



UNCP

Universidad Nacional del Centro del Perú

Facultad de Ingeniería de Minas

Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sub Level Stoping para incrementar la productividad en mina Marcapunta Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Mallqui Balbín, Yerlin Jhonatan

Huancayo
2019



Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sub Level Stopping para incrementar la productividad en mina Marcapunta Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

UNCP

Universidad Nacional del
Centro del Perú



Esta obra está bajo una licencia
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
[Repositorio Institucional - UNCP](#)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

**Diseño de malla de perforación y voladura de
taladros largos en Sub Level Stopping para
incrementar la productividad en mina Marcapunta
Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.**

Tesis

Presentada por el bachiller

Yerlin Jhonatan Mallqui Balbín

Para optar el título profesional de

Ingeniero de Minas

HUANCAYO – PERÚ

2019

Asesor

Ms. Julio Braulio Cárdenas Paucarchuco

Dedicado

A mis padres

Agradecimiento

Al Ms. Julio Braulio Cárdenas Paucarchuco por su grandioso apoyo y asesoramiento al realizar la presente.

A la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Centro, por brindarme los conocimientos teóricos y prácticos que me formaron a ser un buen profesional.

A la Sociedad Minera el Brocal S.A.A. por brindarme la oportunidad de realizar la presente investigación.

Resumen

Nuestra Investigación trata de crear un nuevo diseño de malla de perforación y voladura para ser utilizado en la explotación minera con taladros largos en sublevel stoping, para así incrementar la productividad en la mina Marcapunta Sur de la Sociedad Minera el Brocal S.A.A.

Iniciamos el estudio haciéndonos la siguiente interrogante; ¿Cuál es el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stoping en la mina subterránea Marcapunta Sur – El Brocal? Por lo que nos trazamos como objetivo proponer el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stoping en Marcapunta Sur – El Brocal; y nos planteamos la hipótesis La aplicación de la malla de perforación y voladura de taladros largos en el método Sub Level Stoping, influye significativamente en la reducción de los costos operativos e incrementa de la productividad en Marcapunta Sur – El Brocal.

Al realizar nuestra investigación utilizamos el metodo científico, de tipo aplicado y de diseño experimental descriptivo y correlacional; siendo la población de estudio los Blocks mineralizados de la zona Alta, Intermedia y la profundización de la mina Marcapunta Sur – Sociedad Minera El Brocal S.A.A y la muestra 01 block mineralizado del Nivel 4172 – 4152, Zona alta block 8950. Tajo 692 Nv. 4172 – 4152 (Tajo pasante), Marcapunta Sur – Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Teniendo como variable independiente a el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sublevel Stoping y la variable dependiente a la productividad.

Concluimos la investigación manifestando que el diseño de malla de perforación nos permitirá homogenizar la fragmentación y la mejora de la resistencia de los hastiales en función a los nuevos parámetros de diseño: burden de 1.60 m, espaciamiento de 1.50 m. y factor de potencia de: VCR + SLOT de 3.84 Kg Anfo / Ton. Rotas. De 4 a 5 Filas de 0.10 Kg Anfo / Ton. Rotas.

Palabras claves: Diseño, malla de perforación y voladura, sublevel stoping, taladros largos y productividad.

Abstract

Our research tries to create a new design of perforation and blasting mesh to be used in the mining with long drills in sublevel stoping, in order to increase the productivity in the mine Marcapunta south of the Mining Company the Brocal S.A.A.

We started the study asking us the following question what is the mesh design of drilling and blasting of long drills to be implemented to reduce the operating costs in the Sublevel operating method stoping in the underground mine Marcapunta South – El Brocal? So we plotted as a target the mesh design of drilling and blasting of long drills to be implemented to reduce operating costs in the Sublevel stop operating method in Marcapunta South – El Brocal; and we raised the hypothesis is the application of the drilling and blasting mesh of long drills in the Sublevel stoping method significantly influences the reduction of operating costs and increases productivity in Marcapunta Sur – the Brocal.

In conducting our research, we use the scientific method, applied type and experimental design descriptive and correlational; Being the study population the mineralized blocks of the high zone, intermediate and the deepening of the mine Marcapunta Sur - Society Mining the Brocal S.A.A. and the sample 01 mineralized block of the level 4172 – 4152, Zone high Block 8950. Tajo 692 Nv. 4172 – 4152 (Tajo intern), Marcapunta Sur – Sociedad miner the Brocal S.A.A. having as independent variable to the layout mesh Drilling and blasting of long drills in sublevel stoping the dependent variable to productivity.

We conclude the investigation stating that the perforation mesh design will allow us to homogenize the fragmentation and the improvement of the resistance of the gables

according to the new design parameters: burden of 1.60 m, and statement of 1.50 m. and power actorfrom:3.84 Kg Anfo/Ton VCR + SLOT. Broken. 4 to 5 rows of 0.10 Kg Anfo/Ton. Broken.

Key words: design, perforation and blasting mesh, sublevel stoping, long drills and productivity.

Índice

	Pág.
Caratula	i
Asesor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	v
Abstract	vii
Índice	ix
Introducción	xii

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1	Fundamentación del problema	13
1.2	Formulación del problema	14
1.2.1	Problema general	14
1.2.2	Problemas específicos	14
1.3	Objetivos de la investigación	15
1.3.1	Objetivo general	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Justificación e importancia del proyecto	15
1.5	Alcances y limitaciones de la investigación	16

Capítulo II

Marco teórico

2.1	Antecedentes del estudio	17
2.2	Mina Marcapunta Sur de SMEB S.A.A	19
2.2.1	Ubicación y acceso.	19
2.2.2	Clima.	19
2.2.3	Explotación subterránea de Marcapunta Sur	19
2.3	Sublevel stoping.	21
2.4	Taladros largos.	24
2.5	Definición de términos.	26

Capítulo III

Hipótesis y metodología de la investigación

3.1	Hipótesis y variables	29
3.1.1	Hipótesis general	29
3.1.2	Hipótesis específicas	29
3.1.3	Variables	29
3.2	Metodología de la investigación	30
3.2.1	Método de investigación	30
3.2.2	Tipo de investigación	30
3.2.3	Diseño de investigación	31
3.3	Población y muestra	31
3.3.1	Población.	31
3.3.2	Muestra.	31

3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
-----	---	----

Capítulo IV

Análisis y discusión de resultados

4.1	Análisis de datos	33
4.1.1	Datos del tajo 692 S. Block 8950 Nv 4172 – 4152	39
4.1.2	Datos de voladura del tajo 692 S. Block 8950 Nv 4172 – 4152	44
4.2	Discusión de resultados	52
	Conclusiones	53
	Recomendaciones	54
	Referencias bibliografía.	55
	Anexos	57

Introducción

Nuestra investigación es sobre el diseño de mallas de perforación y voladura para aumentar la producción y por en la productividad de mina Marcapunta Sur de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Para alcanzar una producción sostenida es necesario que la perforación y voladura de rocas se realice mediante taladros largos este trae consigo menores costos, mayor seguridad, esto se consigue una vez efectuado la preparación que requiere este diseño de Sub Level Stopping (SLS), y proponer diseños de malla de perforación que garanticen obtener resultados satisfactorios en la voladura.

Nuestra tesis se ha dividido en capítulos:

Capítulo I de planteamiento del problema

Capítulo II del marco teórico.

Capítulo III de hipótesis y metodología de la investigación.

El capítulo IV de resultados.

Al final conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

El Autor

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1 Fundamentación del problema

Las operaciones mineras de perforación y voladura de rocas son de mucha importancia en la actividad minera; principalmente en labores de explotación minera subterránea.

SMEB S.A.A. aplica métodos de explotación superficial y subterráneo, en el ámbito superficial explota minerales de plata plomo y zinc, también su producción de minerales proviene de la extracción por método subterráneo de Marcapunta Zona Sur de donde extrae mineral de cobre con oro. La empresa cuenta con una planta metalúrgica de capacidad de 6000 Tn por día, esta capacidad es la que determina el rango relevante de producción, el aporte del tajo es de 5000 Tn por día con minerales de plata plomo y zinc, en tanto de Marcapunta Sur aporta con 1000 Tn día de mineral de cobre y oro, en ocasiones la producción de minerales de interior mina no ha cumplido con la cuota establecida.

La tecnología minera está en constante desarrollo, lo cual implica que los diferentes procesos que tiene lugar en minería deben ser realizados de manera cotidiana con la tecnología moderna para que la misma cumpla su rol.

En minería es un reto de cada colaborador de mejorar día a día nuestros procesos unitarios siendo uno de ellos la perforación y voladura de rocas, en este caso concreto de la ejecución de taladros largos en la explotación para cumplir con el tonelaje asignado.

Para alcanzar una producción sostenida es necesario que la perforación y voladura de rocas se realice mediante taladros largos este trae consigo menores costos, mayor seguridad, esto se consigue una vez efectuado la preparación que requiere este diseño de Sub Level Stoping (SLS), y proponer diseños de malla de perforación que garanticen obtener resultados satisfactorios en la voladura.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stoping en la mina subterránea Marcapunta Sur – El Brocal?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el esquema y secuencia de perforación de taladros largos a implementar para mejorar la producción y alcanzar el límite de rotura planeado en Marcapunta Sur – El Brocal?
- ¿Cuál es el esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos a implementar para reducir los costos operativos y

mejorar la seguridad en el método de explotación Sublevel Stopping en Marcapunta Sur – El Brocal?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stopping en Marcapunta Sur – El Brocal.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el esquema y secuencia de perforación de taladros largos a implementar para mejorar la producción y alcanzar el límite de rotura planeado en Marcapunta Sur – El Brocal.
- Determinar el esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos a implementar para reducir los costos operativos y mejorar la seguridad en el método de explotación Sublevel Stopping en Marcapunta Sur – El Brocal.

1.4 Justificación e importancia del proyecto

Nuestra investigación es justa e importante por los siguiente:

El diseño de mallas de perforación con fines de la voladura de rocas, es una tarea primordial de cada unidad minera, teniendo en cuenta la caracterización del macizo rocoso, Este diseño permite determinar la cantidad de taladros, la distribución de los mismos en el método Sub Level Stopping (SLS), la cantidad de energía requerida para obtener determinado volumen de material volado, así como la fragmentación requerida por la planta de beneficio, con la consiguiente

reducción de costos y mejora de la seguridad en las operaciones y productividad.

Los resultados de la optimización de perforación y voladura de taladros largos son importantes porque permitirán minimizar los costos en el área de sub level stoping en operaciones mina, se basará en los tiempos, tipos de trabajos a ejecutarse y la frecuencia de ejecución, que generará el incremento de las utilidades de la mina, generando mayor capacidad de producción, con el beneficio económico para la empresa contratista JRC ingeniería y construcción y El Brocal.

1.5 Alcances y limitaciones de la investigación

El presente estudio está centrado en la empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A. en mina Marcapunta Sur, en la que se puso mayor énfasis en la revisión conceptual de los cálculos de diseño de mallas de perforación para minería subterránea Sub Level Stopping, para conseguir el éxito deseado se realizará el seguimiento a la perforación, cuidar que los diseños en el terreno sea lo más precisa posible. En base a los resultados obtenidos se validarán o se propondrán modificaciones en el diseño de mallas de perforación y voladura, para finalmente evaluar los beneficios económicos

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Antecedentes del estudio

Dentro de los antecedentes del estudio problema tenemos tesis y textos de varios autores los cuales tendremos muy en cuenta al realizar nuestra investigación. Entre ellos tenemos:

Liberto R. (2015) desarrollo la tesis “Método de minado VCR en Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.A.E. Uchuchacua”, de la Universidad Nacional de Piura, manifiesta que las explotaciones mineras surgen del descubrimiento de una concentración de mineral bajo tierra, en el caso de la minería subterránea, con un valor económico suficiente como para compensar la construcción de una mina. Las minas subterráneas son la alternativa a las minas de superficie. Las minas de superficie excavan de arriba hacia abajo, un método que puede volverse ineficiente a profundidades superiores a los 100 metros.

Castillo, J. y Medina, H. (2015), en su tesis “Aplicación de voladura controlada en labores de avance en sección 3.5m x 3.0m para la reducción del factor de avance y porcentaje de sobrerotura en Compañía Minera Condestable S.A.”, de la Universidad Nacional del Altiplano (Puno) afirma y recomiendan que al aplicar

voladura controlada se ha disminuido el porcentaje de sobrerotura de 12.16% a 7.95%; mientras que el factor de avance se ha disminuido de 30.95 kg/m hasta 27.41 kg/m, lo que representa una reducción de 11%. Los daños ocasionados a la superficie circundante del frente se han disminuido, debido a que se ha usado una menor cantidad de explosivo, también por uso del ANFO Superfam L, de menor potencia; además que en los hastiales se ha aumentado un taladro más en cada lado, lo que ayuda a una mejor distribución de la energía. La cantidad de explosivo promedio que se usa por disparo ha disminuido de 101.04 kg hasta 96.03 kg; lo que representa una disminución de 5%. El avance promedio por disparo ha aumentado en un 3.5 %, llegando hasta 3.51 metros, cuando inicialmente se tenía un promedio de avance por disparo de 3.39 metros. Se recomienda la aplicación de la voladura controlada en los frentes de la compañía minera Condestable, para mejorar los resultados obtenidos en porcentaje de sobrerotura y factor de avance. Para un buen control del daño a la superficie circundante se recomienda inspeccionar regularmente las pistolas de ANFO, ya que, si estas ya están muy deterioradas, variará la cantidad de ANFO que expulse por unidad de tiempo, ocasionando que se dificulte el buen control de la cantidad de explosivo que cargará cada taladro, siendo en muchas ocasiones mayor de la carga necesaria, ocasionando mayor daño. Para evitar la pérdida de explosivo evitar las pistolas de ANFO que presenten fugas, ya que esto origina un mayor consumo de explosivo, debido a la cantidad de explosivo que se desperdicia. Para mantener de manera sostenible los resultados de avance por disparo, se recomienda enfatizar el control del paralelismo de perforación; además de concientizar al operador y al ayudante en la importancia de este factor en los

resultados, teniendo en cuenta que, sin partir de una base con una buena perforación, el diseño de voladura controlada no ocasionaría los resultados esperados.

