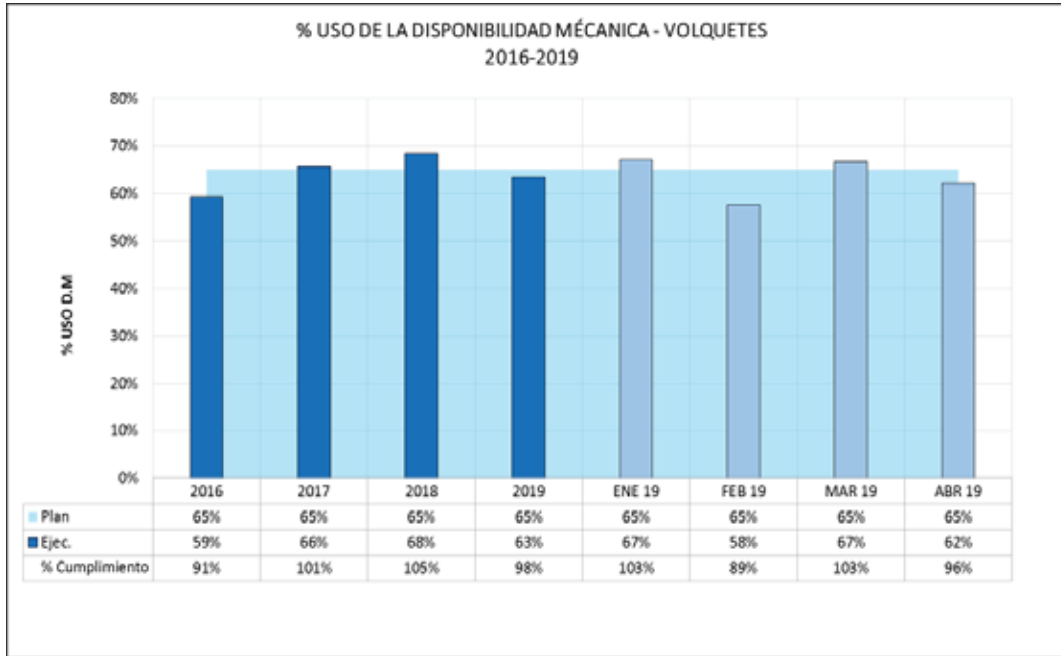
N° viajes	Lugar	Capacidad TM	Parrilla mecánica	Parrilla acartelada
			Rendimiento (tm/h)	Rendimiento (tm/h)
1	Nv 3925 Tv 271	30	27	27.4
2	Nv 3925 Tv 271	30	24.8	25
3	Nv 3925 Tv 271	30	25.8	26.7
4	Nv 3925 Tv 271	50	27.4	31.3
5	Nv 3925 Tv 271	50	28.9	32.1
6	Nv 3925 Tv 271	30	26.9	29
7	Nv 3925 Tv 271	30	27.1	27.9
8	Nv 3925 Tv 271	30	26.4	26.5
9	Nv 3800 Tv 258	50	27.3	29.8
10	Nv 3800 Tv 258	30	26	26.1
11	Nv 3800 Tv 258	50	27.2	28.7
12	Nv 3800 Tv 258	30	25.9	25.9
13	Nv 3800 Tv 258	50	29.6	31.2
Promedio			26.95	28.28

*Fuente: Elaboración propia.*

Se observa en la tabla N° 18, que hay un incremento de 1.33 Tm/h en el rendimiento de la parrilla acartelada a la parrilla mecánica. Esto indica que las parrillas acarteladas incrementan el rendimiento de los volquetes.

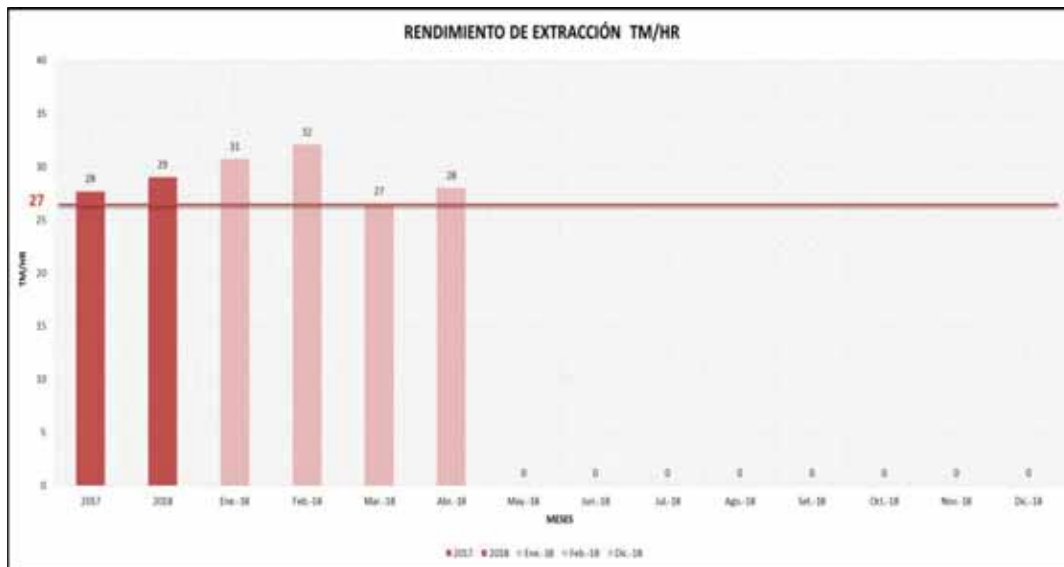


Gráfico N° 9: Uso de la DM de los volquetes 2016-2019



Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad).

Gráfico N° 10: Rendimiento de los volquetes 2017-2019



Fuente: Gráfico extraída del área de operaciones mina (productividad).

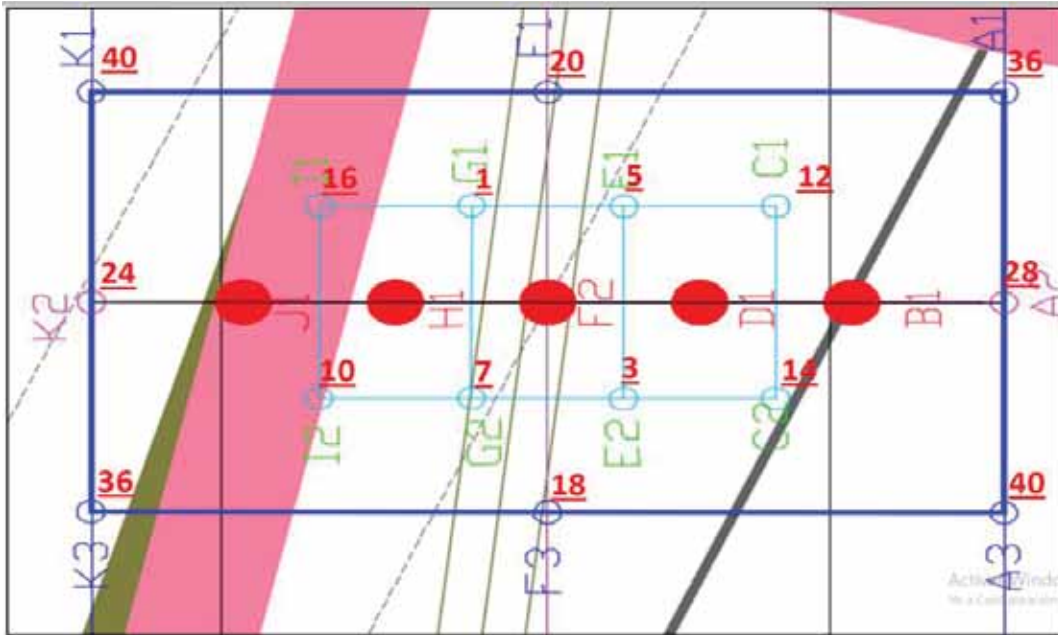
**CAPITULO IV: PARRILLAS ACARTELADAS Y BERMA METALICA  
DE SEGURIDAD**

**4.1. PARRILLAS ACARTELADAS**

Esta propuesta de parrillas acarteladas es exclusivamente para vetas con una potencia menor a 3.1m. Donde mejora el rendimiento de los equipos y optimizamos los costos.

Nuestros Proyectos de parrillas acarteladas para el 2018 son como indica el Anexo N° 11

Figura N° 34: Diseño de malla de una veta con secciones normalmente de 2m x 3m.



Fuente: Diseño de malla extraído de Ingeniería y planeamiento S.R.

La malla de perforación contiene:

- 5 Taladros maricones  $\varnothing$  102mm
- 16 Taladros  $\varnothing$  64mm

Las parrillas que se propone instalar son del tipo acartelada, con características mecánicas muy parecidas a la que tenemos, con un nivel de aleación de molibdeno un tanto superior, que lo hace más resistente al desgaste, la marca de acero que se utiliza para su fabricación es RAEX 400, según sus especificaciones.

Además, el diseño acartelado permite soportar cargas más altas en la misma parrilla, contando que las uniones se hacen en el lugar de fabricación, con soldaduras y ambientes adecuados.

#### 4.1.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PARRILLA

El material utilizado para la fabricación de estas parrillas acarteladas, según proforma presentada es el acero RAEX 400, que es un material utilizado en trabajos de minería.

- **Características:**

Largo: 2190.5 mm ancho: 2190.5mm

- **Material:**

Planchas de 1 ½” t-1 450 – 500hb (marca: raex – cronit)

Refuerzo de ángulos de 3/8” x 305mm.

- **Proceso de soldadura**

Soldadura con electrodo e6011, e7018 y e8018

- **Acabado**

Limpieza mecánica

Acabado con capas de pintura anticorrosiva y 01 capa de pintura epoxica.

- **Pruebas de calidad**

Líquidos penetrantes

Certificado de calidad de planchas

Dossier de calidad

- **Peso aproximado**

2700 kg

- **Peso que puede soportar la parrilla**

30000 kg aprox - tener en cuenta el tipo de mineral.

- **Impacto de soporte**

1.8 mts altura de 10 tm de fuerza.

- **Proceso Técnicos utilizados en la fabricación de Parrillas**

Las parrillas se fabrican de 1 sola peineta son Parches

Las parrillas se armaron en un ambiente cerrado con corta vientos, para evitar la cristalización de las zonas soldadas.

- **Pruebas Realizadas**

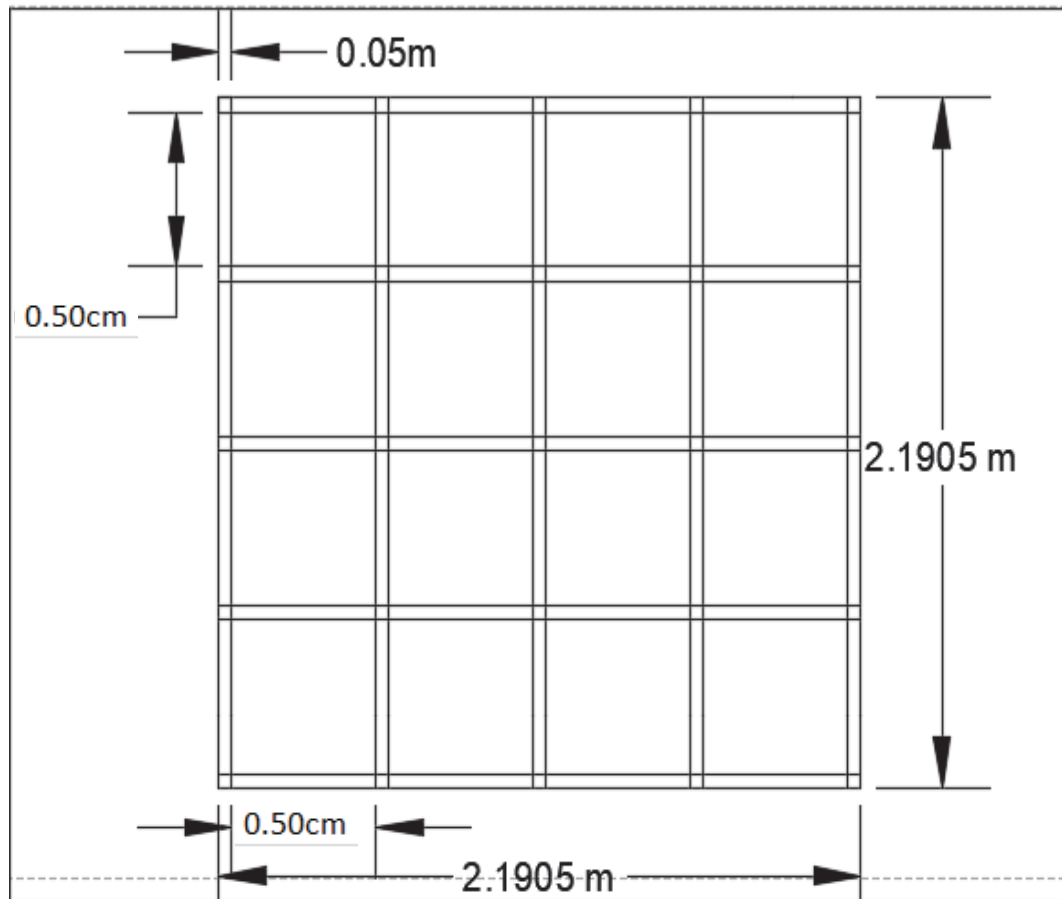
Control de precalentamiento de las zonas a soldar con una

Temperatura oscilante entre 80 a 100°C con Pirómetro.

Control de temperatura de los electrodos usando termos.

Control de fisuras con líquidos penetrantes.

Gráfico N° 11: diseño de parrilla acartelas



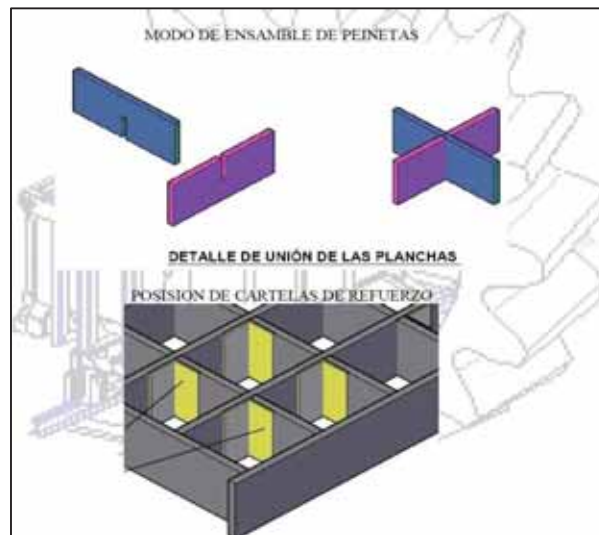
Fuente: Planeamiento San Rafael.

Figura N° 35: Parrilla Terminada y entregada, lista para su instalación



*Fuente: fotografía tomada en superficie (mina San Rafael).*

Figura N° 36: Modo de ensamble y posición de las peinetas con el refuerzo.



*Fuente: Figura extraída del internet.*

Figura N° 37: Descripción del acero Raex.



**Aceros Raex® resistentes al desgaste**

Raex® es un acero de alto límite elástico y resistente al desgaste, con una dureza y tenacidad favorables. Con Raex podrá aumentar la vida útil de la maquinaria, disminuir el desgaste de los componentes estructurales y reducir costes. Los grados de acero Raex también permite realizar productos de diseño innovador y de peso ligero, mejorando la eficiencia energética y reduciendo costes de combustible. Raex se utiliza en varias aplicaciones de ingeniería mecánica, por ejemplo, automoción, maquinaria de elevación y transporte, e industrias mineras.

**Aplicaciones**

- Cazos y contenedores
- Cuchillas para máquinas de movimiento de tierra
- Piezas de desgaste para máquinas mineras
- Piezas de desgaste para hormigoneras y máquinas de procesamiento de madera
- Estructuras de plataformas
- Alimentadores, tolvas
- Volquetes

Fuente: Figura extraída del internet RUUKKI.

Tabla N° 19: Composición química del acero Raex 400.

Ruukki Raex	Límite elástico R <sub>p0.2</sub> MPa	Resistencia a la tracción R <sub>m</sub> MPa	Alargamiento A%	Resistencia al impacto Charpy V 30 J
Raex 300	900	1000	11	- 40 °C
Raex 400	1000	1250	10	- 40 °C
Raex 450	1200	1450	8	- 40 °C
Raex 500	1250	1600	8	- 40 °C
Composición química				

Fuente: Figura extraída del internet RUUKKI

Este tipo de acero cuando es tratado a temperaturas altas, tiene una particularidad, que si no son tratados con condiciones ambientales requeridas, la concentración de elementos aleantes hace que pierda las características mecánicas para lo cual fue fabricado.

Tabla N° 20: Rangos de composición estándar de aceros austenicos al manganeso.

Norma técnica	Limite de influencia (Kg/mm2)	Resistencia a la tracción (kg/mm2)	Alargamiento (%)
Antiabrasiva 400	102	132	12
Antiabrasiva 500	132	168	8

*Fuente: Composición del acero austenicos, extraído del internet.*

Tabla N° 21: Propiedades mecánicas de resistencias del acero.

