

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“PROPUESTA DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL CRUCERO NW 4 Y EL TAJO 8000 PARA REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINA SUBTERRÁNEA EN LA LIBERTAD”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Bch. Diego André Rodríguez Alvarez

Bch. Edgar Edinson Rojas Mendoza

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Alvarez León

Cajamarca - Perú

2019



## **DEDICATORIA**

A Dios, porque sin él no hubiera sido posible este proyecto de investigación. A nuestros padres, por habernos apoyado en el transcurso de nuestra carrera profesional. A nuestros maestros, quienes nos guiaron a forjar nuestros conocimientos.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestros padres y a nuestros maestros de la Universidad que hicieron reafirmar nuestra vocación, que con el día a día nos enseñaron de sus experiencias y al asesor de tesis por su apoyo y paciencia.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.4. Hipótesis .....	16
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
2.1. Tipo de investigación .....	17
2.2. Población y muestra .....	17
2.3. Procedimiento .....	22
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción del frente N°1 Tajo 8000 NV 1837 2.5 m x 2.5 m Cantidad de taladros.....	18
Tabla 2: Descripción del frente N°1 Tajo 8000 NV 1837 2.5 m x 2.5 m Cantidad de explosivos ....	19
Tabla 3: Descripción del frente N°2 Crucero NW4 NV 1800 3 m x 3 m Cantidad de taladros.....	19
Tabla 4: Descripción del frente N°2 Crucero NW4 NV 1800 3 m x 3 m Cantidad de explosivos ....	20
Tabla 5: Descripción del Tajo 8000 .....	23
Tabla 6: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	24
Tabla 7: Avance en el Tajo 8000 .....	24
Tabla 8: Descripción del Tajo 8000 .....	25
Tabla 9: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	25
Tabla 10: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	26
Tabla 11: Avance en el Tajo 8000 .....	26
Tabla 12: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	26
Tabla 13: Descripción del Tajo 8000 .....	26
Tabla 14: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	27
Tabla 15: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	27
Tabla 16: Avance en el Tajo 8000 .....	27
Tabla 17: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	27
Tabla 18: Descripción del Tajo 8000 .....	28
Tabla 19: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	28
Tabla 20: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	29
Tabla 21: Avance en el Tajo 8000 .....	29
Tabla 22: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	29
Tabla 23: Descripción del Tajo 8000 .....	29
Tabla 24: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	30
Tabla 25: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	30
Tabla 26: Avance en el Tajo 8000 .....	30
Tabla 27: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	30
Tabla 28: Descripción del Tajo 8000 .....	31
Tabla 29: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	31
Tabla 30: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	31
Tabla 31: Avance en el Tajo 8000 .....	32
Tabla 32: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	32
Tabla 33: Descripción del Tajo 8000 .....	32
Tabla 34: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	33
Tabla 35: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	33
Tabla 36: Avance en el Tajo 8000 .....	33
Tabla 37: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	33
Tabla 38: Descripción del Tajo 8000 .....	34
Tabla 39: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	34
Tabla 40: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	34
Tabla 41: Avance en el Tajo 8000 .....	35
Tabla 42: Volumen de material removido del Tajo 8000 .....	35
Tabla 43: Descripción del Tajo 8000 .....	35
Tabla 44: N° Total de taladros del Tajo 8000 .....	36
Tabla 45: Tiempo de perforación del Tajo 8000 .....	36
Tabla 46: Avance en el Tajo 8000 .....	36

Tabla 47: <i>Volumen de material removido del Tajo 8000</i> .....	36
Tabla 48: <i>Descripción del Tajo 8000</i> .....	37
Tabla 49: <i>N° Total de taladros del Tajo 8000</i> .....	37
Tabla 50: <i>Tiempo de perforación del Tajo 8000</i> .....	37
Tabla 51: <i>Avance en el Tajo 8000</i> .....	38
Tabla 52: <i>Volumen de material removido del Tajo 8000</i> .....	38
Tabla 53: <i>Descripción del Tajo 8000</i> .....	38
Tabla 54: <i>N° Total de taladros del Tajo 8000</i> .....	39
Tabla 55: <i>Tiempo de perforación del Tajo 8000</i> .....	39
Tabla 56: <i>Avance en el Tajo 8000</i> .....	39
Tabla 57: <i>Volumen de material removido del Tajo 8000</i> .....	39
Tabla 58: <i>Descripción del Tajo 8000</i> .....	40
Tabla 59: <i>N° Total de taladros promedio del Tajo 8000</i> .....	40
Tabla 60: <i>Tiempo de perforación promedio del Tajo 8000</i> .....	40
Tabla 61: <i>Avance promedio en el Tajo 8000</i> .....	41
Tabla 62: <i>Volumen promedio de material removido del Tajo 8000</i> .....	41
Tabla 63: <i>Descripción del Tajo 8000</i> .....	42
Tabla 64: <i>N° Total de taladros del Tajo 8000</i> .....	42
Tabla 65: <i>Tiempo de perforación del Tajo 8000</i> .....	43
Tabla 66: <i>Avance en el Tajo 8000</i> .....	43
Tabla 67: <i>Volumen de material removido del Tajo 8000</i> .....	43
Tabla 68: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	50
Tabla 69: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	50
Tabla 70: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	51
Tabla 71: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	51
Tabla 72: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	51
Tabla 73: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	51
Tabla 74: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	52
Tabla 75: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	52
Tabla 76: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	52
Tabla 77: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	52
Tabla 78: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	53
Tabla 79: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	53
Tabla 80: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	53
Tabla 81: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	54
Tabla 82: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	54
Tabla 83: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	54
Tabla 84: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	55
Tabla 85: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	55
Tabla 86: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	55
Tabla 87: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	55
Tabla 88: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	56
Tabla 89: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	56
Tabla 90: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	56
Tabla 91: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	57
Tabla 92: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	57
Tabla 93: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	57
Tabla 94: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	58

Tabla 95: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	58
Tabla 96: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	58
Tabla 97: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	58
Tabla 98: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	59
Tabla 99: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	59
Tabla 100: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	60
Tabla 101: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	60
Tabla 102: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	60
Tabla 103: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	60
Tabla 104: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	61
Tabla 105: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	61
Tabla 106: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	61
Tabla 107: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	61
Tabla 108: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	62
Tabla 109: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	62
Tabla 110: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	62
Tabla 111: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	63
Tabla 112: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	63
Tabla 113: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	63
Tabla 114: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	64
Tabla 115: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	64
Tabla 116: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	64
Tabla 117: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	64
Tabla 118: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	65
Tabla 119: <i>N° Total de taladros promedio del Crucero NW4</i> .....	65
Tabla 120: <i>Tiempo de perforación promedio del Crucero NW4</i> .....	65
Tabla 121: <i>Avance promedio en el Crucero NW4</i> .....	66
Tabla 122: <i>Volumen promedio de material removido del Crucero NW4</i> .....	66
Tabla 123: <i>Descripción del Crucero NW4</i> .....	67
Tabla 124: <i>N° Total de taladros del Crucero NW4</i> .....	67
Tabla 125: <i>Tiempo de perforación del Crucero NW4</i> .....	68
Tabla 126: <i>Avance en el Crucero NW4</i> .....	68
Tabla 127: <i>Volumen de material removido del Crucero NW4</i> .....	68
Tabla 128: <i>Costos mano de obra del Tajo 8000</i> .....	79
Tabla 129: <i>Costos de materiales del Tajo 8000</i> .....	79
Tabla 130: <i>Costos de herramientas del Tajo 8000</i> .....	80
Tabla 131: <i>Costos de perforación del Tajo 8000</i> .....	80
Tabla 132: <i>Costos de voladura del Tajo 8000</i> .....	81
Tabla 133: <i>Costos de perforación y voladura por día del Tajo 8000 sin malla</i> .....	81
Tabla 134: <i>Costos mano de obra del Tajo 8000</i> .....	82
Tabla 135: <i>Costos de materiales del Tajo 8000</i> .....	82
Tabla 136: <i>Costos de herramientas del Tajo 8000</i> .....	83
Tabla 137: <i>Costos de perforación del Tajo 8000</i> .....	83
Tabla 138: <i>Costos de voladura del Tajo 8000</i> .....	84
Tabla 139: <i>Costos de perforación y voladura por día del Tajo 8000 con malla</i> .....	84
Tabla 140: <i>Ahorro de costo día en el Tajo 8000</i> .....	84
Tabla 141: <i>Costos mano de obra del Crucero NW4</i> .....	87
Tabla 142: <i>Costos de materiales del Crucero NW4</i> .....	87

Tabla 143: <i>Costos de herramientas del Crucero NW4</i> .....	88
Tabla 144: <i>Costos de perforación del Crucero NW4</i> .....	88
Tabla 145: <i>Costos de voladura del Crucero NW4</i> .....	89
Tabla 146: <i>Costos de perforación y voladura por día del Crucero NW4 sin malla</i> .....	89
Tabla 147: <i>Costos mano de obra del Crucero NW4</i> .....	90
Tabla 148: <i>Costos de materiales del Crucero NW4</i> .....	90
Tabla 149: <i>Costos de herramientas del Crucero NW4</i> .....	91
Tabla 150: <i>Costos de perforación del Crucero NW4</i> .....	91
Tabla 151: <i>Costos de voladura del Crucero NW4</i> .....	92
Tabla 152: <i>Costos de perforación y voladura por día del Crucero NW4 con malla</i> .....	92
Tabla 153: <i>Ahorro de costo día en el Crucero NW4</i> .....	92
Tabla 154: <i>Distribución de los burden</i> .....	105
Tabla 155: <i>Distribución de los burden</i> .....	109

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Cantidad de taladros perforados</i> .....	44
<i>Gráfico 2: Cantidad de taladros cargados</i> .....	45
<i>Gráfico 3: Tiempos de perforación</i> .....	46
<i>Gráfico 4: Cantidad de explosivos utilizado</i> .....	47
<i>Gráfico 5: Avance</i> .....	48
<i>Gráfico 6: Volumen total</i> .....	49
<i>Gráfico 7: Cantidad de taladros perforados</i> .....	69
<i>Gráfico 8: Cantidad de taladros cargados</i> .....	70
<i>Gráfico 9: Tiempos de perforación</i> .....	71
<i>Gráfico 10: Cantidad de explosivos utilizados</i> .....	72
<i>Gráfico 11: Avance</i> .....	73
<i>Gráfico 12: Volumen total</i> .....	74
<i>Gráfico 13: Costo de perforación y voladura por día</i> .....	85
<i>Gráfico 14: Porcentaje de optimización</i> .....	86
<i>Gráfico 15: Costo de perforación y voladura por día</i> .....	93
<i>Gráfico 16: Porcentaje de optimización</i> .....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: <i>Número de taladros</i> .....	101
Ecuación 2: <i>Longitud de carga por taladro</i> .....	102
Ecuación 3: <i>Cantidad de cartuchos por taladro</i> .....	102
Ecuación 4: <i>Volumen</i> .....	103
Ecuación 5: <i>Tonelaje</i> .....	103
Ecuación 6: <i>Cantidad de carga</i> .....	103
Ecuación 7: <i>Carga promedio por taladro</i> .....	104
Ecuación 8: <i>Diámetro equivalente a un solo barreno vacío</i> .....	104
Ecuación 1: <i>Número de taladros</i> .....	106
Ecuación 2: <i>Longitud de carga por taladro</i> .....	107
Ecuación 3: <i>Cantidad de cartuchos por taladro</i> .....	107
Ecuación 4: <i>Volumen</i> .....	107
Ecuación 5: <i>Tonelaje</i> .....	108
Ecuación 6: <i>Cantidad de carga</i> .....	108
Ecuación 7: <i>Carga promedio por taladro</i> .....	108
Ecuación 8: <i>Diámetro equivalente a un solo barreno vacío</i> .....	109

## RESUMEN

En la presente tesis se realiza la optimización de estándares en las operaciones de perforación y voladura en el Crucero NW 4 nivel 1800 y en el Tajo 8000 nivel 1837 en una empresa minera subterránea de la Libertad, con los objetivos de realizar un análisis técnico comparativo de los K'pis con el método vigente y el método de diseño de malla propuesto, diseñar la malla de perforación y voladura bajo los estándares aplicados en la minería subterránea, y determinar la optimización de costos operativos en el Crucero NW 4 nivel 1800 y en el Tajo 8000 nivel 1837

El área de trabajo se encuentra ubicada en el flanco nororiental de la Cordillera de los Andes, emplazada en el Batolito de Pataz, en el margen derecho del Río Marañón. Para ello, se estudiaron y determinaron los factores que intervienen para el diseño de la malla de perforación y voladura de los frentes.

Se analizaron 2 frentes de trabajo; el tajo 8000 nivel 1837 desde el día 8 al 17 de Febrero del 2017 y el crucero NW 4 nivel 1800 desde el día 22 al 31 de Marzo del 2017.

Los resultados muestran que en el Tajo 8000 NV 1837, con el método empírico se tiene un costo de 392.59 dólares americanos/día, mientras que con el método propuesto tenemos un costo de 351.68 dólares americanos/día; obteniéndose una reducción de 40.9 dólares americanos/día. En el Crucero NW4 NV 1800, con el método empírico se tiene un costo de 404.03 dólares americanos/día, mientras que con el método propuesto tenemos un costo de 362.26 dólares americanos/día; obteniéndose una reducción de 41.77 dólares americanos/día. Se concluye de esta manera que se logró optimizar los costos operativos en los 2 frentes en una empresa minera subterránea de La Libertad.

**Palabras clave:** Optimización, Estándares, Perforación, Voladura, Crucero, Tajo, K'pis, Malla, Frente.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el Perú muchos de los yacimientos minerales metálicos y no metálicos, se encuentran siendo explotadas por empresas que emplean la minería subterránea, cada una de estas explotaciones tienen un periodo en el que se extrae el mineral de manera que sea económicamente rentable. Esta extracción se realiza mediante distintos métodos de explotación subterránea, utilizando el producto final para el sector industrial.

La empresa minera subterránea en estudio, está ubicada en el distrito y provincia de Pataz, La Libertad; se extrae minerales de yacimientos polimetálicos, esta empresa utiliza el método de explotación Long Wall (Corte y relleno ascendente), sin embargo la aplicación de este método de extracción no tiene un debido control en la perforación y voladura en los frentes de trabajo, por la falta de aplicación de una malla de voladura, el cual genera un aumento en los tiempos de producción, en la perforación, uso innecesario de explosivos y accesorios de voladura, generando un aumento de costos para la empresa. (De la Cruz. 2014).

Dentro de la operación se busca la mejora continua, por tal razón se necesita reducir costos y aumentar el volumen de material volado. Con respecto a la actividad de perforación se tiene como indicador un mayor número de taladros perforados ya que no están basados en una malla de perforación sino que se realiza en base al conocimiento y experiencia del maestro perforista, el cual también genera mayor uso

de explosivo y de material utilizado en la voladura, por lo cual se planea reducir el número de taladros y explosivos diseñando una malla de voladura y estandarizando al uso de un solo explosivo como una solución para optimizar los costos en cada frente de trabajo.

El área de planeamiento mina diseña un malla de perforación y voladura el cual es entregado al maestro perforista, y esta persona no toma en cuenta esta configuración y lo realiza con una malla de acuerdo a su criterio y experiencia; es por esto que la presente investigación tiene como propósito desarrollar el mejoramiento de la malla de perforación y voladura en las labores de avance del Crucero NW4 NV 1800 y Tajo 8000 NV 1837.

En una investigación se evalúa el mejoramiento de la malla de perforación y voladura en labores de avance la Unidad Parcoy de la Cia. Consorcio Minero Horizonte S.A, incidiendo en el diseño de la malla de perforación y voladura aplicando el método de Holmberg, que consiste en calcular el burden y espaciamiento de los taladros basándose en las clasificaciones geomecánicas de la roca como el RQD, RMR o GSI que ha permitido optimizar y mejorar la eficiencia de la malla de perforación y voladura. (Carrasco, P. 20015).