2.2 Mina Marcapunta Sur – SMEB S.A.A

2.2.1 Ubicación y acceso.

La mina Marcapunta Sur de SMEB S.A.A. está ubicado en Colquijirca (distrito), Cerro de Pasco (provincia) y Pasco (departamento) en los Andes Centrales del Perú, con altitud aproximada de 4 300 m.s.n.m.

La ruta de recorrido a la mina es por

- Lima – Casapalca – La Oroya – Cerro de Pasco - Colquijirca: 298 km
- Lima – La viuda - Canta –Huayllay – Colquijirca: 266 km

2.2.2 Clima.

El clima según el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI), en Colquijirca – Marcapunta, presenta un clima frio, precipitaciones de fuerte a extrema entre los meses del año.

2.2.3 Explotación subterránea de Marcapunta Sur.

Explotación subterránea de Marcapunta Sur. Desde 2010 la explotación del yacimiento Marcapunta Sur (mantos de cobre arsenical) se viene realizando con el método sub level stoping, dejando pilares intermedios para garantizar la estabilidad del techo de los tajos explotados. Este método permite una producción mecanizada masiva a bajos costos. En 2018, se explotaron 3'204.262 TMS de mineral con una ley promedio de

1,59% Cu. Este mineral fue tratado en las plantas concentradoras 1 y 2 de Huaraucaca (en la planta 2 de acuerdo con las campañas programadas).

Durante 2018, en la zona sur de la mina, se realizó una mejora en la geometría de la explotación de tajos primarios y pilares. Esto se realizó en coordinación con el área de geomecánica para asegurar que el diseño sea estable. Se está pasando de tener tajos de 8 metros con pilares de 6 metros a tajos de 14 metros con pilares de 6 metros. Con esta nueva geometría se obtuvieron las siguientes mejoras:

- Mejora en la productividad de los tajos, subiendo la cantidad de mineral preparado por cada tajo de 24.500 toneladas métricas (TM) a 42.900 TM en las áreas de minado por no contar con permisos y aprobaciones ambientales.
- Mejora en la ratio de preparación de mina de 140 a 169 Ton/m.

Asimismo, se inició con una prueba de recuperación de pilares antiguos. Se recuperó una porción de un pilar en la zona centro del cual se obtuvieron 6.631 TM con una ley de 3,62% Cu. Al momento, se tiene la zona estable y se continuará con su monitoreo para continuar con la recuperación de más pilares. En este sentido, en 2019 se continuará con el estudio y pruebas de recuperación total de pilares con la utilización de relleno cementado (Cementad Rock Fill). La extracción de la mina subterránea que se vino realizando por la bocamina de Marcapunta Norte se ha mejorado con la extracción de mineral por la bocamina Marcapunta Sur gracias a la ayuda de volquetes de 20 m³. De esta manera, se ha

llegado a extraer 4.000 TM/d de mineral por la bocamina Sur. Este mineral se lleva directo a planta por lo que se evita el costo de la cancha de transferencia. Se continuará trabajando en la optimización de este proceso mediante la habilitación de echaderos en interior mina. Como parte de la centralización de operaciones (la reducción del número de tajos simultáneos) se llevaron a cabo pruebas con un cargador frontal de bajo perfil Caterpillar R1700G con cuchara de 7.5 yd 3 (actualmente se utilizan de 6 yd 3); sin embargo, tuvo baja disponibilidad mecánica y la empresa contratista lo devolvió al proveedor. En 2019 se continuará con la prueba de equipos de mayor capacidad, como cargadores, perforadoras y camiones, para lograr el objetivo mencionado.

En el ejercicio 2018, la extracción de mineral en la mina subterránea ha tenido un incremento de 608.966 TMS que representa un 24% mayor en comparación a la extracción de 2017 que ha sido de 2'540.038 TMS. En mayo entró en operación el túnel de conexión Esperanza Marcapunta Norte y Marcapunta Sur. Este proyecto forma parte del plan de incremento de la producción de 8.000 TMD a 13.000 TMD en la mina subterránea, la inversión realizada en el proyecto asciende a US\$ 5,6 millones y tiene como objetivo general y específico el mantener el ritmo de avance y producción; asimismo, optimizar el servicio de transporte de mineral que permita cumplir con el requerimiento de 13.000 toneladas métricas diarias (TMD).

2.3 Sublevel stoping.

El método de sublevel stoping se desarrolla en la Mina Marcapunta Sur, en yacimientos de forma vertical, mantos de gran potencia, generalmente en dimensiones superiores de 10 m altura x 8 a 10 m de ancho. Separados por pilares de dimensiones de ancho 8 m que posteriormente se pueden recuperar, tanto en roca mineralizado, el cual debe presentarse condiciones buenas de estabilidad, competentes en el auto soporte de los pilares para la rotura de mineral para luego su extracción respectiva del mineral y marginal.

El sublevel stoping es de explotación masiva a bajo costo, que incrementa la productividad y mejora los rendimientos operativos. Para lo cual se describe los estándares y/o procedimiento de trabajo.

a. Preparación.

Se realizan:

- Subniveles 4m x 4m (+1%)
- Galerías 4m x 4m (+1%)

Es importante para el drenado del agua la perforación de taladro de servicio que se acumula por el barrido de la perforación con SIMBA.

b. Perforación del slot.

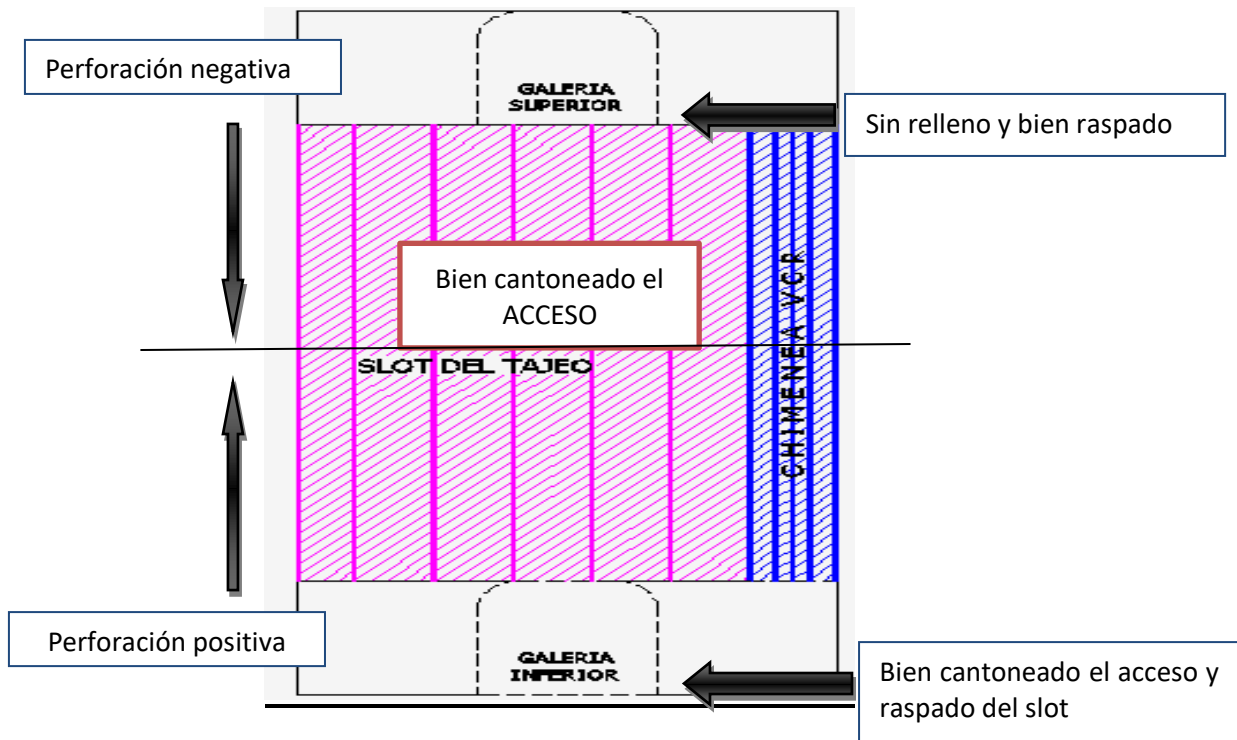
Para una buena perforación se necesita cumplir con el diseño de preparación y evitar el relleno ya que esto genera demoras en la perforación, debiendo estar bien raspado el piso. Cumplir con el diseño el área de operaciones mina para una buena perforación del área de sublevel stoping



Raspado de piso para perforación NEGATIVA

Mallqui Y. (2019)

Figura 1. Perforación de Slot



Mallqui Y. (2019)

Figura 2. Slot de tajeo

c. Producción.

La producción del método de sublevel stoping está en función entre las materias manipuladas y la energía que se coloca en la operación de las acciones que tiene la finalidad si se aprovecha al máximo cada recurso en la eficiencia y eficaz del personal especializado, la perforación de la simba, la disponibilidad de los equipos, la voladura y la extracción del mineral y marginal , mejorara en las ganancias de la productividad de la empresa El Brocal y JRC, y la reducción de costos operativos.

2.4 Taladros largos.

Este método de explotación ha de tomar en cuenta los criterios básicos para realizar un trabajo seguro de Perforación de Taladros Largos con la finalidad de evitar la ocurrencia de incidentes y/o accidentes al realizar dicha actividad.

Con el uso del tubo guía, se reduce la desviación de los taladros en la perforación por debajo del 2%. Por lo tanto, debemos de considerar no tener desgaste excesivo de las brocas que se usan actualmente y de igual manera la columna de perforación debe de estar con sus metros de perforación óptimo dentro del tiempo de su vida útil con lo cual garantizaremos el cumplimiento de las ratios de perforación en los Simbas.

a. Método de taladros en paralelo.

Las operaciones de perforación con equipos Simbas, se desarrollará en galerías en distintos niveles blocks alta y baja, se efectúa por taladros largos positivos en paralelos usando barillas de extensión de 1.50 m, el cual la perforadora llevara 10 barras normalmente de extensión si es necesario se incrementa y los tubos Tag que son la guía de la perforadora, luego se entuba

los taladros perforados con tubos PVC, para lograr una profundización deseada según proyecto.

Una vez concluida la perforación de taladros positivos se traslada la simba en la parte superior del block, para realizar la perforación de taladros negativos paralelos realizando la perforación en conexión con los taladros negativos pasantes. La voladura se comienza en la parte inferior del block por guardia luego en la parte superior, por lo general se rompe 4 filas o máximo 5 a 8 filas, esto es por mantener la ventilación fluida para luego realizar la extracción del tajo roto.

b. Método de taladros en abanico.

Las operaciones de taladros o barrenos en abanico se realizan en blocks superior e inferior de galerías la perforación con barras de 1.50 m, cuyas longitudes y ángulos de posición varía según el diagrama de malla de perforación en abanico, en la mina Marcapunta Sur – El Brocal se adapta al contorno de la mineralización ambos lados en yacimientos mineralizados verticales con material circundante de excelentes características geomecánicas.

Los dos métodos de taladros en paralelos y abanicos se aplican en Marcapunta Sur - El Brocal, en función de la mineralización, característica geomecánica.

Inicialmente se construye una chimenea o VCR de 2.1 m x 2.1 m (creando una cara libre) y posteriormente se disparan los taladros próximos, para abrir la cara libre a todo el ancho del tajo generalmente se llama el SLOT 8.0 m x 4.0 m, luego se disparan las filas de producción 15 a 30 m horizontales a 10 m a 15 m de altura del tajo.

c. Perforación.

- El correcto pintado de malla enumerando las filas de perforación.
- Pintado de la gradiente y del eje central. Esto para poder sacar el baricentro de la labor y realizar la perforación radial y evitar la desviación de los taladros
- La galería debe de contar con sus refugios respectivos cada 15 MTS.
Limpios sin carga acumulada.
- Se debe de delimitar el área de perforación.
- Se debe de pintar los pilares.

d. Voladura.

En el método de taladros largos se debe tener en cuenta lograr una voladura eficiente, un esquema y secuencia de salida detallado y óptimo con la sección diseñada, evitando sobre rotura y debilitamiento del tajeo y sin la ocurrencia de incidentes, controlando la carga operante, la vibración y el banqueo excesivo.

El equipo para utilizar en el carguío de carga de explosivo es el Yetanol, su funcionamiento óptimo es a presión de aire.

e. Carguío.

En mina Marcapunta Sur para el carguío se emplean Scooptram, utilizan el uso del telemando para los tajos explotados; se cargan en un punto y luego se traslada el material, el cual será descargar en la parrilla de la chancadora.

f. Transporte.

Este sistema de transporte es con volquetes de capacidad de 30 toneladas, se destinará cuantos volquetes se puede emplear en su integridad, al ejecutar el aumento de la producción.

2.5 Definición de términos.

- **Labores mineras:** son accesos excavados para explotar un yacimiento; en la mina subterránea principalmente.
- **LHD:** corresponden a palas de bajo perfil que pueden clasificarse tanto como equipos de carguío con acarreo mínimo o como equipo combinado de carguío y transporte.
- **Mineral (ore):** sustancia mineral de la que puede extraerse económicamente uno o más metales.
- **Operaciones Mina:** conjunto de operaciones encaminadas a la extracción de los minerales útiles como la perforación y voladura, sostenimiento, movimiento de mineral y/o desmonte, tráfico de personal, instalación de tuberías de agua y aire comprimido, relleno hidráulico etc. con el menor costo y tiempo, la máxima seguridad minera, salud ocupacional y conservación del medio ambiente.
- **Potencia:** Es el espesor del filón o depósito, medido perpendicularmente a las cajas en el punto considerado. Generalmente se da el espesor o potencia media del filón.
- **Scooptram:** son los equipos accionados por motores diésel debido a la mayor flexibilidad que tienen para desplazarse, pero por razones tanto ambientales como de costo operativo la tendencia a futuro parece ser hacia equipos eléctricos o híbridos o bien operados con hidrógeno.
- **Sublevel Stopping:** es un método en el cual se excava el mineral por tajadas verticales dejando el caserón vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical. El mineral arrancado se recolecta en

embudos o zanjas emplazadas en la base del caserón, desde donde se extrae según diferentes modalidades. La expresión sublevel hace referencia a las galerías o subniveles a partir de los cuales se realiza la operación de arranque del mineral.