<b>2. COMPOSICIÓN Y MICROESTRUCTURAS</b>							
Muchas variaciones de los aceros al manganeso originales han sido propuestas, pero solo unas pocas han sido adoptadas como mejoras significativas. Estas usualmente incluyen variaciones en el contenido de carbono y manganeso, con o sin elementos aleantes adicionales tales como cromo, níquel, molibdeno, vanadio, titanio y bismuto. Las composiciones más comunes establecidas por la norma ASTM A128 son resumidas en la Tabla 1.							
ASTM A128 GRADO	COMPOSICIÓN, %						
	C	Mn	Cr	Mo	Ni	Si (max)	P (max)
A	1.05-1.35	11 min	---	---	---	1	0.07
B1	0.9-1.05	11.5-14	---	---	---	1	0.07
B2	1.05-1.2	11.5-14	---	---	---	1	0.07
B3	1.12-1.28	11.5-14	---	---	---	1	0.07
B4	1.2-1.35	11.5-14	---	---	---	1	0.07
C	1.05-1.35	11.5-14	1.5- 2.5	---	---	1	0.07
D	0.7-1.3	11.5-14	---	---	3-4	1	0.07
E1	0.7-1.3	11.5-14	---	0.9- 1.2	---	1	0.07
E2	1.05-1.45	11.5-14	---	1.8- 2.1	---	1	0.07
F	1.05-1.35	6-8	---	0.9- 1.2	---	1	0.07

*Fuente: Tabla extraída del internet.*



Figura N° 38: Proceso de fabricación de las peinetas.



*Fuente: Fotografía tomada en superficie (talleres Lima).*

Figura N° 39: Proceso de unión de las peinetas.



*Fuente: fotografía tomada en superficie (Talleres Lima).*

Figura N° 40: Proceso de prueba con líquidos penetrantes del proceso de soldadura.



*Fuente: Fotografía tomada en superficie (talleres Lima).*

El mantenimiento en caso de las parrillas acarterladas es de acuerdo al uso, generalmente un tajo contiene 15 paneles cada panel tiene 15 ton aproximadamente y el tiempo de explotación es de acuerdo a la necesidad, por otro lado, al momento de extraer mineral se debe rellenar el tajo con relleno en pasta con una resistencia de 300kPa y el periodo fraguado es en 28 días para llegar a esa resistencia. En conclusión, el mantenimiento de las parrillas acarterladas no tienen un programa de mantenimiento determinado es de acuerdo al uso, por el momento no hemos realizado mantenimiento.

**Soldadura automática:** El calor aportado por un arco producido por un electrodo consumible y la pieza a soldar; poco manuable, porosidad fundente, rodillos mecánicos (enrollado), no necesita protección de la vista (escoria).

En todos los tipos de equipos, los alambres, que actúan como electrodos, son alimentados continuamente a través de rodillos mecánicos, luego pasa por una boquilla, que actúa como un tubo de contacto y atraviesa la capa de fundente, hacia la pileta líquida.

**CARACTERISTICAS:**

- Se introduce un fundente fusible granular delante del arco.
- Posee rodillos mecánicos donde está enrollado el " electrodo ".
- No necesita protección de la vista debido a la escoria.
- Es una máquina poco manuable
- Posee una porosidad fundente.

**4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BERMA METÁLICA DE SEGURIDAD.**

Las bermas de seguridad, que se están proponiendo usar en San Rafael, cumplen las exigencias del Decreto Supremo y su Modificatoria.

Además, están diseñadas también con el mismo tipo de acero con las que están fabricadas las parrillas.

Un punto importante es que el diseño permite que además de usarlo como berma de seguridad, se usa como tope de los equipos, ya que su diseño curvo distribuye el esfuerzo de la potencia del motor hacia arriba, haciendo que el desgaste y rotura del mismo sea mínimo.

Este dispositivo puede ser utilizado también en las zonas de carguío, en el relleno de tajos vacíos con detrítico y las parrillas, porque es movable y puede trasladarse con el Scooptram.

**Descripción de la fabricación de la berma metálica**

- Medidas 2450mm x 1000mm x 1900mm
  - PL ½" en T-1 de 500HB
  - Cable de acero de  $\varnothing$  ½" ((6x19) – 130Kn
  - Grapa crossby para cable de  $\varnothing$  ½"
  - Soldadura E-6011 / E-7018
  - Acabado: 02 capa de pintura anticorrosiva y 01 de esmalte.

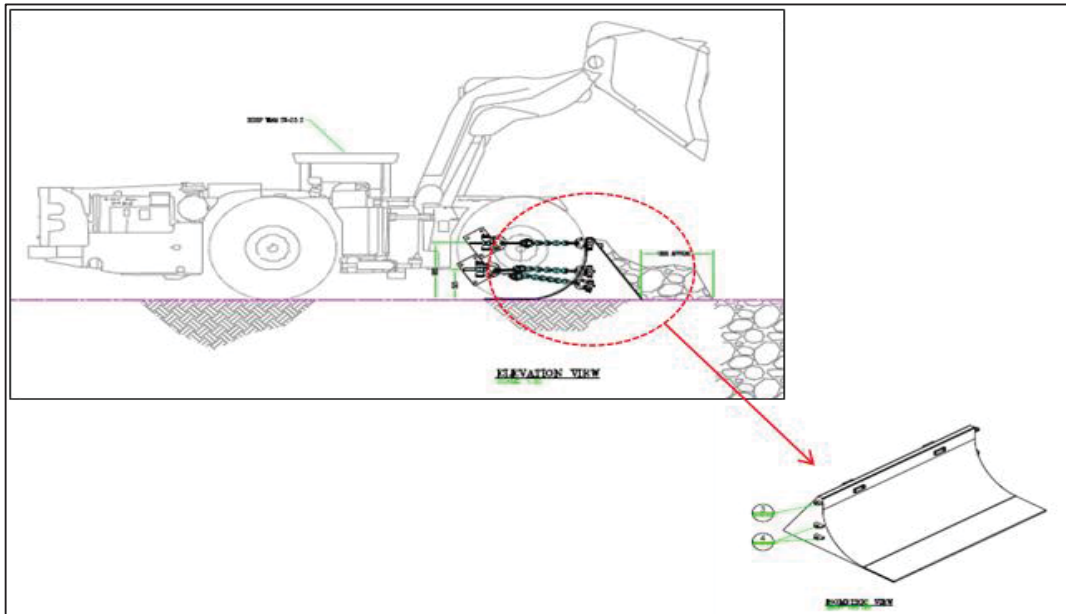
El proceso de soldadura de las bermas de seguridad, también cumple con los requisitos para este tipo de acero, que son: el uso de electrodos especiales para este tipo de aleación, y las condiciones del ambiente donde se trabaja.

Figura N° 41: Berma metálica de seguridad terminada.



*Fuente: Fotografía tomada en TJ 4150-1200 Rosario.*

Figura N° 42: Utilización de la berma de seguridad.

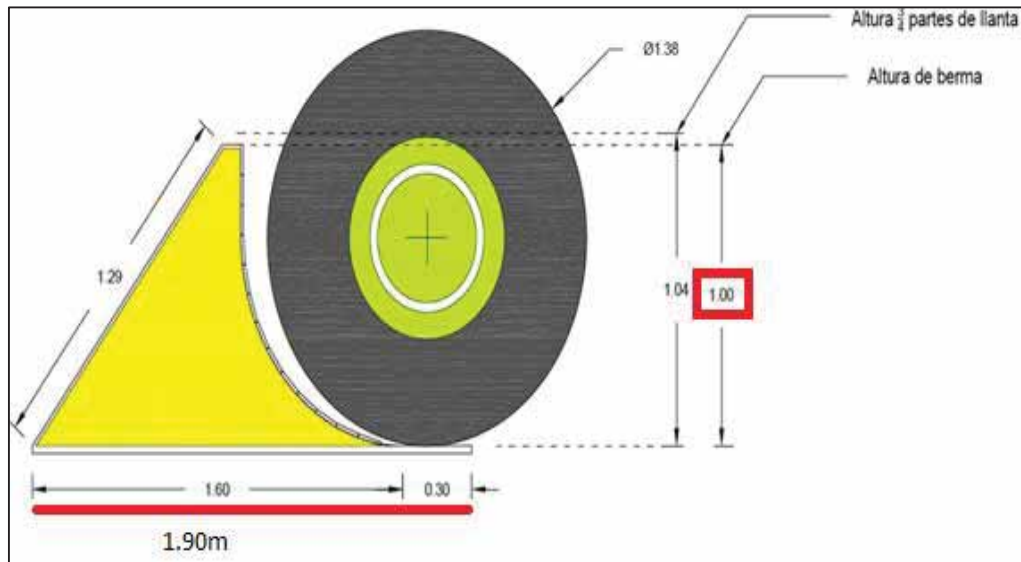


*Fuente: Figura referencial extraído del internet.*

#### 4.2.1. FUNCIONES DE LA BERMA METÁLICA.

- Funcionamiento de una berma de seguridad con un Scooptram diésel.
- Berma de seguridad colocada en un tajo de relleno detrítico (como bloqueo de tajo vacío).
- Podemos apreciar que la berma es móvil, puede trasladarse con el Scooptram.
- Uso en el carguío directo a los volquetes.

Figura N° 43: Medidas de la berma metálica de seguridad, (A: 1m, L: 1.90m, A: 2.4m)



Fuente: Diseño propio del AUTOCAD.

Anexo N° 8 Diseño de carguío del Scooptram en sección y planta.

Uso de la berma metálica de seguridad en el carguío directo a los volquetes. Una alternativa de estas bermas de seguridad es instalarlas en las zonas de carguío, que evitarían su constante reparación.

#### 4.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PARRILLAS ACARTELADAS Y BERMAS METÁLICA DE SEGURIDAD

##### 4.2.2.1. VENTAJAS

- Las parrillas acarteladas, y las bermas de seguridad cumplen con la normativa establecida por el Ministerio de Energía y Minas.

- Las parrillas acarteladas, tienen un diseño que permite soportar mayores cargas cuando el Scooptram recoge los bancos para llevarlos a la cámara de plasteo. (30 TM, según fabricante)
- Las parrillas acarteladas, se instalan directamente, no se hace ningún trabajo de soldadura en campo, y no se varían sus propiedades mecánicas para lo cual fue fabricado el acero.
- El proveedor se encarga de soldar las peinetas en su taller, y realizan pruebas al proceso de soldadura, con la entrega de un certificado.
- Estas parrillas son movibles, por lo que se pueden llevar a diferentes ore pass, solo deben contar con la respectiva silleta.
- Las bermas de seguridad tienen un diseño curvo que dispersan la fuerza de choque de los equipos, haciendo que su durabilidad aumente.
- Estas bermas también son movibles, se retiran solo sacando los anclajes que llevan.
- El costo de fabricación es menor comparado con el costo actual de la instalación de parrillas en San Rafael.

#### **4.2.2.2. DESVENTAJAS**

- El uso de estas parrillas, deben tener cámaras de plasteo, ubicadas estratégicamente, con la finalidad de realizar menor avance por excavación.

## **CAPITULO V: ANALISIS ECONÓMICO**

### **5.1. ANALISIS ECONÓMICO**

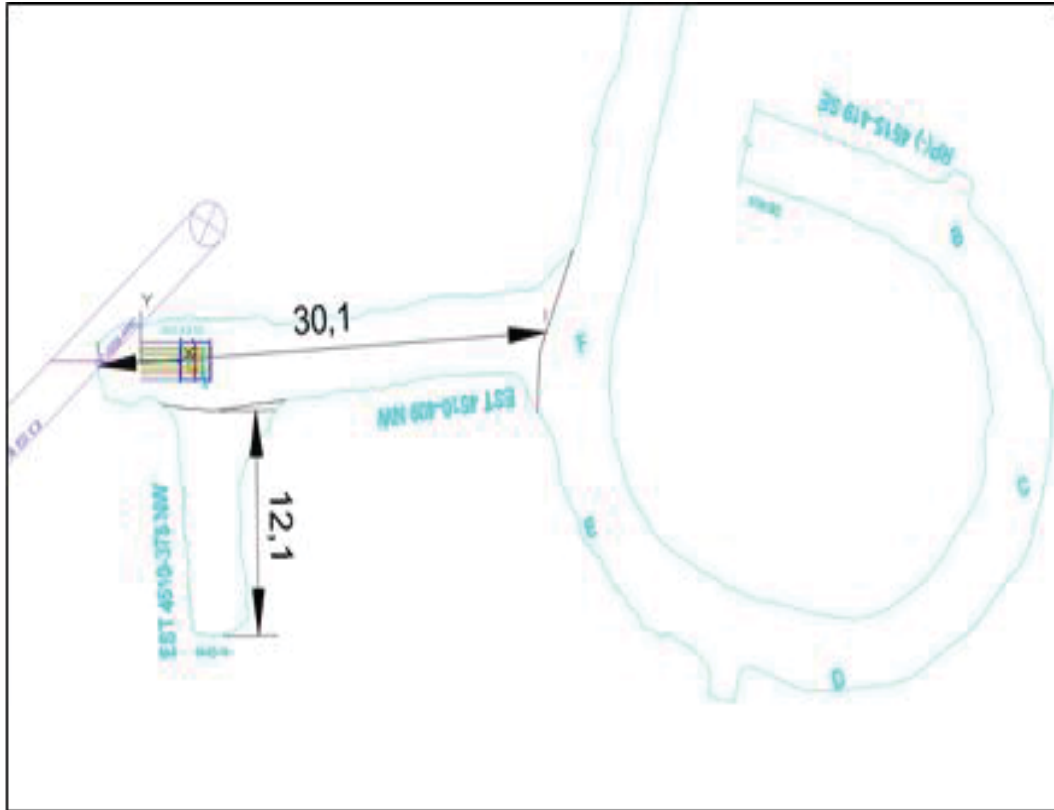
Todos los datos de costos, fueron solicitados al área de Logística, y también extraídos del SAP.

#### **5.1.1. ANÁLISIS DE COSTOS EN PREPARACIONES (INFRAESTRUCTURA)**

Actualmente se viene trabajando con la infraestructura que se muestra en la imagen, en ella se incluye la cámara del rompe banco.



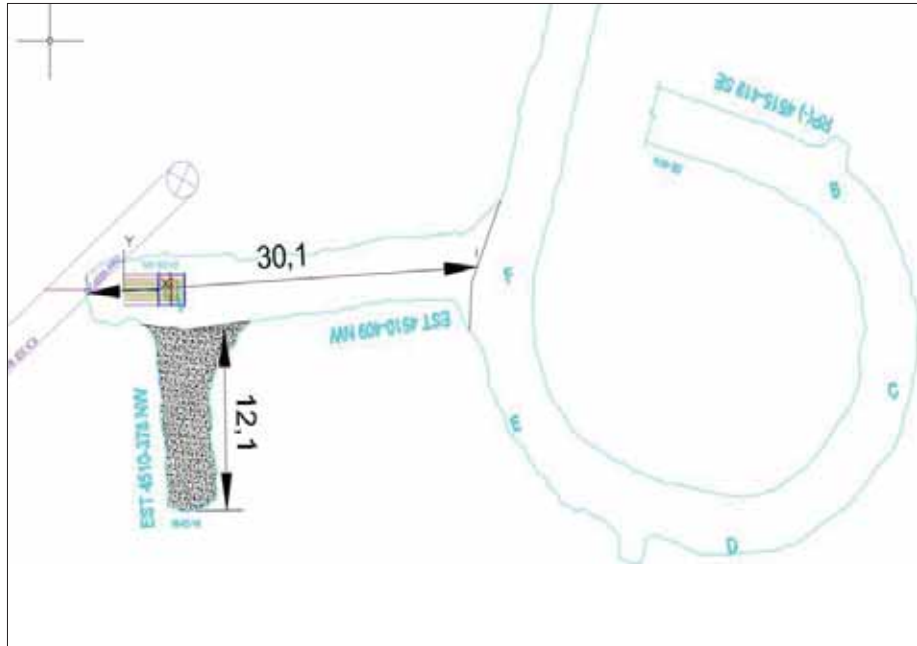
Figura N° 44: Infraestructura para la parrilla y el rompe banco (42 metros lineales)



*Fuente: Plano extraído de Ingeniería y planeamiento San Rafael.*

En este tipo de parrilla no se utiliza una cámara de rompe banco, si es el caso opcionalmente se preparan cámaras de plasteo para los bancos de mineral.

Figura N° 45: Infraestructura propuesta para la parrilla acartelada (30 metros lineales).



Fuente: Plano extraído de Ingeniería y planeamiento S.R.

Tabla N° 22: Análisis de costos en preparación (infraestructura).

TIPO DE PARRILLA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U \$	TOTAL
Metros lineales en infraestructura (Parrilla mecanizada)	Metros lineales para la ubicación de la parrilla	30	m	546.11	\$16,383.30
	Metros lineales para el rompe bancó	12	m	546.11	\$6,553.32
	Metros Cúbicos de Desquinche	25	m3	37.14	\$928.50
	<b>TOTAL (USD)</b>				<b>\$23,865.12</b>
Metros lineales en infraestructura (Parrilla acartelada)	Metros lineales para la ubicación de la parrilla	30	m	546.11	\$16,383.30
	Metros lineales para el rompe bancó	0	m	546.11	\$0.00
	Metros Cúbicos de Desquinche	0	m3	37.14	\$0.00
	<b>TOTAL (USD)</b>				<b>\$16,383.30</b>
	<b>DIFERENCIA</b>				<b>\$7,481.82</b>

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. ANÁLISIS DE COSTOS OPERATIVOS DE ROMPEBANCOS

Tabla N° 23: Análisis de costos operativos de rompe banco.