El diseño de malla de perforación y voladura es uno de los procesos de mayor relevancia para acondicionar al tipo de roca sea mineral o estéril que se va volar, para la reducción de costos en perforación y voladura en las operaciones del frente de la

Galería Progreso de la mina Cavilquis se pretende demostrar una correcta selección del diseño de perforación y distribución de explosivos. (Chipana, R. 2015).

En una investigación sobre perforación y voladura subterránea, se concluye que el número de taladros de 60 (antes de optimizar) se redujo a 48 (en la etapa final optimizado) y taladros cargados de 56 a 44 respectivamente. En consecuencia el consumo de explosivos también bajo de 132,72 a 103,70 kg /disparo. (Carreón, Q. 2001).

Un seguimiento y control operativo de la perforación y voladura debe abarcar el control del diseño de la malla de perforación según el tipo de roca y cumplimiento del mismo, control del modo de perforación (paralelismo en la perforación de todo el barreno) y de la adecuada demarcación o delineado de la malla de perforación (puntos de perforación al espaciamiento y burden establecidos en la malla de perforación), control y verificación de un adecuado secuenciamiento de los retardos (tiempo de retardos en los faneles) con respecto a la cara libre en la malla de voladura, además el control de la distribución de la carga explosiva en mina permitirá eliminar el exceso de explosivos y accesorios despachados y asegurar toda devolución de remanente. (Jáuregui, O. 2009). Con el nuevo diseño de malla de perforación se ha reducido el número de taladros, de 41 taladros a 36 taladros, siendo la profundidad del taladro de 1,45 metros y en la voladura se ha reducido el consumo de explosivo de 18 kg /disparo a 14 15 kg /disparo. Con respecto al costo de explosivos se reduce de 57,89 \$ /disparo a 50,1 \$ /disparo. (Cháhuares, F. 2012).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se optimizarían los costos si se aplicara una nueva malla de perforación y voladura en el Crucero NW 4 nivel 1800 y Tajo 8000 nivel 1837, de una empresa minera subterránea de la Libertad?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Optimizar los estándares de perforación y voladura aplicados en cada frente de trabajo, para la reducción de costos operativos en una empresa minera subterránea de la Libertad.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un análisis técnico comparativo de los K'pis con el método vigente y el método de diseño de malla propuesto.
- Diseñar la malla de perforación y voladura bajo los estándares aplicados en la minería subterránea.
- Determinar la optimización de costos operativos en el Crucero NW 4 nivel 1800 y en el Tajo 8000 nivel 1837.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Al utilizar un nuevo diseño de malla de voladura con un solo tipo de explosivo, se logrará optimizar los estándares de perforación y voladura aplicados en cada frente de trabajo, para la reducción de costos operativos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es del tipo aplicada, no experimental con diseño descriptivo, transversal.

Es aplicada porque se considera los estudios con teorías científicas previamente validadas. Es No experimental Descriptivo – Transversal, porque se va a detallar la propuesta del nuevo diseño de malla con los datos de perforación y voladura en el Tajo 8000 NV 1837 desde 08 al 17 de Febrero del 2017 y del Crucero NW4 NV 1800 desde el 22 al 31 de Marzo del 2017.

#### **Análisis de datos**

Los datos reales fueron obtenidos en campo y estos se tabularon para una mejor interpretación, realizando los cálculos para elaborar el diseño que se está proponiendo, y luego de esto se elaboraron tablas, gráficos de barras y planos; para un mejor entendimiento, dando patrones de color según corresponde a la empresa (azul), método empírico (rojo) y desarrollado en gabinete (verde).

### 2.2. Población y muestra

#### **Población**

Los diseños de malla de perforación y voladura en los 12 frentes, utilizados por la empresa minera subterránea en La Libertad utilizados hasta la fecha.

## Muestra

El diseño de malla de perforación y voladura del Tajo 8000 NV 1837 y el Crucero NW4 NV 1800.

Se analizó 2 frentes de trabajo durante 10 días cada uno, entre los meses de Febrero y Marzo.

Tabla 1: Descripción del frente N°1 Tajo 8000 NV 1837 2.5 m x 2.5 m Cantidad de taladros

ID	FECHA	TAJO	NIVEL	TIPO DE ROCA	CANTIDAD DE TALADROS			
					EMPÍRICO (CONOCIMIENTO DEL MAESTRO PERFORISTA)		MALLA DE VOLADURA PROPUESTA	
					PERFORADOS	CARGADOS	PERFORADOS	CARGADOS
1	08/02/2017	8000	1837	Media	41	40	29	26
2	09/02/2017	8000	1837	Media	40	39	29	26
3	10/02/2017	8000	1837	Media	44	43	29	26
4	11/02/2017	8000	1837	Media	44	43	29	26
5	12/02/2017	8000	1837	Media	46	45	29	26
6	13/02/2017	8000	1837	Media	39	38	29	26
7	14/02/2017	8000	1837	Media	41	40	29	26
8	15/02/2017	8000	1837	Media	42	41	29	26
9	16/02/2017	8000	1837	Media	42	41	29	26
10	17/02/2017	8000	1837	Media	39	38	29	26

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 2: Descripción del frente N°1 Tajo 8000 NV 1837 2.5 m x 2.5 m Cantidad de explosivos

ID	FECHA	TAJO	NIVEL	TIPO DE ROCA	CANTIDAD DE EXPLOSIVOS					
					EMPÍRICO (CONOCIMIENTO DEL MAESTRO PERFORISTA)			MALLA DE VOLADURA PROPUESTA		
					EXSABLOCK	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	EXSABLOCK	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000
1	08/02/2017	8000	1837	Media	120	87	80	X	156	X
2	09/02/2017	8000	1837	Media	117	85	78	X	156	X
3	10/02/2017	8000	1837	Media	129	93	86	X	156	X
4	11/02/2017	8000	1837	Media	129	93	86	X	156	X
5	12/02/2017	8000	1837	Media	135	97	90	X	156	X
6	13/02/2017	8000	1837	Media	114	83	76	X	156	X
7	14/02/2017	8000	1837	Media	120	87	80	X	156	X
8	15/02/2017	8000	1837	Media	123	89	82	X	156	X
9	16/02/2017	8000	1837	Media	123	89	82	X	156	X
10	17/02/2017	8000	1837	Media	114	83	76	X	156	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Descripción del frente N°2 Crucero NW4 NV 1800 3 m x 3 m Cantidad de taladros

ID	FECHA	CRUCERO	NIVEL	TIPO DE ROCA	CANTIDAD DE TALADROS			
					EMPÍRICO (CONOCIMIENTO DEL MAESTRO PERFORISTA)		MALLA DE VOLADURA PROPUESTA	
					PERFORADOS	CARGADOS	PERFORADOS	CARGADOS
1	22/03/2017	NW4	1800	Media	48	47	36	33
2	23/03/2017	NW4	1800	Media	47	46	36	33
3	24/03/2017	NW4	1800	Media	49	48	36	33
4	25/03/2017	NW4	1800	Media	49	48	36	33
5	26/03/2017	NW4	1800	Media	50	49	36	33
6	27/03/2017	NW4	1800	Media	47	46	36	33
7	28/03/2017	NW4	1800	Media	48	47	36	33
8	29/03/2017	NW4	1800	Media	48	47	36	33
9	30/03/2017	NW4	1800	Media	48	47	36	33
10	31/03/2017	NW4	1800	Media	47	46	36	33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Descripción del frente N°2 Crucero NW4 NV 1800 3 m x 3 m Cantidad de explosivos

ID	FECHA	CRUCERO	NIVEL	TIPO DE ROCA	CANTIDAD DE EXPLOSIVOS					
					EMPÍRICO (CONOCIMIENTO DEL MAESTRO PERFORISTA)			MALLA DE VOLADURA PROPUESTA		
					EXSABLOCK	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000	EXSABLOCK	EMULNOR 3000	EMULNOR 5000
1	22/03/2017	NW4	1800	Media	141	63	94	X	198	X
2	23/03/2017	NW4	1800	Media	138	66	92	X	198	X
3	24/03/2017	NW4	1800	Media	144	80	96	X	198	X
4	25/03/2017	NW4	1800	Media	144	82	96	X	198	X
5	26/03/2017	NW4	1800	Media	147	87	98	X	198	X
6	27/03/2017	NW4	1800	Media	138	66	92	X	198	X
7	28/03/2017	NW4	1800	Media	141	68	94	X	198	X
8	29/03/2017	NW4	1800	Media	141	69	94	X	198	X
9	30/03/2017	NW4	1800	Media	141	71	94	X	198	X
10	31/03/2017	NW4	1800	Media	138	68	92	X	198	X

*Fuente: Elaboración propia*

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **Materiales en Gabinete**

- Autocad 2017.
- Paquete de Microsoft Office.
- Manual de Voladura de Exsa

#### **Materiales en Campo**

- Exsablock
- Emulsión 3000
- Emulsión 5000
- Mecha rápida
- Cordón detonante
- Pintura en aerosol
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Lapiceros

#### **Instrumentos**

- Plano de diseño de malla

#### 2.4. Procedimiento

- En el frente de trabajo se verifico el cumplimiento de todos los estándares de seguridad.
- Se realizó el desatado de rocas en las labores.
- Se realizó la limpieza del frente a pala, winche eléctrico con rastra y pala neumática en los frentes en los cuales se pueden utilizar.
- Se realizó el sostenimiento de la labor.
- Se realizó la perforación de los taladros con la maquina Jackleg.
- Se realizó la voladura en el frente con la utilización de explosivos.
- Se realizó el monitoreo de los parámetros de perforación y voladura en apuntes diarios con el fin de validar los datos.
- En gabinete se realizó el cálculo detallado de la nueva malla de perforación y voladura.
- Se realizó un nuevo diseño de malla de voladura para los frentes Tajo 8000 NV 1837 y el Crucero NW4 NV 1800.
- Posteriormente se analizaron los datos obtenidos en campo y los obtenidos en gabinete, haciendo la comparación de cada frente en los distintos aspectos en estudio.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 1. ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO DE LOS K’PIS CON EL MÉTODO VIGENTE Y EL MÉTODO DE DISEÑO DE MALLA PROPUESTO.

##### TAJO 8000 NV 1837

##### ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA BRINDADOS POR LA EMPRESA

**Datos obtenidos de la malla de perforación y voladura brindada por la empresa**

Tabla 5: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	51
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Riomax AE	377

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 6: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	51
N° Total de taladros cargados	46
Vacios	5
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Alzas	7
Arrastre	9

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 7: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.50

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS EN LOS FRENTES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA (EMPIRICAMENTE)

Se realizaron los disparos de este frente desde el día 08 al 17 de Febrero del 2017 en el Tajo 8000.

Con las siguientes características:

### Datos reales obtenidos en campo del día 08/02/2017

Tabla 8: *Descripción del Tajo 8000*

Descripción del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	08/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	41
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	120
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	87
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	80

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 9: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

N° Total de taladros del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	41
N° Total de taladros cargados	40
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	14
Cuadradores	8
Arrastre	8
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 10: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.50
Tiempo total de perforación (min)	226

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 11: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.48

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 12: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.44

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 09/02/2017**

Tabla 13: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	09/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	40
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	117
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	85
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	78

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 14: N° Total de taladros del Tajo 8000

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	41
N° Total de taladros cargados	40
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	13
Cuadradores	8
Arrastre	8
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 15: Tiempo de perforación del Tajo 8000

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	221

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 16: Avance en el Tajo 8000

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.49

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 17: Volumen de material removido del Tajo 8000

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.61

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 10/02/2017**

Tabla 18: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	10/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	44
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	129
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	93
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	86

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 19: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	44
N° Total de taladros cargados	43
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 20: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	243

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 21: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.45

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 22: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	24.92

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 11/02/2017**

Tabla 23: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	11/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	44
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	129
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	935
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	86

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 24: N° Total de taladros del Tajo 8000

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	44
N° Total de taladros cargados	43
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 25: Tiempo de perforación del Tajo 8000

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.56
Tiempo total de perforación (min)	245

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 26: Avance en el Tajo 8000

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.43

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 27: Volumen de material removido del Tajo 8000

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	24.58

*Fuente: Elaboración propia*

### Datos reales obtenidos en campo del día 12/02/2017

Tabla 28: Descripción del Tajo 8000

Descripción del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	12/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	46
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	135
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	97
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	90

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 29: N° Total de taladros del Tajo 8000

N° Total de taladros del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	46
N° Total de taladros cargados	45
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 30: Tiempo de perforación del Tajo 8000

Tiempo de perforación en el Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	254

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 31: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.41

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 32: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	24.23

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 13/02/2017**

Tabla 33: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	13/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	39
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	114
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	83
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	76

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 34: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	39
N° Total de taladros cargados	38
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	13
Cuadradores	8
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 35: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.55
Tiempo total de perforación (min)	217

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 36: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.50

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 37: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.78

*Fuente: Elaboración propia*

### Datos reales obtenidos en campo del día 14/02/2017

Tabla 38: Descripción del Tajo 8000

Descripción del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	14/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	41
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	120
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	87
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	80

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 39: N° Total de taladros del Tajo 8000

N° Total de taladros del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	41
N° Total de taladros cargados	40
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	14
Cuadradores	8
Arrastre	8
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 40: Tiempo de perforación del Tajo 8000

Tiempo de perforación en el Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.53
Tiempo total de perforación (min)	227

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 41: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.46

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 42: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.09

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 15/02/2017**

Tabla 43: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	15/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	42
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	123
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	89
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	82

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 44: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	42
N° Total de taladros cargados	41
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	14
Cuadradores	10
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 45: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	232

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 46: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.46

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 47: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.09

*Fuente: Elaboración propia*

### Datos reales obtenidos en campo del día 16/02/2017

Tabla 48: Descripción del Tajo 8000

Descripción del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	16/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	42
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	123
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	89
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	82

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 49: N° Total de taladros del Tajo 8000

N° Total de taladros del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	42
N° Total de taladros cargados	41
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	14
Cuadradores	10
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 50: Tiempo de perforación del Tajo 8000

Tiempo de perforación en el Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	232

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 51: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.45

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 52: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	24.92

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 17/02/2017**

Tabla 53: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	17/02/2017
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	39
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	114
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	83
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	76

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 54: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	39
N° Total de taladros cargados	38
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	13
Cuadradores	8
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 55: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.55
Tiempo total de perforación (min)	217

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 56: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.47

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 57: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.27

*Fuente: Elaboración propia*

**Promedio de los datos reales obtenidos en campo del día 08 al 17 de Febrero del 2017.**

Tabla 58: *Descripción del Tajo 8000*

<b>Descripción del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	42
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	122
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	89
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	82

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 59: *N° Total de taladros promedio del Tajo 8000*

<b>N° Total de taladros del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	42
N° Total de taladros cargados	41
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	14
Cuadradores	10
Arrastre	7
Alzas	6

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 60: *Tiempo de perforación promedio del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.52
Tiempo total de perforación (min)	231

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 61: *Avance promedio en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.46

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 62: *Volumen promedio de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	25.09

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PROPUESTA PARA EL FRENTE

**Datos obtenidos con la malla propuesta en gabinete para el Tajo 8000 NV 1837.**

Tabla 63: *Descripción del Tajo 8000*

Descripción del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
Fecha	
Sección	2.5 x 2.5
Cantidad de taladros	29
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	156
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 64: *N° Total de taladros del Tajo 8000*

N° Total de taladros del Tajo 8000	
Ubicación	Veta Glorita 2
N° Total de taladros perforados	29
N° Total de taladros cargados	26
Vacios	3
Arranque	4
Ayudas	10
Cuadradores	4
Alzas	4
Arrastre	4

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 65: *Tiempo de perforación del Tajo 8000*

<b>Tiempo de perforación en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Tiempo promedio por taladro (min)	5.51
Tiempo total de perforación (min)	160.08

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 66: *Avance en el Tajo 8000*

<b>Avance en el Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Avance (m)	1.73