- **Tajos de Explotación:** Son cavidades donde se explota de forma verticales o sub verticales de gran espesor.
- **Zonificación:** Son perforaciones verticales; con el objetivo de extraer e identificar reservas, leyes del mineral a explotar.

Capítulo III

Hipótesis y metodología de la investigación

3.1 Hipótesis y variables

3.1.1 Hipótesis general

La aplicación de la malla de perforación y voladura de taladros largos en el método Sub Level Stopping, influye significativamente en el incremento de la productividad en Marcapunta Sur – El Brocal.

3.1.2 Hipótesis específicas

- El diseño y secuencia de perforación de taladros largos en el método de Sub Level Stopping permitirá incrementar la productividad en Marcapunta Sur – El Brocal.
- El esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos en el método de Sub Level Stopping permite reducir los costos operativos y mejora la seguridad en Marcapunta Sur – El Brocal.

3.1.3 Variables

Dependiente

Productividad.

Indicadores:

- Costos operativos
- Seguridad
- Fragmentación.
- Factor de carga.
- Ratio de perforación y voladura.
- Producción.

Independiente.

Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sublevel Stopping.

Indicadores:

- Equipo de perforación.
- Diseño de perforación.
- Perforación de taladros largos.
- Distribución y carguío de explosivos.

3.2 Metodología de la investigación**3.2.1 Método de investigación**

El método es científico, también en la investigación se aplicó el método descriptivo, pues se describirá, analizará e interpretará hechos, estudiando fenómenos en su estado actual y en su forma natural.

3.2.2 Tipo de investigación

Es investigación aplicada.

3.2.3 Diseño de investigación

Según Hugo Sánchez Carlessi y otro, utilizaremos el diseño de Investigación Experimental porque se manipulan deliberadamente las variables al haber ya ocurrido, al igual que sus efectos.

Descriptivo – Correlacional, porque se recolecta datos selectos en varias muestras con relación a un idéntico suceso y se las correlaciona a fin de obtener conclusiones.

Tabla 1

Diagrama de diseño de investigación

Muestra	Observación	Comparaciones
M1	O1	O1 igual, semejante o diferente a O2
M2	O2	O2 igual, semejante o diferente a O3
M3	O3	

Mallqui Y. (2019)

M1, M2, M3 muestras.

O1, O2, O3 observaciones de las muestras.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

Son los blocks mineralizados de las zonas Alta, Intermedia y la profundización de mina Marcapunta Sur – SMEB S.A.A.

3.3.2 Muestra.

Es un block mineralizado del Nivel 4172 – 4152, Zona alta block 8950. Tajo 692 Nv. 4172 – 4152 (Tajo pasante), Marcapunta Sur – SMEB S.A.A.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizará para la Implementación de malla de perforación y voladura de taladros largos para evaluar los costos operativos en el método de explotación sublevel stoping en la mina subterránea Marcapunta Sur - El Brocal; los siguientes registros:

- Reporte de metros perforados de las simbas
- Registro y cumplimiento de explotación y producción
- Reporte de rotura (VCR, slot y filas disparas)
- Reporte de marginal y mineral.
- Informe geomecánico.

Capítulo IV

Análisis y discusión de resultados

4.1 Análisis de datos

Efectos de los metros perforados de Equipos Simbas en este caso el Simba N°23.

De 64 mm de diámetro de broca.

Tajo por proyecto ha sido diseñado con: metros perforados de los Equipos Simbas en este caso el Simba 23, con 64 mm de diámetro de broca.

NV 4172 Block 8950 Tj. 692 S.

Taladros de perforación en abanico, VCR + SLOT Paralelo

- Dirección de perforación negativo en abanico - paralelo
- Altura del Tajo: 10.50 m.
- Sección del Tajo: 4.0 m.* 4.0m * 42 m.
- Sección VCR + Slot: 8.0 m.* 4.0 m. * 4.0 m.
- Diámetro de perforación: 64 mm.
- Burden: 1.60 m.
- Espaciamiento: 1.50m.
- N.º taladro * fila: 18
- N.º Taladro VCR + SLOT: 30 + 37: 67

- Total, de Filas: 28 Filas.

NV 4152 Block 8950 Tj. 692 S.

Taladros de perforación en abanico, VCR + SLOT Paralelo

- Dirección de perforación Positivo en abanico – paralelo
- Altura del Tajo: 10 m.
- Sección del Tajo: 4.0 m.* 4.0m * 58 m.
- Sección VCR + Slot: 8.0 m.* 4.0 m. * 4.0 m.
- Diámetro de perforación: 64 mm.
- Burden: 1.60 m.
- Espaciamiento: 1.50m.
- N.º taladro * fila: 20
- N.º Taladro VCR + SLOT: 30 + 37: 67
- Total, de Filas: 36 Filas.

Tabla 2

Metros perforados

<i>Equipo</i>	<i>Mensual</i>			<i>Semana 4</i>		
	<i>Plan</i>	<i>Real</i>	<i>%</i>	<i>Plan</i>	<i>Real</i>	<i>%</i>
Simba10	10,660	4,519	42%	2,487	2,950	119%
Simba18	10,660	2,220	21%	2,487	1,382	56%
Simba20	10,660	5,726	54%	2,487	3,528	142%
Simba21	5,720	3,471	61%	2,487	2,874	116%
Simba22		2,388	0%	1,335		0%
Simba23	8, 800	7,594	71%	2,487	5,953	239%
Simba25	10,660	8,757	82%	2,487	4,004	161%
Totales	59,020	34,675	50%	16,259	20,691	127%
Días Programados			31			
Días Ejecutados			23			
Programa a la Fecha (MP)			43,789			
Cumplimiento a la Fecha			779%			
Proyección de Cierre (MP)			46,735			

Mallqui Y. (2029)

Tabla 3

Metros perforados por equipos simbas.

Clases	Labor	Block	Pie	Cabeza	Pasan./realce	Dirección de Perforación	Tipo de Malla
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Paralelo
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico

Prog	TJ692S	8950	4152	-	Realce	Positivo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Paralelo
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico
Prog	TJ692S	8950	4172	-	Realce	negativo	Abanico

Mallqui Y. (2029)

Tabla 4

Metros perforados por equipos simbas, toneladas rotas acumulativas, ratio de Perforación

Nº Fila	A. Corte	Ancho Tajo	Cantidad de Taladro	Metros totales	Toneladas	Ratio perforación
Slot	10	8	67	670	1024	1.53

1	10	8	20	124.86	395	3.17
2	10	8	20	124.86	483	3.87
3	10	8	20	124.86	483	3.87
4	10	8	20	124.86	483	3.87
5	10	8	20	124.86	483	3.87
6	10	8	20	124.86	483	3.87
7	10	8	20	124.86	483	3.87
8	10	8	20	124.86	483	3.87
9	10	8	20	124.86	483	3.87
10	10	8	20	124.86	483	3.87
11	10	8	20	124.86	483	3.87
12	10	8	20	124.86	483	3.87
13	10	8	20	124.86	483	3.87
14	10	8	20	124.86	483	3.87
15	10	8	20	124.86	483	3.87
16	10	8	20	124.86	483	3.87
17	10	8	20	124.86	483	3.87
18	10	8	20	124.86	483	3.87
19	10	8	20	124.86	483	3.87
20	10	8	20	124.86	483	3.87
21	10	8	20	124.86	483	3.87
22	10	8	20	124.86	483	3.87
23	10	8	20	124.86	483	3.87
24	10	8	20	124.86	483	3.87
25	10	8	20	124.86	483	3.87
26	10	8	20	124.86	483	3.87
27	10	8	20	124.86	483	3.87
28	10	8	20	124.86	483	3.87
29	10	8	20	124.86	483	3.87
30	10	8	20	124.86	483	3.87
31	10	8	20	124.86	483	3.87
32	10	8	20	124.86	483	3.87
33	10	8	20	124.86	483	3.87
34	10	8	20	124.86	483	3.87
35	10	8	20	124.86	483	3.87
36	10	8	20	124.86	483	3.87

N° Fila	A. Corte	Ancho Tajo	Cantidad de Taladro	Metros totales	Toneladas	Ratio perforación
Slot	10.5	8	67	670	1280	1.91
1	10.5	8	18	105.72	315	2.98
2	10.5	8	18	105.72	504	4.77
3	10.5	8	18	105.72	504	4.77
4	10.5	8	18	105.72	504	4.77
5	10.5	8	18	105.72	504	4.77
6	10.5	8	18	105.72	504	4.77
7	10.5	8	18	105.72	504	4.77
8	10.5	8	18	105.72	504	4.77
9	10.5	8	18	105.72	504	4.77
10	10.5	8	18	105.72	504	4.77
11	10.5	8	18	105.72	504	4.77
12	10.5	8	18	105.72	504	4.77
13	10.5	8	18	105.72	504	4.77
14	10.5	8	18	105.72	504	4.77
15	10.5	8	18	105.72	504	4.77
16	10.5	8	18	105.72	504	4.77
17	10.5	8	18	105.72	504	4.77
18	10.5	8	18	105.72	504	4.77
19	10.5	8	18	105.72	504	4.77
20	10.5	8	18	105.72	504	4.77
21	10.5	8	18	105.72	504	4.77
22	10.5	8	18	105.72	504	4.77
23	10.5	8	18	105.72	504	4.77
24	10.5	8	18	105.72	504	4.77
25	10.5	8	18	105.72	504	4.77
26	10.5	8	18	105.72	504	4.77
27	10.5	8	18	105.72	504	4.77
28	10.5	8	18	105.72	504	4.77

Mallqui Y. (2029)

4.1.1 Datos del tajo 692 S. Block 8950 Nv 4172 – 4152 Se tomará en cuenta el

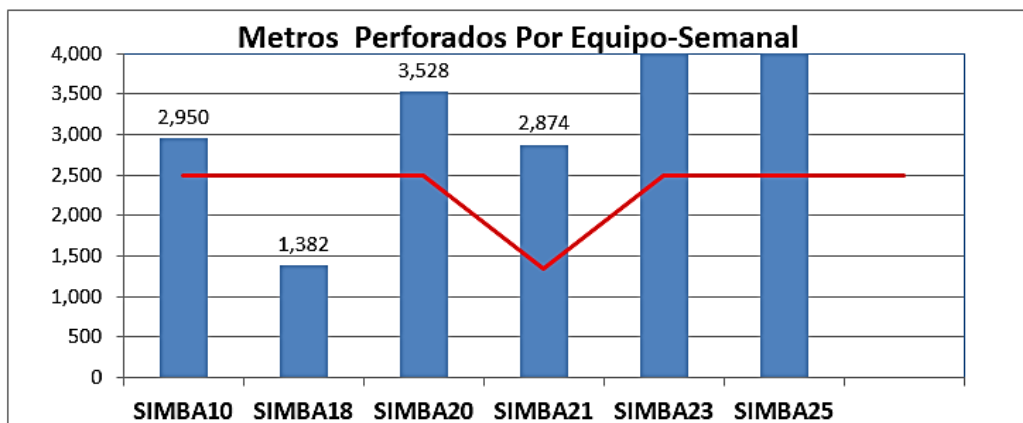
Resumen de metros perforados a lograr en la semana.

Tabla 5

Resumen de metros perforados por semana.

Equipo	Metros perforados	Metros planificados por semana
Simba 10	2,950	2,487
Simba 18	1,382	2,487
Simba 20	3,528	2,487
Simba 21	2,874	1,335
Simba 23	5,953	2,487
Simba 25	4,004	2,487
Totales	20,691	2,487
Prog Semana – Flota	12,528	
%Cumplimiento semana	165%	

Mallqui Y. (2019)



Mallqui Y. (2019).

Figura 3. Metros perforados por equipo semanal.

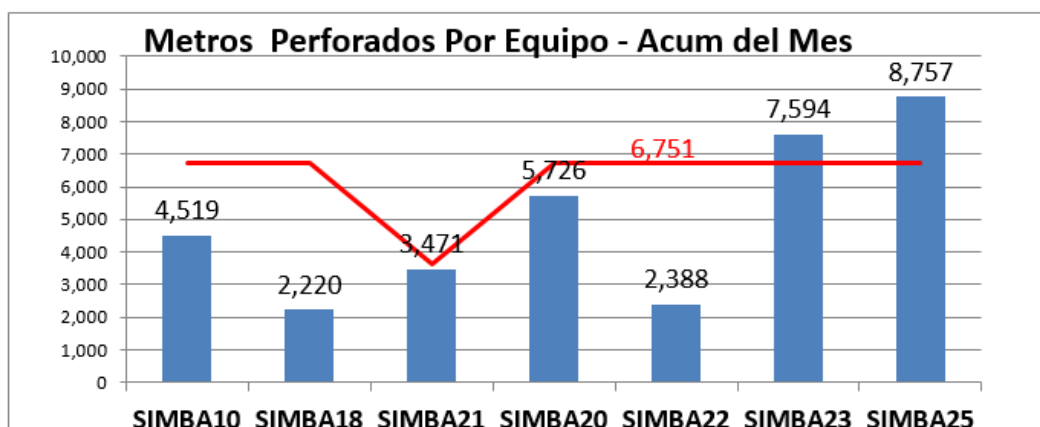
Con la Simba 23, se tiene 5,953 metros perforados a la semana, con una optimización en perforación favorable para el cliente, esto se da por las

condiciones favorables del equipo sin demoras y/o seguimiento de mantenimiento mecánico para la solución de las fallas mecánicas que pueda presentar.

Tabla 6

Resumen de metros perforados por mes.