DESCRIPCION	TIPO DE GASTOS	VALOR 2017 (USD)
ROMBEBANCO MOVIL	Repuestos	\$30,743.09
CATERPILLAR #1, 420F	Servicio Ext.	\$1,368.00
<b>SUB TOTAL (USD)</b>		<b>\$32,111.09</b>
ROMBEBANCO MOVIL	Repuestos	\$22,240.61
CATERPILLAR #2, 420F	Servicio Ext.	\$1,422.72
<b>SUB TOTAL (USD)</b>		<b>\$23,663.33</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Tarea Administrativa(Costo de operación)	\$33 x 3 x 365	\$72,270.00
<b>COSTO TOTAL (USD)</b>		<b>\$128,044.42</b>

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. COSTO DE FABRICACIÓN Y COSTO DE MANO DE OBRA

Los costos de los materiales y la mano de obra se detallan a continuación, todos los precios indicados fueron consultados a otras áreas y extraídos del SAP.

Tabla N° 24: Costo de la fabricación de la parrilla mecánica y mano de obra.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U \$	TOTAL
RIEL ACERO 60LBS/YDX 10.00 MTS.	2	und	365.6	\$731.20
ELEMENTO D/PARRILLA METALICA 5X6X116"	10	und	1150.11	\$11,501.10
FIERRO CORRUGADO 1" X 9 MTS	40	und	29.2	\$1,168.00
CEMENTO PORT.PUZ. IP RUMI BOLSA X42.5 KG	86	bls	9.05	\$778.30
YESO EN POLVO	10	bol	4.78	\$47.80
OXIGENO INDUSTRIAL	10	m3	4.63	\$46.30
ACETILENO	9	KG	13.58	\$122.22
MADERA EUCALIPTO 2" X 8" X 10'	30	und	5.55	\$166.50
MADERA AGUANO 2" X 3" X 10'	15	und	10.23	\$153.45
ALAMBRE FIERRO NEGRO N° 10	20	KG	0.94	\$18.80
ALAMBRE FIERRO NEGRO N° 12	20	KG	0.47	\$9.40
CLAVO ALAMBRE C/CABEZA 4"	20	KG	1.05	\$21.00
SOLDADURA SUPERCITO 1/8" AWS E-7018	20	KG	2.78	\$55.60
SOLDADURA CELLOCORD AP- 1/8" E-6011	20	KG	2.81	\$56.20
PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO CROMO	2	GAL	12.67	\$25.34
THINNER	1	GAL	9.07	\$9.07
TUBO DE FIERRO RECTANGULAR 4"X10" X 3/8	5	und	1365.5	\$6,827.50
VIGAS LADO IZQUIERDO Y DERECHO, LARGO APROX. 3.0 mts	2	und	835	\$1,670.00
CEMENTO PORT.PUZ. IP RUMI BOLSA X42.5 KG	50	bol	9.05	\$452.50
SUBTOTAL				\$23,860.28
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U \$</b>	<b>TOTAL</b>
Costo de instalación, de una parrilla según valorización	1	und	7367.7	\$7,367.70
Tarea administrativa( costos de instalación de muro concreto)	1	und	2376.48	\$2,376.48
Costo de traslado de materiales (parrilla y muro de concreto)	1	und	3969	\$3,969.00
SUBTOTAL				\$13,713.18
<b>TOTAL</b>				<b>\$37,573.46</b>

Fuente: Elaboración propia.

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

---

Como indica la tabla N° 24 el costo de fabricación de una parrilla mecánica es de \$ 23,860.28, el costo de mano de obra para la fabricación de la parrilla mecánica \$ 13,713.18. La construcción en general nos resulta \$ 37,573.46

Tabla N° 25: Costo de la fabricación de parrilla acartelada.

MATERIAL	USD \$
Parilla de 16 huecos de 500 mm X 500 mm con PL de T-1 450-500 HB	
Planchas de 1 ½" x 305 mm en T-1 450-500 HB	
Cartelas de refuerzo de ángulos de 3/8" x 305 mm	
Soldadura con electrodo E6011, E7018 Y E8018	\$9,800.00
Limpieza mecánica	
Acabado con capas de pintura anticorrosiva y 1 capa de pintura epoxica	
Viga reforzada, silleta para parrilla de gruesos	
02 Und. lado izquierdo y derecho, largo aprox 3.0 mts	\$2,300.00
Viga W8 x 28 LBS reforzados con cartelas y tapas de 3/8" A-36	
Berma metálica	
PL 1/2" en T-1 de 500 HB	
Cable de acero de Ø 1/2" (6 x 19)-103 Kn	
Grapa crossby para cable de Ø 1/2"	\$5,500.00
Soldadura E-6011 / E-7018	
Acabado: 02 capas de pintura anticorrosiva y 01 de esmalte	
SUB TOTAL	\$17,600.00
MANO DE OBRA	
Costo de instalación, de una parrilla según valorización	\$7,367.70
Tarea administrativa( costos de instalación de muro concreto)	\$2,376.48
Costo de traslado de materiales (parrilla y muro de concreto)	\$3,969.00
SUB TOTAL	\$13,713.18
<b>COSTO TOTAL USD</b>	<b>\$31,313.18</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como indica la tabla N° 25 el costo de fabricación de una parrilla acartelada es de \$ 17,600, el costo de mano de obra para la fabricación de la parrilla acartelada \$ 13,713.18. La construcción en general nos resulta \$ 31,313.18.

Reduciendo el costo de construcción de parrillas acarteladas en \$ 6,260.28 con respecto a las parrillas mecánicas (por cada parrilla).

**5.1.4. COSTO DE CONSUMO DE EXPLOSIVO (CÁMARA DE PLASTEО)**

El plasteo es la actividad que nos permite romper grandes trozos de roca (bancos), siendo resultado del descaje o la mala fragmentación de la roca en la voladura primaria, sin embargo, se tiene que resaltar que se realizará las voladuras secundarias siempre y cuando la cámara de plasteo se encuentre cubierto al 85 % de su capacidad.

Tabla N° 26: Costo de la voladura secundaria.

DIAMETRO DE ROCA	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U \$	TOTAL
	Plastex - E	16.8	Kg	2.43	\$40.82
Diámetro de roca a plastear de 1.0m a 1.5m (Cámara de Plasteo 14 m2)	Dinamita Semexa 7/8" x 7"	1.14	Kg	2.45	\$2.79
	Cordon Detonante NP 03	210	m	0.23	\$48.30
	Mecha rápida stopline	42	m	0.4	\$16.80
	Detonador ensamblado de 2.4 M	28	PZ	0.8	\$22.40
	<b>SUB TOTAL (USD)</b>				<b>\$131.11</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U \$</b>	<b>TOTAL</b>
	Tarea Administrativa(Costo de la ejecución)	2	und	33	\$66.00
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$66.00</b>
	<b>Total</b>				<b>\$197.11</b>

*En los siguientes cuadros se detalla el costo de la ejecución por voladura 197,11\$.*

**5.1.5. RESUMEN DE COSTOS**

Tabla N° 27: Resumen de costos (parrilla mecánica y parrilla acartelada)

<b>1. Parrilla actual</b>	Costo (\$)
Costo de preparación avances	\$ 23,865.12
Costo de materiales	\$ 23,860.28
Costo de traslado de materiales	\$ 3,969.00
Costo de mano de obra	\$ 9,744.18
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 61,438.58</b>
<b>2. Parrilla acartelada</b>	Costo (\$)
Costo de preparación avances	\$ 16,383.30
Costo de fabricación (parrilla y berma)	\$ 17,600.00
Costo de traslado de materiales	\$ 1,000.00
Costo de mano de obra	\$ 9,744.18
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 44,727.48</b>
<b>Ahorro por cada parrilla</b>	<b>\$ 16,711.10</b>
<b>3. Gastos anuales generados el año 2017 – parrillas actuales</b>	Costo (\$)
Instalación de 17 parrillas	\$ 1,044,455.86
Gastos generados por mantenimiento de rompe banco	\$ 55,774.42
Gastos generados por personal operador rompe banco	\$ 72,270.00
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 1,172,500.28</b>
<b>4. Gastos que se generó el año 2017- parrillas acarteladas</b>	Costo (\$)
Instalación de 17 parrillas	\$ 760,367.16
Gastos por avance para construcción de 10 cámaras Plasteo.	\$ 96,308.50
Gastos por plasteo (6 plasteo por semana)	\$ 61,498.32
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 918,173.98</b>
<b>Ahorro que se generó</b>	<b>\$ 254,326.30</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

## CONCLUSIONES

1. Las parrillas acarteladas tienen mejor resistencia y diseño que genera una reducción de costos en la construcción de cada parrilla en \$ 16,711.10, en 17 instalaciones de parrillas acarteladas se generó un ahorro de \$ 254,326.30
  
2. Incrementó el rendimiento en acarreo y extracción de mineral; El Budget del 2017 en acarreo de mineral es 65TM/H, nuestro rendimiento real del 2017 fue 61 TM/H con un cumplimiento 93.84%.  
El Budget del 2018 en acarreo de mineral es 65 TM/H, nuestro rendimiento real del 2018 fue 67 TM/H, con un cumplimiento 103%.  
El Budget del 2017 en extracción de mineral es 27 TM/H, nuestro rendimiento real del 2017 fue 28 TM/H con un cumplimiento 104%. El Budget del 2018 en extracción de mineral es 27 TM/H nuestro rendimiento real del 2018 fue 29 TM/H con un cumplimiento 107%.
  
3. Al no ser fijas las bermas metálicas de seguridad tienen mayores funciones como:
  - Funciona como berma de seguridad para el Scooptram diésel en el acarreo de mineral hacia las parrillas acarteladas.
  - La berma de seguridad colocada en un tajo de relleno detrítico (como bloqueo de un tajo vacío).
  - Uso en el carguío directo para los volquetes o como parapeto.

## RECOMENDACIONES

- Para la construcción de las parrillas acarteladas se recomienda cumplir con todas las instrucciones indicadas, para mejorar rendimientos de los equipos (acarreo y extracción de mineral) y reducir los costos. Nuestro porta metric (P80) es muy fundamental con ello sabemos la granulometría de nuestra voladura.
- En la construcción de la parrilla acartelada en la chimenea siempre tener en cuenta nuestras herramientas de gestión: PETAR, PETS y ESTANDARES,
- El uso de la berma metálica es obligatorio por que el DS 024 y su modificatoria DS 023 lo señalan.
- La humedad o el regado excesivo del mineral roto influyen en el rendimiento del Scooptram y del volquete, por lo que se recomienda no regar demasiado el mineral roto por que afecta a que se impregne a las parrillas y afecta al carguío de los volquetes además que el volquete pierde tiempo esperando a que escurra el mineral.



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

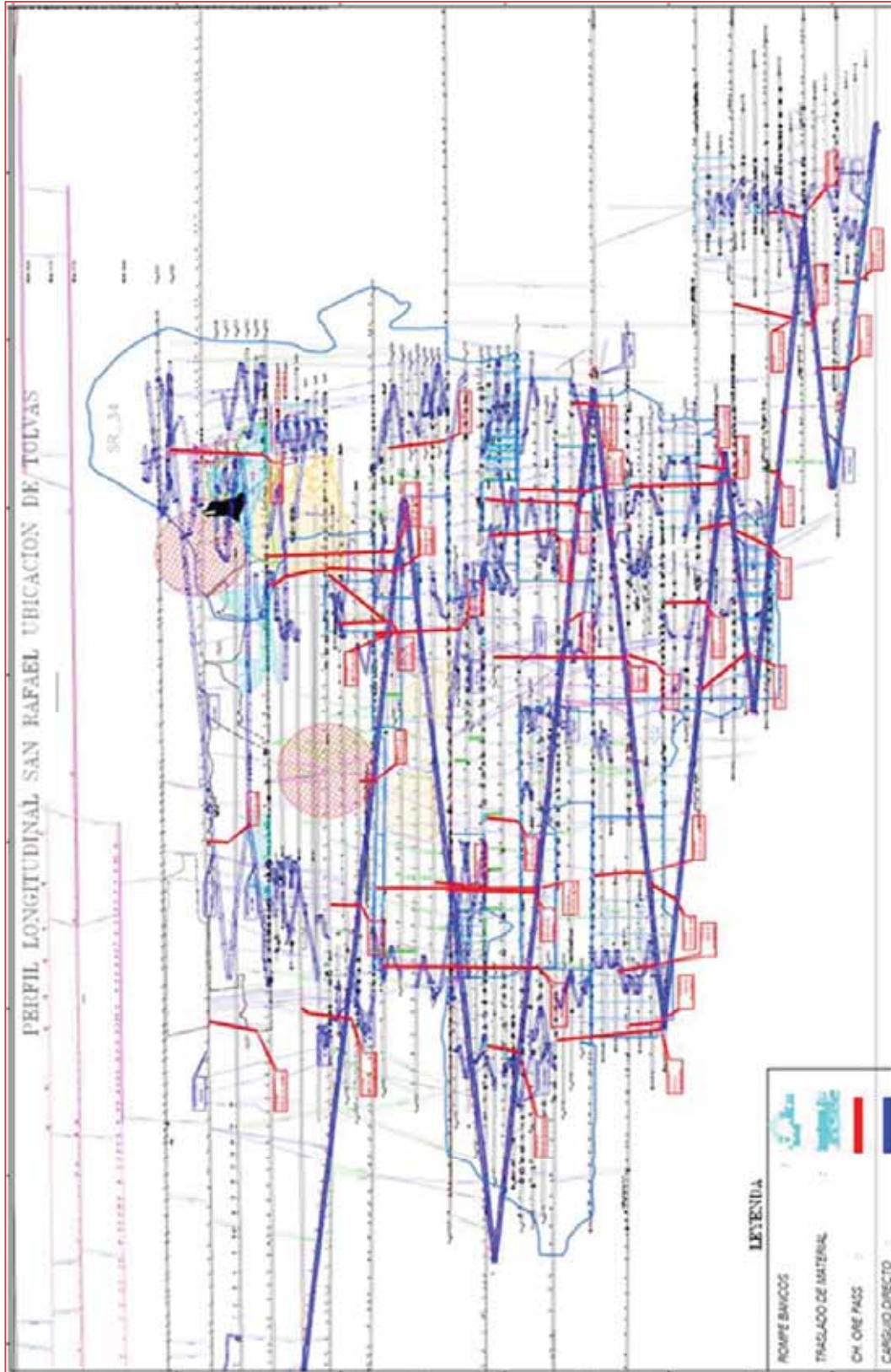
- José Bernaola Alonso, Jorge Castilla Gómez, Juan Herrera Herbert (Politécnica ingeniamos el futuro: perforación y voladura de rocas en minería (2013-Madrid)
- Yefry Gamboa: proyecto final de parrilla acartelada, año 2018 (Puno-Melgar-Antauta)
- LOPÉZ JIMENO, Manual de Perforación de Voladura de rocas (1987- Madrid).
- Operaciones Mina, e Ingeniería y Planeamiento U.M. San Rafael (parrillas mecanizadas, hasta el 2017).
- Zorrilla, Arena. “introducción a la metodología de la investigación”. (1993 - 11ª Edición México)
- Ander-egg, Aguilar, m. “Cómo elaborar un proyecto: guía para diseñar proyectos sociales y culturales” (1989 Publicación Buenos Aires)
- Sociedad nacional de ingenieros de explosivos, “Manual de especialistas en voladura” 17ª Edición – 2008
- Roberto Hernández Sampieri: libro de metodología de la investigación (2014-6ta edición).
- (Marco Capillo, Freddy Oblitas y Wilder Ferrer). Información y recomendación de mis jefes de área (Marco Capillo, Freddy Oblitas (2018- San Rafael)
- Bach. Huarac Chacca Juan Carlos, Bach. Oblitas Pinares Brady. Tesis “Optimización de la limpieza con Scooptram r1300 U.E.A Paragsha Cerro de Pasco 2011”. (UNSAAC)
- Bach. Freddy Jurado Córdova Tesis “Diseño y construcción de la rampa negativa 697 de la profundización de la C.I.A. minera Raura 2018 (UNSAAC).
- Bach. Fernando Gonzalo Tito Álvarez Tesis “Implementación del sistema de control de costos y logística en las operaciones de acarreo y transporte 2018” (UNSAAC)

# ANEXOS

Anexo N° 1 Programa de producción (Enero-Diciembre)


PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ENERO - DICIEMBRE 2018 (2,910 TxD) POR ESTRUCTURA									
Fase	Block	Estructura	Ener_tn	Ener_%Sn	Feb_tn	Feb_%Sn	Dic_tn	Dic_%Sn	
EXPLOTACIÓN	ELI	603-Eliana	15,774	1.5	17,814	1.55	18,770	1.25	
	JOR	601-Jorge	5,289	1.03	5,395	1.37	4,080	2.44	
	MA	302-Mariano	1,086	0.8	1,631	2.21	2,801	1.76	
	SR_07	101-San Rafael	11,184	1.63	9,381	1.31	10,721	1.65	
	VCAR	602-Carmen	7,535	1.39	6,492	1.79	9,750	1.5	
	VS2SR	105-Split 2 SR	-	-	1,569	1.9	1,513	1.83	
	VVI_CP	206-Vicente Centro Piso	9,376	1.2	7,928	1.27	11,937	1.52	
	DI_SR	405-Diagonal San Rafael	1,160	4.38	1,427	4.32	793	1.64	
	VELI	603-Eliana	1,728	2.24	1,158	0.7	1,044	0.56	
	SR_34	101-San Rafael	12,894	1.74	7,740	1.59	6,521	1.86	
	VKIM	301-Kimberly	1,382	0.75	1,307	1.64	1,267	2.07	
	ROS	607-Rosario	-	-	-	-	-	-	
	CYN_P	503 - Cyndhi Piso	-	-	-	-	-	-	
	CYN_T	504 - Cyndhi Techo	-	-	-	-	-	-	
Total EXPLOTACIÓN			67,408	1.52	61,841	1.57	69,199	1.56	
PREPARACIÓN			22,802	1.17	19,639	0.83	21,011	1.08	
Total general			90,210	1.43	81,480	1.39	90,210	1.45	


Anexo N° 2 Muestra el perfil longitudinal de la ubicación de las tolvas



Anexo 3: Estándar de instalación de parrillas y echaderos EPCM.