*Fuente: Elaboración propia*

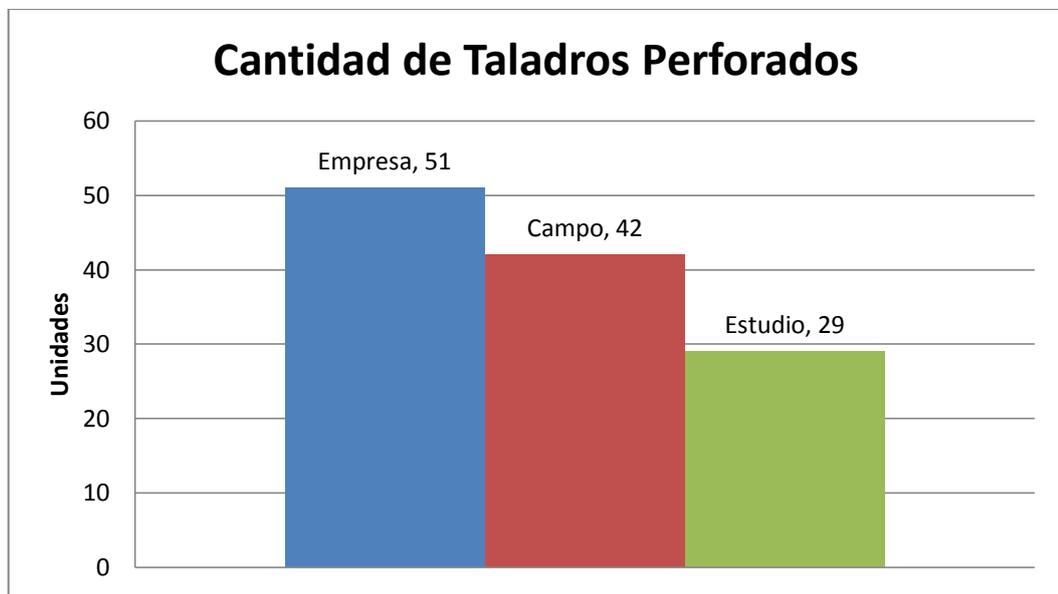
Tabla 67: *Volumen de material removido del Tajo 8000*

<b>Volumen de material removido del Tajo 8000</b>	
Ubicación	Veta Glorita 2
Volumen Total (m3)	29.73

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS K’PIS

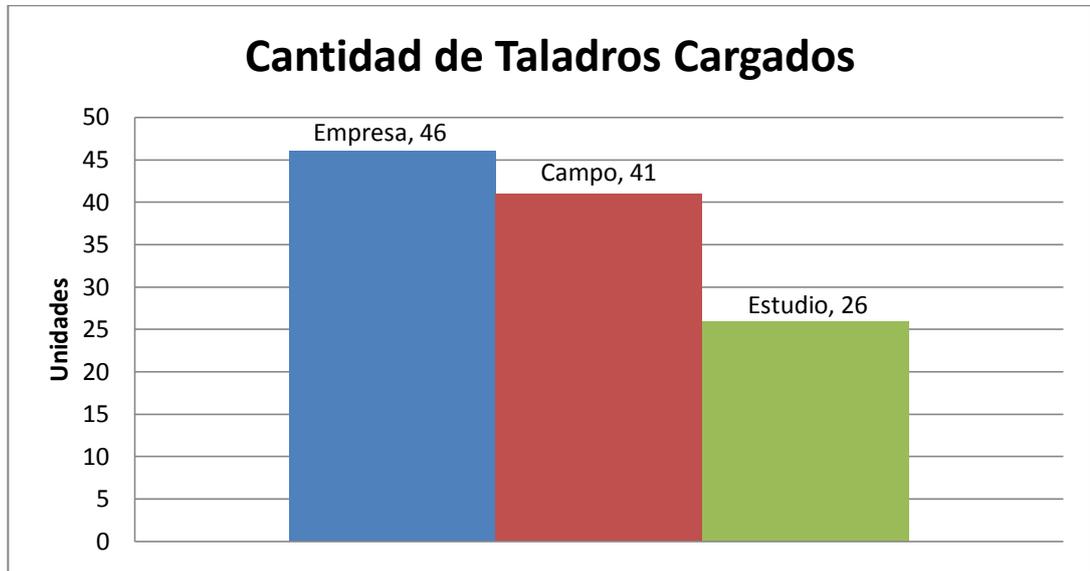
De los datos que brinda la empresa y los obtenidos en campo, se compararon con los datos de gabinete y como resultado obtuvimos, que al proponer el estandarizar a un solo tipo de explosivo y elaborar una malla de perforación y voladura, tendríamos mayor avance y volumen de material extraído, reducción de tiempo, taladros y explosivos utilizados.



*Gráfico 1: Cantidad de taladros perforados*

*Fuente: Elaboración propia*

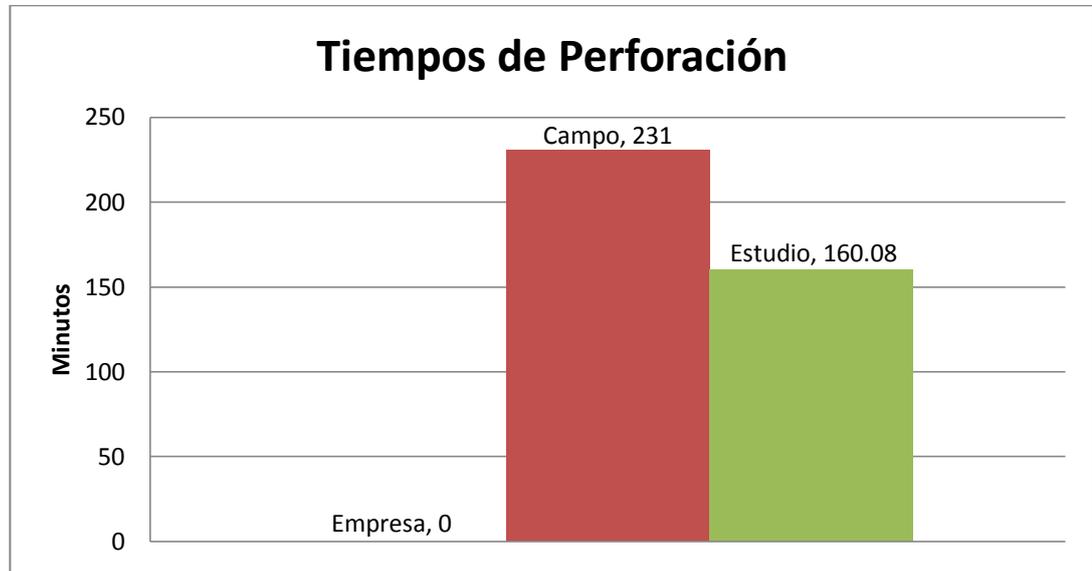
El gráfico 1 muestra la cantidad de taladros perforados en el frente de 2.5 m x 2.5 m en los distintos casos. Datos de la empresa: 51 taladros. Datos de campo: 42 taladros. Datos del estudio: 29 taladros. Se observa que la cantidad de taladros perforados con la propuesta de malla de perforación y voladura es menor que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



*Gráfico 2: Cantidad de taladros cargados*

*Fuente: Elaboración propia*

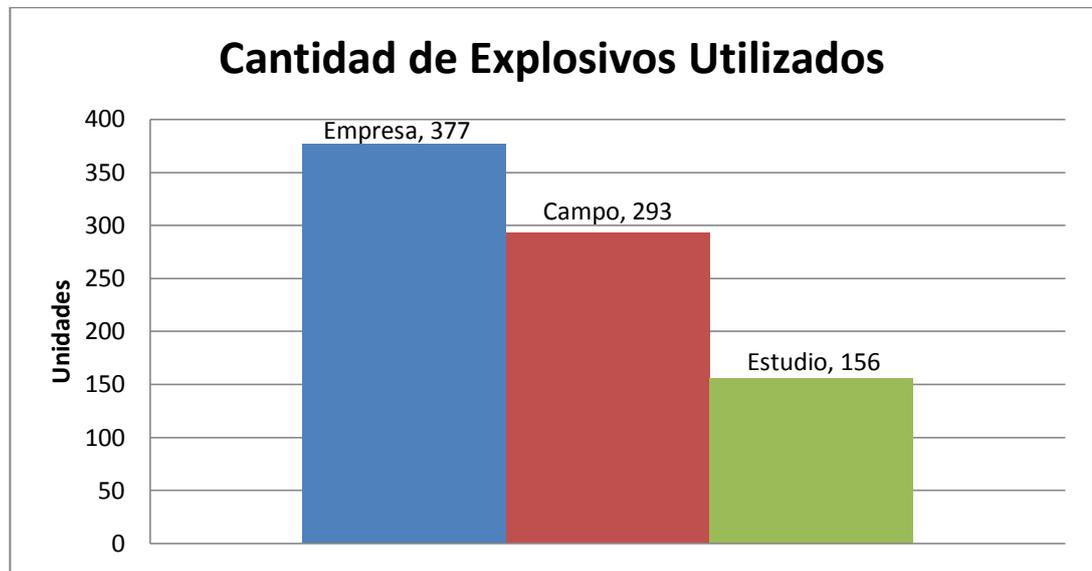
El gráfico 2 muestra la cantidad de taladros cargados en el frente de 2.5 m x 2.5 m en los distintos casos. Datos de la empresa: 46 taladros. Datos de campo: 41 taladros. Datos del estudio: 26 taladros. Se observa que la cantidad de taladros cargados con la propuesta de malla de perforación y voladura es menor que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



*Gráfico 3: Tiempos de perforación*

*Fuente: Elaboración propia*

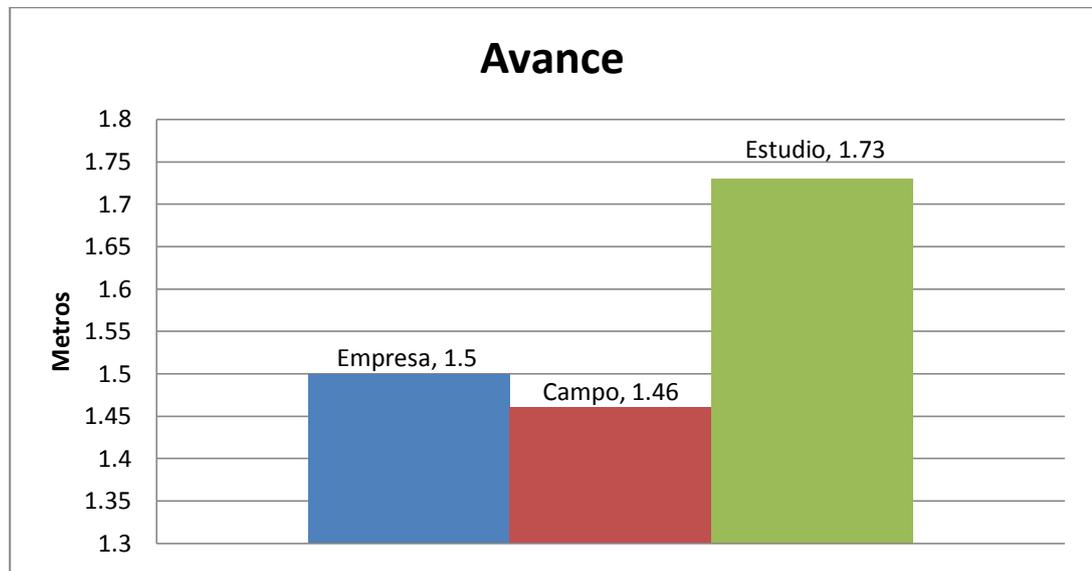
El gráfico 3 muestra los tiempos totales en el que se realiza la perforación de taladros en el frente de 2.5 m x 2.5 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 min. (Nunca se aplicó la malla brindada por la empresa). Datos de campo: 231 min. Datos del estudio: 160.08 min. Se observa que el tiempo obtenido con la propuesta de malla de voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 4: Cantidad de explosivos utilizado*

*Fuente: Elaboración propia*

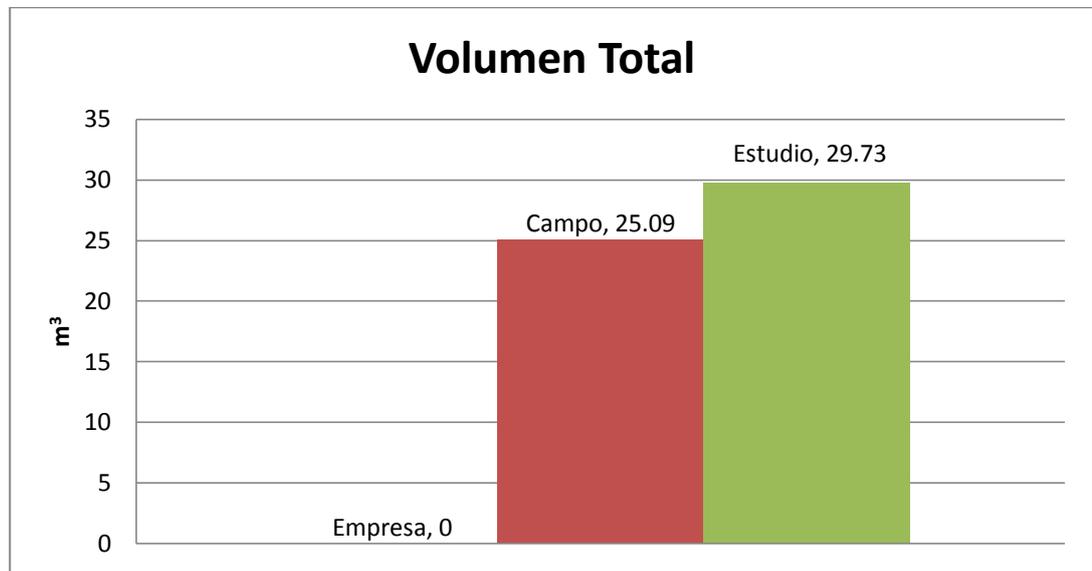
El gráfico 4 muestra la cantidad de explosivos utilizados en el frente de 2.5 m x 2.5 m. Datos obtenidos de la empresa: 377 unidades de explosivo. Datos de campo: 293 unidades de explosivos. Datos del estudio: 156 unidades de explosivo. Se observa que la cantidad de explosivo utilizando la propuesta de malla de voladura es menor que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



*Gráfico 5: Avance*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico muestra el avance después de la voladura en un frente de 2.5 m x 2.5 m. Datos obtenidos de la empresa: 1.5 m. Datos de campo: 1.46 m. Datos del estudio: 1.73 m. Se observa que el avance después de la voladura es mayor cuando se aplica la propuesta de malla de voladura que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



*Gráfico 6: Volumen total*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 6 muestra el volumen total de un frente de 2.5 m x 2.5 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 m<sup>3</sup>. (Nunca se aplicó la malla brindada por la empresa). Datos de campo: 25.09 m<sup>3</sup>. Datos del estudio: 29.73 m<sup>3</sup>. Se observa que el volumen total aplicando la propuesta de malla de voladura es mayor que el realizado en el campo.