Equipo	Metros perforados	Metros planificados a la fecha
Simba 10	4,519	6,751
Simba 18	2,220	6,751
Simba 20	3,471	3,623
Simba 21	5,726	6,751
Simba 22	2,388	6,751
Simba 23	7,594	6,751
Simba 25	8,757	6,751
Totales	34,675	2,487
Prog Semana – Flota	34,004	
%Cumplimiento semana	102%	
Proyección Cierre	54,750	



Mallqui Y. (2019).

Figura 4. Metros perforados por equipo mensual.

Con la Simba 23, se tiene 7,594 m metros perforados m. que llega al 90 %; al programa óptimo, y que solo le falta 1 201.16 m. esto se debe a la

continuidad del equipo, seguimiento, mantenimiento correctivo y a las condiciones óptimas de la labor.

En la segunda semana del mes se concluyó favorablemente con la perforación paralela y en abanico del Nv. 4172 Block 8950. Tj 692 S.

Tabla 7

Cumplimiento de la Simba 23.

Suma de Toneladas		Labor	Dirección de Perforación	Situación	
Nivel	Block			Perforado	Falta Perforar
4012	9022	TJ1630N	-	0	
			+	0	
		TJ1658N	-	13,027	1,079
			+	16,180	2,555
		TJ1686N	-	10,218	717
			+		16,625
		TJ1574S	-	6,887	
			+	8,713	
		TJ1700N	+		7,127
		TJ1714N	+		7,127
		TJ1728N	+		7,127
		4032	9022	TJ1616S	+
4052	9102	TJ1280S	+	7,538	
4072	8950	TJ762S	-		13,324
			+	17,238	
		TJ602S	-	2,257	
			+	1,873	
		TJ582N	+	15,501	
		TJ722S	-	11,234	
			+	14,757	
		TJ602N	-	11,279	
	+	9,890			
4152 – 4172	8950	TJ692S	-	3630.16	
SIMBA 23			+	5165.00	
		TJ720S	-	14,561	1,024
			+	14,994	1,075
		TJ608N	-	12,134	6,181
			+	17,231	

		TJ580N	-		18,589
			+	18,680	
		TJ720N	+	7,468	17,130
	8962	TJ788N	-	14,280	
			+	21,625	
		TJ806N	-	5,102	
			+	8,897	
		TJ824N	-	5,311	
			+	2,338	
		TJ842N	-	354	
			+	2,107	
	8868	TJ752N	+	16,205	
4172	8950	TJ636N	-	11,225	
		TJ752N	-	21,987	
4200	50	TJ976N	-		5,501
			+		8,173
	150	TJ976N	-	4,584	538
			+	8,392	
		TJ976S	-		5,501
			+		8,173
	350	TJ944N	-	0	0
			+		0
		TJ960N	-	0	0
			+		0
	450	TJ944N	-	0	0
			+		0
		TJ960S	-	0	0
			+		0
	250	TJ976S	-	4,584	538
			+	8,392	
	9925	TJ1093N	+	28,064	
	9995	TJ1053S	+	367	
	383	TJ1039N	-	7,318	
			+	9,633	
		TJ1023N	-	12,325	717
			+	16,012	
		TJ1007N	-	14,618	717
			+	20,808	
4220	150	TJ944S	+		11,315
	350	TJ944N-DF	-	9,093	
Totales				505,009	140,853

Ton Perforadas Total	505,009
Toneladas Perforadas Observadas	27,787
Ton Perf. En Proceso de Culminar el Tajo	273,440
Ton Perf. Rotura Inmediata a la Fecha	203,782

Mallqui Y. (2019).

Tabla 8

Resultados de Perforación, Tonelaje; Equipo Simba 23, Año 2018.

Ítem	NV. 4172 Block 8950 Tajo. 692 S	NV. 4152 Block 8950 Tajo. 692 S
Dirección de perforación	Negativo	Positivo
Metros * fila	105.72 m.	124.86 m.
Metros VCR + SLOT	670 m.	670 m.
Metros totales del Tajo	3 630.16 m	5 165.00 m
METROS TOTAL	8 795.16 m	
Tonelaje por sección	504 ton.	483 ton.
Tonelaje VCR + Slot	1 280 ton.	1 024 ton.
Tonelaje del Tajo	15 202 ton.	18 341 ton.
TOTAL, TON. Tajo	33 543 ton.	
Total de Filas	28 filas	36 filas
Ratio de perforación	3.87 Ton. / Tot. metros	4.77 Ton. / Tot. metros

Mallqui Y. (2019).

Tabla 9

Resumen de costos.

COSTO TOTAL U\$\$/TON (4.78)	NV. 4172 Block 8950 Tajo. 692 S	NV. 4152 Block 8950 Tajo. 692 S
Tonelaje VCR + Slot	5 606.4 U\$\$	4 894.72 U\$\$
Tonelaje del Tajo	72 665.56 U\$\$	87 669.98 U\$\$
Tonelaje total del Tajo	160 335.54 U\$\$ / Ton.	
COSTO TOTAL U\$\$/ML (431.59)		
Perforación total del Tajo	1 566 740.75 U\$\$	2 229 162.35 U\$\$
Metros Perforados Tajo	5 795 903.1 U\$\$/ ML	

Mallqui Y. (2019).

Tabla 10

Resumen general mensual.

	Mes-flota	Día-flota	Día - equipo 30 días	Día-equipo 26 días
Metros 64	47,970	10,660	410	355
Metros 89	5,720	5,720	220	191
Totales	53,690	16,380	630	546

Mallqui Y. (2019)

4.1.2 Datos de voladura del tajo 692 S block 8950. Nv. 4172 – 4152

El propósito es lograr una voladura eficiente, con la sección diseñada, evitando sobre rotura y debilitamiento del tajeo y sin la ocurrencia de incidentes, controlando la carga operante, la vibración y el banqueo excesivo.

Tabla 11

Estándares de rendimiento de carguío

Tipos de carguío	Positivo	Negativo	Tiempo
VCR	X		5 horas
VCR		X	3 horas
Radiales	X		1 fila en 40 min
Radiales		X	1 fila en 40 min
Paralelos	X		1 fila en 30 min
Paralelos		X	1 fila en 30 min
Presión de aire de 70 Psi			

Mallqui Y. (2019).

ESQUEMA DE CARGUIO VCR NEGATIVO TJ 692 NIVEL 4172

DATOS Y FACTORES DE LA VOLADURA

SECCION (m2)	4.20
ALTURA (m)	10.00
METROS PERF.	180.00
Nº DE TALADROS	17 + 8 RIMADOS
VOLUMEN m3	42
TONELADAS ROTAS	134
F. DE CARGA	12.29
F. DE POTENCIA	3.84

EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS

ANFO KG	516
BOOSTER 1/3 LB	66.0
KG. TOTAL	516
KG./mtrs.	2.90
CARGA OPERANTE	9.3
CARGA OPERANTE MINA	7.0
CARMEX	2
PENTACORD	25

Nº DE TALADRO PERF	LONGITUD REAL DE CADA TALADRO	TACO BASE	TACO INTERMEDIO	TACO FINAL	LONGITUD A CARGA	ANFO KG POR TAL.	ANFO KG POR SECUENCIA	BOOSTER 1/3 LB
1	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
2	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
3	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
4	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
5	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
6	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
7	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
8	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
9	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
10	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
11	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
12	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
13	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
14	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
15	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
16	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
17	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
18	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
	180				167	516		66

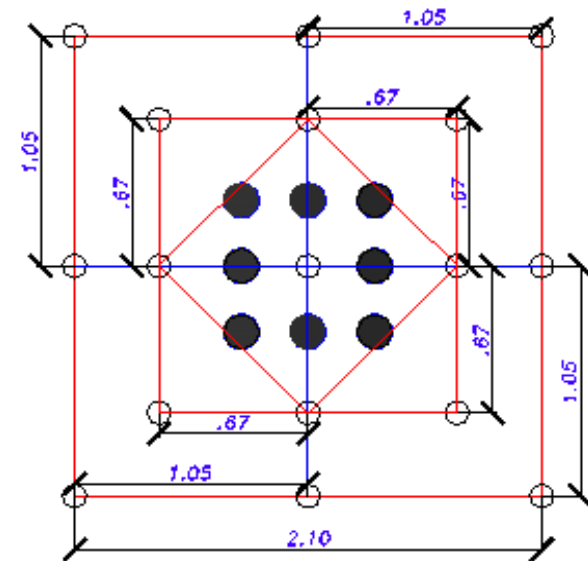


Figura 5. Esquema de carga VCR Negativo.

ESQUEMA DE CARGUÍO VCR POSITIVO TJ 692 NIVEL 4172

DATOS Y FACTORES DE LA VOLADURA

SECCION (m2)	4.20
ALTURA (m)	10.00
METROS PERF.	200.00
Nº DE TALADROS	17 + 8 RIMADOS
VOLUMEN m3	42
TONELADAS ROTAS	134
F. DE CARGA	13.62
F. DE POTENCIA	4.26

EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS

ANFO KG	572
BOOSTER 1/3 LB	72.0
KG. TOTAL	572
KG./mtrs.	3.20
CARGA OPERANTE	9.3
CARGA OPERANTE MINA	7.0
CARMEX	2
PENTACORD	25

Nº DE TALADRO PERF	LONGITUD REAL DE CADA TALADRO	TACO BASE	TACO INTERMEDIO	TACO FINAL	LONGITUD A CARGA	ANFO KG POR TAL.	ANFO KG POR SECUENCIA	BOOSTER 1/3 LB
1	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
2	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
3	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
4	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
5	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
6	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
7	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
8	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
9	10.00			0.50	9.50	29.5	7.4	4
10	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
11	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
12	10.00			1.00	9.00	27.9	7.0	4
13	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
14	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
15	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
16	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
17	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
18	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
19	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
20	10.00			1.00	9.00	27.9	9.3	3
200					185	572		72

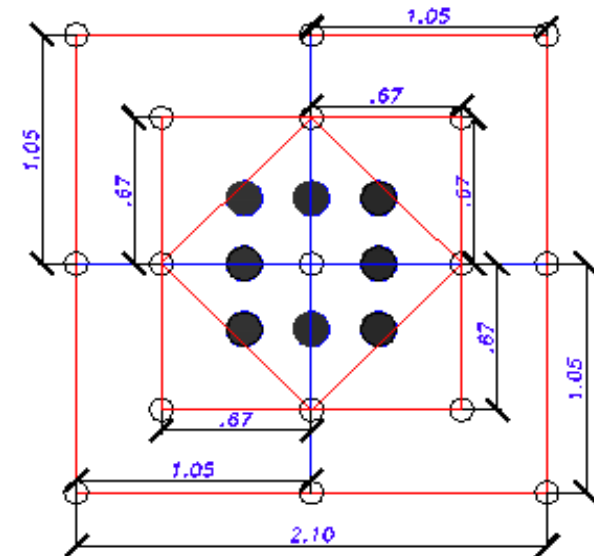
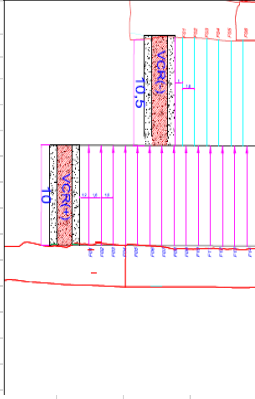


Figura 6. Esquema de carguío VCR Positivo

ESQUEMA DE CARGUIO TJ 692 N RADIAL NEGATIVO - NV 4172														
DATOS Y FACTORES DE LA VOLADURA				EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS										
ANCHO (m)	8.00			ANFO KG/SECCION	225	9								
ALTURA DE BANCO (m)	10.00			BOOSTER 1/3 LB /SECCION	26.0									
BURDEN	2.00			KG. TOTAL ANFO	950	38								
ESPACIAMIENTO	1.50			TOTAL BOOSTER	104									
METROS PERF. POR FILA	115.78			KG./mtrs.	2.50									
Nº DE TALADROS POR FILA	22.00			CARGA OPERANTE	4.6									
VOLUMEN TOTAL POR FILA	160.00			CARMEX	2									
VOLUMEN TOTAL / DISPARO	640.00			NUMERO DE FILAS DISPARAR	4									
TONELADAS ROTAS FILA	588.00			PENTACORD	40									
TONELAJE TOTAL / DISPARO	9408.00													
TON/METRO	5.08													
F. DE CARGA	1.48													
F. DE POTENCIA	0.10													
Nº DE TALADRO PERF	LONGUITUD REAL DE CADA TALADRO	TACO BASE	TACO INTERMEDIO	LONGITU A CARGA	TACO FINAL	ANFO EN KG POR SEC.		BOOSTER 1/3 LB		1° cebo	2° cebo	3° cebo		
1	2.47		0.00	1.24	1.24	3.1	3.1	1		10	12	14		
2	2.31		0.00	1.50	0.81	3.8	3.8	1		9	11	13		
3	2.74		0.00	2.47	0.27	6.2	6.2	1		8	10	12		
4	4.71		0.00	3.06	1.65	3.8	7.7	2		7	9	11		
5	9.10		0.00	5.92	3.19	7.4	14.8	2		6	8	10		
6	9.25		0.00	6.01	3.24	7.5	15.0	2		5	7	9		
7	9.03		0.00	8.13	0.90	10.2	20.3	2		4	6	8		
8	9.03		0.00	8.13	0.90	10.2	20.3	2		3	5	7		
9	9.25		0.00	6.01	3.24	7.5	15.0	2		2	4	6		
10	9.25		0.00	6.01	3.24	7.5	15.0	2		1	3	5		
11	9.03		0.00	5.87	3.16	7.3	14.7	2		2	4	6		
12	9.03		0.00	8.13	0.90	20.3	20.3	1		3	5	7		
13	9.25		0.00	6.01	3.24	15.0	15.0	1		4	6	8		
14	9.10		0.00	4.55	4.55	11.4	11.4	1		5	7	9		
15	4.71		0.00	3.06	1.65	7.7	7.7	1		7	8	10		
16	2.74		0.00	1.37	1.37	3.4	3.4	1		8	9	11		
17	2.31		0.00	1.50	0.81	3.8	3.8	1		9	10	12		
18	2.47		0.00	1.24	1.24	3.1	3.1	1		10	11	14		
TOTAL	115.78				35.58	139.07	225.00	26						

Mallqui Y. (2019).