	<p>Construyendo un Futuro Sostenible</p>	
<p><b>ESTANDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS DE ECHADERO</b> GHS-ES-010</p>		

VERSION 01			
ELABORADO POR: JONE GOMÉZ		FECHA: 30/08/2015	
	REVISÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE	RENZO ARQUE	MARIO VELARDE	RICHARD VILCA ERQUÍNIGO
CARGO	INGENIERO DE GUARDIA	JEFE DE SSO	RESIDENTE DE OBRA
FIRMA			
FECHA	30/06/2015	01/07/2015	02/07/2015

	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	ESTANDAR: INSTALACION DE PARRILLAS EN ECHADERO		
Código:GHS-ES-010	Versión:01	Fecha de actualización: 30/08/2015	Página 4 de 10

## 1. OBJETIVO

Establecer técnicas y prácticas confiables y seguras para la instalación de parrillas mecanizadas y convencionales en echadero.

## 2. ALCANCE

Todos los frentes de trabajo de EPCM Experts en la Unidad Minera San Rafael.

## 3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

### 3.1 R.S.S.O. - D.S. 55-2010-E.M.

Artículos 215, 272, 284 (Instalación de parrillas).

Artículos 121 y 125 (Trabajos en altura)

Artículos 33, 121 y 122 (Trabajos en caliente)

Artículos 3133, 360 y 392 (Trabajos de izaje).

### 3.2 Planos y Especificaciones Técnicas del Cliente.

### 3.3 Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de EPCM Experts.

### 3.4 Reglamento Interno de Seguridad y salud en el Trabajo.

### 3.5 Plan Anual de Seguridad, Salud y Ocupacional EPCM Experts.

## 4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR

4.1 Todos los echaderos de mineral y desmonte deben tener sus parrillas de protección.

4.2 Para los casos de instalación y reparación de parrillas se debe instalar una plataforma de trabajo temporal en la abertura del echadero, colocándose previamente anclajes, soleras (riel o rollizo de eucalipto), y entablado sobre las soleras), así como avisos preventivos tanto en la parte superior como inferior de la chimenea.

4.3 Los echaderos deben tener un muro de ochenta (80) centímetros de altura y parrillas con una gradiente máxima de seis por ciento (6%). Para la instalación de parrillas se deberá tomar en cuenta los planos y especificaciones técnicas entregados por el Cliente.

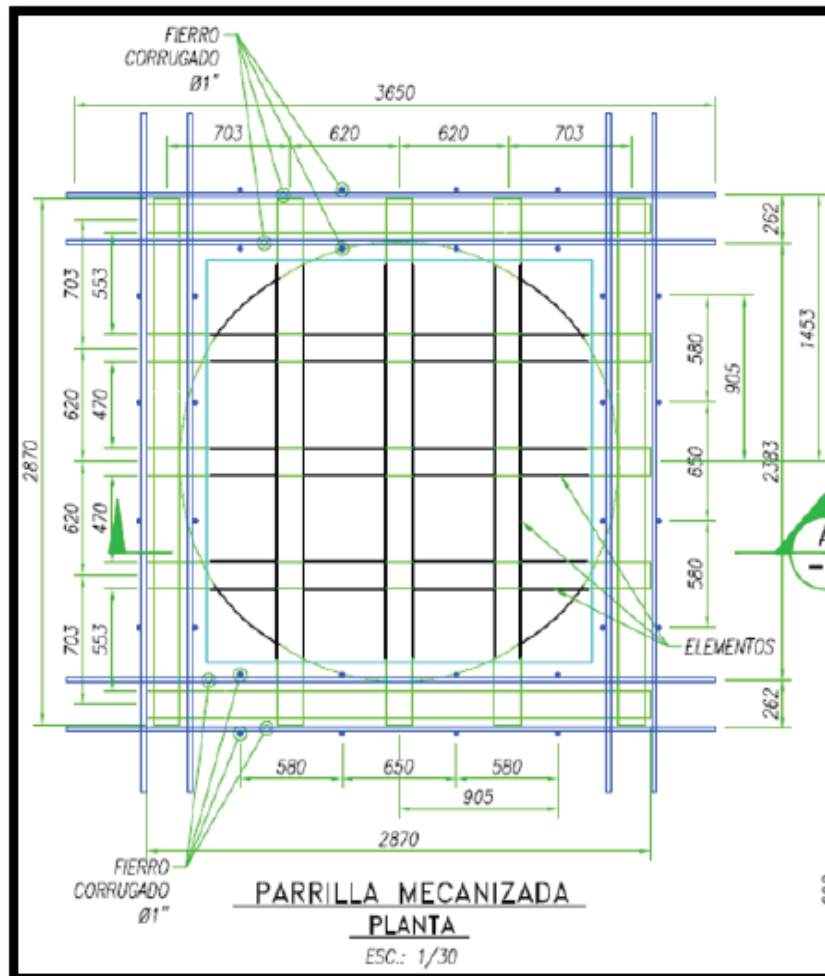
4.4 Para realizar trabajos de instalación de parrillas la cámara deberá contar con una adecuada iluminación (equipos fluorescentes).

- 4.5 La abertura de los elementos de la parrilla en los echaderos convencionales de mineral y desmonte estarán colocados con una separación no mayor de veinte (20) centímetros. Para caso de echaderos donde se usa equipos de carga de bajo perfil, las parrillas deberán ser ubicadas con una separación no mayor de cincuenta (50) centímetros. Además se deberá tomar en cuenta los planos y especificaciones técnicas entregados por el Cliente.
- 4.6 Se deberá seleccionar al personal idóneo para realizar la instalación de parrillas mecanizadas y convencionales de echadero, debido a que implica realizar trabajos en altura, trabajos en caliente y trabajos de izaje.
- 4.7 Para trabajos en altura por encima de 1.50 m. de altura sobre el nivel del piso es obligatorio generar el PETAR y utilizar el equipo de protección anterior.
- 4.8 Todo personal que realiza trabajos en altura deberá haberse realizado el examen de suficiencia médica y su certificado de aprobación.
- 4.9 Para todo trabajo en caliente debe generarse un PETAR debidamente autorizado por la Supervisión.
- 4.10 En todo trabajo en caliente se debe contar obligatoriamente con un extintor 6 kg en buenas condiciones de uso y con revisión vigente, en el caso de haber sido usado parcialmente, se lo hará recargar.
- 4.11 Las botellas de gases se colocarán y fijarán para mantenerlas siempre en posición vertical, lejos de los focos de calor o llamas.
- 4.12 Los cilindros de oxígeno y acetileno deben estar sujetos con cadenas en carros porta botellas y todas las válvulas y/o manómetros deben estar en buenas condiciones, sin daños o desperfectos.
- 4.13 Todo trabajo de izaje debe contar con un permiso escrito de trabajo seguro.
- 4.14 Todo elemento de izaje, incluyendo entre otros cables, eslingas, estrobos y grilletes, polipasto manual de palanca y polipasto de cadena debe ser inspeccionada antes de usar y una vez al mes.

4.15 Los accesorios para izaje que estén defectuosos serán inmediatamente retirados del servicio y reparados o destruidos según corresponda.

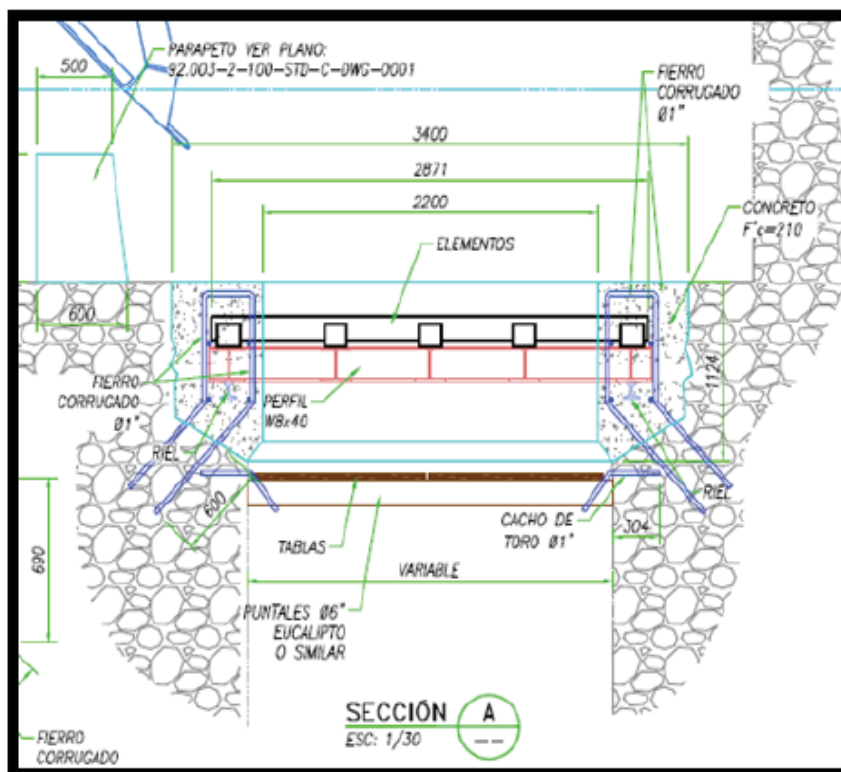
4.16 En los siguientes gráficos se muestran los planos y especificaciones de la parrilla mecanizada.

Vista en planta:



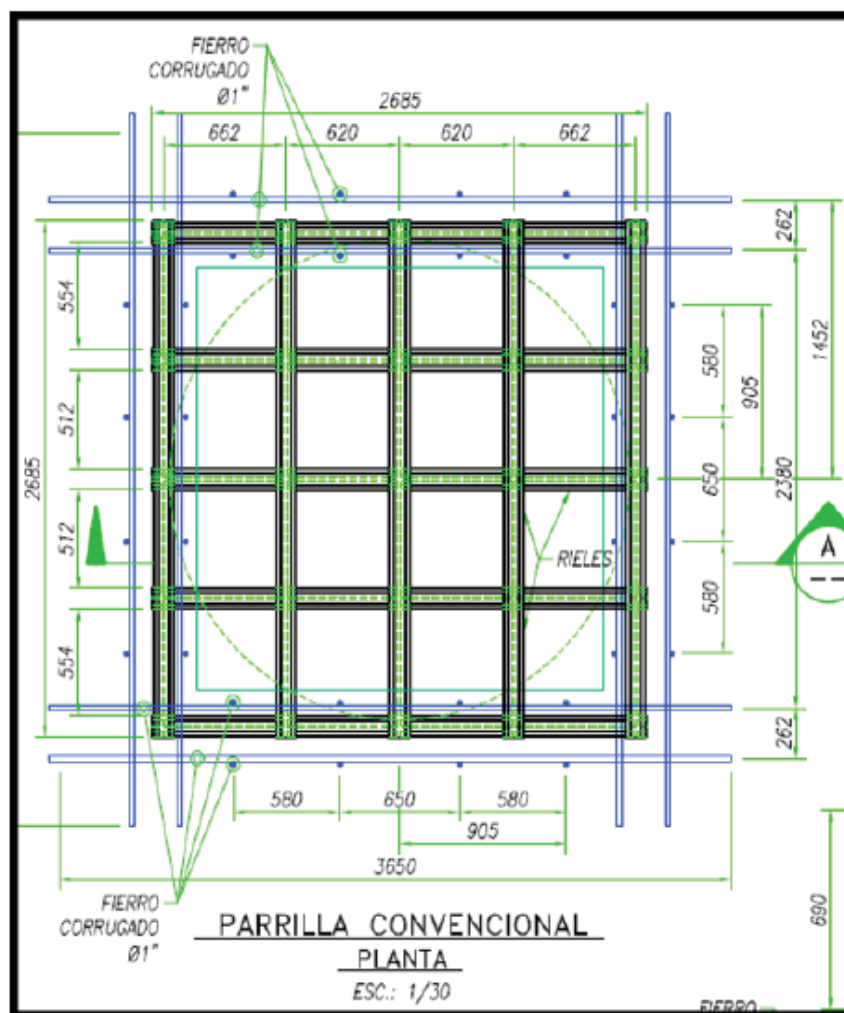


Vista en sección:

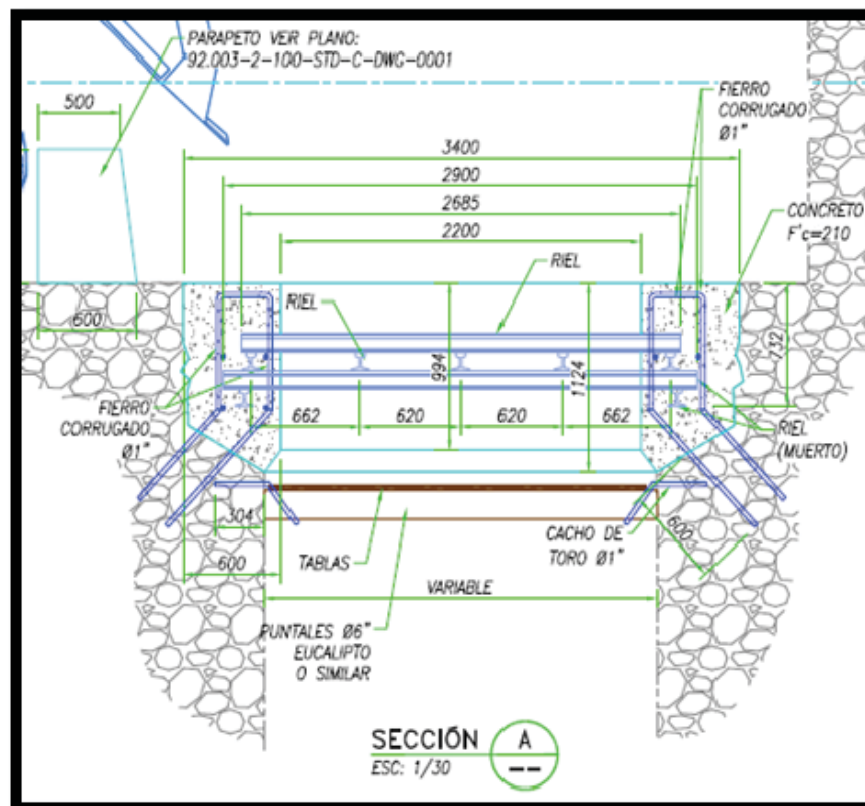


4.17 En los siguientes gráficos se muestran los planos y especificaciones de la parrilla convencional.

Vista en planta:



Vista en sección:



## 5. RESPONSABILIDADES

5.1. Ejecuta : Maestro de Servicios y Ayudante de Servicios.

5.2. Supervisa : Ingeniero de guardia, Supervisor Técnico, Residente de Obra e Ingeniero de Seguridad.



## 6. REGISTROS, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN

- 6.1 GHS-RE-033 Registro de inducción, capacitación y entrenamiento.
- 6.2 Registro de capacitación de PETS.
- 6.3 GHS-RE-003 Registro de IPERC.
- 6.4 GHS-RE-009 Registro de permiso escrito de trabajo de alto riesgo.
- 6.5 Registro de inspección de sistemas de prevención y detención de caídas.
- 6.6 Registro de inspección del equipo oxi-acetileno.
- 6.7 Registro de inspección de equipos y accesorios de izaje.

## 7. FRECUENCIA DE INSPECCIONES

- 7.1 Se debe realizar las inspecciones de pre-uso de los equipos y elementos de seguridad.
- 7.2 Se debe realizar las inspecciones mensuales según programa.

## 8. EQUIPO DE ELABORACIÓN DEL PRESENTE ESTÁNDAR

- 8.1. Residente de Obra
- 8.2. Supervisores Técnico, Líder de grupo
- 8.3. Ingeniero de Seguridad
- 8.4. Representante de Trabajadores

## 9. REVISIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO

Las revisiones se harán anualmente por el equipo de trabajo o cuando se requieran.