## CRUCERO NW 4 NV 1800

Se realizaron los disparos de este frente desde el día 22 al 31 de Marzo del 2017 en el Crucero NW4 NV1800. Con las siguientes características:

### Datos reales obtenidos en campo del día 22/03/2017

Tabla 68: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	22/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	48
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	120
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	98
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	80

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 69: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	48
N° Total de taladros cargados	47
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	17
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 70: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.60
Tiempo total de perforación (min)	278

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 71: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.50

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 72: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.78

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 23/03/2017**

Tabla 73: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	23/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	47
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	117
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	101
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	78

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 74: N° Total de taladros del Crucero NW4

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	47
N° Total de taladros cargados	46
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 75: Tiempo de perforación del Crucero NW4

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.61
Tiempo total de perforación (min)	273

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 76: Avance en el Crucero NW4

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.51

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 77: Volumen de material removido del Crucero NW4

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.95

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 24/03/2017**

Tabla 78: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	24/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	49
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	129
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	105
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	86

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 79: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	49
N° Total de taladros cargados	48
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	18
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 80: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.61
Tiempo total de perforación (min)	285

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 81: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.47

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 82: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.27

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 25/03/2017**

Tabla 83: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	25/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	49
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	129
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	107
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	86

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 84: N° Total de taladros del Crucero NW4

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	49
N° Total de taladros cargados	48
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	18
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 85: Tiempo de perforación del Crucero NW4

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.66
Tiempo total de perforación (min)	287

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 86: Avance en el Crucero NW4

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.45

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 87: Volumen de material removido del Crucero NW4

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	24.92

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 26/03/2017**

Tabla 88: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	26/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	50
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	135
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	107
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	90

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 89: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	50
N° Total de taladros cargados	49
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	18
Cuadradores	12
Arrastre	8
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 90: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.61
Tiempo total de perforación (min)	291

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 91: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.43

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 92: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	24.58

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 27/03/2017**

Tabla 93: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	27/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	47
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	114
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	106
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	76

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 94: N° Total de taladros del Crucero NW4

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	47
N° Total de taladros cargados	46
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 95: Tiempo de perforación del Crucero NW4

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.65
Tiempo total de perforación (min)	275

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 96: Avance en el Crucero NW4

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.52

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 97: Volumen de material removido del Crucero NW4

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	26.13

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 28/03/2017**

Tabla 98: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	28/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	48
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	120
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	103
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	80

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 99: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	48
N° Total de taladros cargados	47
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	17
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 100: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.63
Tiempo total de perforación (min)	280

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 101: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.48

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 102: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.44

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 29/03/2017**

Tabla 103: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	29/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	48
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	123
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	99
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	82

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 104: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	48
N° Total de taladros cargados	47
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	17
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 105: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.61
Tiempo total de perforación (min)	279

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 106: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.48

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 107: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.44

*Fuente: Elaboración propia*

**Datos reales obtenidos en campo del día 30/03/2017**

Tabla 108: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	30/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	48
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	123
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	101
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	82

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 109: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	48
N° Total de taladros cargados	47
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	17
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 110: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.61
Tiempo total de perforación (min)	279

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 111: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.47

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 112: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.27

*Fuente: Elaboración propia*

### **Datos reales obtenidos en campo del día 31/03/2017**

Tabla 113: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	31/03/2017
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	47
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	114
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	108
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	76

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 114: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	47
N° Total de taladros cargados	46
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	16
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 115: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW 4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.65
Tiempo total de perforación (min)	275

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 116: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.49

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 117: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	25.61

*Fuente: Elaboración propia*

**Promedio de los datos reales obtenidos en campo del día 22 al 31 de Marzo del 2017.**

Tabla 118: *Descripción del Crucero NW4*

<b>Descripción del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	48
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	142
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	72
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	94

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 119: *N° Total de taladros promedio del Crucero NW4*

<b>N° Total de taladros del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	48
N° Total de taladros cargados	47
Vacios	1
Arranque	4
Ayudas	17
Cuadradores	10
Arrastre	9
Alzas	7

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 120: *Tiempo de perforación promedio del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.62
Tiempo total de perforación (min)	271

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 121: *Avance promedio en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.48

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 122: *Volumen promedio de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	36.63

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PROPUESTA PARA EL FRENTE

**Datos obtenidos con la malla propuesta en gabinete para el Crucero NW4 NV 1800.**

Tabla 123: *Descripción del Crucero NW4*

Descripción del Crucero NW4	
Ubicación	Veta Jimena
Fecha	
Sección	3 x 3
Cantidad de taladros	36
Máquina	Jackleg
Barrenos	4' y 6'
Diámetro de broca	36 mm
Exsablock 7/8" x 7" 65%	
Emulnor 3000 1" x 8" 100%	198
Emulnor 5000 1" x 8" 105%	

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 124: *N° Total de taladros del Crucero NW4*

N° Total de taladros del Crucero NW4	
Ubicación	Veta Jimena
N° Total de taladros perforados	36
N° Total de taladros cargados	33
Vacios	3
Arranque	4
Ayudas	12
Cuadradores	4
Alzas	8
Arrastre	5

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 125: *Tiempo de perforación del Crucero NW4*

<b>Tiempo de perforación en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Tiempo promedio por taladro (min)	5.62
Tiempo total de perforación (min)	202.32

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 126: *Avance en el Crucero NW4*

<b>Avance en el Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Avance (m)	1.73

*Fuente: Elaboración propia*

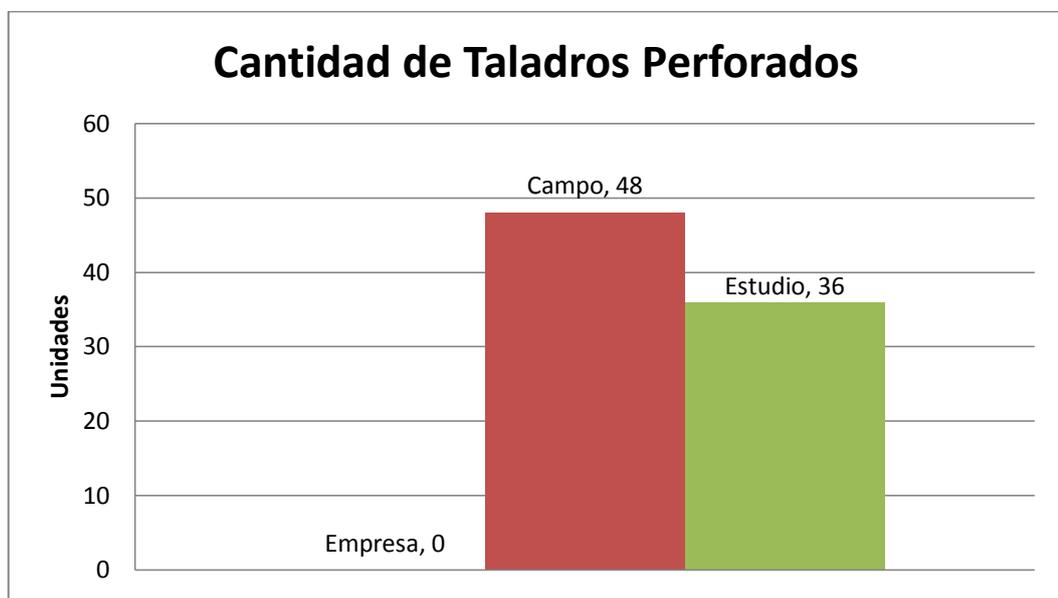
Tabla 127: *Volumen de material removido del Crucero NW4*

<b>Volumen de material removido del Crucero NW4</b>	
Ubicación	Veta Jimena
Volumen Total (m3)	42.81

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS K’PIS

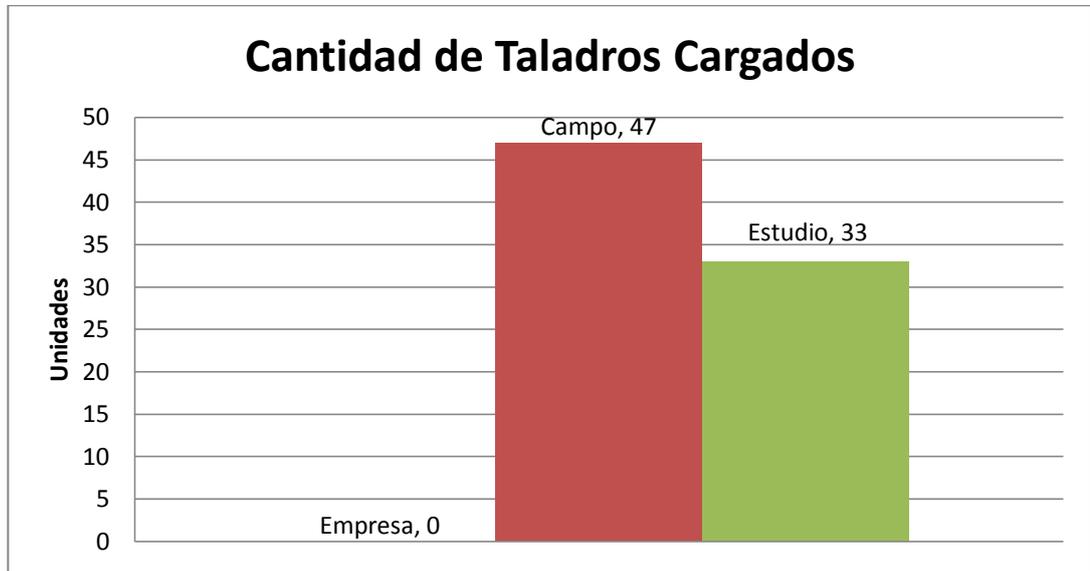
De los datos obtenidos en campo, se compararon con los datos de gabinete y como resultado obtuvimos, que al proponer el estandarizar a un solo tipo de explosivo y elaborar una malla de perforación y voladura, tendríamos mayor avance y volumen de material extraído, reducción de tiempo, taladros y explosivos utilizados.



*Gráfico 7: Cantidad de taladros perforados*

*Fuente: Elaboración propia*

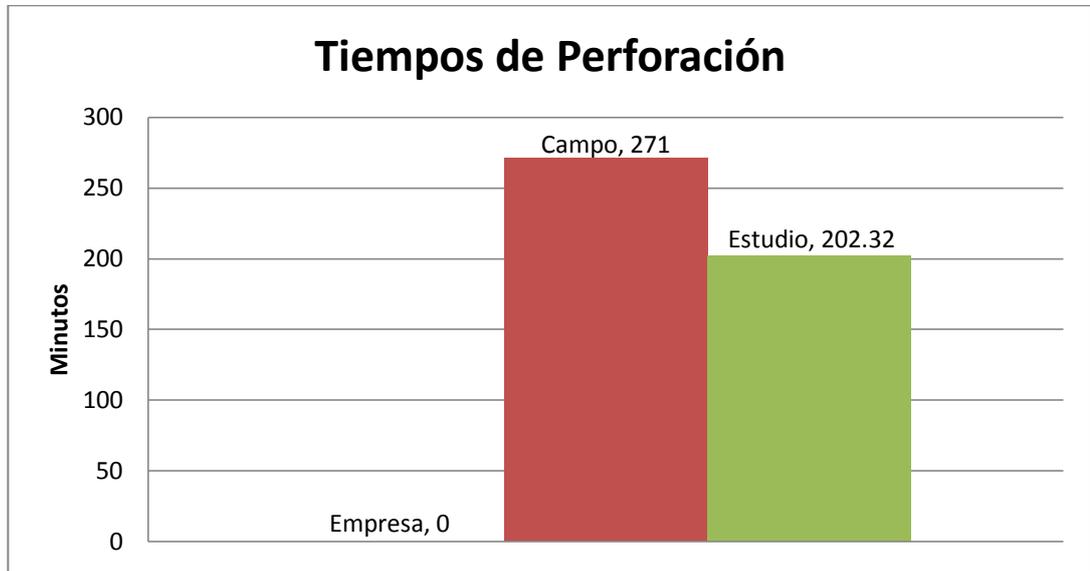
El gráfico 7 muestra la cantidad de taladros perforados en el frente de 3 m x 3 m en los distintos casos. Datos de la empresa: 0 taladros. (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 48 taladros. Datos del estudio: 36 taladros. Se observa que la cantidad de taladros perforados con la propuesta de malla de perforación y voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 8: Cantidad de taladros cargados*

*Fuente: Elaboración propia*

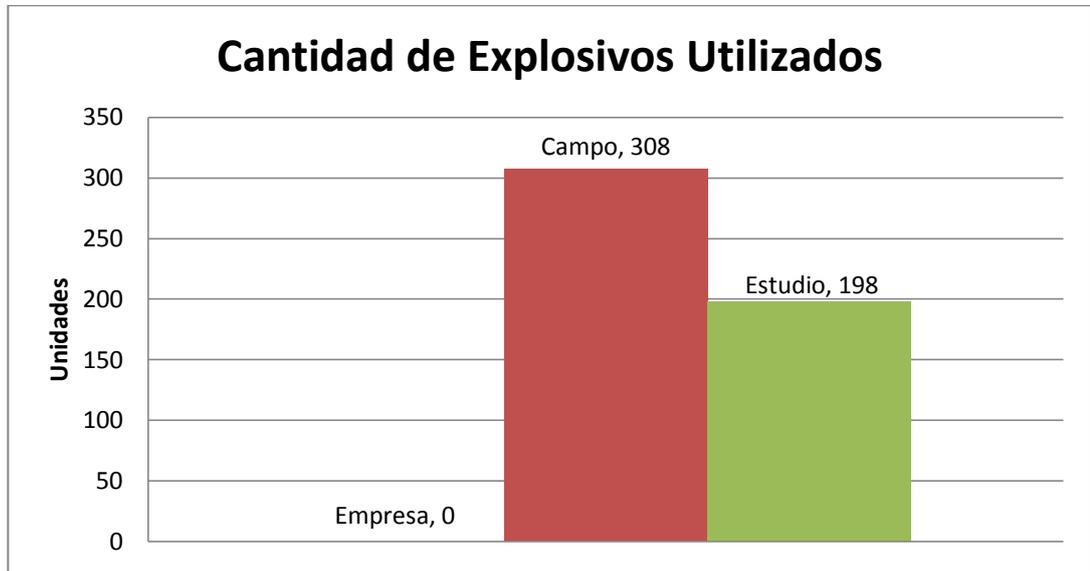
El gráfico 8 muestra la cantidad de taladros cargados en el frente de 3 m x 3 m en los distintos casos. Datos de la empresa: 0 taladros (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 47 taladros. Datos del estudio: 33 taladros. Se observa que la cantidad de taladros cargados con la propuesta de malla de perforación y voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 9: Tiempos de perforación*

*Fuente: Elaboración propia*

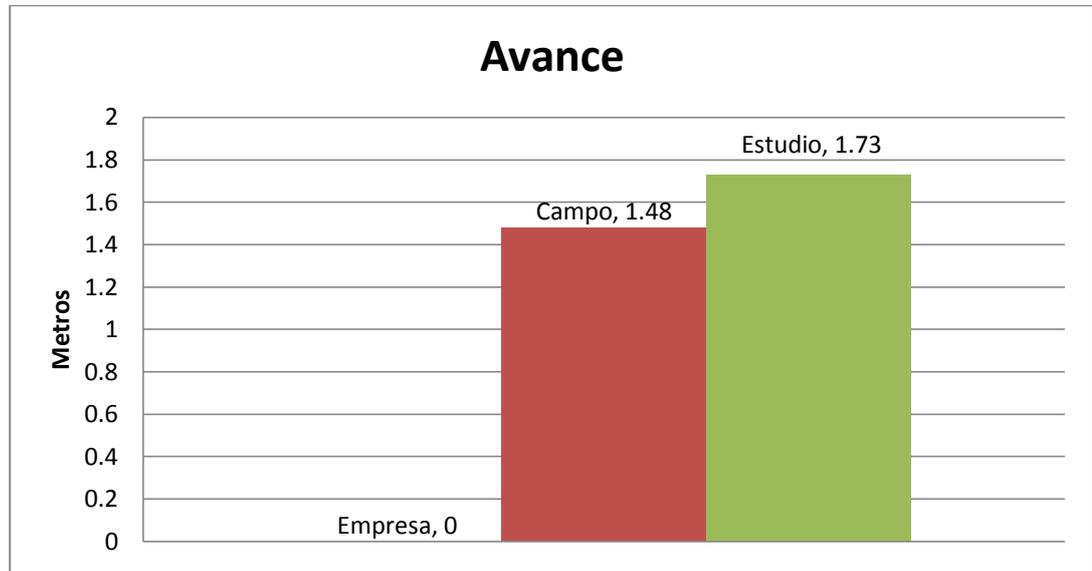
El gráfico 9 muestra los tiempos totales en el que se realiza la perforación de taladros en el frente de 3 m x 3 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 min. (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 271 min. Datos del estudio: 202 min. Se observa que el tiempo obtenido con la propuesta de malla de voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 10: Cantidad de explosivos utilizados*

*Fuente: Elaboración propia*

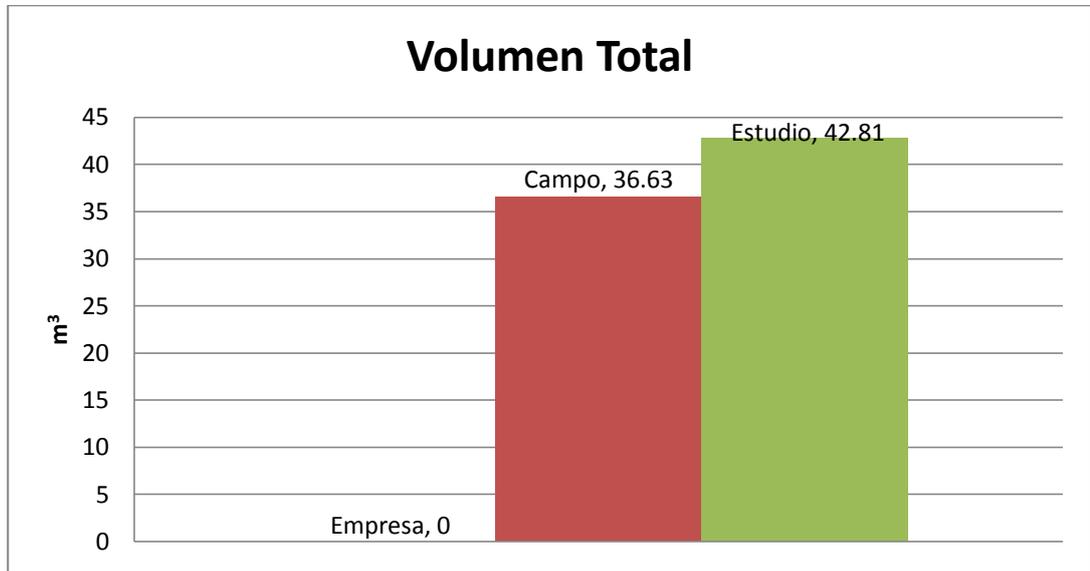
El gráfico 10 muestra la cantidad de explosivos utilizados en el frente de 3 m x 3 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 unidades de explosivo. (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 308 unidades de explosivos. Datos del estudio: 198 unidades de explosivo. Se observa que la cantidad de explosivo utilizando la propuesta de malla de voladura es menor que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



*Gráfico 11: Avance*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 11 muestra el avance después de la voladura en un frente de 3 m x 3 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 m. (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 1.48 m. Datos del estudio: 1.73 m. Se observa que el avance después de la voladura es mayor cuando se aplica la propuesta de malla de voladura que el establecido por la empresa y el realizado en el campo.