Figura 7. Esquema de carguío radial negativo

ESQUEMA DE CARGUIO TJ 692 N RADIAL POSITIVO - NV 4172

DATOS Y FACTORES DE LA VOLADURA		EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS			
ANCHO (m)	8.00	ANFO KG/SECCION	225	9	
ALTURA DE BANCO (m)	10.00	BOOSTER 1/3 LB /SECCION	28.0		
BURDEN	2.00	KG. TOTAL ANFO	950	38	
ESPACIAMIENTO	1.50	TOTAL BOOSTER	112		
METROS PERF. POR FILA	122.84	KG./mtrs.	2.50		
Nº DE TALADROS POR FILA	22.00	CARGA OPERANTE	4.6		
VOLUMEN TOTAL POR FILA	160.00	CARMEX	2		
VOLUMEN TOTAL / DISPARO	640.00	NUMERO DE FILAS DISPARAR	4		
TONELADAS ROTAS FILA	588.00	PENTACORD	40		
TONELAJE TOTAL / DISPARO	9408.00				
TON/METRO	4.79				
F. DE CARGA	1.48				
F. DE POTENCIA	0.10				

Nº DE TALADRO PERF	LONGUITUD REAL DE CADA TALADRO	TACO BASE	TACO INTERMEDIO	LONGITU A CARGA	TACO FINAL	ANFO EN KG POR SEC.		BOOSTER 1/3 LB	1° cebo	2° cebo	3° cebo
									SECUENCIA SALIDA	SECUENCIA SALIDA	SECUENCIA SALIDA
1	2.25		0.00	1.13	1.13	2.8	2.8	1	10	12	14
2	2.15		0.00	1.40	0.75	3.5	3.5	1	9	11	13
3	2.03		0.00	1.83	0.20	4.6	4.6	1	8	10	12
4	4.50		0.00	2.93	1.58	3.7	7.3	2	7	9	11
5	3.50		0.00	2.28	1.23	2.8	5.7	2	6	8	10
6	5.81		0.00	3.78	2.03	4.7	9.4	2	5	7	9
7	8.73		0.00	7.86	0.87	9.8	19.6	2	4	6	8
8	11.35		0.00	10.22	1.14	12.8	25.5	2	3	5	7
9	11.10		0.00	7.22	3.89	9.0	18.0	2	2	4	6
10	11.00		0.00	7.15	3.85	8.9	17.9	2	1	3	5
11	11.00		0.00	7.15	3.85	8.9	17.9	2	2	4	6
12	11.10		0.00	9.99	1.11	25.0	25.0	1	3	5	7
13	11.35		0.00	7.38	3.97	18.4	18.4	1	4	6	8
14	8.83		0.00	4.42	4.42	11.0	11.0	1	5	7	9
15	5.71		0.00	3.71	2.00	9.3	9.3	1	7	8	10
16	3.50		0.00	1.75	1.75	4.4	4.4	1	8	9	11
17	2.50		0.00	1.63	0.88	4.1	4.1	1	9	10	12
18	2.03		0.00	1.02	1.02	2.5	2.5	1	10	11	14
19	2.15		0.00	1.40	0.75	3.5	3.5	1	11	12	15
20	2.25		0.00	1.13	1.13	2.8	2.8	1	12	14	16
TOTAL	122.84				35.64	152.59	225.00	28			

Mallqui Y. (2019).

Figura 8. Esquema de carguío radial positivo

		CALCULO PARA 760 TAI																			
Bmáx.	Burden Máximo (mts)	1.89	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.86	1.86	1.86	1.86	1.85	1.85	1.85	1.85	1.87	1.96
BP I	Burden Práctico	1.56	1.56	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.54	1.54	1.54	1.53	1.53	1.53	1.53	1.52	1.52	1.28	1.59	1.36	
	Espaciamiento	1.87	1.87	1.87	1.86	1.86	1.86	1.85	1.85	1.85	1.85	1.84	1.84	1.84	1.84	1.83	1.83	1.54	1.90	1.63	
D	Diametro del taladro (mm)	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
C	Constante de la roca se toma lo siguiente: c=0.3+0.75 Rocas medias (1.05) c=0.4+0.75 Rocas duras (1.15)	1.000	1.003	1.005	1.008	1.010	1.013	1.015	1.018	1.020	1.023	1.025	1.028	1.030	1.033	1.036	1.038	1.041	1.043	1.043	0.800
RMR		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	50
f	Descripción del RMR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	41
f	Factor de fijación																				
f	Taladros verticales f: 1.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
f	Taladros inclinados - 3:1 f: 0.90																				
f	Taladros inclinados - 2:1 f: 0.85																				
EB	Relación Espaciamiento y Burden	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
dc	Densidad de carga (g/cm3)	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	0.95	0.80
PRP	Potencia relativa en peso del explosivo	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.25	1.25
L	Longitud de taladro (m.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22	8	24
	Nº FILA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figura 9. Cálculo del burden según Langefors - Negativo

A 760 TALADROS positivos Tj 692 Nv 4152																		
Bmáx.	Burden Máximo (mts)	1.96	1.88	1.96	1.95	1.95	1.95	1.95	1.94	1.94	1.94	1.93	1.93	1.93	1.92	1.92	1.92	
BP I	Burden Práctico	1.36	1.29	1.53	1.53	1.52	1.52	1.52	1.52	1.51	1.65	1.37	1.50	1.50	1.50	1.49	1.49	
	Espaciamiento	1.63	1.55	1.84	1.83	1.83	1.83	1.82	1.82	1.81	1.98	1.64	1.80	1.80	1.80	1.79	1.79	
D	Diametro del taladro (mm)	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	
C	Constante de la roca se toma lo siguiente: c=0.3 + 0.75 Rocas medias (1.05) c=0.4 + 0.75 Rocas duras (1.15)	0.800	0.803	0.805	0.808	0.810	0.813	0.815	0.818	0.820	0.823	0.825	0.828	0.830	0.833	0.836	0.838	0.841
	RMR	50	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	Descripción del RMR	41	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA
f	Factor de fijación Taladros verticales f : 1.00 Taladros inclinados - 3:1 f : 0.90 Taladros inclinados - 2:1 f : 0.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E/B	Relación Espaciamiento y Burden	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
dc	Densidad de carga (g/cm3)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
PRP	Potencia relativa en peso del explosivo	1.25	1.15	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
L	Longitud de taladro (m.)	24	23	15	15	15	15	15	15	15	8	22	15	15	15	15	15	15
	Nº FILA	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Figura 10. Cálculo del burden según Langefors - Positivo

CALCULO DEL BURDEN SEGUN LA FORMULA DE LANGEFORS

$$B1_{max} = (D/33) \times \sqrt{(dc \times PRP) / (c \times f \times (E/B))}$$

$$B2_{max} = 0.046 \times D$$

$$BP1 = B_{max} - 2 \times D - 0.02 \times L$$

$$BP2 = B_{max} - 0.1 - 0.03 \times L$$

LEYENDA	
B_{máx.}	Burden Máximo
D	Diametro del taladro (mm)
C	Constante de la roca se toma lo siguiente: c=0.3 + 0.75 Rocas medias c=0.4 + 0.75 Rocas duras
f	Factor de fijación Taladros verticales f: 1.00 Taladros inclinados - 3:1 f: 0.90 Taladros inclinados - 2:1 f: 0.85
E/B	Relación entre Espaciamiento y Burden
dc	Densidad de carga (g/cm ³)
PRP	Potencia relativa en peso del explosivo

Figura 11. Cálculo del burden según Langefors

CALCULOS DE BURDEN Y ESPACIAMIENTO PRACTICO									CONSTANTE DE LA ROCA					
RMR	B	E	RMR	B	E	RMR	B	E	RMR		RMR		RMR	
41	1.56	1.87	61	1.29	1.55	81	0.00	0.00	41	1.000	61	1.051	81	1.102
42	1.56	1.87	62	1.53	1.84	82	51.85	62.22	42	1.003	62	1.053	82	1.104
43	1.55	1.87	63	1.53	1.83	83	36.48	43.78	43	1.005	63	1.056	83	1.107
44	1.55	1.86	64	1.52	1.83	84	29.67	35.61	44	1.008	64	1.058	84	1.109
45	1.55	1.86	65	1.52	1.83	85	25.62	30.74	45	1.010	65	1.061	85	1.112
46	1.55	1.86	66	1.52	1.82	86	22.85	27.42	46	1.013	66	1.064	86	1.114
47	1.55	1.85	67	1.52	1.82	87	20.80	24.96	47	1.015	67	1.066	87	1.117
48	1.54	1.85	68	1.51	1.81	88	19.21	23.06	48	1.018	68	1.069	88	1.119
49	1.54	1.85	69	1.65	1.98	89	17.93	21.52	49	1.020	69	1.071	89	1.122
50	1.54	1.85	70	1.37	1.64	90	16.87	20.25	50	1.023	70	1.074	90	1.124
51	1.54	1.84	71	1.50	1.80	91	15.97	19.17	51	1.025	71	1.076	91	1.127
52	1.53	1.84	72	1.50	1.80	92	15.20	18.24	52	1.028	72	1.079	92	1.130
53	1.53	1.84	73	1.50	1.80	93	14.53	17.43	53	1.030	73	1.081	93	1.132
54	1.53	1.84	74	1.49	1.79	94	13.93	16.72	54	1.033	74	1.084	94	1.135
55	1.53	1.83	75	1.49	1.79	95	13.40	16.09	55	1.036	75	1.086	95	1.137
56	1.52	1.83	76	1.49	1.79	96	12.93	15.52	56	1.038	76	1.089	96	1.140
57	1.52	1.83	77	0.00	0.00	97	12.50	15.00	57	1.041	77	1.091	97	1.142
58	1.28	1.54	78	0.00	0.00	98	12.11	14.53	58	1.043	78	1.094	98	1.145
59	1.59	1.90	79	0.00	0.00	99	11.75	14.10	59	1.046	79	1.097	99	1.147
60	1.36	1.63	80	0.00	0.00	100	11.42	13.70	60	1.048	80	1.099	100	1.150

Figura 12. Cálculo del burden y espaciamentos prácticos

De las figuras anteriores se obtiene el Burden practico: 1.50 m. y el espaciamento practico 1.82 m.

4.2 Discusión de resultados

Los efectos alcanzados al establecer el esquema y secuencia de perforación de barrenas largos a implementar en la técnica de Sublevel Stopping, en función a la muestra del tajo 692 S del Nv. 4172 – 4152. se obtiene un burden practico de 1.50 m. y un espaciamiento practico 1.82 m.

En la semana se concluyó satisfactoriamente con la perforación paralela y en abanico con la perforación de 5 953 m. Siendo esta una optimización en perforación favorable para la empresa, y esto fue permitido por las condiciones favorables del equipo, no hubo demoras y/o seguimiento de mantenimiento mecánico para la solución de las fallas mecánicas que pudieran presentarse

En la semana se concluyó satisfactoriamente con la perforación paralela y en abanico del Nv. 4152 Block 8950. Tj 692 S. Para luego pasar a perforar los taladros negativos del Nv. 4172 Block 8950 Tj. 692 S.

En la segunda semana del mes se concluyó favorablemente con la perforación paralela y en abanico del Nv. 4172 Block 8950. Tj 692 S.

Realizando una comparación de las operaciones realizadas y el plan mensual, se cumplió a cabalidad, ya que se obtuvo una eficiencia 239 %, ya que se perforo 8 795.16 m (tajo completo).

Los nuevos parámetros de diseño de malla son:

- Burden de 1.60 m.
- Espaciamiento de 1.50 m.
- Factor de potencia

VCR + SLOT de 3.84 Kg Anfo / Ton. Rotas.

De 4 a 5 Filas de 0.10 Kg Anfo / Ton. Rotas.

Conclusiones

- 1 La malla de perforación nos permitirá homogenizar la fragmentación y la mejora de la resistencia de los hastiales en función a los nuevos parámetros de diseño:
 - Burden de 1.60 m.
 - Espaciamiento de 1.50 m.
 - Factor de potencia de:
VCR + SLOT de 3.84 Kg Anfo / Ton. Rotas.
De 4 a 5 Filas de 0.10 Kg Anfo / Ton. Rotas.
- 2 En la primera semana se concluyó satisfactoriamente con la perforación paralela y en abanico en un total de 5 953 metros perforados sien esto un 90 % de lo programado y en la segunda semana se perforo 8 795.16 metros (tajo completo) completando un 239 %, todo esto debido a la continuidad del equipo, ya que tuvimos todas las mejores condiciones.
- 3 Con la homogenización de la fragmentación se redujo los de bancos en los disparos de Sublevel Stopping, programando la perforación de 5 filas por guardia, en vez de 4 filas por guardia, y así disminuir el consumo de explosivos; permitiendo obtener un alto rendimiento económico y productivo.

Recomendaciones

1. Para aun mejorar el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos con equipos Simba y así cumplir los objetivos trazados por la compañía, se debe de establecer que las labores de preparación estén totalmente estandarizadas para la perforación.
2. Para tener una buena optimización se debe considerar el uso de tubos tag, para las barras de perforación e igualmente se recomienda el uso de los tubos guía para reducir la desviación de taladros según el esquema.
3. Hay que considerar que los aceros deben de estar en rotación permanente para evitar el desgaste prematuro y a la vez alargar la vida útil de las mismas.

Referencias bibliografía.