Anexo 4: PETS de instalación de parrillas y echaderos EPCM

	<p>Construyendo un Futuro Sostenible</p>		
<p><b>INSTALACIÓN DE PARRILA MECANIZADA</b></p> <p><b>GHS-PETS-006</b></p>			
<p><b>VERSION 03</b></p>			
<p><b>ELABORADO POR: ELÍAS COTILLO</b></p>		<p><b>FECHA: 20/08/2014</b></p>	
	<p><b>REVISÓ</b></p>	<p><b>REVISÓ</b></p>	<p><b>APROBÓ</b></p>
<p><b>NOMBRE</b></p>	<p>ANÍBAL SUCARI</p>	<p>MARIO VELARDE</p>	<p>RICHARD VILCA ERQUÍNIGO</p>
<p><b>CARGO</b></p>	<p>INGENIERO DE GUARDIA</p>	<p>JEFE DE SSO</p>	<p>RESIDENTE DE OBRA</p>
<p><b>FIRMA</b></p>			
<p><b>FECHA</b></p>	<p>24/08/2015</p>	<p>25/08/2015</p>	<p>25/08/2015</p>



Construyendo un Futuro Sostenible

Sistema Integrado de Gestión

**INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA**

Código: GHS-PETS-006

Versión: 03

Fecha de actualización: 25/08/2015

Página 2 de 12

#### CONTROL DE CAMBIOS

Versión:02	Fecha de actualización: 14/05/2015	Responsable: Mario Velarde
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se agrega los conceptos de elemento metálico, viga metálica.</li><li>• Se considera el retiro de plataforma de trabajo de chimenea sin carga.</li></ul>		
Versión:03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Responsable: Mario Velarde
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se cambia "revisión" por "fecha de actualización" de acuerdo al procedimiento "CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS (SIG-PR-001)</li></ul>		



Construyendo un Futuro Sostenible

Sistema Integrado de Gestión

**INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA**

Código: GHS-PETS-006


Versión: 03

Fecha de actualización: 25/08/2015

Página 3 de 12

## CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	4
2. ALCANCE .....	4
3. RESPONSABILIDADES (PERSONAL) .....	4
4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL .....	4
5. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.....	4
6. DEFINICIONES.....	5
7. PROCEDIMIENTO (PROCESO).....	5
8. REQUISITOS / RESTRICCIONES .....	10
9. FRECUENCIA.....	10
10. RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS A LA SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE ..	10
11. DOCUMENTACIÓN ASOCIADA .....	11

	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA		
Código: GHS-PETS-006	Versión: 03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Página 4 de 12

## 1. OBJETIVO

Establecer prácticas seguras de trabajo que permitan controlar peligros asociados en la instalación de parrillas mecanizadas.

## 2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable al personal de Servicios Mina designados a realizar trabajos de instalación de parrillas mecanizadas.

## 3. RESPONSABILIDADES (PERSONAL)

- 3.1. **Ejecutan:** Maestro y ayudante de servicios.
- 3.2. **Supervisan:** Supervisor Técnico, Ingeniero de guardia, Ing. Residente e Ing. de Seguridad.


## 4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

4.1. Casco minero, barbiquejo, lámparas mineras, correa portalámparas, anteojos de seguridad de malla y policarbonato, respirador con filtro 2097, tapón de oído, guantes de neopreno, mameluco con cintas reflectivas, botas de jebe con punta de acero, casaca y pantalón impermeable, arnés de seguridad tipo paracaidista con línea de anclaje.

## 5. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- 5.1. **Equipo / Herramientas:** Cuerda de acero de ½", capuchones para protección de fierro corrugado, barretillas de 4, 6, 8, 10 y 12 pies, máquina de soldar, equipo de oxicorte, extintor PQS de 06 Kg., máquina Jack leg, barra cónica de 2 y 4 pies, brocas de 38 y 41 mm., escariador de 4 pies, comba de 6 y 20 Lb., llaves mixta de ½" y 5/8", llave mixta N° 28, llave francesa 12", llave stilson de 10", chispero, fósforo, pico, arco de sierra, corvina, cacho de toro, cincel (punta), lampa, flexómetro, sierra eléctrica, azuela, soga de nylon ½" y 1" de diámetro, nivel de mano, plomada, cordel, escuadra, manguera de nivelar de 3/8", prensa de 3', barretilla de 4' para palanca, 02 conos de seguridad y 02 bastones luminosos.
- 5.2. **Materiales:** rieles de 60 libras, fierro corrugado de 1" y ¾", tablas de 2" x 8" x 10', viga metálica tipo H de 4"x8"x10', tubo rectangular de 4"x10"x10', elementos de parrilla, solera (rollizo de eucalipto) de Ø=6" x 10', alambre N° 8 y 12, clavos de 3", 4" y 6", cemento, hormigón.




	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA		
Código: GHS-PETS-006	Versión: 03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Página 5 de 12

## 6. DEFINICIONES.

- 6.1. **Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos (IPERC):** Herramienta de gestión preventiva que sirve para identificar peligros, evaluar y controlar riesgos.
- 6.2. **Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR):** Autorización escrita para permitir y controlar el trabajo de alto riesgo.
- 6.3. **Elemento metálico de parrilla:** Estructura metálica sólido de 2.95x0.15x0.125 m., que se coloca encima de la viga tubular. El peso es de 436 Kg.
- 6.4. **Viga metálica:** Se utilizan para soportar los elementos metálicos de la parrilla, y son de dos tipos, uno es la viga tipo "H" de 4"x8"x10' y el otro es un tubo rectangular de 4"x10"x10' cuyo peso es de 143 Kg.
- 6.5. **Patillar:** Realizar perforación con Jack leg en el macizo rocoso para colocarlo de rieles.
- 6.6. **Patilla:** Se denomina así para el presente procedimiento al espacio cóncavo generado en el macizo rocoso, con la finalidad de soportar la riel base.
- 6.7. **Condición Sub estándar:** Se llama así a las instalaciones incorrectas, áreas de trabajo inapropiadas y que pueda causar un incidente.

## 7. PROCEDIMIENTO (PROCESO)

- 7.1. **Realizar traslape.**  
El traslape se realizará con el trabajador del turno saliente con el fin de informar los acontecimientos en el puesto del turno anterior.
- 7.2. **Despacho de guardia, coordinaciones importantes.**  
El Jefe de Guardia o Supervisor Técnico de turno, recomendará al inicio de guardia aspectos relevantes de la seguridad y operación (Reunión de 15 minutos).
- 7.3. **Entrega de herramientas de gestión**  
El supervisor técnico o ingeniero entregará la orden de trabajo escrita al personal y el formato de IPERC continuo, formatos de inspección de pre uso de los equipos a usar.
- 7.4. **Inspección de la labor y realizar IPERC Continuo**  
Realizar una inspección de la labor verificando la ventilación, el desatado de roca, sostenimiento de la labor, estado de las herramientas, equipos, orden y limpieza, luego registrar en el formato de IPERC Continuo los peligros y riesgos existentes; En seguida determinar los controles según la jerarquía de controles.
- 7.5. **Generar el permiso de trabajo PETAR para realizar trabajos en altura**

	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA		
Código: GHS-PETS-006	Versión: 03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Página 6 de 12

Para realizar trabajos en altura, trabajos en caliente y trabajos de izaje el Ingeniero de guardia previa evaluación generará el PETAR, en seguida el Ing. Residente autorizará firmando el permiso de trabajo.

El Ingeniero de Seguridad visará en el registro de permiso de trabajo (PETAR).

**7.6. Señalización del área de trabajo.**

Señalizar con conos de seguridad y bastones luminosos la zona de trabajo.

**7.7. Re desate de rocas sueltas**

Descargar los bancos suspendidos que se encuentran sobre la malla y desatar los hastiales utilizando las barretillas adecuadas según el PETS de desate de rocas sueltas en el área de trabajo.

**7.8. Colocado de la línea de vida.**

Colocar dos cáncamos (tuerca con oreja) en los hastiales, en los pernos de sostenimiento a una altura de 1.20 m aproximadamente del piso, posteriormente colocar el cable de acero de ½" que irán ajustadas en cada extremo con 03 grapas crosby.

**7.9. Limpieza de carga del contorno de chimenea**

Utilizar el equipo anti caída (amés de seguridad con línea de anclaje y bloque retráctil) enganchado permanentemente a la línea de vida (cuerda de acero), realizar el regado, re desatado y limpieza de la carga del contorno de la chimenea hasta llegar a roca firme.

**7.10. Instalación de plataforma de trabajo en chimenea sin carga**

Utilizando los sistemas de protección anti caídas verificar los taladros existentes en la columna de la chimenea, luego se realizará la limpieza de los mismos y en seguida se colocarán los 04 anclajes (cachos de toros) en los taladros.

Cuando no existen taladros para colocar cacho de toro, coordinar con el operador del equipo de perforación (jumbo) y hacer perforar 08 taladros.

Colocar 02 soleras (rollizo de eucalipto de 7" de diámetro por 8 pies aprox.) uno por uno, para lo cual utilizar sogas de nylon de 1" de diámetro sujetando en ambos extremos de la solera hasta encajar sobre los cachos de toro.

Tender los tablonces de madera (de 2"x8"x10') uno por uno sobre las soleras y asegurar con clavo a la solera en avanzada hasta completar la sección de la chimenea.

Cubrir con manta de lona toda la sección para hermetizar y evitar la polución al momento de que jalen la carga por la chimenea.

**7.11. Marcar la sección de la parrilla a construir**

Utilizando cordeles trazar el punto centro según los puntos topográficos marcados por el área de topografía del cliente, seguidamente marcar con pintura la sección de la parrilla y los lugares donde se picarán las patillas.

#### 7.12. Picado de patilla y perforación de taladros en el contomo de la chimenea

Picar la roca usando la máquina perforadora Jack leg a una distancia aproximada de 1.30 m. del eje, distribuidos equitativamente a los 04 extremos de la chimenea, para el asentado de dos rieles de 60 libras que servirán de soporte (denominado también muertos) a la parrilla.

Marcar con pintura la ubicación de los taladros a una distancia de 55 Cm. Alrededor de la chimenea en dos filas (espaciado a 20 Cm. en altura) de acuerdo a los puntos topográficos. Perforar el macizo rocoso con Jack leg hasta alcanzar una profundidad de 4'.

#### 7.13. Colocado de riel base y nivelado

Trasladar la riel de 60 Lb. de 3 m. de longitud entre dos personas y encajar sobre las patillas en forma perpendicular al parapeto proyectado; Nivelar la riel y fijar en los extremos con mezcla de cemento y yeso (diablo fuerte). Luego asegurar los rieles abrazando con fierro corrugado de  $\varnothing=1"$  y unir mediante la soldadura por arco eléctrico.

#### 7.14. Armado de estructura de fierro corrugado

Doblar los fierros de construcción 1" calentando con el equipo oxi-acetileno y anclar los fierros de construcción en todos los taladros, luego amarrar con alambre N° 12 las uniones de la estructura de fierro corrugado.

#### 7.15. Encofrado de estructura y vaciado de concreto en la base (1° etapa).

Cortar tablas a una longitud de 2.20 metros y preparar los paneles de una altura de 0.60 metros (04 unidades) y encofrar según la forma requerida alrededor de la sección de los muertos, y en la base de éstos asegurar con alambre N° 08

Preparar la mezcla de cemento y homigón con una relación de 1:3 usando las lampas, e iniciar a echar la mezcla al encofrado hasta llenar la altura de la parte superior de riel, de ser necesario utilizar buguies para el traslado de la mezcla.

#### 7.16. Colocado de vigas metálicas sobre riel base

Para la colocación de las 05 vigas metálicas considerar la perpendicularidad sobre la riel base y la luz de 49 Cm. entre viga y viga.

Previo coordinación entre 04 trabajadores deslizar las vigas metálicas uno por uno, de ser necesario utilizar sogas de nylon y barretillas de 4" hasta llegar ambos extremos sobre los dos rieles base.

Colocar fierros de  $\varnothing=1"$  (pasadores) introduciendo por los orificios de las vigas metálicas formando una estructura con los fierros de 1" de diámetro, en la sección de la parrilla.

#### 7.17. Colocado de elementos de la parrilla con apoyo de Scooptrams y/o manual

Los elementos de la parrilla se colocarán con apoyo de scooptrams si existe la sección apropiada para la maniobra del equipo y la disponibilidad, caso contrario los elementos se colocarán manualmente para el cual los elementos se manipularán entre 04 personas.

##### 7.17.1 Colocado manual de elementos

- Previa coordinación entre 04 personas como mínimo, deslizar los elementos de parrilla sobre fierros de  $\varnothing=1"$  hasta llegar próximo a las vigas metálicas, posicionando los primeros 05 elementos hembras sobre la misma dirección de las vigas tubulares. Una vez colocado los 02 elementos proceder a colocar los pasadores para evitar una posible caída.
- Colocar los elementos machos deslizando sobre tablas de 2"x8"x10' hasta encajarlas con las ranuras, perpendicular a los elementos de riel base.

##### 7.17.2. Colocado de elementos con apoyo de scooptrams

- Coordinar detalladamente el trabajo de izaje de elementos entre el líder de la labor y el operador del scooptrams.
- Usando cadenas amarrar del punto medio (ranura existente) e izar en forma horizontal el elemento con la cuchara del scooptrams, luego colocar el elemento en la misma dirección de las vigas tubulares, repetir la operación hasta completar los 05 elementos.
- Luego izar los elementos uno por uno con el equipo colocando perpendicular a los elementos de riel base.

#### 7.18. Armado de estructura

7.18.1. Previo armado de estructura, colocar tablas sobre los elementos cubriendo los espacios vacío, colocar pasadores con fierro corrugado de  $\varnothing=3/4"$  ó  $\varnothing=1"$  a todos los elementos.

7.18.2. Doblar los fierros corrugados verticales usando equipo oxi-acetileno para asegurar los elementos y completar el armado de estructura. Luego realizar

	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA		
Código: GHS-PETS-006	Versión: 03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Página 9 de 12

trabajos de soldadura por arco eléctrico uniendo los fierros corrugados de  $\varnothing=1"$  en la estructura.

**7.19. Encofrado y vaciado de concreto (2da. Etapa).**

7.19.1. Cortar tablas a una longitud de 2.20 metros y preparar 04 paneles según la altura requerida y realizar el encofrado con paneles de madera alrededor de la sección de la estructura y en la base de la primera etapa asegurando los paneles con alambre N° 08.

7.19.2. Preparar la mezcla de cemento y hormigón con una relación de 1:3 usando las lampas, e iniciar a echar la mezcla al encofrado hasta llenar la altura de la parte superior de riel, de ser necesario utilizar buguies para el traslado de la mezcla.

**7.20. Desencofrado de paneles y maderas**

Previo al desencofrado verificar que haya transcurrido como mínimo 48 horas desde el último vaciado de concreto.

Utilizando el amés de seguridad y bloque retráctil enganchado permanentemente a la cuerda de acero ingresar una persona al interior de la parrilla hasta la plataforma de trabajo, iniciar con el desencofrado de la primera etapa del vaciado en seguida se desencofra la segunda etapa del vaciado y la otra persona se mantendrá en la parte superior.

**7.21. Retiro de plataforma de trabajo de chimenea sin carga**

Se debe tener como mínimo 03 trabajadores para realizar el desencofrado (retiro de tablas, 02 rollizos de eucalipto).

Dos trabajadores ingresarán al interior de la parrilla usando los sistema de prevención y detención de caídas (amés de seguridad, líneas de anclaje, bloque retráctil y cuerda de acero de  $\varnothing=1/2"$  asegurado con grapas crosby) y uno se queda en la parte superior. Realizar limpieza de restos de concreto desde un extremo dejando caer por la columna de la chimenea, luego retirar todas las mantas de lona para descubrir las tablas.

Usando pata de cabra sacar los clavos que fijan las tablas ala rollizo de eucalipto, los clavos sobresalientes de la tabla doblar usando martillo.

Retirar las tablas uno a uno de ser necesario izar con sogas de nylon y acumularlos a un costado de la parrilla, antes de retirar la última tabla amarrar con soga un extremo del rollizo del eucalipto para su posterior izaje.

Izar los rollizos de eucalipto entre dos personas usando soga, si la sección es reducida amarrar el rollizo de eucalipto en ambos extremos y cortar usando la sierra eléctrica.

**7.22. Realizar orden, limpieza y manejo de residuos**

Durante la jornada laboral mantener el orden y limpieza, asimismo segregar adecuadamente los residuos generados en la labor.

Al culminar la actividad evacuar todos los residuos generados a los almacenes temporales establecidos por el cliente.

#### 7.23. Retiro de señales y avisos de seguridad

Retirar las señales y avisos de seguridad de la zona de trabajo.

### 8. REQUISITOS / RESTRICCIONES

- 8.1. No realizar la tarea si no se cuenta con la orden escrita de trabajo o el permiso escrito de trabajo seguro visado por la Supervisión.
- 8.2. No se realizará el trabajo si no cuenta con el EPP de acuerdo a la actividad y los sistemas de prevención y detención de caídas.
- 8.3. No realizar trabajos en caliente (soldadura y/o oxi-acetileno) si no se cuenta con un extintor de PQS de 6 Kg. de capacidad como mínimo.
- 8.4. No realizar el trabajo si no cuenta con PETAR y otro permiso requerido de acuerdo a la actividad (trabajos en altura, en caliente e izaje).
- 8.5. Nunca trabajar en horarios de voladura, el personal se retirará de la labor hacia la rampa principal 4523, llegando 15 minutos antes del horario del disparo a la rampa principal.
- 8.6. El trabajador contará con certificado de suficiencia médica para realizar trabajos en altura.
- 8.7. Para el colocado manual de elementos se dispondrá como mínimo de 04 personas.
- 8.8. Desde la entrega de la cámara (inicio de trabajos) hasta el retiro de la plataforma provisional (del interior de la parrilla) estará iluminado con equipos fluorescentes la zona de trabajo.