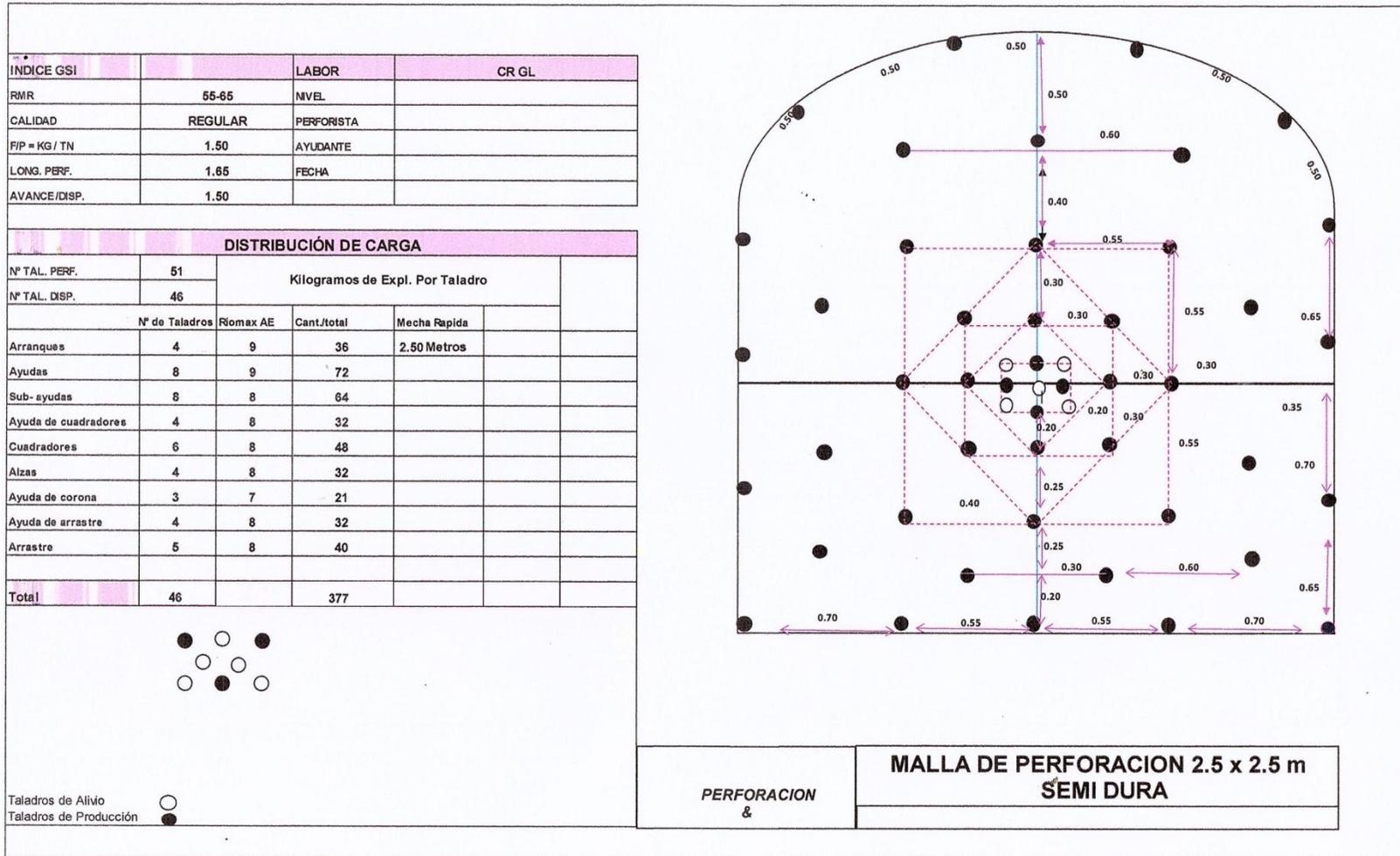
*Gráfico 12: Volumen total*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 12 muestra el volumen total de un frente de 3 m x 3 m. Datos obtenidos de la empresa: 0 m<sup>3</sup>. (No se tiene malla elaborada por la empresa). Datos de campo: 36.63 m<sup>3</sup>. Datos del estudio: 42.81 m<sup>3</sup>. Se observa que el volumen total aplicando la propuesta de malla de voladura es mayor que el realizado en el campo.

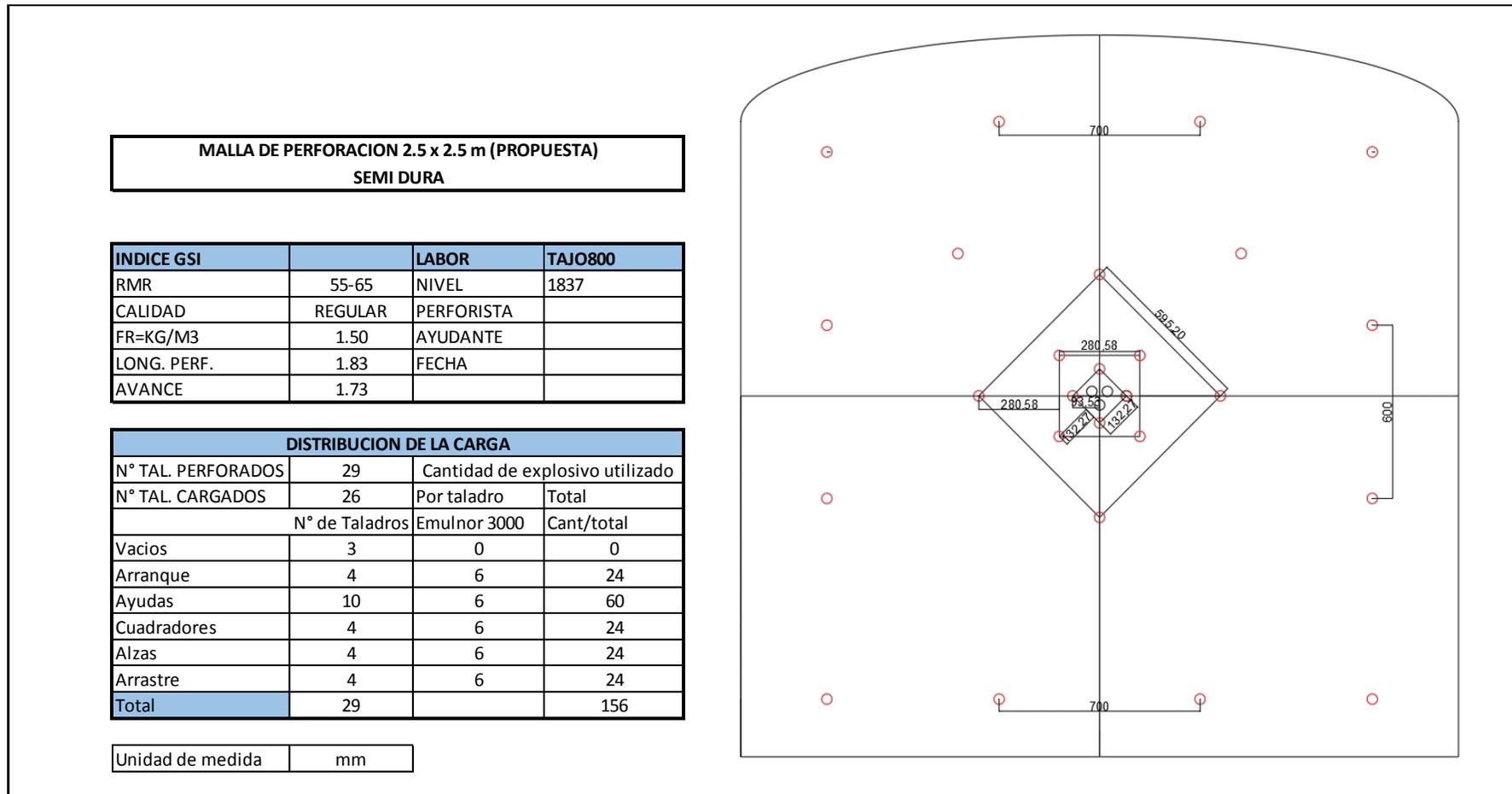
## **DISEÑO DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA BAJO LOS ESTÁNDARES APLICADOS EN LA MINERÍA SUBTERRÁNEA**

Antes de presentar el diseño propuesto de las mallas de perforación y voladura adjuntamos la malla que brinda la empresa, la cual no es tomada en cuenta por los maestros perforistas ya que ellos se basan en sus conocimientos previos.



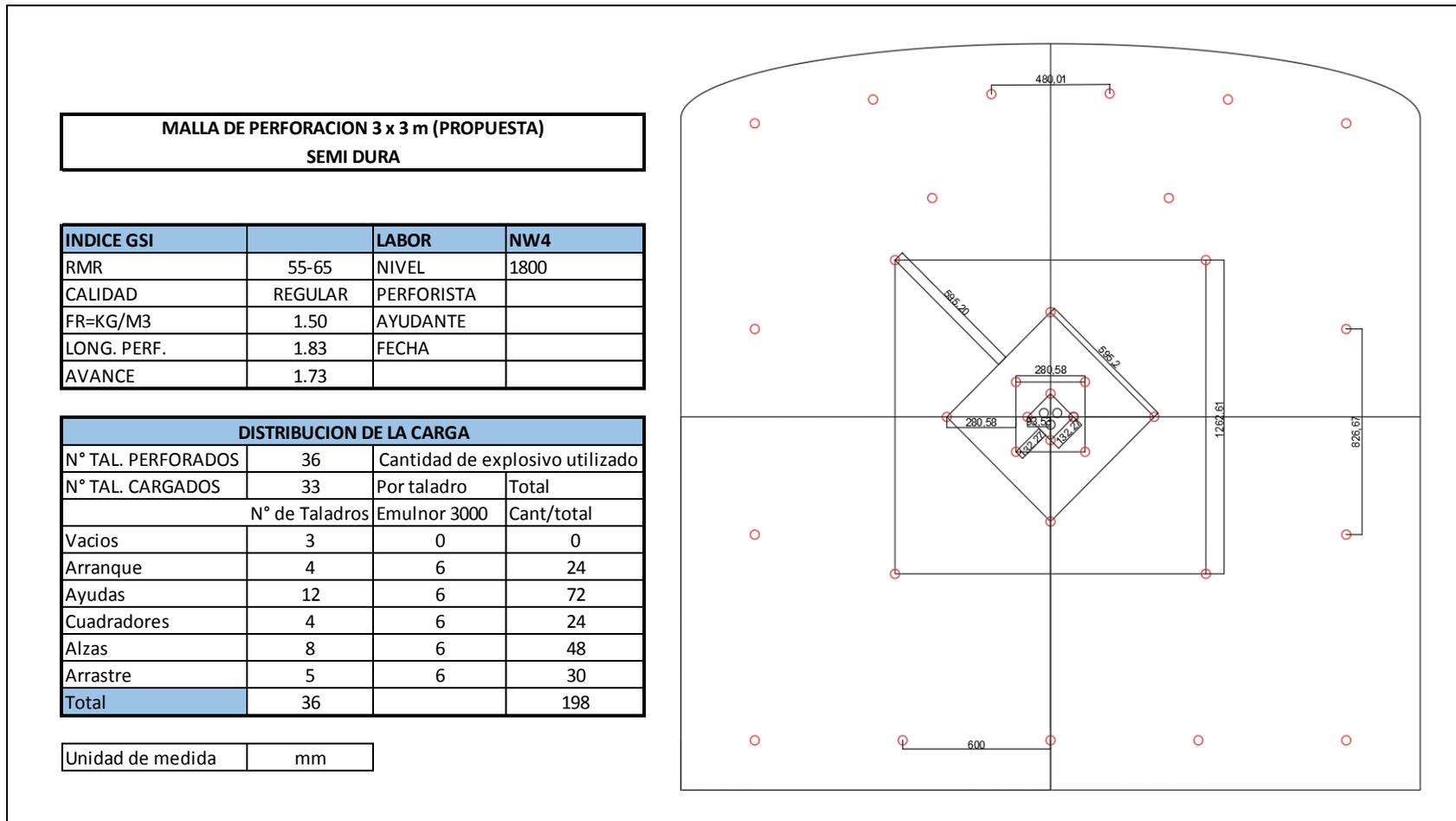
Plano 1: Malla de perforación 2.5 x 2.5m

Fuente: Empresa minera



*Plano 2: Malla de perforación 2.5 x 2.5m (propuesta)*

*Fuente: Elaboración propia*



*Plano 3: Malla de perforación 3 x 3 m (propuesta)*

*Fuente: Elaboración propia*

## ANÁLISIS DE LOS COSTOS CON EL MÉTODO VIGENTE Y EL MÉTODO PROPUESTO

### ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL TAJO 8000 NV 1837 (EMPÍRICO)

Datos obtenidos de la empresa aplicados en campo para el Tajo 8000 NV 1837

Tabla 128: *Costos mano de obra del Tajo 8000*

Cod	UND	UND	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
2	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
3	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
4	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
				<b>Soles</b>	<b>264.52</b>
				<b>Dólares</b>	<b>81.14</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 129: *Costos de materiales del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	GUIADORES	Und	0.04	30	1.2
2	ATACADOR	Und	0.04	5	0.2
3	ALAMBRE N° 16	kg	3.20	0.1	0.32
4	TABLAS	Und	10.46	8	83.68
5	ESCALERAS	Und	16.92	2	33.84
				<b>Soles</b>	<b>384.81</b>
				<b>Dólares</b>	<b>118.04</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 130: *Costos de herramientas del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PICOS	Und	0.36	2	0.72
2	LLAVE STILSON 14"	Und	0.12	1	0.12
3	JUEGO DE BARRETILLAS	Und	0.72	8	5.76
4	PALANAS	Und	2.31	2	4.62
5	COMBA DE 6 lb	Und	0.03	1	0.03
				<b>Soles</b>	<b>36.68</b>
				<b>Dólares</b>	<b>11.25</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 131: *Costos de perforación del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PERFORADORA	Pies	0.06	2	0.12
2	CONEXIONES	Und	0.01	0	0.00
3	MANGUERA DE JEBE DE 1"	m	0.03	2	0.06
4	MANGUERA DE JEBE DE 1/2"	m	0.02	2	0.04
5	ACEITE TORCULA 100	gal	5.30	0.25	1.33
6	BARRA DE 4'	Und	0.08	2	0.16
7	BARRA DE 6'	Und	0.10	2	0.20
8	BARRA DE 8'	Und	0.00	0	0.00
9	BROCA DE 36 mm	Und	16.65	4	66.60
				<b>Soles</b>	<b>223.33</b>
				<b>Dólares</b>	<b>68.51</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 132: *Costos de voladura del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	DINAMITA SEMI GELATINA EXSABLOCK 7/8" x 7" 65%	Und	0.62	122	75.64
2	DETONADOR ENSAMBLADO (300 PZA) 2.4 m	m	1.91	98.4	187.94
3	CORDÓN DETONANTE	m	0.56	1.5	0.84
4	EMULSIÓN EMULNOR 3000 (228 PZA) 1" x 8" 100%	Und	0.6	89	53.4
5	EMULSIÓN EMULNOR 5000 (216) 1" x 8" 105%	Und	0.64	82	52.48
				<b>Soles</b>	<b>370.304</b>
				<b>Dólares</b>	<b>113.59</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 133: *Costo de perforación y voladura por día del Tajo 8000 sin malla*