- Alfaro Cárdenas A. (2012). *Métodos de explotación de minerales*. México: Ed. Limusa.
- Aranda López M. (2002). *Perforación y voladura subterránea*. Bogotá, Colombia: Ed. Andes.
- Brocos Aliaga G. (2001). *Diseño y métodos de explotación minera*. Barcelona, España: Ed. Omega.
- SMEB S.A. (2018). *Memoria anual*. Lima, Perú: SMEB S.A.
- Carras C. (2002). *Geología de minas*. Madrid, España: Ed. Omega.
- Dunin E. (1996). *Minerales industriales del Perú*. Lima, Perú: Ed. Ingemmet.
- Exsachile S.A. (2014). *Manual de voladura*. Concepción, Chile: Ed. Exsachile S.A.
- Fontaines T. (2012). *Metodología de la investigación*. Caracas, Venezuela: Júpiter Editores C. A.
- Foronda M. (2015). *Minería y medio ambiente*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Limusa.
- Hartman & Other (2004). *Mining Handbook*. Denver, Colorado, USA: SME.
- Hustrulid W. & Kutcha M (1995). *Open pit mine planning and design*. Rotterdam Brookfield. Netherlands: A.d. Brakeman.
- Javier Miranda D. (2011). *Reducción de Explotación de minas subterráneas*. Lima, Perú: Ed. Plazas
- López Daza W. (2013). *Aplicación de taladros largos en Compañía Minera San Judas S.A*. Lima, Perú: Tesis de pregrado UNI.

- Ministerio de Energía y Minas. (2016). *D. S. No. 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Lima, Perú.
- Pilifère P. (1992). *Surface mining*. New York USA.
- Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (1998). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Perú: Ed. Mantaro.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2011). *Diplomado de especialización profesional. Implementación y Auditoría de Sistemas Integrados de Gestión de Calidad, Ambiental, Salud y Seguridad Ocupacional*. Lima, Perú.

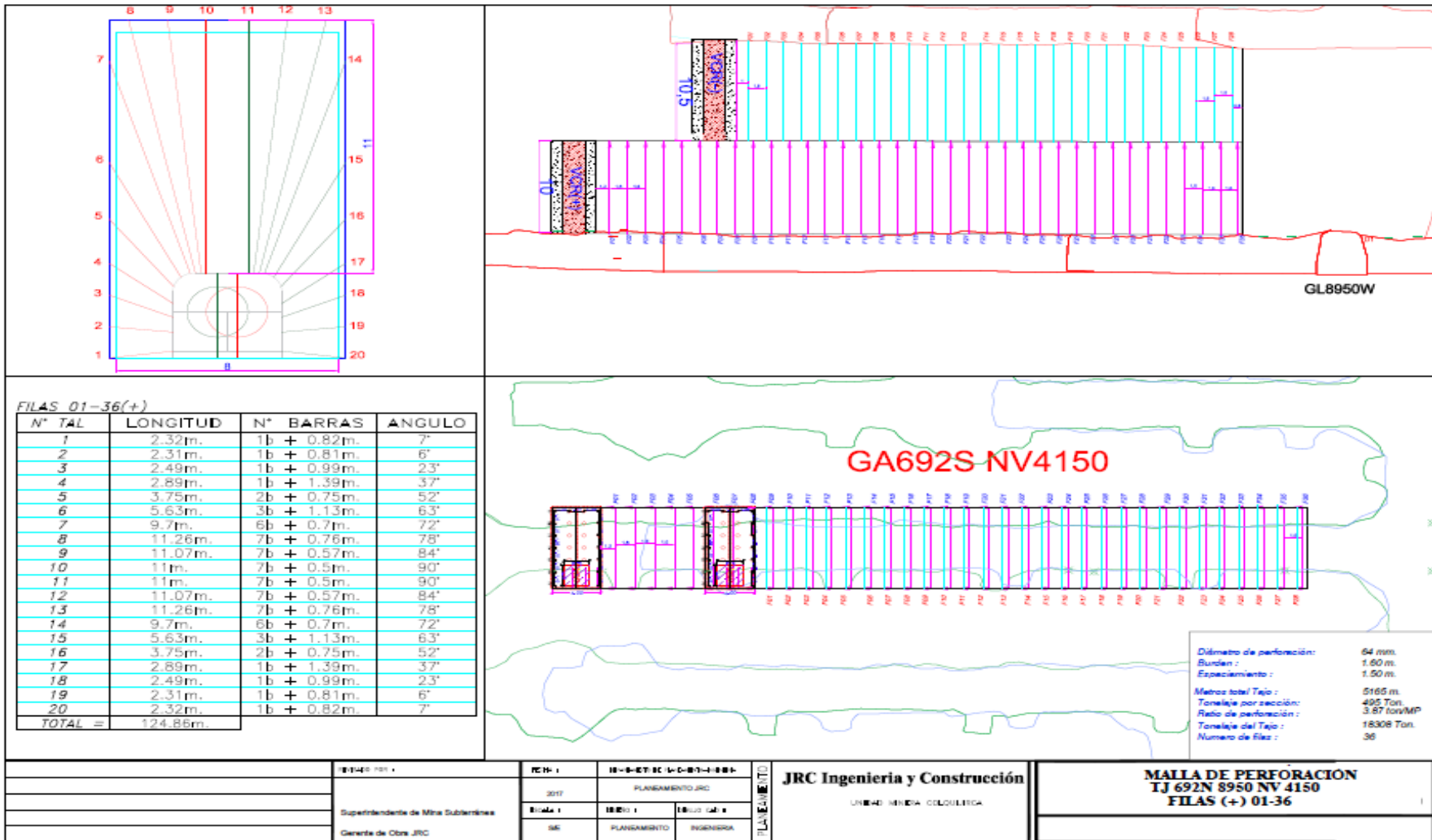
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

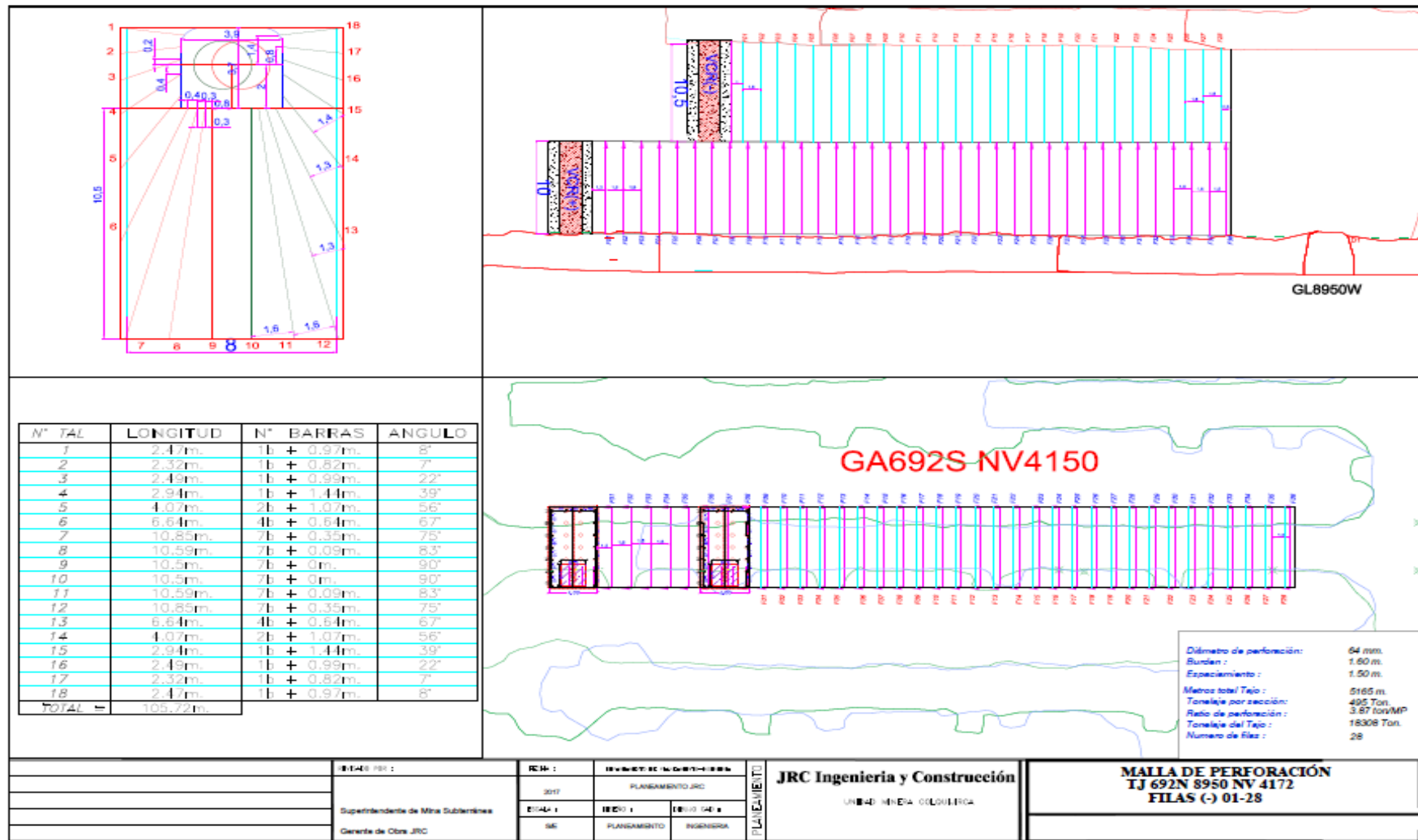
Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sub Level Stoping para incrementar la productividad en mina Marcapunta Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.				
Objetivo	Problema	Hipótesis	Metodología	Variables
<p>Problema general ¿Cuál es el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stoping en la mina subterránea Marcapunta Sur – El Brocal?</p>	<p>Objetivo general Proponer el diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos a implementar para reducir los costos operativos en el método de explotación Sublevel Stoping en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>	<p>Hipótesis general La aplicación de la malla de perforación y voladura de taladros largos en el método Sub Level Stoping, influye significativamente en la reducción de los costos operativos e incrementa de la productividad en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>	<p>Método de investigación Descriptivo.</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Diseño de investigación Experimental, Descriptivo – Correlacional</p> <p>Población: los Blocks mineralizados de la zona Alta, Intermedia y la profundización de la mina Marcapunta Sur – Sociedad Minera El Brocal S.A.A.</p> <p>Muestra: 01 block mineralizado del Nivel 4172 – 4152, Zona alta block 8950. Tajo 692 Nv. 4172 – 4152 (Tajo pasante), Marcapunta Sur – Sociedad Minera El Brocal S.A.A.</p>	<p>Independiente Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sublevel Stoping.</p> <p>Dependiente Productividad.</p>
<p>Problemas específicos ¿Cuál es el esquema y secuencia de perforación de taladros largos a implementar para mejorar la producción y alcanzar el límite de rotura planeado en Marcapunta Sur – El Brocal?</p>	<p>Objetivos específicos Determinar el esquema y secuencia de perforación de taladros largos a implementar para mejorar la producción y alcanzar el límite de rotura planeado en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>	<p>Hipótesis específicas El esquema y secuencia de perforación de taladros largos en el método de Sub Level Stoping permite incrementar la productividad en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>		
<p>¿Cuál es el esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos a implementar para reducir los costos operativos y mejorar la seguridad en el método de explotación Sublevel Stoping en Marcapunta Sur – El Brocal?</p>	<p>Determinar el esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos a implementar para reducir los costos operativos y mejorar la seguridad en el método de explotación Sublevel Stoping en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>	<p>El esquema y secuencia de carguío de explosivos en taladros largos en el método de Sub Level Stoping permite reducir los costos operativos y mejora la seguridad en Marcapunta Sur – El Brocal.</p>		

Anexo 2

Planos de taladros en abanico y paralelo positivo y negativo en Nv. 4152 Block 8950 del tajo 692 S



Taladros en abanico y paralelo positivo en Nv. 4152 Block 8950 del tajo 692 S



Taladros en abanico y paralelo negativos por en Nv. 4172 Block 8950 del Tajo 692 S.

Anexo 3

Especificaciones del Microscopio 100D

MICROSCOOP 100D

INFORMACIÓN TÉCNICA



2 INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 GENERAL

Cangilón estándar.....	0,54 m ³
Carga máxima.....	1000 kg
Peso total.....	3040 a 3300 kg (según opciones)
Motor (estándar).....	DEUTZ F3L 912 W
Potencia.....	33 kW a 2500 rpm
Transmisión.....	Hidrostática de salida variable.
Ejes.....	Delantero y trasero, con reductor.
Freno.....	Multidisco de muelles (liberados hidráulicamente).
Freno de servicio.....	Frenado por transmisión hidrostática.
Freno de estacionamiento y de emergencia.....	Multidisco aplicado por muelle - liberado hidráulicamente.
Freno de emergencia.....	Hidrostático y multidisco aplicado por muelle.
Neumáticos.....	7.50-15 MICHELIN X-mine D2 o 8.25-15 SOLIDEAL
Articulación.....	Dirección ± 36° - Oscilación ± 7°
Batería.....	12 V - 95 A
Faro de desplazamiento.....	4 x 55 W (12 V)
Velocidad de desplazamiento hacia delante, hacia atrás.....	De 0 a 9,5 km/h (de 0 a 5,1 mph)

2.2 LÍQUIDOS

2.2.1 CAPACIDADES

Gasoil.....	30 l
Aceite movimientos hidráulico.....	70 l
Aceite transmisión.....	30 l
Aceite motor.....	8 l
Aceite filtro de aire.....	0,8 l
Aceite eje delantero.....	7 l
Aceite eje trasero.....	7 l
Caja de reenvío.....	0,8 l

2.2.2 CARBURANTE

Debe utilizarse gasoil con un índice de CETANO igual o superior al 48%, y un coeficiente de viscosidad inferior a 9,5 centistoke para una temperatura de 20°C.