### 9. FRECUENCIA


- 9.1. Ejecución: Según programa.
- 9.2. Revisión: De acuerdo al programa de actualización de procedimientos.
- 9.3. Verificación del ciclo de trabajo: De acuerdo al programa de verificación de cumplimiento de procedimientos.

### 10. RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS A LA SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

- 10.1. Rocas sueltas - Aplastamiento por caída de rocas: Re desatar todas las rocas sueltas de la corona y hastiales utilizando barretillas adecuadas y en avanzada.
- 10.2. Gases - Asfixia por inhalación de gases: Monitorear la calidad del aire en la labor.

- 10.3. **Uso de herramientas neumáticas (Jack-leg y patillador) - Atrapamiento, golpes:** Realiza inspección pre-uso de herramientas neumáticas y usar cadena anti látigo.
- 10.4. **Trabajos en altura - Caída de persona a diferente nivel:** Realizar inspección pre-uso de sistema de prevención y detención de caídas, Usar amés de seguridad enganchado al anclaje de forma permanente.
- 10.5. **Uso de herramientas eléctricas – Electrocutión:** Realizar inspección pre-uso de herramientas eléctricas, no usar cables eléctricos pelados y dañados.
- 10.6. **Gases comprimidos (oxígeno y acetileno) – Explosión, incendio:** Usar balones con prueba hidrostática vigente y transportar los gases adecuadamente.
- 10.7. **Trabajo próximo a zona de voladura – Exposición a radio de influencia de voladura:** Evacuar obligatoriamente de la labor hacia la rampa principal 4523, permaneciendo en la rampa 15 minutos antes del horario de voladura para el abordaje respectivo a la unidad vehicular.
- 10.8. **Uso de herramientas manuales – Golpe, corte:** Realizar inspección visual pre-uso de herramientas manuales, emplear correctamente la herramienta según el diseño.
- 10.9. **Piso disparejo - Caída de persona a mismo nivel:** Mantener los accesos a la labor limpios y ordenados sin carga acumulada ni materiales en desuso.
- 10.10. **Objeto o superficie cortante o puntiaguda – Lesión en diferentes partes del cuerpo por contacto:** Eliminar o señalar los objetos o superficies cortantes o puntiagudas, colocar capuchones de seguridad a pernos de sostenimiento y fierros de construcción sobresalientes.
- 10.11. **Trabajos en caliente – Quemadura, incendio:** Realizar inspección pre-uso de máquina de soldar y equipo oxi-acetileno, evacuar materiales inflamables de la zona de trabajo y contar con extintor de PQS.
- 10.12. **Ruido – Exposición a ruido:** En presencia de ruido utilizar el tapón auditivo.
- 10.13. **Partículas en suspensión (polvo) – Inhalación de partículas:** Regar las zonas secas con agua y usar protección respiratoria.
- 10.14. **Levantamiento y transporte manual de cargas – Sobre esfuerzo físico:** Levantar la carga flexionando las rodillas y haciendo esfuerzo con los muslos, manteniendo la espalda recta. Cargas mayores a 25 Kg. levantar entre dos personas.
- 10.15. **Temperatura (calor) – Exposición a temperatura extrema:** En presencia de calor el personal tomará periodos de descanso dentro del turno de trabajo, beber agua y aclimatación.

## 11. DOCUMENTACIÓN ASOCIADA

	Construyendo un Futuro Sostenible		
	Sistema Integrado de Gestión		
	<b>INSTALACIÓN DE PARRILLA MECANIZADA</b>		
Código: GHS-PETS-006	Versión: 03	Fecha de actualización: 25/08/2015	Página 12 de 12

**11.1. Referencias legales otras normas**


Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería DS No. 055 - 2010 – EM

**11.2. Formatos y reportes:**

- GHS-RE-010, 021 Orden de Trabajo.
- GHS-RE-003 IPERC Continuo.
- GHS-RE-009 Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR)
- [GHS-RE-034 VEO Instalación de Parrilla Mecanizada](#)



Anexo 5: Estándar de instalación de parrillas y echaderos Minsur.

DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		<b>UNIDAD SAN RAFAEL</b>
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
Tipo de Documento: ESTANDAR		Página: 1 de 9	
Macro Proceso : Procesos Operativos - MINA		Proceso: Producción Mina	

**1. OBJETIVO:**

Establecer disposiciones, medidas preventivas y responsabilidades para mitigar las consecuencias y prevenir accidentes relacionados a la instalación de parrillas en echaderos.

**2. ALCANCE:**

Este estándar aplica a todos los trabajadores de EPCM Experts SAC que desarrollen trabajos en la instalación de parrillas en echaderos.

**3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS**

3.1. *DS N° 024: 2016 - EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería / Transporte, carga, acarreo, descarga Artículos. 292 e), Art. 295 c) / Uso de echaderos y tolvas de mineral Artículo 307 b). / Obligaciones de los Supervisores (Art. 38° y 39°) / Obligaciones de los Trabajadores (Art. 44°, 45°, 46°, 47°, 48° y 49°)*

3.2. *Ley General de Seguridad y Salud en el Trabajo - Ley 29783, su Reglamento DS 005:2012-TR y Modificatorias.*

3.3. *DS N° 040: 2014 - EM: Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero*

3.4. *Normas de Sistemas de Gestión ISO (Calidad, Seguridad y SO, y Medio Ambiente)*

3.5. *Planos y Especificaciones Técnicas del Cliente (MINSUR S.A.).*


**4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR**

4.1. Todos los echaderos de mineral y desmonte deben tener sus parrillas de protección.

4.2. Para los casos de instalación y reparación de parrillas se debe instalar una plataforma de trabajo temporal en la abertura del echadero, colocándose previamente anclajes, soleras (riel o rollizo de eucalipto), y entablado sobre las soleras), así como avisos preventivos tanto en la parte superior como inferior de la chimenea.





4.3. Los echaderos deben tener un muro de ochenta (80) centímetros de altura y parrillas con una gradiente máxima de seis por ciento (6%). Para la instalación de parrillas se deberá tomar en cuenta los planos y especificaciones técnicas entregados por el Cliente.

4.4. Para realizar trabajos de instalación de parrillas la cámara deberá contar con una adecuada iluminación (equipos fluorescentes).



**MINSUR S.A.**  
MINA SAN RAFAEL

Ing. Aldo Torres Estaban  
Gerente Operaciones MINA

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obitas Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Carlión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 09/01/2016
--	--	--	---

DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		UNIDAD SAN RAFAEL
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
	Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 2 de 9	
Macro Proceso : <b>Procesos Operativos - MINA</b>		Proceso: <b>Producción Mina</b>	

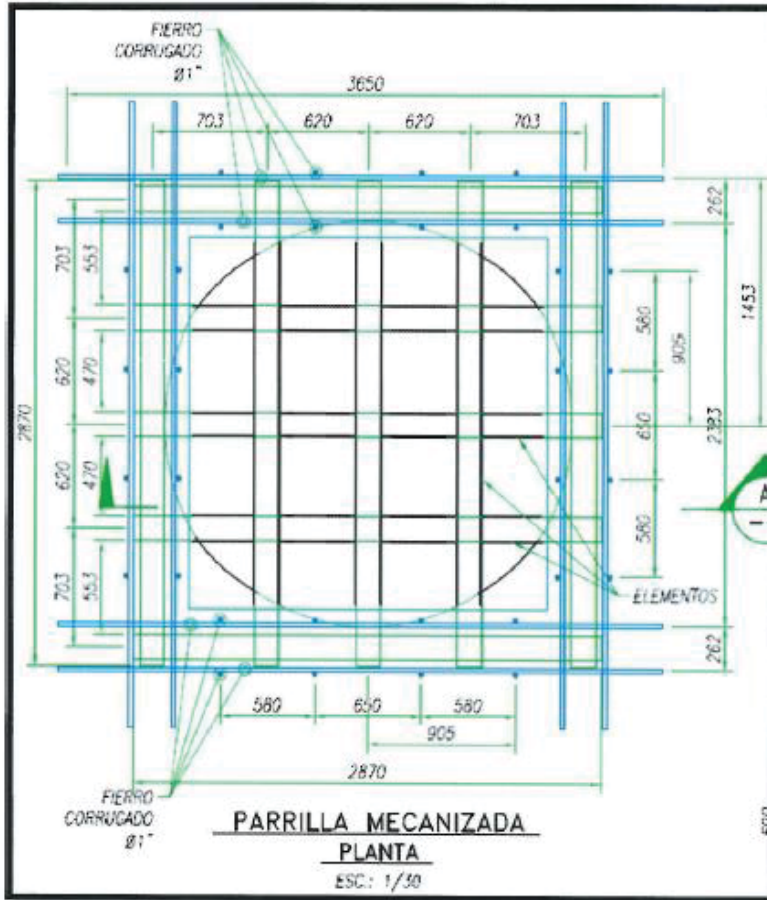
- 4.4. Para realizar trabajos de instalación de parrillas la cámara deberá contar con una adecuada iluminación (equipos fluorescentes).
- 4.5. La abertura de los elementos de la parrilla en los echaderos convencionales de mineral y desmonte estarán colocados con una separación no mayor de veinte (20) centímetros. Para caso de echaderos donde se usa equipos de carga de bajo perfil, las parrillas deberán ser ubicadas con una separación no mayor de cincuenta (50) centímetros. Además se deberá tomar en cuenta los planos y especificaciones técnicas entregados por el Cliente.
- 4.6. Se deberá seleccionar al personal idóneo para realizar la instalación de parrillas mecanizadas y convencionales de echadero, debido a que implica realizar trabajos en altura, trabajos en caliente y trabajos de izaje.
- 4.7. Para trabajos en altura por encima de 1.50 m, de altura sobre el nivel del piso es obligatorio generar el PETAR y utilizar el equipo de protección anterior.
- 4.8. Todo personal que realiza trabajos en altura deberá haberse realizado el examen de suficiencia médica y su certificado de aprobación.
- 4.9. Para todo trabajo en caliente debe generarse un PETAR debidamente autorizado por la Supervisión.
- 4.10. En todo trabajo en caliente se debe contar obligatoriamente con un extintor 6 kg en buenas condiciones de uso y con revisión vigente, en el caso de haber sido usado parcialmente, se lo hará recargar.
- 4.11. Las botellas de gases se colocarán y fijarán para mantenerlas siempre en posición vertical, lejos de los focos de calor o llamas.
- 4.12. Los cilindros de oxígeno y acetileno deben estar sujetos con cadenas en carros porta botellas y todas las válvulas y/o manómetros deben estar en buenas condiciones, sin daños o desperfectos.
- 4.13. Todo trabajo de izaje debe contar con un permiso escrito de trabajo seguro.
- 4.14. Todo elemento de izaje, incluyendo entre otros cables, eslingas, estrobos y ganchos, polipasto manual de palanca y polipasto de cadena debe ser inspeccionada antes de usar y una vez al mes.
- 4.15. Los accesorios para izaje que estén defectuosos serán inmediatamente retirados del servicio y reparados o destruidos según corresponda.
- 4.16. En los siguientes gráficos se muestran los planos y especificaciones de la parrilla mecanizada.

  
 Ing. Aldo Torres Esteban  
 Gerente Operativo MINA

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obillas Peña	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Camión Pérez	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza
Fecha: 22/12/2015	Fecha: 27/12/2015	Fecha: 07/01/2016	Fecha: 08/01/2016

DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	UNIDAD SAN RAFAEL
Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 3 de 9		
Macro Proceso : Procesos Operativos - MINA		Proceso: Producción Mina	

Vista en planta:

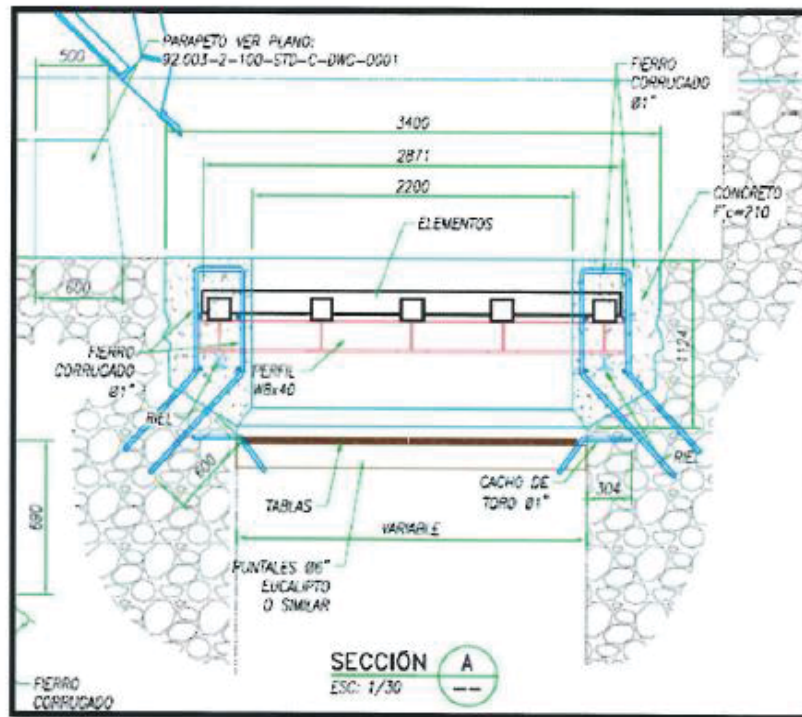


  
**MINSUR S.A.**  
 MINA SAN RAFAEL  
  
**Ing. Aldo Torres Esteban**  
 JEFE DE OPERACIONES MINA  
 CIP 12621

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obblas Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Camión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 08/01/2016
--	--	--	---


DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		UNIDAD SAN RAFAEL
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
	Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 4 de 9	
Macro Proceso : Procesos Operativos - MINA		Proceso: Producción Mina	

Vista en sección:



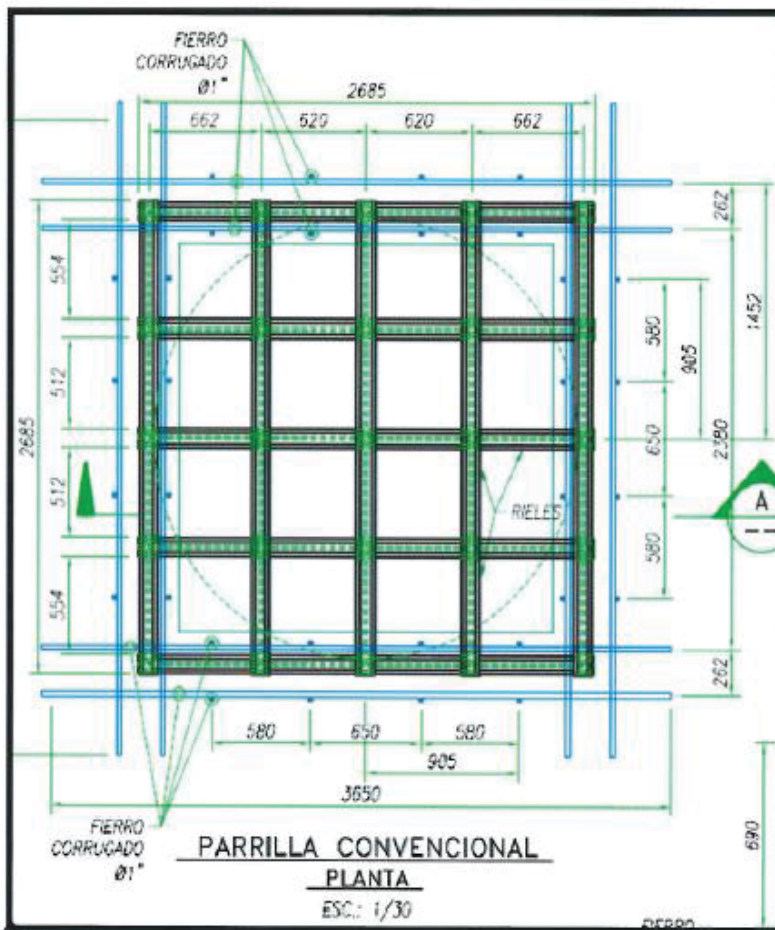
**MINSUR S.A.**  
MINA SAN RAFAEL  
*[Signature]*  
**Ing. Aldo Torres Esteban**  
JEFE DE OPERACIONES MINA  
No 126021

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obillas Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuxcar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Cantón Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 08/01/2016
---	--	--	---

DIVISIÓN MINERA BRECA		
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>	
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04
	Tipo de Documento: ESTÁNDAR	Página: 5 de 9
Macro Proceso : <b>Procesos Operativos - MINA</b>	Proceso: <b>Producción Mina</b>	
		<b>UNIDAD SAN RAFAEL</b>

4.17. En los siguientes gráficos se muestran los planos y especificaciones de la parrilla convencional.

Vista en planta:



MINSUR S.A.  
UNIDAD SAN RAFAEL

Daniel Torres Esteban  
JEFE DE OPERACIONES MINA

Elaborado por:  
**JEFE DE OPERACIONES MINA**



Ing. Freddy Obillas Peña

Fecha: 22/12/2015

Revisado por:  
**SUPERINTENDENTE DE MINA**



Ing. Salvador Tuncar Alva

Fecha: 27/12/2015

Revisado por:  
**GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO**



Ing. José Camión Pérez


Fecha: 07/01/2016

Aprobado por:  
**GERENTE DE OPERACIONES**

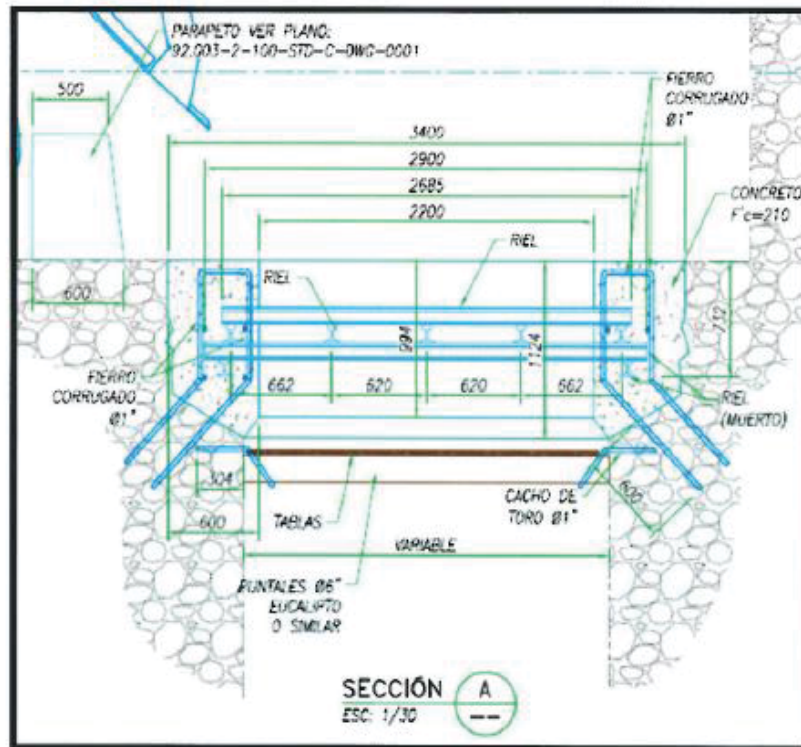


Ing. Daniel Torres Espinoza

Fecha: 08/01/2016

DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		UNIDAD SAN RAFAEL
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
	Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 6 de 9	
Macro Proceso : Procesos Operativos - MINA		Proceso: Producción Mina	

Vista en sección:



## 5. RESPONSABILIDADES

### 5.1. Gerente de Proyecto / Residente de Obra

- 5.1.1. Liderar y apoyar la implementación del presente estándar.
- 5.1.2. Liderar con su participación en los procesos de revisión del presente estándar según los lineamientos del marco legal vigente.

### 5.2. Supervisores Operativos.

- 5.2.1. Verificar el cumplimiento del presente estándar de "Instalación de Parrillas en Echaderos".

  
**MINSUR S.A.**  
 MINA SAN RAFAEL  
 Ing. Aldo Torres Esteban  
 JEFE DE OPERACIONES MINA  
 CIP 176091

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obillas Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Carrión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 08/01/2016
---	--	---	---

DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		UNIDAD SAN RAFAEL
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
	Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 7 de 9	
Macro Proceso : <b>Procesos Operativos - MINA</b>		Proceso: <b>Producción Mina</b>	

- 5.2.2. Asegurar que los trabajos críticos durante la instalación de parrillas en echaderos se ejecuten con el PETAR respectivo, el mismo que debe estar firmado por el responsable del trabajo y el personal involucrado previa identificación de peligros, evaluación de riesgo y verificación de las medidas de control; dicho documento debe estar disponible en el lugar del trabajo.
- 5.2.3. Implementar las acciones de control establecidos en la evaluación de riesgo para los trabajos críticos que involucre trabajos de instalación de parrillas en echaderos.
- 5.2.4. *Respetar el Derecho a Decir No ejercido de manera responsable por el personal bajo su supervisión, autorizar el reinicio de los trabajos luego de haber establecido e implementado las medidas de control.*
- 5.2.5. Desarrollar periódicamente capacitaciones respecto al presente estándar.
- 5.2.6. Efectuar inspecciones rutinarias a los trabajos de instalación de parrillas en echaderos.
- 5.2.7. Restringir el acceso a áreas de trabajos críticos relacionados a trabajos instalación de parrillas en echaderos, el líder de la labor será la persona responsable para dar el acceso al área de trabajo.
- 5.2.8. Desarrollar observaciones conductuales, felicitando los comportamientos seguros y corrigiendo los comportamientos peligrosos.
- 5.2.9. Proveer de los dispositivos de bloqueo y/o seguridad al personal involucrado en los trabajos de instalación de parrillas en echaderos.

**5.3. Supervisores de Seguridad.**

- 5.3.1. Promover el cumplimiento del presente estándar por parte de todos los supervisores y trabajadores de la empresa.
- 5.3.2. Desarrollar inspecciones y/o visitas a los lugares donde se desarrollen los trabajos instalación de parrillas en echaderos.
- 5.3.3. Asesorar y orientar a las Supervisores Operativos de la empresa que lo requieran, en relación a la aplicación del presente estándar.
- 5.3.4. Realizar observaciones conductuales en relación a los requisitos del presente estándar y compartir los resultados de estas observaciones con los trabajadores.
- 5.3.5. Desarrollar campañas de difusión, comunicación, socialización y capacitación para los trabajadores relacionados al presente estándar y monitorear el nivel de conocimiento.
- 5.3.6. Promover, verificar y hacer cumplir el derecho a negarse a efectuar una tarea que ponga en riesgo su vida o la vida de otras personas (Derecho a Decir No) en los trabajos relacionados al presente estándar.

**5.4. Todos los Trabajadores.**

- 5.4.1. Cumplir con las disposiciones establecidas en el presente estándar de trabajos de instalación de parrillas en echaderos.

UR S.A.  
AN RAFAEL  
Torres Estoban  
RACIONES MINA  
12/02/15

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Ob拉斯 Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Camión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 08/01/2016
--	--	--	---

DIVISIÓN MINERA BRECA		
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>	
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04
Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 8 de 9	
Macro Proceso : Procesos Operativos - MINA		Proceso: Producción Mina

5.4.2. Evaluar los riesgos antes de iniciar la tarea y establecer medidas de control necesarios para realizar un trabajo seguro.

5.4.3. Usar los EPP, y los dispositivos adecuados para los trabajos de instalación de parrillas en echaderos.

5.4.4. Cumplir con el RISST de la empresa, así como con las Reglas por la Vida de la Unidad.

5.4.5. Ejercer su derecho a negarse a efectuar una tarea que ponga en riesgo su vida o la vida de otras personas (Derecho a Decir No).

5.4.6. Reportar a la brevedad, a su supervisor, todo incidente relacionado a aislamiento de energía e intervención de equipos energizados.

## 6. REGISTROS, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN

- 6.1. GHS-RE-033 Registro de inducción, capacitación y entrenamiento.
- 6.2. Registro de capacitación de PETS.
- 6.3. GHS-RE-003 Registro de IPERC.
- 6.4. GHS-RE-009 Registro de permiso escrito de trabajo de alto riesgo.
- 6.5. Registro de inspección de sistemas de prevención y detención de caídas.
- 6.6. Registro de inspección del equipo oxi-acetileno.
- 6.7. Registro de inspección de equipos y accesorios de izaje.

## 7. FRECUENCIA DE INSPECCIONES:

No aplica.

## 8. EQUIPO DE ELABORACIÓN DEL PRESENTE ESTÁNDAR

- 8.1. Residente de Obra.
- 8.2. Ingenieros de Guardia.
- 8.3. Jefe de Seguridad.
- 8.4. Ingenieros de Seguridad.

  
**MINSUR S.A.**  
 MINA SAN RAFAEL  
 Ing. Aldo Torres Estaban  
 JEFE DE OPERACIONES MINA  
 C.P. 126021

## 9. REVISIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO:


La revisión se realizará con una frecuencia mínima de una (01) vez cada dos (02) años o cuando se identifique una oportunidad de mejora significativa que requiera ser incorporada o cuando algún cambio normativo o nueva disposición legal lo exija.

## 10. CONTROL DE CAMBIOS RESPECTO A LA ULTIMA VERSION

Numeral y Título	Breve resumen del cambio
3. Referencias legales y otras normas	Se incluyó los ítems 3.1 a 3.8
5 Responsabilidades	Se incluyó los ítems 5.2.4, 5.4.5

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obillas Peña Fecha: 22/12/2016	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSD</b>  Ing. José Carrión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 09/01/2016
---	--	---	---

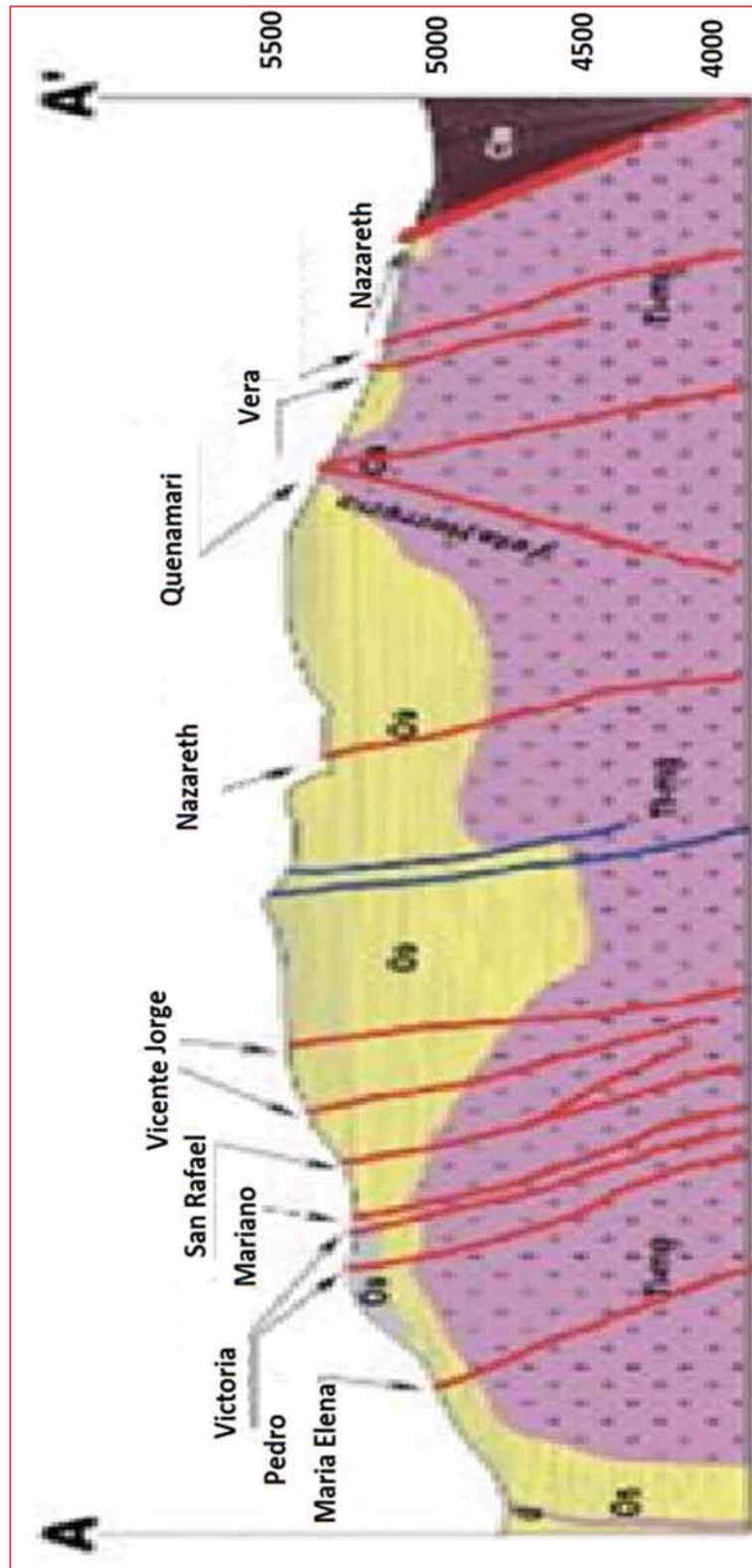


DIVISIÓN MINERA BRECA			
	<b>ESTÁNDAR: INSTALACIÓN DE PARRILLAS EN ECHADERO</b>		UNIDAD SAN RAFAEL
	Código: E-SR-MIN-10	Versión: 04	
	Tipo de Documento: ESTANDAR	Página: 9 de 9	
Macro Proceso : <b>Procesos Operativos - MINA</b>		Proceso: <b>Producción Mina</b>	

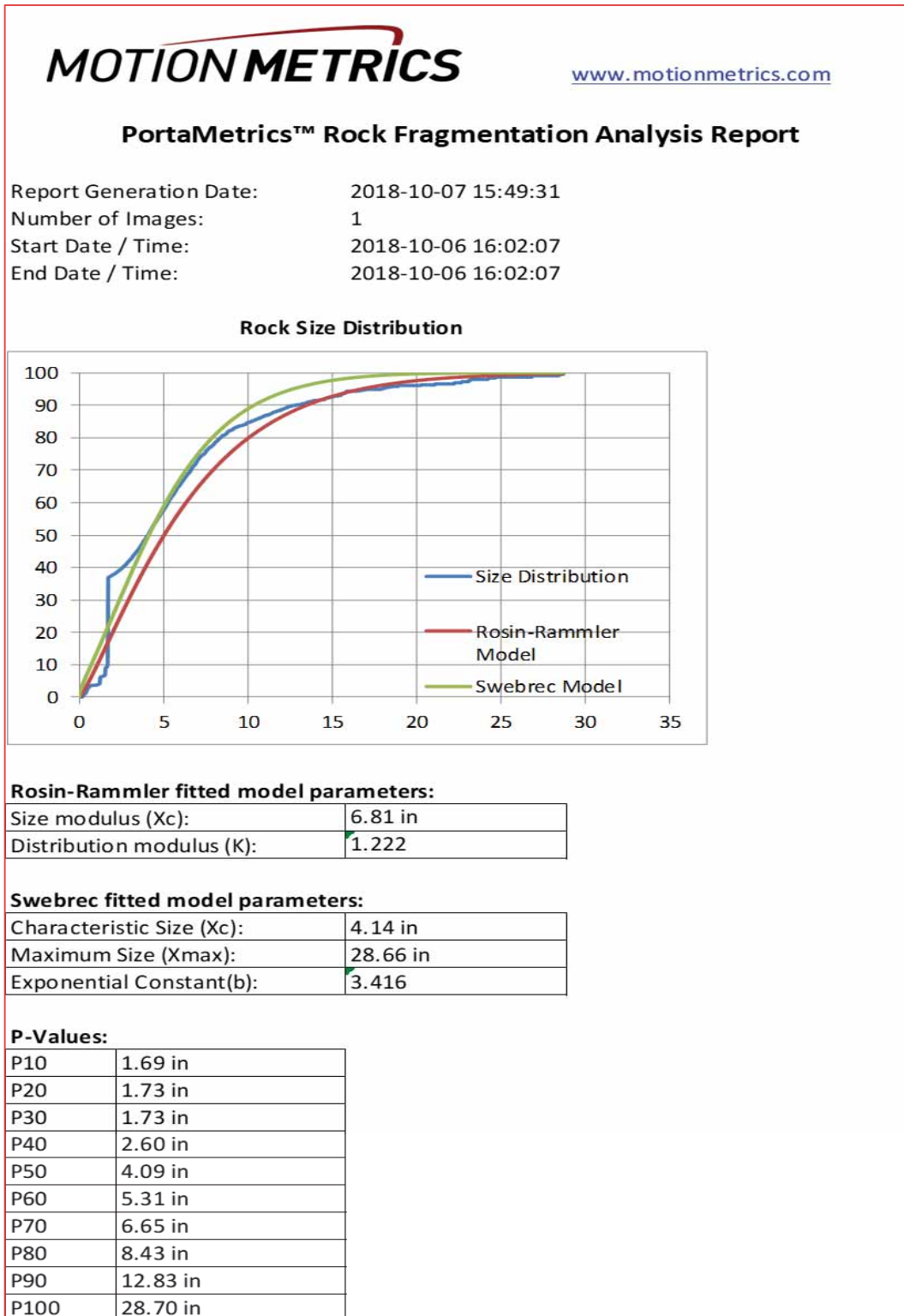
  
**MINSUR S.A.**  
 MINA SAN RAFAEL  
 .....  
 Ing. Aldo Torres-Esteban  
 JEFE DE OPERACIONES MINA  
 C.P. 120021

Elaborado por: <b>JEFE DE OPERACIONES MINA</b>  Ing. Freddy Obitas Peña Fecha: 22/12/2015	Revisado por: <b>SUPERINTENDENTE DE MINA</b>  Ing. Salvador Tuncar Alva Fecha: 27/12/2015	Revisado por: <b>GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO</b>  Ing. José Carrión Pérez Fecha: 07/01/2016	Aprobado por: <b>GERENTE DE OPERACIONES</b>  Ing. Daniel Torres Espinoza Fecha: 08/01/2016
--	--	---	---