<b>COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA</b>	
<b>Soles</b>	<b>1279.80</b>
<b>Dólares</b>	<b>392.58</b>

*Fuente: Empresa minera*

## ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL TAJO 8000 NV 1837 CON MALLA PROPUESTA

Datos obtenidos de aplicando la malla de perforación y voladura propuesta para el Tajo 8000 NV 1837

Tabla 134: *Costos mano de obra del Tajo 8000*

Cod	UND	UND	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
2	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
3	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
4	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
				<b>Soles</b>	<b>264.52</b>
				<b>Dólares</b>	<b>81.14</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 135: *Costos de materiales del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	GUIADORES	Und	0.04	30	1.2
2	ATACADOR	Und	0.04	5	0.2
3	ALAMBRE N° 16	kg	3.20	0.1	0.32
4	TABLAS	Und	10.46	8	83.68
5	ESCALERAS	Und	16.92	2	33.84
				<b>Soles</b>	<b>384.81</b>
				<b>Dólares</b>	<b>118.04</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 136: *Costos de herramientas del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PICOS	Und	0.36	2	0.72
2	LLAVE STILSON 14"	Und	0.12	1	0.12
3	JUEGO DE BARRETILLAS	Und	0.72	8	5.76
4	PALANAS	Und	2.31	2	4.62
5	COMBA DE 6 lb	Und	0.03	1	0.03
				<b>Soles</b>	<b>36.84</b>
				<b>Dólares</b>	<b>11.25</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 137: *Costos de perforación del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PERFORADORA	Pies	0.06	2	0.12
2	CONEXIONES	Und	0.01	0	0.00
3	MANGUERA DE JEBE DE 1"	m	0.03	2	0.06
4	MANGUERA DE JEBE DE 1/2"	m	0.02	2	0.04
5	ACEITE TORCULA 100	gal	5.30	0.25	1.33
6	BARRA DE 4'	Und	0.08	2	0.16
7	BARRA DE 6'	Und	0.10	2	0.20
8	BARRA DE 8'	Und	0.00	0	0.00
9	BROCA DE 36 mm	Und	16.65	4	66.60
				<b>Soles</b>	<b>223.33</b>
				<b>Dólares</b>	<b>68.51</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 138: *Costos de voladura del Tajo 8000*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	DINAMITA SEMI GELATINA EXSABLOCK 7/8" x 7" 65%	Und	0.62	0	0
2	DETONADOR ENSAMBLADO (300 PZA) 2.4 m	m	1.91	69.6	132.94
3	CORDÓN DETONANTE	m	0.56	1.5	0.84
4	EMULSIÓN EMULNOR 3000 (228 PZA) 1" x 8" 100%	Und	0.6	172	103.2
5	EMULSIÓN EMULNOR 5000 (216) 1" x 8" 105%	Und	0.64	0	0
				<b>Soles</b>	<b>236.98</b>
				<b>Dólares</b>	<b>72.69</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 139: *Costo de perforación y voladura por día del Tajo 8000 con malla*

**COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA CON  
MALLA PROPUESTA**

<b>Soles</b>	<b>1146.47</b>
<b>Dólares</b>	<b>351.68</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 140: *Ahorro de costo día en el Tajo 8000*

**COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA SIN  
MALLA**

<b>Soles</b>	<b>1279.80</b>
<b>Dólares</b>	<b>392.58</b>

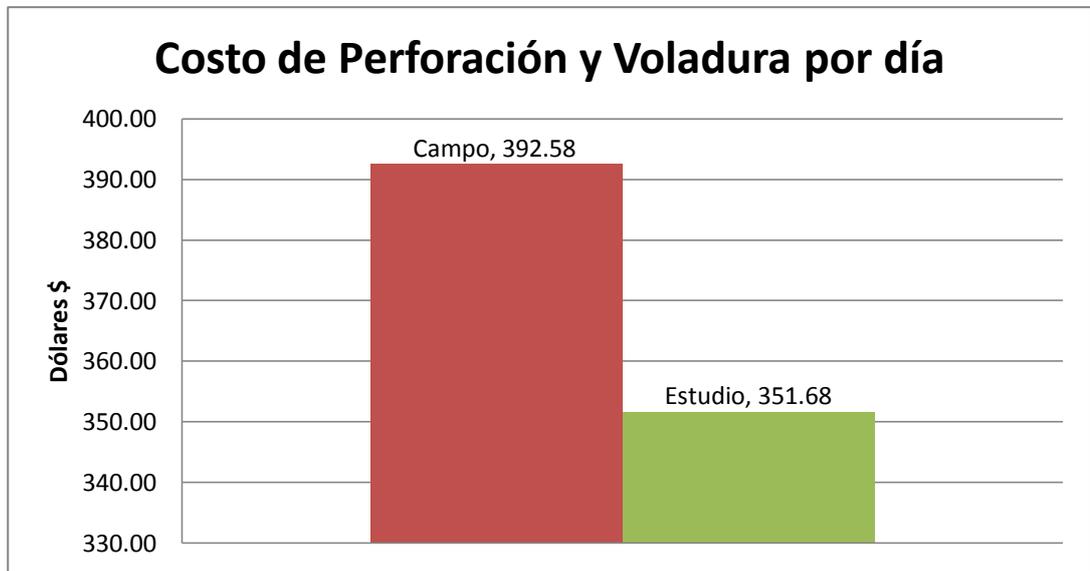
**COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA CON  
MALLA PROPUESTA**

<b>Soles</b>	<b>1146.47</b>
<b>Dólares</b>	<b>351.68</b>

**DIFERENCIA**

<b>Soles</b>	<b>133.33</b>
<b>Dólares</b>	<b>40.9</b>

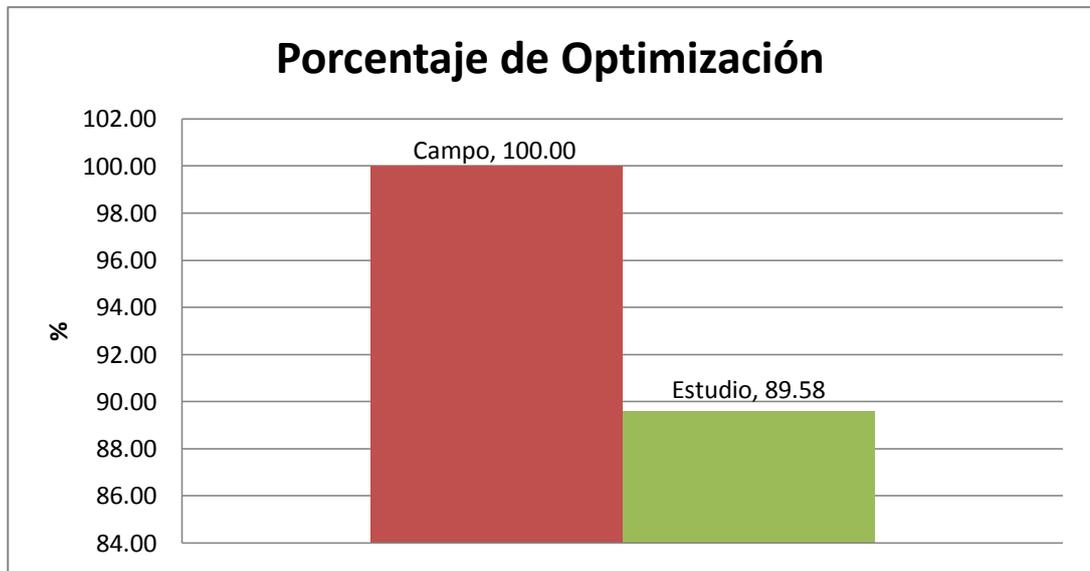
*Fuente: Elaboración propia*



*Gráfico 13: Costo de perforación y voladura por día*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 13 muestra costo de perforación y voladura para el Tajo 8000 NV 1837 de 2.5 m x 2.5 m. Datos de campo: 392.58 dólares. Datos del estudio: 351.68 dólares. Se observa que el costo de perforación y voladura aplicando la propuesta de malla de voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 14: Porcentaje de optimización*

*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico 14 se muestra el porcentaje de los costos totales de perforación y voladura utilizados en campo siendo el 100 %, en comparación con los datos de costos obtenidos con la propuesta de la nueva malla siendo el 89.58 %. Obteniendo como resultado una optimización de 10.42 % en costos en el Tajo 8000 NV 1837.

## COSTOS CRUCERO NW4 NV 1800

### ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL CRUCERO NW 4 NV 1800 (EMPÍRICO)

Datos obtenidos de la empresa aplicados en campo para el Crucero NW4 NV 1800

Tabla 141: *Costos mano de obra del Crucero NW4*

Cod	UND	UND	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
2	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
3	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
4	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
				<b>Soles</b>	<b>264.52</b>
				<b>Dólares</b>	<b>81.14</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 142: *Costos de materiales del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	GUIADORES	Und	0.04	30	1.2
2	ATACADOR	Und	0.04	5	0.2
3	ALAMBRE N° 16	kg	3.20	0.1	0.32
4	TABLAS	Und	10.46	8	83.68
5	ESCALERAS	Und	16.92	2	33.84
				<b>Soles</b>	<b>384.81</b>
				<b>Dólares</b>	<b>118.04</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 143: *Costos de herramientas del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PICOS	Und	0.36	2	0.72
2	LLAVE STILSON 14"	Und	0.12	1	0.12
3	JUEGO DE BARRETILLAS	Und	0.72	8	5.76
4	PALANAS	Und	2.31	2	4.62
5	COMBA DE 6 lb	Und	0.03	1	0.03
				<b>Soles</b>	<b>36.68</b>
				<b>Dólares</b>	<b>11.25</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 144: *Costos de perforación del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PERFORADORA	Pies	0.06	2	0.12
2	CONEXIONES	Und	0.01	0	0.00
3	MANGUERA DE JEBE DE 1"	m	0.03	2	0.06
4	MANGUERA DE JEBE DE 1/2"	m	0.02	2	0.04
5	ACEITE TORCULA 100	gal	5.30	0.25	1.33
6	BARRA DE 4'	Und	0.08	2	0.16
7	BARRA DE 6'	Und	0.10	2	0.20
8	BARRA DE 8'	Und	0.00	0	0.00
9	BROCA DE 36 mm	Und	16.65	4	66.60
				<b>Soles</b>	<b>223.33</b>
				<b>Dólares</b>	<b>68.51</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 145: *Costos de voladura del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	DINAMITA SEMI GELATINA EXSABLOCK 7/8" x 7" 65%	Und	0.62	141	87.42
2	DETONADOR ENSAMBLADO (300 PZA) 2.4 m	m	1.91	112.8	215.45
3	CORDÓN DETONANTE	m	0.56	2.5	1.4
4	EMULSIÓN EMULNOR 3000 (228 PZA) 1" x 8" 100%	Und	0.6	72	43.2
5	EMULSIÓN EMULNOR 5000 (216) 1" x 8" 105%	Und	0.64	94	60.16
				<b>Soles</b>	<b>407.63</b>
				<b>Dólares</b>	<b>125.04</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 146: *Costo de perforación y voladura por día del Crucero NW4 sin malla*

COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA SIN MALLA	
<b>Soles</b>	<b>1317.12</b>
<b>Dólares</b>	<b>404.03</b>

*Fuente: Empresa minera*

## ANÁLISIS DE LOS COSTOS DEL CRUCERO NW4 NV 1800 CON MALLA PROPUESTA

Datos obtenidos de aplicando la malla de perforación y voladura propuesta para el Crucero NW4 NV 1800

Tabla 147: *Costos mano de obra del Crucero NW4*

Cod	UND	UND	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
2	MAESTRO MINA	Tareas	72.33	1.00	72.33
3	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
4	AYUDANTE MINA A	Tareas	59.93	1.00	59.93
				<b>Soles</b>	<b>264.52</b>
				<b>Dólares</b>	<b>81.14</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 148: *Costos de materiales del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	GUIADORES	Und	0.04	30	1.2
2	ATACADOR	Und	0.04	5	0.2
3	ALAMBRE N° 16	kg	3.20	0.1	0.32
4	TABLAS	Und	10.46	8	83.68
5	ESCALERAS	Und	16.92	2	33.84
				<b>Soles</b>	<b>384.81</b>
				<b>Dólares</b>	<b>118.04</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 149: *Costos de herramientas del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PICOS	Und	0.36	2	0.72
2	LLAVE STILSON 14"	Und	0.12	1	0.12
3	JUEGO DE BARRETILLAS	Und	0.72	8	5.76
4	PALANAS	Und	2.31	2	4.62
5	COMBA DE 6 lb	Und	0.03	1	0.03
				<b>Soles</b>	<b>36.68</b>
				<b>Dólares</b>	<b>11.25</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 150: *Costos de perforación del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	PERFORADORA	Pies	0.06	2	0.12
2	CONEXIONES	Und	0.01	0	0.00
3	MANGUERA DE JEBE DE 1"	m	0.03	2	0.06
4	MANGUERA DE JEBE DE 1/2"	m	0.02	2	0.04
5	ACEITE TORCULA 100	gal	5.30	0.25	1.33
6	BARRA DE 4'	Und	0.08	2	0.16
7	BARRA DE 6'	Und	0.10	2	0.20
8	BARRA DE 8'	Und	0.00	0	0.00
9	BROCA DE 36 mm	Und	16.65	4	66.60
				<b>Soles</b>	<b>223.33</b>
				<b>Dólares</b>	<b>68.51</b>

*Fuente: Empresa minera*

Tabla 151: *Costos de voladura del Crucero NW4*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/DÍA	CANT	COSTO DÍA
1	DINAMITA SEMI GELATINA EXSABLOCK 7/8" x 7" 65%	Und	0.62	0	0
2	DETONADOR ENSAMBLADO (300 PZA) 2.4 m	m	1.91	79.2	151.27
3	CORDÓN DETONANTE	m	0.56	2.5	1.4
4	EMULSIÓN EMULNOR 3000 (228 PZA) 1" x 8" 100%	Und	0.6	198	118.8
5	EMULSIÓN EMULNOR 5000 (216) 1" x 8" 105%	Und	0.64	0	0
				<b>Soles</b>	<b>271.47</b>
				<b>Dólares</b>	<b>83.27</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 152: *Costo de perforación y voladura por día del Crucero NW4 con malla*

**COSTO DE VOLADURA DEL FRENTE CON MALLA  
PROPUESTA**

<b>Soles</b>	<b>1180.97</b>
<b>Dólares</b>	<b>362.26</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 153: *Ahorro de costo día en el Crucero NW4*

**COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA POR DÍA  
SIN MALLA**

<b>Soles</b>	<b>1317.12</b>
<b>Dólares</b>	<b>404.03</b>

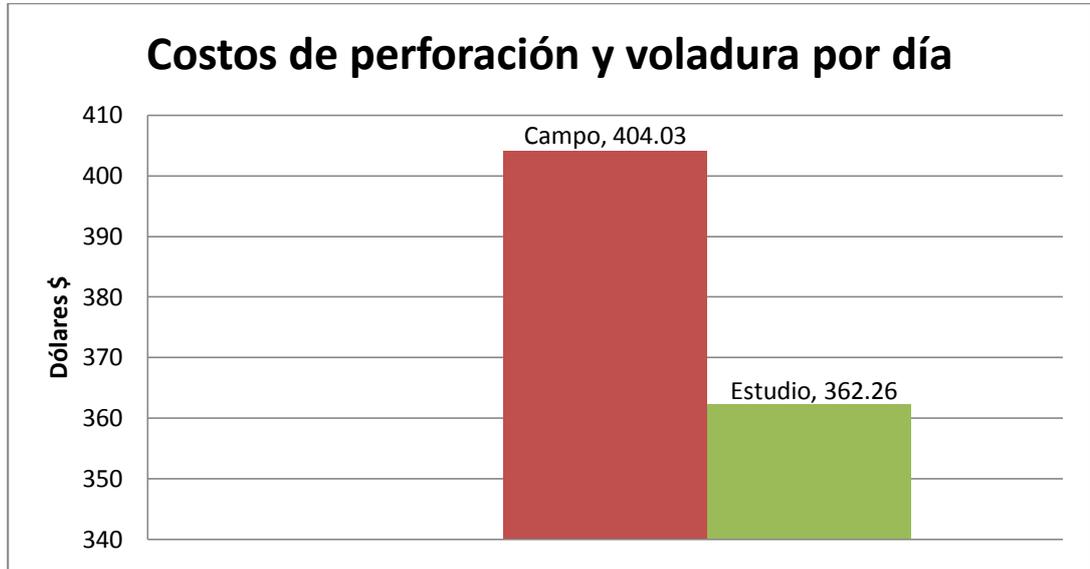
**COSTO DE VOLADURA DEL FRENTE CON MALLA  
PROPUESTA**

<b>Soles</b>	<b>1180.97</b>
<b>Dólares</b>	<b>362.26</b>

**DIFERENCIA**

<b>Soles</b>	<b>136.15</b>
<b>Dólares</b>	<b>41.77</b>

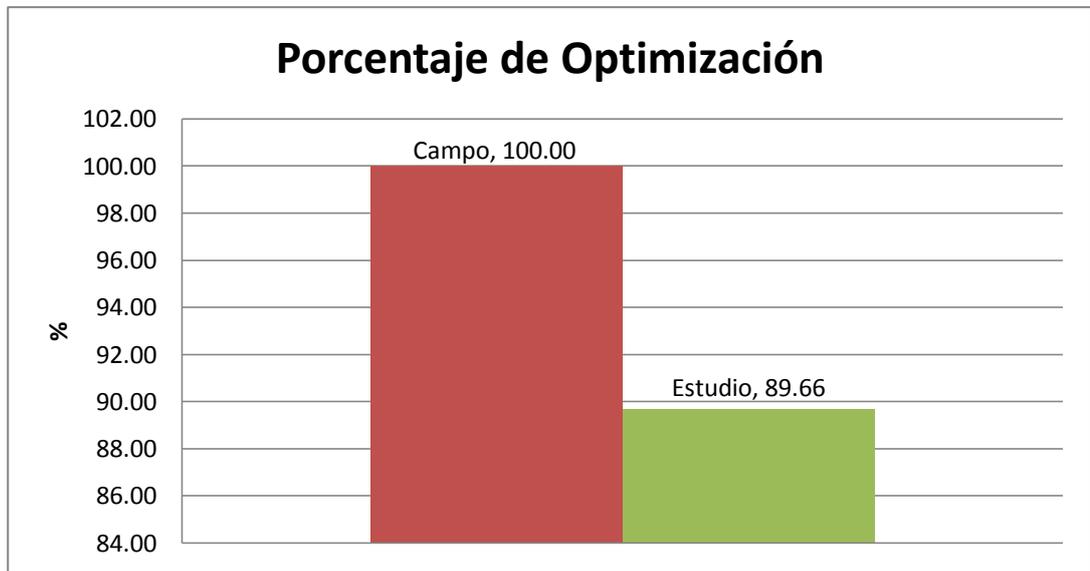
*Fuente: Elaboración propia*



*Gráfico 15: Costo de perforación y voladura por día*

*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 15 muestra costo de perforación y voladura para el Crucero NW4 NV 1800 de 3 m x 3 m. Datos de campo: 404.03 dólares. Datos del estudio: 362.26 dólares. Se observa que el costo de perforación y voladura aplicando la propuesta de malla de voladura es menor que el realizado en el campo.



*Gráfico 16: Porcentaje de optimización*

*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico 16 se muestra el porcentaje de los costos totales de perforación y voladura utilizados en campo siendo el 100 %, en comparación con los datos de costos obtenidos con la propuesta de la nueva malla siendo el 89.66 %. Obteniendo como resultado una optimización de 10.42 % en costos en el Crucero NW4 NV 1800.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La litología en la mina se constituyen de: granodioritas, monzo granitos (adamelitas), diques aplíticos y pegmatíticos corresponden a la serie ácida, mientras que: tonalitas, dioritas (dioritas hornblendicas a hornblenditas), microdioritas, pertenecen a una serie intermedia con expresiones tardías de diques lamprófiros y de diabasa. La geología del distrito de Pataz se caracteriza por una prominente tendencia estructural en dirección Nornoroeste, que se encuentra definida por fallas regionales, contactos geológicos y un largo eje del batolito de Pataz. De la Cruz, R. (2014)

Si se aplicara la malla propuesta de perforación y voladura en el Tajo 8000 NV 1837, se lograría disminuir en promedio 13 taladros, 71 minutos en tiempo de perforación, 137 explosivos, un aumento de 0.27 metros de avance y 4.64 toneladas de producción. Ver gráficos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

Si se aplicara la malla propuesta de perforación y voladura en el Crucero NW4 NV 1800 se lograría disminuir en promedio 12 taladros, 69 minutos en tiempo de perforación, 110 explosivos, un aumento de 0.25 metros de avance y 6.18 toneladas de producción. Ver gráficos 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Según Carreón, Q. (2001) menciona que el número de taladros de 60 (antes de optimizar) se redujo a 48 (en la etapa final optimizado) y taladros cargados de 56 a 44 respectivamente. En consecuencia el consumo de explosivos también bajo de 132,72 a 103,70 kg /disparo.

Con el diseño propuesto de malla de perforación y voladura en el Tajo 8000 NV 1837, se redujo de 42 taladros perforados a 29 taladros, y de 41 taladros cargados a 26 taladros.

Con el diseño propuesto de malla de perforación y voladura en el Crucero NW 4 NV 1837 se redujo de 48 taladros perforados a 36 taladros, y de 47 taladros cargados a 33 taladros.

Los datos obtenidos al diseñar una nueva malla de perforación y voladura nos muestran un ahorro de explosivos y accesorios para cada frente de trabajo.

Según Jáuregui, O. (2009) nos menciona que el control del diseño de la malla de perforación según el tipo de roca y cumplimiento del mismo, control del modo de perforación (paralelismo en la perforación de todo el barreno) y de la adecuada demarcación o delineado de la malla de perforación (puntos de perforación al espaciamiento y burden establecidos en la malla de perforación), control y verificación de un adecuado secuenciamiento de los retardos, con respecto a la cara libre en la malla de voladura, además el control de la distribución de la carga explosiva en mina permitirá eliminar el exceso de explosivos y accesorios despachados y asegurar toda devolución de remanente.

El Tajo 8000 NV 1837 tiene un costo en perforación y voladura de 392.58 dólares americanos (100%), mientras que si utilizara la malla propuesta se tendría un costo de 351.68 dólares americanos (89.58%). Generando un ahorro de 40.9 dólares americanos/día (10.42%).

El Crucero NW4 NV 1800 tendrá un costo en perforación y voladura de 404.03 dólares americanos (100%), mientras que si utilizara la malla propuesta se tendría un costo de 362.26 dólares americanos (89.66). Generando un ahorro de 41.77 dólares americanos/día (10.34%).

Según Cháhuares, F. (2012) menciona que con el nuevo diseño de malla de perforación se ha reducido con respecto a costo de explosivos de 57.89 \$/disparo a 50.1 \$/disparo.

## 4.2 Conclusiones

- Se optimizó los estándares de perforación y voladura en cada frente de trabajo, es decir en el Tajo 8000 NV 1837 y en el Crucero NW4 NV 1800, reduciendo el costo operativo en 10.42% y 10.34 % respectivamente.
- Con el método vigente en el Tajo 8000 NV 1837, se realizan 42 taladros perforados, 41 taladros cargados, un tiempo de 231 minutos de perforación, se utiliza 293 unidades de explosivos, 1.46 metros de avance y 25.09 toneladas de material volado.

Con el método propuesto en el Tajo 8000 NV 1837, se realizan 29 taladros perforados, 26 taladros cargados, un tiempo de 160 minutos de perforación, se utiliza 156 unidades de explosivos, 1.73 metros de avance y 29.73 toneladas de material volado.

Con el método vigente en el Crucero NW4 NV 1800, se realizan 48 taladros perforados, 47 taladros cargados, un tiempo de 271 minutos de perforación, se utiliza 308 unidades de explosivos, 1.48 metros de avance y 36.63 toneladas de material volado.

Con el método propuesto en el Crucero NW4 NV 1800, se realizan 36 taladros perforados, 33 taladros cargados, un tiempo de 202 minutos de perforación, se utiliza 198 unidades de explosivos, 1.73 metros de avance y 42.81 toneladas de material volado.

- Se diseñó la malla de perforación y voladura en el Tajo 8000 NV 1837 de 2.5 m x 2.5 m con una distribución de taladros: 3 vacíos, 4 arranques, 10 ayudas, 4 cuadradores, 4 alzas y 4 arrastres, obteniéndose un total de 29 taladros. De igual manera el diseño de malla de perforación y voladura en el Crucero NW4 NV 1800 quedó distribuida de la siguiente manera: 3 vacíos, 4 arranques, 12 ayudas, 4 cuadradores, 8 alzas y 5 arrastres, obteniéndose un total de 36 taladros.
- En el Tajo 8000 NV 1837, con el método empírico se tiene un costo de 392.59 dólares americanos/día, mientras que con el método propuesto tenemos un costo de 351.68 dólares americanos/día; obteniéndose una reducción de 40.9 dólares americanos/día. En el Crucero NW4 NV 1800, con el método empírico se tiene un costo de 404.03 dólares americanos/día, mientras que con el método propuesto tenemos un costo de 362.26 dólares americanos/día; obteniéndose una reducción de 41.77 dólares americanos/día. Se concluye de esta manera que se logró optimizar los costos operativos en los 2 frentes en una empresa minera subterránea de La Libertad.

## REFERENCIAS

- Carrasco, P. (2015). Aplicación del método Holmberg para optimizar la malla de perforación y voladura en la Unidad Parcoy – Cia. Consorcio Minero Horizonte S.A.
- Carreón, Q. (2001). Optimización de Perforación y Voladura en la Rampa Principal 523 Sistema Mecanizado Mina San Rafael.
- Cháhuares, F. (2012). Nuevo Diseño de Malla para Mejorar la Perforación y Voladura en Proyectos de Explotación y Desarrollo. Mina El Cofre.
- Chipana, R. (2015). Diseño de perforación y voladura para reducción de costos en el frente de la galería progreso de la contrata minera Cavilquis – Corporación Minera Ananea S.A.
- Exsa. (2014) Manual Práctico de Voladura Edición Especial. Perú
- Jáuregui, O. (2009). Reducción de los Costos Operativos en la Mina, mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura.

## ANEXOS

ANEXO n.º 1. Cálculos para diseño de la malla propuesta de perforación y voladura

### Tajo 8000 NV 1837

- Sección:  $2.5m \times 2.5m$

Numero de taladros:

$$N^{\circ}t = \left(\frac{P}{dt}\right) + (C \times S) \dots \dots \dots \text{(Ecuación 1)}$$

P: Circunferencia o perímetro de la sección.

$$A = 2.5 \times 2.5$$

$$A = 6.25 \text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{A} \times 4$$

$$P = 10$$

dt: Distancia entre taladros.

Dureza intermedia = = 0.6m (dato obtenido de la tabla del manual de EXSA)

C: Coeficiente o factor de la roca

$$\text{Intermedio} = 1.5$$

S: Dimensión de la sección del túnel en  $\text{m}^2$  (cara libre)

$$N^{\circ}t = \left(\frac{10}{0.6}\right) + (1.5 \times 6.25)$$

$$N^{\circ}t = 26.04$$

$$N^{\circ}t = 26 \text{ taladros}$$

Largo del barreno 6'

$$6' \times 0.3048 = 1.82\text{m}$$

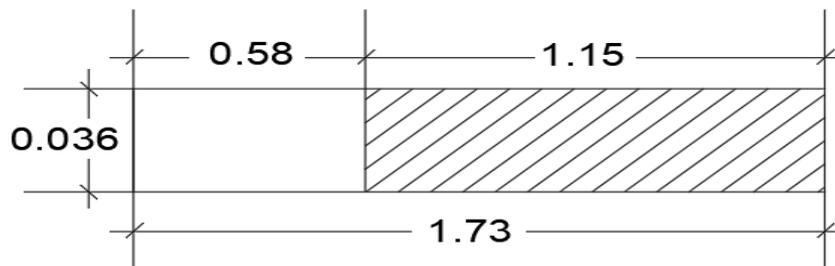
Eficiencia al 95%

$$1.82 \times 0.95 = 1.73\text{m}$$

Carga de explosivo  $\frac{2}{3}$  del taladro

$$1.73 \times \left(\frac{2}{3}\right) = 1.15\text{m} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 2})$$

Cantidad de cartuchos por taladro



$\varnothing$  de la broca = 0.036m  $\approx$  3.6cm

$\varnothing$  del cartucho = 2.45cm

largo del cartucho = 20.32cm

peso específico = 0.11Kg

Cantidad de cartuchos por taladro

$$\frac{1.15}{0.2032} = 5.65 \cong 6 \text{ cartuchos por taladro} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 3})$$

Entonces:

$$6 \text{ cartuchos} \times 26 \text{ taladros} = 156 \text{ cartuchos}$$

Distribución de la carga:

Movimiento de roca:

$$\text{Volumen}(V) = S \times L \dots\dots\dots (\text{Ecuación 4})$$

S: Dimensión de la sección

L: Longitud de taladros

$$\text{Volumen}(V) = 6.25\text{m}^2 \times 1.73\text{m} = 10.81\text{m}^3$$

$$\text{Tonelaje}(t) = V \times P \dots\dots\dots (\text{Ecuación 5})$$

P: Densidad de la roca

$$t = 10.81 \times 2.75$$

$$t = 29.73$$

Cantidad de la carga

$$Qt = V \times \text{Kg}/\text{m}^3 \dots\dots\dots (\text{Ecuación 6})$$

V: Volumen estimado en  $\text{m}^3$ .

$\text{Kg}/\text{m}^3$ : Carga por  $\text{m}^3$  (dato obtenido en la tabla de manual de voladura de EXSA)

$$Qt = 10.81\text{m}^3 \times 1.5\text{Kg}/\text{m}^3$$

$$Qt = 16.21\text{Kg}$$

Carga promedio por taladro

$Q_t/N^{\circ}t$ ..... (Ecuación 7)

$Q_t$ : Carga total de explosivo

$N^{\circ}t$ : Numero de taladros

$$\frac{Q_t}{N^{\circ}t} = \frac{16.21}{26} = 0.62\text{Kg}$$

VALOR DEL BURDEN

$D_1 \rightarrow DH = dH \times \sqrt{N}$ ..... (Ecuación 8)

DH: Diámetro equivalente a un solo barreno vacío.