Consumo horario y autonomía:

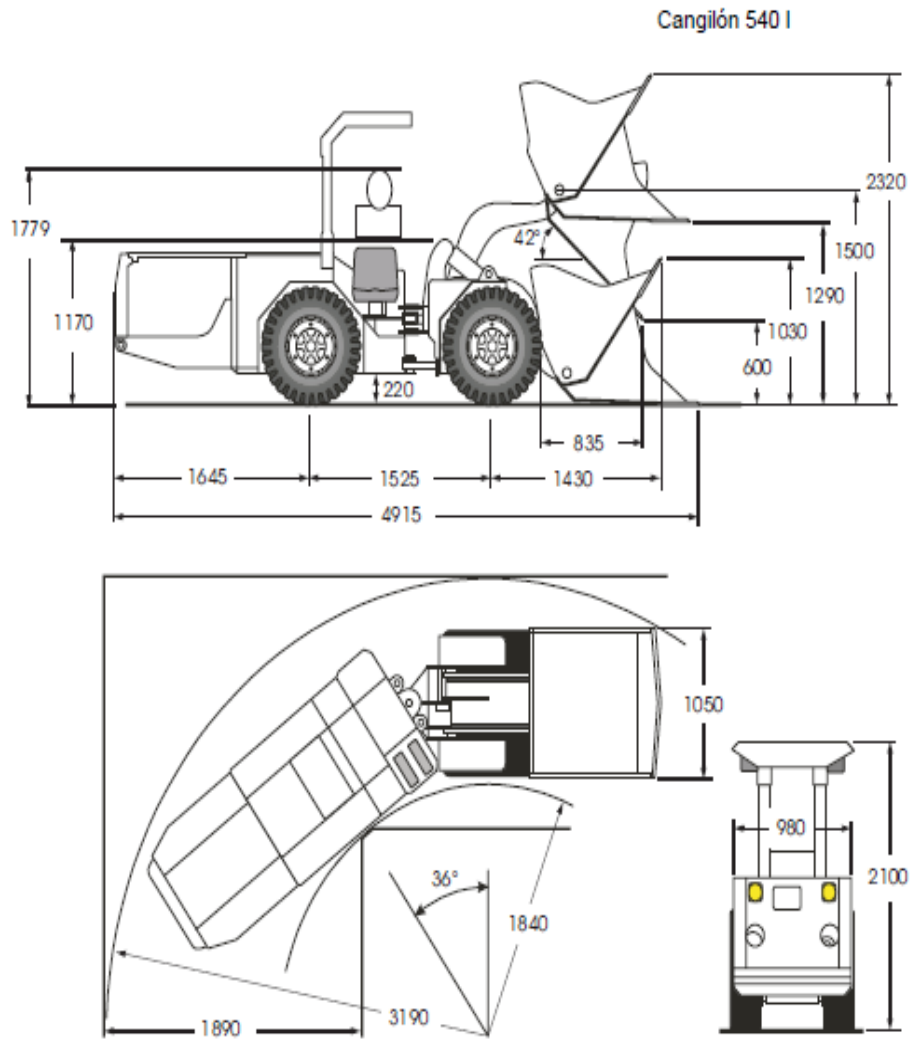
Consumo a régimen máximo:.....	9,7 l
Autonomía.....	6 horas

ATENCIÓN: Debe mantenerse el depósito de gasoil lleno tras su uso para evitar la condensación de agua.



MICROSCOOP 100D INFORMACIÓN TÉCNICA

2.3 DIMENSIONES DE LA MÁQUINA

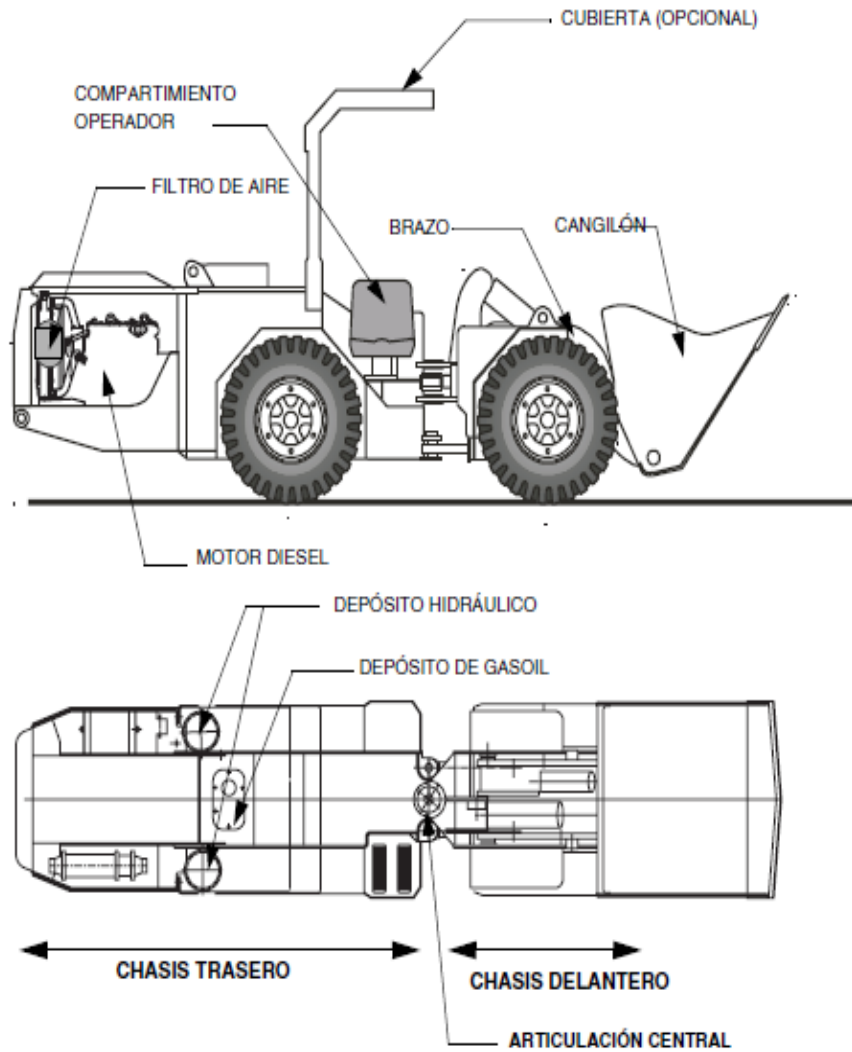


Dimensiones de los neumáticos 7.50-15 MICHELIN X-mine D2 o 8.25-15 SOLIDEAL

MICROSCOOP 100D INFORMACIÓN TÉCNICA



2.4 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA



MICROSCOOP 100D
TABLA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO M100D



13.2 VALORES DE AJUSTE

PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

	REFERENCIA	PRESIÓN DELANTERO S	PRESIÓN TRASEROS
Michelin X Mine D2	6715 3971	3,5 bar	3,5 bar
Solidéal	7701 1476	5 bar	5 bar

PAR DE APRIETE

Tuercas de las ruedas250 Nm

PRESIONES HIDRÁULICAS

Dirección (máx.)140 bar
 Oscilación (máx.)140 bar
 Brazo de elevación (máx.)140 bar
 Cebado desplazamiento (mín.)16 bar
 Alta presión hidrostática (máx.)420 bar

RÉGIMEN DEL MOTOR

Mínimo vacía (ralenti)800 rpm
 Máximo vacía2650 rpm
 Máximo en carga2500 rpm

Anexo 4
Cuestionario de Auditoria

CUESTIONARIO DE AUDITORÍA

1. ¿Qué es la política integrada?

Es un conjunto de compromisos y/o normas que adquiere una organización con respecto a la Seguridad y Salud Ocupacional de sus trabajadores y sobre el cuidado del Medio ambiente.

2. ¿Quién firma la política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente?

EL gerente general.

3. ¿Cuándo se aprobó la política integrada y en que versión se encuentra?

EL 18 de junio del 2018, se encuentra en la versión 05

4. ¿Quién es el coordinador del SGI?

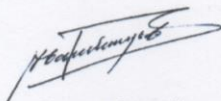
Gregory Vásquez

5. ¿Cuáles son los compromisos de la política?

1. *Proporcionar condiciones de trabajo seguro y saludable para la prevención de lesiones y deterioro de la salud relacionado con el trabajo. Así como tener capacidad de respuesta efectiva ante la ocurrencia de incidentes.*
2. *Resguardar el medio ambiente, previniendo y mitigando la contaminación que se pueda generar producto de nuestras actividades, realizando el uso responsable de los recursos.*
3. *Obedecer los requisitos legales aplicables al giro del negocio y otros requisitos que la organización voluntariamente se suscriba en relación a la seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad; buscando en todo momento la satisfacción de nuestros clientes y las demás partes interesadas.*
4. *Sensibilizar, formar, capacitar y entrenar a nuestros colaboradores, sobre cultura de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, encaminándonos hacia la mejora continua, manteniendo una adecuada comunicación con la autoridad competente, las comunidades del entorno, proveedores y empresas a las que prestamos servicios.*
5. *Asegurar la participación activa y consulta de los colaboradores en todos los elementos del Sistema de Gestión Seguridad y Salud Ocupacional. Asimismo; esta política será difundida y distribuida a todos los colaboradores además estará a disposición de las partes interesadas en forma permanente.*

Lima 18.06.2018

Versión: 05



Gerente General
Hugo Canchanya Gave

6. ¿Quiénes y que distintivo presentan los miembros de la brigada?

El distintivo que usan son fotochecks de color ROJO

Guardia A:

Mayo Eustaquio Lucio

Callalli Alata Albert

García Reyes Dante Leonardo

Trujillo Ponce Lucio

Julca Diaz Johan

Cortegana Quispe Víctor

Guardia B:

Loayza Loayza Tito

Rodríguez Quipus Juan

Julen Bautista Misael

Salinas Aranda Jorge Luis

Santisteban Santamaría Elías

Damián Vega Jhony

7. ¿Cuáles son los riesgos inaceptables y que objetivos y metas se han establecido?

N°	ACTIVIDAD	PELIGROS	RIESGO / CONSECUENCIA	OBJETIVO	EJEMPLO
1	Operativo	Presencia de rocas sueltas	Desprendimiento de rocas / Fatalidad	Evitar la caída de rocas al personal	
2	Operativo	Manipulación de explosivos	Explosión / Fatalidad, lesiones graves	Optimizar la gestión con explosivos	
3	Operativo	Gases tóxicos en interior mina	Exposición a gases tóxicos / Gaseamiento, Fatalidad	Mejorar la ventilación en interior mina	
4	Administrativo / Operativo	Energía eléctrica	Descargas eléctricas / Electrocuación, Fatalidad	Minimizar la posibilidad de lesiones por uso de energía eléctrica	
5	Administrativo / Operativo	Trabajos en altura	Caídas a diferente nivel / Fatalidad	Optimizar la gestión para trabajos en altura.	
6	Operativo	Equipos en movimiento	Atropello / Fatalidad	Optimizar la gestión para operadores de equipos.	

RECOMENDACIÓN: Generalmente el auditor pregunta que acciones realiza el entrevistado por cumplir con estos objetivos

8. ¿Cuáles son los aspectos ambientales significativos y que objetivos y metas se han establecido?

N°	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	OBJETIVO	EJEMPLO
1	Operativo / Administrativo	Consumo de papel	Agotamiento del recurso natural	Minimizar el consumo de papel	
2	Operativo	Posible incendio	Contaminación de aire, suelo y agua.	Plan de contingencia y capacidad de respuesta efectiva	
3	Operativo / Administrativo	Generación de residuos sólidos Peligrosos y No Peligrosos	Contaminación de aire, suelo y agua.	Tener una óptima gestión de residuos.	
4	Operativo	Posible derrame de material peligroso	Contaminación de suelo	Capacidad de respuesta efectiva a posibles derrames	
5	Operativo	Generación de emisiones	Contaminación del aire	Estar por debajo de los Límites Máximos Permisibles.	

RECOMENDACIÓN: Generalmente el auditor pregunta que acciones realiza el entrevistado por cumplir con estos objetivos

Ejemplos:

- Minimizar el consumo de papel: Uso de las 3R (Reducir, reusar y reciclar)
- Plan de contingencia y capacidad de respuesta efectiva: Participar en simulacros, conocer el manejo de extintores
- Tener optima gestión de residuos: Clasificación adecuada de residuos de acuerdo con los colores de los tachos
- Capacidad de respuesta efectiva a posibles derrames: Participar en simulacros, instructivo en caso de emergencia.
- Estar por debajo de los límites máximos permisibles: Realizar monitores de gas, cumplir con el plan de mantenimiento de equipos.

9. ¿Conoce a los representantes de los trabajadores en el comité de seguridad y salud ocupacional? Y que distintivo usan

Representante del empleador titulares:

Walter Vilcapoma

Isolina Berlanga

Rodolfo Pecho

Representante del empleador suplentes:

Paul Zorrilla Ponce

De la Cruz Condori Sonia

Representante de los trabajadores titulares:

Huamani Llacta Crisanto

Soto Baldeón Arturo

Representante de los trabajadores suplentes:

Solórzano Orihuela José

Quispe Torres Rubén

Cabrera Bueno Jesús

El distintivo que usan son fotochecks de color VERDE

10. ¿Con qué frecuencia se reúnen los miembros del comité de SST?

Se reúnen mensual y extraordinariamente en caso de ocurrencia de accidentes.

11. ¿Cuál fue el último simulacro que se realizó en CIS?

Se realizó en el mes de agosto sobre un DERRAME DE ACEITES en inmediaciones el almacén.

12. En caso de emergencias en el que se necesite evacuar la mina, ¿cuál es la forma de comunicar a los trabajadores?

La compañía da aviso mediante GAS FETIDO y en superficie a través de SIRENAS.

Anexo 5

Ficha de verificación de Sistema de Gestión Integral

LISTA DE VERIFICACIÓN				
N°	PREGUNTA	SI	NO	COMENTARIO
4.1 REQUISITOS GENERALES				
1	Está definido y documentado el alcance del SGI			
4.2. POLÍTICA DE SSO Y MEDIOAMBIENTE				
1	La Política es adecuada a la naturaleza, escala e impactos ambientales y peligros significativos			
2	Incluye los compromisos de prevenir la contaminación, prevenir incidentes y cumplir los requisitos legales.			
3	Como se comunica al personal, subcontractistas y visitantes			
4	Está disponible al público			
4.3. PLANIFICACIÓN				
4.3.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES / ASPECTOS AMBIENTALES				
1	Cuenta con un procedimiento aprobado para la identificación de aspectos ambientales y su evaluación.			
2	Sustento de la metodología empleada para la evaluación de aspectos ambientales y puntaje para clasificar como significativo.			
3	Cuenta con un procedimiento aprobado para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos.			
4	Sustento de la metodología empleada para la evaluación de riesgos y puntaje para clasificar como significativo (inaceptable)			
5	Participación del personal en la identificación y evaluación de aspectos ambientales y riesgos.			
6	Capacitación al personal sobre los procedimientos de evaluación de aspectos ambientales y riesgos			
7	Revisar que los mapas de procesos contienen todas las actividades desarrolladas.			