Anexo N° 6 Yacimientos de cuerpos y vetas en la mina San Rafael







## Anexo N° 9 Recolección de datos del Scooptram

Carguio	Traslado con carga	Descarga	Traslado sin carga	Ciclo	Ciclo (Hr)	Descripcion
				00:09:15	0.15	Llenado de las herramientas de gestion
				00:06:20	0.11	Regado
00:00:40	00:01:22	00:00:11	00:02:19	00:04:32	0.08	Cuchara 1
00:00:56	00:01:11	00:00:15	00:01:10	00:03:32	0.06	Cuchara 2
00:01:17	00:01:16	00:00:14	00:01:06	00:03:53	0.06	Cuchara 3
00:02:01	00:01:24	00:00:15	00:01:08	00:04:48	0.08	Cuchara 4
				00:04:34	0.08	Raspado de la via
00:01:10	00:01:09	00:00:16	00:01:04	00:03:39	0.06	Cuchara 5
00:00:42	00:01:12	00:00:16	00:01:04	00:03:14	0.05	Cuchara 6
00:01:37	00:01:20	00:00:16	00:01:07	00:04:20	0.07	Cuchara 7
00:01:37	00:01:16	00:00:17	00:01:04	00:04:14	0.07	Cuchara 8
00:00:54	00:01:17	00:00:15	00:01:01	00:03:27	0.06	Cuchara 9
00:01:30	00:01:19	00:00:17	00:01:06	00:04:12	0.07	Cuchara 10
00:01:05	00:01:11	00:00:17	00:01:00	00:03:33	0.06	Cuchara 11
00:00:44	00:01:22	00:00:17	00:01:06	00:03:29	0.06	Cuchara 12
				00:05:25	0.09	Regado
00:00:42	00:01:11	00:00:22	00:01:00	00:03:15	0.05	Cuchara 13
00:01:38	00:01:54	00:00:22	00:00:57	00:04:51	0.08	Cuchara 14
00:00:37	00:01:10	00:00:15	00:01:07	00:03:09	0.05	Cuchara 15
00:00:44	00:01:16	00:00:18	00:01:00	00:03:18	0.05	Cuchara 16
00:00:40	00:01:21	00:00:19	00:01:15	00:03:35	0.06	Cuchara 17
00:00:55	00:01:10	00:00:11	00:01:00	00:03:16	0.05	Cuchara 18
00:00:39	00:01:09	00:00:15	00:01:03	00:03:06	0.05	Cuchara 19
00:00:49	00:01:13	00:00:16	00:01:05	00:03:23	0.06	Cuchara 20
				00:05:06	0.09	Regado
00:01:11	00:01:15	00:00:16	00:01:03	00:03:45	0.06	Cuchara 21
00:00:47	00:01:38	00:00:16	00:01:28	00:04:09	0.07	Cuchara 22
00:01:04	00:01:25	00:00:16	00:01:17	00:04:02	0.07	Cuchara 23
00:00:57	00:01:20	00:00:17	00:00:59	00:03:33	0.06	Cuchara 24
00:00:40	00:01:50	00:00:15	00:01:42	00:04:27	0.07	Cuchara 25
				00:01:48	0.03	Supervision mina
00:01:00	00:01:15	00:00:17	00:00:59	00:03:31	0.06	Cuchara 26
00:00:40	00:01:09	00:00:17	00:00:52	00:02:58	0.05	Regado
				00:05:29	0.09	Cuchara 27
00:00:48	00:01:08	00:00:22	00:00:46	00:03:04	0.05	Cuchara 28
00:00:42	00:01:10	00:00:14	00:00:51	00:02:57	0.05	Cuchara 29
00:01:09	00:01:12	00:00:15	00:00:50	00:03:26	0.06	Cuchara 30
00:01:08	00:01:10	00:00:18	00:00:56	00:03:32	0.06	Cuchara 31
00:01:03	00:01:06	00:00:19	00:00:50	00:03:18	0.05	Cuchara 32
00:00:40	00:01:17	00:00:11	00:01:07	00:03:15	0.05	Cuchara 33
00:00:39	00:02:01	00:00:15	00:01:45	00:04:40	0.08	Cuchara 34
00:00:37	00:01:11	00:00:16	00:00:56	00:03:00	0.05	Cuchara 35
00:00:29	00:01:08	00:00:17	00:00:59	00:02:53	0.05	Cuchara 36
				00:15:20	0.26	Raspado de la via
00:01:05	00:02:32	00:00:35	00:02:35	00:06:47	0.11	Cuchara 37
00:01:20	00:01:20	00:00:11	00:01:18	00:04:09	0.07	Cuchara 38
00:01:27	00:01:15	00:00:15	00:00:56	00:03:53	0.06	Cuchara 39
00:00:43	00:01:14	00:00:16	00:01:07	00:03:20	0.06	Cuchara 40
00:01:12	00:01:26	00:00:20	00:01:20	00:04:18	0.07	Cuchara 41
				00:04:40	0.08	Supervision geologia
				00:05:04	0.08	Regado
00:00:41	00:01:08	00:00:11	00:00:52	00:02:52	0.05	Cuchara 42
00:00:37	00:01:03	00:00:11	00:00:44	00:02:35	0.04	Cuchara 43
00:01:19	00:01:12	00:00:16	00:01:04	00:03:51	0.06	Cuchara 44
00:00:58	00:01:05	00:00:20	00:00:49	00:03:12	0.05	Cuchara 45
00:01:13	00:01:19	00:00:15	00:00:55	00:03:42	0.06	Cuchara 46
00:00:45	00:01:11	00:00:22	00:00:46	00:03:04	0.05	Cuchara 47
00:01:15	00:01:23	00:00:14	00:01:15	00:04:07	0.07	Cuchara 48
00:00:59	00:01:33	00:00:15	00:01:16	00:04:03	0.07	Cuchara 49
00:01:10	00:01:54	00:00:16	00:01:41	00:05:01	0.08	Cuchara 50
00:00:44	00:01:08	00:00:20	00:00:55	00:03:07	0.05	Cuchara 51
00:00:42	00:01:13	00:00:15	00:00:56	00:03:06	0.05	Cuchara 52
00:00:37	00:01:07	00:00:17	00:01:02	00:03:03	0.05	Cuchara 53
00:00:57	00:01:14	00:00:11	00:01:09	00:03:31	0.06	Cuchara 54
00:01:15	00:01:08	00:00:15	00:00:56	00:03:34	0.06	Cuchara 55
00:01:04	00:01:09	00:00:16	00:00:51	00:03:20	0.06	Cuchara 56
00:00:43	00:01:10	00:00:14	00:00:58	00:03:05	0.05	Cuchara 57
00:00:40	00:01:12	00:00:17	00:00:57	00:03:06	0.05	Cuchara 58
00:00:47	00:01:06	00:00:11	00:00:54	00:02:58	0.05	Cuchara 59
00:00:58	00:01:18	00:00:16	00:01:06	00:03:39	0.07	Promedio

## Anexo N° 9 Recolección de datos del Scooptram

Carguio	Traslado con carga	Descarga	Traslado sin carga	Ciclo	Ciclo (Hr)	Descripcion
00:00:37	00:00:52	00:00:11	00:00:47	00:02:27	0.04	Cuchara 1
00:01:11	00:00:37	00:00:12	00:00:44	00:02:44	0.05	Cuchara 2
00:00:40	00:00:36	00:00:11	00:00:42	00:02:09	0.04	Cuchara 3
00:00:35	00:00:35	00:00:09	00:00:42	00:02:01	0.03	Cuchara 4
00:00:41	00:00:48	00:00:11	00:00:43	00:02:23	0.04	Cuchara 5
00:01:21	00:00:58	00:00:13	00:00:39	00:03:11	0.05	Cuchara 6
00:01:19	00:00:39	00:00:17	00:00:34	00:02:49	0.05	Cuchara 7
00:01:06	00:00:42	00:00:13	00:00:38	00:02:39	0.04	Cuchara 8
00:00:55	00:00:39	00:00:12	00:00:37	00:02:23	0.04	Cuchara 9
00:00:58	00:00:41	00:00:14	00:00:36	00:02:29	0.04	Cuchara 10
00:01:08	00:00:44	00:00:14	00:00:47	00:02:53	0.05	Cuchara 11
00:00:41	00:00:42	00:00:20	00:00:45	00:02:28	0.04	Cuchara 12

Anexo N° 10 Cuadro de horómetros de equipos

Guardia	EQUIPO	Diésel (l)	Diésel (F)	Hr. (D)	Hr. (E)	Hr. (P)	Hr. TRAB.	P. MEC.	MTTO	Hr. PROG.	H.D.	D.M.	USO
Día	SCOOP #37	6,102.6	6,110.9	8.3			8.3	0.50		24.0	23.5	98%	35%
Noche	SCOOP #37	6,110.9	6,110.9										
Día	SCOOP #38	13,246.8	13,246.8							24.0	24.0	100%	
Noche	SCOOP #38	13,246.8	13,246.8										
Día	SCOOP #33	2,236.1	2,236.1							24.0	24.0	100%	
Noche	SCOOP #33	2,236.1	2,236.1										
Día	SCOOP #31	9,320.7	9,327.2	6.5			6.5	3.10		24.0	20.9	87%	31%
Noche	SCOOP #31	9,327.2	9,327.2										
Día	SCOOP #38	1,221.8	1,221.8							24.0	24.0	100%	
Noche	SCOOP #38	1,221.8	1,221.8										
Día	SCOOP #37	6,110.9	6,116.4	5.5			5.5	1.00		24.0	23.0	96%	51%
Noche	SCOOP #37	6,116.4	6,122.6	6.2			6.2						
Día	SCOOP #38	13,246.8	13,253.6	6.8			6.8	1.00		24.0	23.0	96%	54%
Noche	SCOOP #38	13,253.6	13,259.2	5.6			5.6						
Día	SCOOP #33	2,236.1	2,243.0	6.9			6.9	1.00		24.0	23.0	96%	57%
Noche	SCOOP #33	2,243.0	2,249.2	6.2			6.2						
Día	SCOOP #31	9,327.2	9,334.3	7.1			7.1	4.00		24.0	20.0	83%	66%
Noche	SCOOP #31	9,334.3	9,340.4	6.1			6.1						
Día	SCOOP #38	1,221.8	1,228.2	6.4			6.4	1.00		24.0	23.0	96%	55%
Noche	SCOOP #38	1,228.2	1,234.5	6.3			6.3						
Día	SCOOP #37	6,122.6	6,127.1	4.5			4.5	1.50		24.0	22.5	94%	46%
Noche	SCOOP #37	6,127.1	6,132.9	5.8			5.8						
Día	SCOOP #38	13,259.2	13,266.1	6.9			6.9	1.00		24.0	22.0	92%	56%
Noche	SCOOP #38	13,266.1	13,271.5	5.4			5.4	1.00					
Día	SCOOP #33	2,249.2	2,250.2	1.0			1.0	23.00		24.0	1.0	4%	100%
Noche	SCOOP #33	2,250.2	2,250.2										
Día	SCOOP #31	9,340.4	9,347.0	6.6			6.6	2.00		24.0	18.0	75%	62%
Noche	SCOOP #31	9,347.0	9,351.5	4.5			4.5	4.00					
Día	SCOOP #38	1,234.5	1,240.6	6.1			6.1	1.50		24.0	21.0	88%	51%
Noche	SCOOP #38	1,240.6	1,245.3	4.7			4.7	1.50					
Día	SCOOP #37	6,132.9	6,138.3	5.4			5.4	1.00		24.0	23.0	96%	46%
Noche	SCOOP #37	6,138.3	6,143.5	5.2			5.2						
Día	SCOOP #38	13,271.5	13,277.9	6.4			6.4	1.50		24.0	21.0	88%	60%
Noche	SCOOP #38	13,277.9	13,284.2	6.3			6.3	1.50					
Día	SCOOP #33	2,250.2	2,254.5	4.3			4.3	10.00		24.0	14.0	58%	71%
Noche	SCOOP #33	2,254.5	2,260.1	5.6			5.6						
Día	SCOOP #31	9,351.5	9,358.4	6.9			6.9	1.00		24.0	23.0	96%	55%
Noche	SCOOP #31	9,358.4	9,364.2	5.8			5.8						
Día	SCOOP #38	1,245.3	1,254.5	9.2			9.2	1.50		24.0	21.0	88%	76%
Noche	SCOOP #38	1,254.5	1,261.2	6.7			6.7	1.50					
Día	SCOOP #37	6,143.5	6,149.4	5.9			5.9	1.00		24.0	23.0	96%	55%
Noche	SCOOP #37	6,149.4	6,156.1	6.7			6.7						
Día	SCOOP #38	13,284.2	13,291.9	7.7			7.7	1.00		24.0	23.0	96%	65%
Noche	SCOOP #38	13,291.9	13,299.1	7.2			7.2						
Día	SCOOP #33	2,260.1	2,267.9	7.8			7.8	1.00		24.0	23.0	96%	62%
Noche	SCOOP #33	2,267.9	2,274.4	6.5			6.5						
Día	SCOOP #31	9,364.2	9,364.2					20.00		24.0	4.0	17%	100%
Noche	SCOOP #31	9,364.2	9,368.2	4.0			4.0						
Día	SCOOP #38	1,261.2	1,269.2	8.0			8.0			24.0	24.0	100%	65%
Noche	SCOOP #38	1,269.2	1,276.8	7.6			7.6						
Día	SCOOP #37	6,156.0	6,161.9	5.9			5.9			24.0	24.0	100%	53%
Noche	SCOOP #37	6,161.9	6,168.7	6.8			6.8						
Día	SCOOP #38	13,299.1	13,306.5	7.4			7.4			24.0	23.0	96%	62%
Noche	SCOOP #38	13,306.5	13,313.3	6.8			6.8	1.00					
Día	SCOOP #33	2,274.4	2,280.4	6.0			6.0			24.0	24.0	100%	52%

Anexo N° 11: Proyectos de parrillas acarteladas para el 2018.

VETA / CUERPO	BLOCK	TAJOS CHIMENEA	PARRILLAS /TOLVA	2018															
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
SPLIT 2 SAN RAFAEL	VS2SR	TJ 4150-1900RB 4195-4071	TV 4050-188				Y												
			PARRILLA 4195																
			PARRILLA 4175					X											
			PARRILLA 4150					X											
VICENTE	VVCP	TJ 3750-2050VCR 3766-3750	TV 3750-039		Y														
			PARRILLA 3766		X														
			PARRILLA 3783		X														
KIMBERLY	VKIM	TJ 4310-1600VCR 4330-4310	TV 4310-621			Y													
			PARRILLA 4330																
			PARRILLA 4344																
			PARRILLA 4358				X												
ROSARIO	VROS	TJ 4150-1200RB 4302-4075	TV 4075-168																
			PARRILLA 4090																
			PARRILLA 4100															X	X
			PARRILLA 4113																
			PARRILLA 4127												X	X			
			PARRILLA 4140																
			PARRILLA 4150																
			PARRILLA 4173																
			PARRILLA 4190								X								X
			PARRILLA 4200																
			PARRILLA 4222										X						
			PARRILLA 4238								X								
			PARRILLA 4254										X						
			PARRILLA 4269												X	X			
			PARRILLA 4285															X	
			PARRILLA 4302										X						
CYNDHI	VCYN	TJ 3950-1800RB 4170-3950	TV 3950-612																
			PARRILLA 3980																
			PARRILLA 4000					X											
			PARRILLA 4015																
			PARRILLA 4030																
			PARRILLA 4050																
			PARRILLA 4065																
			PARRILLA 4082																
			PARRILLA 4100																
			PARRILLA 4116									X							
			PARRILLA 4131										X						
			PARRILLA 4150											X					
PARRILLA 4170												X							
VICENTE	VVCP	TJ 3750-2150RB 3850-3750	TV 3750-002																
			PARRILLA 3766								X								
			PARRILLA 3783											X					
			PARRILLA 3800								Y				X				
			PARRILLA 3816														X		
			PARRILLA 3833															X	
			PARRILLA 3850																X
ESTANCOCOCHA	VEST	TJ 3650-2050RB 3850-3650	TV 3650-242								Y								
			PARRILLA 3616											X	X				
			PARRILLA 3633																
			PARRILLA 3650																
			PARRILLA 3665																
			PARRILLA 3685																
			PARRILLA 3700																
			PARRILLA 3716																
			PARRILLA 3725																
			PARRILLA 3750																
			PARRILLA 3766																
			PARRILLA 3783															X	
			PARRILLA 3800																X
PARRILLA 3818										X									
PARRILLA 3833									X										
PARRILLA 3850															X	X			
SAN RAFAEL	SR34	TJ 4510-2050RB 4599-4450	TV 4450-396						Y										
			PARRILLA 4599			X													
			PARRILLA 4510						X										
MARIANO	VMAR	TJ 4185-1500RB 4310-4185	TV 4185-706	Y															
			PARRILLA 4239																
			PARRILLA 4254																
			PARRILLA 4269	X															
			PARRILLA 4283	X															
			PARRILLA 4298		X														
PARRILLA 4310		X					X												