8	Revisar que se han evaluado actividades de emergencia.			
9	Frecuencia de revisión y actualización de las evaluaciones de aspectos ambientales y riesgos.			
10	Identificación de la aplicación de requisito legal a las actividades, aspectos ambientales y peligros identificados.			
4.3.2. REQUISITOS LEGALES Y OTROS REQUISITOS				
1	Tiene un procedimiento para identificar y acceder a los requisitos legales relacionados con las actividades de CIS			
2	Se cuenta con acuerdos o convenios suscritos en temas ambientales y/o de seguridad y salud ocupacional			
3	Se tiene actualizado la lista de requisitos legales. Cada que tiempo se actualiza.			
4	Como se comunican a la organización sobre los cambios o nuevos requisitos legales aplicables.			
4.3.3. OBJETIVOS, METAS Y PROGRAMA				
1	Se cuenta con Objetivos y metas ambientales y de seguridad y salud medibles.			
2	Son todos los objetivos y metas medioambientales consistentes con la política.			
3	Se cuentan con programas de gestión para los objetivos.			
4	Se incluyen en los programas de gestión: las actividades, los responsables, los recursos y el plazo para su realización.			
4.4. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN				
4.4.1. RECURSOS, FUNCIONES, RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD				
1	Están descritas las funciones del Coordinador del SGI			
2	Como se le ha comunicado sus funciones al Coordinador del SGI. Evidencia			
3	Nombramiento del Coordinador del SGI. Evidencia			
4	El personal sabe quién es el Coordinador del SGI. Está disponible al personal su identidad.			

5	Cómo el Coordinador del SGI se asegura del establecimiento, implementación y mantenimiento del SGI.			
6	Informa el Coordinador del SGI con regularidad acerca del funcionamiento del SGI a la Gerencia			
4.4.2. COMPETENCIA, FORMACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA				
1	Está definido las competencias del Coordinador del SGI (educación, formación, experiencia) y los cumple.			
2	Hay algún programa de formación para el Coordinador del SGI			
3	Se concientiza al personal sobre los aspectos ambientales y riesgos significativos.			
4	Hay un programa de sensibilización/concientización al personal sobre el SGI.			
5	Se tiene identificado los puestos de trabajo que están asociados con algún aspecto ambiental y/o riesgo significativo.			
4.4.3. COMUNICACIÓN, PARTICIPACIÓN Y CONSULTA				
1	Existe un procedimiento escrito para las comunicaciones internas y externas			
2	Si hay comunicaciones internas o externas, se han atendido.			
3	Se ha comunicado a todo el personal (propio y subcontratistas) la Política, Aspectos ambientales y riesgos significativos, programas de gestión, la identidad del Coordinador del SGI,			
4	Han participado los trabajadores en la identificación de aspectos ambientales y peligros.			
5	Han participado los subcontratistas en la identificación de aspectos ambientales y peligros.			
6	Participan los trabajadores en la investigación de accidentes.			
7	Tienen los trabajadores a quien(es) lo representen en el Comité de Seguridad.			
8	Como se da a conocer al personal (incluyendo a los nuevos) quienes son sus representantes,			

9	Participan los representantes de los trabajadores en algunas revisiones del SGI			
10	Se tiene documentado la decisión de comunicar o no al público, los aspectos ambientales significativos.			
11	Como se comunica la política y riesgos significativos a las visitas.			
4.4.4. DOCUMENTACIÓN				
1	El Manual del SGI esta actualizado y describe las partes del SGI según las normas ISO 14001 y OHSAS 18001			
2	Se indica los procedimientos o documentos asociados a cada elemento del SGI.			
4.4.5. CONTROL DE DOCUMENTOS				
1	Existe un procedimiento escrito para el control de los documentos del SGI			
2	Como y quien (es) revisan y aprueban los documentos.			
2	Como se identifican los cambios en los documentos, se indican las versiones, se distribuye el documento, se controla el documento obsoleto.			
4	Se tiene actualizado la Lista Maestra de Documentos del SGI			
5	Se tiene actualizado la Lista Maestra de Documentos Externos			
6	Como se actualizan y distribuyen los documentos externos.			
4.4.6. CONTROL OPERACIONAL				
1	Identificación de aspectos ambientales y peligros en oficina Lima.			
2	Controles para los aspectos ambientales y riesgos significativos en oficina Lima			
	Controles para los aspectos ambientales y riesgos significativos en U.O. Bateas, según evaluaciones.			
4.4.4. PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS				
1	Emergencias identificadas en Oficina Lima			

2	Existen procedimientos escritos para la preparación y respuesta a las emergencias identificadas.			
3	Se han hecho simulacros. Se tiene informes.			
4	Después de un simulacro o emergencia se han revisado los procedimientos.			
6	El personal de brigada está capacitado, tiene descritas sus funciones, se ha comunicado sus funciones.			
4.5 VERIFICACIÓN				
4.5.1. SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO				
1	El procedimiento escrito esta actualizado.			
2	Se registran todas las mediciones y se comparan con ls objetivos y metas, procedimientos o ITW, tanto de oficina Lima.			
3	Se calibran os equipos de medición empleados			
4.5.2 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO LEGAL				
1	El procedimiento para evaluar el cumplimiento legal esta actualizado.			
2	Se ha evaluado todos los requisitos legales aplicables.			
4.5.3 INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES, NO CONFORMIDAD, ACCIÓN CORRECTIVA Y ACCIÓN PREVENTIVA				
1	El procedimiento para investigar los incidentes, no conformidades, acciones correctivas y preventivas, esta actualizado			
2	Se han investigado correctamente los incidentes y no conformidades habidos, indicando las causas.			
3	Se toman las medidas correctivas y/o preventivas para los incidentes y no conformidad habidos.			
4	Se evalúa el riesgo de las medidas a implementar			
5	Existe un seguimiento del estado de implementación de las acciones correctivas y preventivas.			
6	Se verifica la eficacia de las acciones correctivas y preventivas.			

7	Se tiene estadísticas de incidentes, accidentes y/o no conformidades			
4.5.4. CONTROL DE LOS REGISTROS				
1	El procedimiento para el control de registros esa actualizado			
2	Todos los registros empleados para el SGI están en el listado de documentos.			
3	Se tiene identificado para cada registro: identificación, archivo, protección, recuperación, tiempo de retención y disposición final.			
4.5.5. AUDITORÍA INTERNA				
1	El procedimiento para auditoría interna del SGI esta actualizado.			
2	El procedimiento indica la actividad para planificar y realizar la auditoria, informar los resultados, la selección de los auditores y sus responsabilidades,			
3	Existe un programa de auditoria que contempla todas las áreas y actividades			
4	El Plan de auditoria abarca todas las áreas y requisitos de las normas ISO 14001 e ISO 45001.			
5	Demostrar la competencia de los auditores internos.			

Anexo 6

Productividad de los equipos LHD

DESARROLLO EN LA PRACTICA

ACARREO DE MINERAL DEL TJ 1633 A LA CM 1631

Equipo		SCOOP 155							
N° Viaje	Tiempo de carguio de material (Seg)	Tiempo de ida con carga (Seg)	Tiempo de descarga y maniobras (Seg)	tiempo de regreso sin carga (Seg)	ciclo (seg)	Distancia (m)	Observación	velocidad con carga (m/s)	velocidad sin carga (m/s)
1	28	235.00	20	175.00	458	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.36	1.83
2	30	230.00	25	170.00	455	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.39	1.88
3	32	235.00	22	165.00	454	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.36	1.94
4	35	230.00	24	170.00	459	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.39	1.88
5	35	240.00	19	175.00	469	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.33	1.83
6	40	230.00	24	180.00	474	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.39	1.78
7	38	235.00	23	170.00	466	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.36	1.88
8	33	225.00	21	180.00	459	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.42	1.78
9	35	225.00	18	165.00	443	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.42	1.94
10	31	240.00	22	175.00	468	320	desde el tj 1633 hacia CM 1631	1.33	1.83
Promedio (Seg)	33.7	232.50	21.80	172.50	460.50			1.38	1.86
PROM (Min)	0.56	3.88	0.36	2.88	7.68		Velocidad en km/hr	4.96	6.68

Capacidad nominal de cuchara = 4 yd³ yd³ = 0.7645 m³
factor de llenado = 0.85
Densidad de mineral = 2.8 Tn/m³
Esponjamiento = 30%
Promedio de ciclo de acarreo = 7.68 min

Capacidad efectiva de cuchara = capacidad nominal de cuchara x factor de llenado
 $4 \times 0.7645 \times 0.85$
2.6 m³

$$\text{TONELDAS MOVIDAS/ VIAJE} = \frac{\text{capacidad efectiva de cuchara} \times \text{densidad de material}}{1 + \text{esponjamiento}}$$
$$\frac{2.6 \times 2.8}{1 + 0.3}$$

5.6 ton/viaje

$$\text{N}^\circ \text{ de viajes / hora} = \text{n}^\circ \text{ de min por hora} / \text{ciclo de acarreo} = 60 / 7.68$$
$$= 7.81 \text{ viajes / hora}$$

$$\text{Eficiencia horaria} = (\text{toneladas movidas/viaje}) \times (\text{N}^\circ \text{ de viajes / hora})$$
$$= 5.6 \times 7.81 = 43.74 \text{ tn / hr}$$

ACARREO DE MINERAL DEL TJ 1620 A LA CM 1631

Equipo	SCOOP 155	4Yd							
N° Viaje	Tiempo de carguio de material (Seg)	Tiempo de ida con carga (Seg)	Tiempo de descarga y maniobras (Seg)	tiempo de regreso sin carga (Seg)	ciclo (Seg)	Distancia (m)	Observación	velocidad con carga (m/s)	velocidad sin carga (m/s)
1	50	420.00	20	305.00	795	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.14	1.57
2	40	410.00	22	315.00	787	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.17	1.52
3	55	425.00	25	300.00	805	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.13	1.60
4	45	430.00	20	310.00	805	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.12	1.55
5	60	415.00	25	315.00	815	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.16	1.52
6	55	410.00	26	300.00	791	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.17	1.60
7	50	440.00	25	315.00	830	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.09	1.52
8	55	405.00	28	320.00	808	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.19	1.50
9	60	410.00	24	315.00	809	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.17	1.52
10	55	400.00	20	305.00	780	480	desde el tj 1620 hacia CM 1631	1.20	1.57
promedio (Seg)	52.5	416.50	23.50	310.00	802.50			1.15	1.55
PROM (Min)	0.88	6.94	0.39	5.17	13.38		Velocidad en km/hr	4.15	5.58

Capacidad nominal de cuchara = 4 yd³ yd³ = 0.7645 m³

factor de llenado = 0.85

Densidad de mineral = 2.8 Tn/m³

Esponjamiento = 30%

Promedio de ciclo de acarreo = 7.68 min

Capacidad efectiva de cuchara = capacidad nominal de cuchara x factor de llenado

$$4 \times 0.7645 \times 0.85$$

$$2.6 \text{ m}^3$$

$$\text{TONELDAS MOVIDAS/ VIAJE} = \frac{\text{capacidad efectiva de cuchara} \times \text{densidad de material}}{1 + \text{esponjamiento}}$$

$$\frac{2.6 \times 2.8}{1 + 0.3}$$

$$5.6 \text{ ton/viaje}$$

$$5.6 \text{ ton/viaje}$$

N° de viajes / hora = n° de min por hora / ciclo de acarreo = 60 / 7.68

$$= 7.81 \text{ viajes / hora}$$

Eficiencia horaria = (toneladas movidas/viaje) x (N° de viajes / hora)

$$= 5.6 \times 7.81 = 43.74 \text{ tn /hr}$$

TRASLADO DE DESMONTE DE CM 1586 A LA CM 1631

Equipo	Scoop 138	4yd							
N° Viaje	Tiempo de carguio de material (Seg)	Tiempo de ida con carga (Seg)	Tiempo de descarga y maniobras (Seg)	tiempo de regreso sin carga (Seg)	cido (Seg)	Distancia (m)	Observación	velocidad con carga (km/hr)	velocidad sin carga (km/hr)
1	30	120.00	25	100.00	275	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.67	2.00
2	30	125.00	30	105.00	290	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.60	1.90
3	25	120.00	25	95.00	265	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.67	2.11
4	30	120.00	28	105.00	283	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.67	1.90
5	40	125.00	30	100.00	295	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.60	2.00
6	40	120.00	25	98.00	283	200	desde CM 1586 a CM 1631	1.67	2.04
promedio (Seg)	32.50	121.67	27.17	100.00	281.83			1.64	1.99
PROM (Min)	0.54	2.03	0.45	1.67	4.70		Velocidad en km/hr	5.92	7.17

RELLENO DEL TAJO 1850 DESDE CX 1614

Equipo	Scoop 138	4yd							
N° Viaje	Tiempo de carguio de material (Seg)	Tiempo de ida con carga (Seg)	Tiempo de descarga y maniobras (Seg)	tiempo de regreso sin carga (Seg)	ciclo (Seg)	Distancia (m)	Observación	velocidad con carga (km/hr)	velocidad sin carga (km/hr)
1	40	100.00	30	90.00	260	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.40	1.56
2	35	105.00	30	85.00	255	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.33	1.65
3	30	100.00	25	85.00	240	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.40	1.65
4	33	102.00	28	90.00	253	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.37	1.56
5	40	105.00	30	90.00	265	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.33	1.56
6	35	105.00	30	88.00	258	140	desde Cx 1614 a Tj 1850	1.33	1.59
promedio (Seg)	35.50	102.83	28.83	85.00	255.17			1.36	1.59
PROM (Min)	0.59	1.71	0.48	1.42	4.25		Velocidad en km/hr	4.90	5.73