$\sqrt{N}$ : Numero de taladros vacíos

$$DH = 36\text{mm} \times \sqrt{3}$$

$$D_1 = DH = 62.35$$

Tabla 154: *Distribución de los burden*

	Valor del Burden	Lado de la sección
Primero	$B_1 = 1.5 \times D_1$ $B_1 = 1.5 \times 62.35$ $B_1 = 93.53mm$	$B_1 \times \sqrt{2}$ $93.53 \times \sqrt{2}$ $= 132.27mm$
Segundo	$B_2 = 93.53 \times \sqrt{2}$ $B_2 = 132.27mm$	$1.5 \times 132.27 \times \sqrt{2}$ $= 280.58mm$
Tercero	$B_3 = 1.5B_2 \times \sqrt{2}$ $B_3 = 280.58mm$	$1.5 \times 280.58 \times \sqrt{2}$ $= 595.20mm$
Cuarto	$B_4 = 1.5B_3 \times \sqrt{2}$ $B_4 = 595.20mm$	$1.5 \times 595.20 \times \sqrt{2}$ $= 1262.61mm$

*Fuente: Elaboración propia*

### Crucero NW4 NV 1800

- Sección : 3m × 3m

Numero de taladros:

$$N^{\circ}t = \left(\frac{P}{dt}\right) + (C \times S) \dots \dots \dots \text{(Ecuación 1)}$$

P: Circunferencia o perímetro de la sección.

$$A = 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{A} \times 4$$

$$P = 12$$

dt: Distancia entre taladros.

Dureza intermedia = = 0.6m (dato obtenido de la tabla del manual de EXSA)

C: Coeficiente o factor de la roca

$$\text{Intermedio} = 1.5$$

S: Dimensión de la sección del túnel en m<sup>2</sup> (cara libre)

$$N^{\circ}t = \left(\frac{12}{0.6}\right) + (1.5 \times 9)$$

$$N^{\circ}t = 33.5$$

$$N^{\circ}t = 33 \text{ taladros}$$

Largo del barreno 6'

$$6' \times 0.3048 = 1.82\text{m}$$

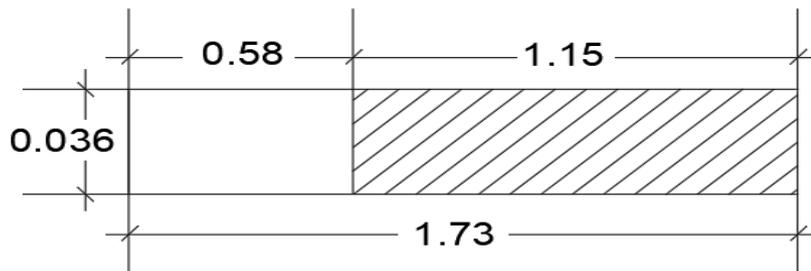
Eficiencia al 95%

$$1.82 \times 0.95 = 1.73\text{m}$$

Carga de explosivo  $\frac{2}{3}$  del taladro

$$1.73 \times \left(\frac{2}{3}\right) = 1.15\text{m} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 2)}$$

Cantidad de cartuchos por taladro



$\varnothing$  de la broca = 0.036m  $\approx$  3.6cm

$\varnothing$  del cartucho = 2.45cm

largo del cartucho = 20.32cm

peso específico = 0.11Kg

Cantidad de cartuchos por taladro

$$\frac{1.15}{0.2032} = 5.65 \cong 6 \text{ cartuchos por taladro} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 3)}$$

Entonces:

6 cartuchos  $\times$  33 taladros = 198 cartuchos

Distribución de la carga:

Movimiento de roca:

$$\text{Volumen}(V) = S \times L \dots \dots \dots \text{(Ecuación 4)}$$

S: Dimensión de la sección

L: Longitud de taladros

$$\text{Volumen}(V) = 9\text{m}^2 \times 1.73\text{m} = 15.57\text{m}^3$$

$$\text{Tonelaje}(t) = V \times P \dots\dots\dots \text{(Ecuación 5)}$$

P: Densidad de la roca

$$t = 15.57 \times 2.75$$

$$t = 42.81$$

Cantidad de la carga

$$Q_t = V \times \text{Kg}/\text{m}^3 \dots\dots\dots \text{(Ecuación 6)}$$

V: Volumen estimado en  $\text{m}^3$ .

$\text{Kg}/\text{m}^3$ : Carga por  $\text{m}^3$  (dato obtenido en la tabla de manual de voladura de EXSA)

$$Q_t = 15.57\text{m}^3 \times 1.5\text{Kg}/\text{m}^3$$

$$Q_t = 23.35\text{Kg}$$

Carga promedio por taladro

$$Q_t/\text{N}^\circ t \dots\dots\dots \text{(Ecuación 7)}$$

$Q_t$ : Carga total de explosivo

$\text{N}^\circ t$ : Numero de taladros

$$\frac{Q_t}{\text{N}^\circ t} = \frac{23.35}{33} = 0.71\text{Kg}$$

### VALOR DEL BURDEN

$$D_1 \rightarrow DH = dH \times \sqrt{N} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 8)}$$

DH: Diámetro equivalente a un solo barreno vacío.

$\sqrt{N}$ : Numero de taladros vacíos

$$DH = 36\text{mm} \times \sqrt{3}$$

$$D_1 = DH = 62.35$$

Tabla 155: *Distribución de los burden*

	Valor del Burden	Lado de la sección
Primero	$B_1 = 1.5 \times D_1$ $B_1 = 1.5 \times 62.35$ $B_1 = 93.53\text{mm}$	$B_1 \times \sqrt{2}$ $93.53 \times \sqrt{2}$ $= 132.27\text{mm}$
Segundo	$B_2 = 93.53 \times \sqrt{2}$ $B_2 = 132.27\text{mm}$	$1.5 \times 132.27 \times \sqrt{2}$ $= 280.58\text{mm}$
Tercero	$B_3 = 1.5B_2 \times \sqrt{2}$ $B_3 = 280.58\text{mm}$	$1.5 \times 280.58 \times \sqrt{2}$ $= 595.20\text{mm}$
Cuarto	$B_4 = 1.5B_3 \times \sqrt{2}$ $B_4 = 595.20\text{mm}$	$1.5 \times 595.20 \times \sqrt{2}$ $= 1262.61\text{mm}$

*Fuente: Elaboración propia*

ANEXO n.º 2. Cartilla Geomecánica

PODEROSA		CARTILLA GEOMECÁNICA <small>Rev. 02</small>				
		LABORES DE EXPLOTACIÓN Y AVANCES				
Indice de Resistencia Geológica (GSI)	Condición Superficial (Golpes de picota)					
	Se Rompe	Se Rompe	Se Indenta	Se Indenta		
ESTRUCTURA Grado de fracturamiento	Con 3 o mas Golpes de Picota	Con 1 o 2 Golpes de Picota	Superficialmente con golpes de Picota	Mas de 5 mm.		
	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>MP</b>		
Se basa en la cantidad de fracturas por metro cuadrado, medidos insitu con flexometro.						
Condición Estructural - Fracturas/m <sup>2</sup>	2 a 5 LF Levemente Fracturada	A LF/B	B LF/R	-	-	
	6 a 11 F Moderadamente Fracturada	B F/B	A F/R	B F/P	-	
	12 a 20 MF Muy Fracturada	B MF/B	C MF/R	D MF/P	E MF/MP	-
	>20 IF Intensamente Fracturada	-	D IF/R	E IF/P	F IF/MP	F

TIPOS DE SOSTENIMIENTO LABORES DE EXPLOTACIÓN (TJ, CH, SN) (TEMPORALES) U.P. SANTA MARÍA			
PARAMETROS GEOMECANICOS		ANCHO DE MINADO > 2.4m.	ANCHO DE MINADO < 2.4m.
CALIDAD	RMR		
A	81-100	Split Set sistemático espaciado a 1.8m	Puntal c/ jackpot sistemático espaciado a 1.8m en las cajas + split set sist. esp. 1.8m en zona mineralizada
B	61-80	Split set sistemático espaciado a 1.5m	Puntal c/ jackpot sistemático espaciado a 1.5m en las cajas + split set sist. esp. 1.5m en zona mineralizada
C	51-60	Split set sistemático esp. a 1.2m + malla electrosoldada	Puntal c/ jackpot sist. esp. 1.3m en las cajas + split set sist. esp. a 1.2m en zona mineralizada
D	41-50	Hydrabolt sistemático espaciado a 1.2m + malla electrosoldada	Puntal c/ jackpot sist. esp. 1.0m con guarda cabeza
E	21-40	Cuadros de madera esp. 1.5 con guarda cabeza en dirección al minado	Cuadros de madera esp. 1.5 con guarda cabeza en dirección al minado
F	<20	Cuadros de madera esp. 1.2 con marchavantes en dirección al minado	Cuadros de madera esp. 1.2 con marchavantes en dirección al minado

U.P. MARAÑÓN			
PARAMETROS GEOMECANICOS		ANCHO DE MINADO < 2.4m.	
CALIDAD	RMR		
A	81-100	Perno ocasional o puntal ocasional	
B	61-80	Perno ocasional o Puntal ocasional en dirección al minado	
C	51-60	Puntales de madera sistemático espaciados a 1.5m en dirección al minado	
D	41-50	Puntales de madera sistemático espaciados a 1.2m en dirección al minado	
E	21-40	Cuadros de madera espaciados a 1.5m con guarda cabeza en dirección al minado	
F	<20	Cuadros de madera espaciados a 1.2m con marchavantes en dirección al minado	

TIPOS DE SOSTENIMIENTO LABORES DE AVANCE (TEMPORAL - PERMANENTE)		
PARAMETROS GEOMECANICOS		
U.P. SANTA MARÍA - U.P. MARAÑÓN		
CALIDAD	RMR	LABORES DE AVANCE (CR, BP, RA, GL, VEN, ESCM)
A	81-100	Perno ocasional
B	61-80	Perno ocasional
C	51-60	Perno sistemático espaciados a 1.5m de acuerdo al estándar
D	41-50	Perno sistemático + malla electrosoldada de acuerdo al estándar
E	21-40	Cimbras metálicas espaciados a 1.5m ó shotcrete de 2" a 3" más perno más malla electrosoldada
F	<20	Cimbras metálicas espaciados de 0.8 a 1.0m con marchavantes

**CONSIDERACIONES PARA EL SOSTENIMIENTO**

- Longitud del perno a usar:**  
De acuerdo a estandar por tipo de sección.
- Para instalacion de cuadros:**  
Usar Redondos de 8" para sombrero y postes
- Para instalacion de Puntales:**  
Usar Redondos de 7" a 8" de diámetro
- Para espaciamiento entre puntales y cuadros:**  
los espaciamientos indicados refieren a la luz interna entre puntales o cuadros.
- Para zonas con eventos de relajamiento:**  
Sostener con perno más malla electrosoldada al tope de la labor.
- Cámara de bombeo, polvorin, refugio minero, comedores:**  
Sostener con shotcrete más pernos sistemáticos.
- CM DDH, subestaciones, intersecciones, cámaras de izaje :**  
Sostener con pernos sistemáticos más malla electrosoldada.
- El tiempo de colocación del sostenimiento es inmediato.**

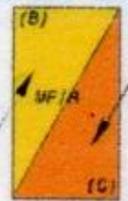
INDICE G. S. I.	INDICE RMR	TIPO DE DIST.	SPT	CPT
LEVEMENTE FRACTURADA / BUENA (LP/B)	75-100	A	A	A
LEVEMENTE FRACTURADA / REGULAR (LP/R)	65-80	B	B	B
LEVEMENTE FRACTURADA / PUEBLO (LP/P)	55-60	C	C	C
MODERADAMENTE FRACTURADA / BUENA (MF/B)	40-60	B	B	B
MODERADAMENTE FRACTURADA / REGULAR (MF/R)	35-75	C	C	C
MODERADAMENTE FRACTURADA / PUEBLO (MF/P)	45-65	C	C	C
BIEN FRACTURADA / BUENA (BF/B)	35-45	B	C	C
BIEN FRACTURADA / REGULAR (BF/R)	45-65	C	C	C
BIEN FRACTURADA / PUEBLO (BF/P)	35-55	D	E	E
BIEN FRACTURADA / MUY PUEBLO (BF/MP)	25-45	E	F	F
INTENSAMENTE FRACTURADA / BUENA (IF/B)	45-55	-	-	-
INTENSAMENTE FRACTURADA / REGULAR (IF/R)	35-25	D	E	E
INTENSAMENTE FRACTURADA / PUEBLO (IF/P)	25-45	B	F	F
INTENSAMENTE FRACTURADA / MUY PUEBLO (IF/MP)	15-25	F	F	F

SPT = SIN FACTORES INFLUYENTES / SPT = CON FACTORES INFLUYENTES

**Labor permanente: Perno helicoidal.**  
**Labor Temporal: Perno Split Set.**

ELECCION DEL TIPO DE EXPLOSIVO		
CALIDAD DE ROCA	TAJO	AVANCE
LP/B	EMULNOR 3000	ANFO
F/B LP/R	EMULNOR 5000/3000	EMULNOR 5000/3000
F/R MF/R F/P	EMULNOR 3000/2000	EMULNOR 3000
MF/R BF/R IF/R	EMULNOR 1000	EMULNOR 1000
IF/MP		

**FACTORES INFLUYENTES**



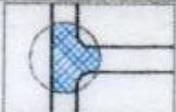
**CON FACTORES INFLUYENTES:**

- CONDICION DE FRACTURA
- FLUJO DE AGUA
- RELAJAMIENTO DE ROCAS
- PRESENCIA DE FALLAS
- ORIENTACION DE DISCONTINUIDADES
- INTERSECCION DE LABORES

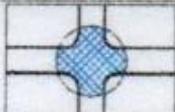
**SIN FACTORES INFLUYENTES:**

**ESTANDAR DE SOSTENIMIENTO CON MALLA EN INTERSECCIONES**

**CASO N° 1 CRUCES**



**CASO N° 2 BIFURCACIONES**



ANEXO n.º 3. Ficha técnica Exsablock

## EXSABLOCK

www.EXSA.net

Dinamita de baja energía especialmente desarrollada para voladura controlada, ya que evita la sobre rotura de la roca remanente (overbreak) y la dilución del mineral. También se puede emplear en la rotura dimensional de la roca.

Debido a su densidad y velocidad de detonación relativamente baja, junto a una reacción química endotérmica (absorbe calor), este producto ofrece una potencia rompedora suficiente para generar las fracturas y el plano de rotura continua en la roca, sin dañar el área superficial de las labores subterráneas.

Asegura la estabilidad de la roca próxima, minimizando la ampliación de la red de fracturas preexistentes, reduciendo los riesgos de desprendimiento del techo y asegurando la integridad de las personas, instalaciones y equipos.

### Propiedades / Beneficios

- Menos daños en las superficies de la pared final y con menor incidencia de sobreexcavación.
- Menor debilitamiento y craquelamiento en el shotcrete por incidencia de las vibraciones.
- Incremento en el tiempo de auto soporte.
- Menor operación para el desatado de rocas.
- Reducción del potencial por desprendimiento y /o derrumbe
- Ahorro en tiempo y costos.
- Sensible al detonador No. 8 y al cordón de bajo gramaje.
- Larga vida útil.

### Características técnicas

Especificaciones técnicas	Unidades	Exsablock
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0.91 +/- 5%
Velocidad de detonación*	m/s	2,800 +/- 200
Presión de detonación**	kbar	23
Energía**	KJ/kg	1720
RWS**	%	45
RBS**	%	54
Volumen de gases**	l/kg	771
Resistencia al agua	Horas	Nula
Categoría de humos	Categoría	1 era

\* Si no confinar en tubo de bajalata de 30 mm de diámetro.

\*\* Calculadas con programa de simulación TERMODET a condiciones ideales de 1 atm.

### Presentación y embalaje

Cartuchos de papel kraft parafinado, dispuestos en bolsas plásticas y embaladas en cajas de cartón corrugado.

Peso Neto	20 kg		
Peso Bruto	21.3 kg		
Dimensiones de caja	Ext. 35 x 45 x 28 cm		
Material	Caja de cartón corrugado		
Producto	Pulg.	UN/Caja	Masa g/UN
EXSABLOCK	7/8	7	276
EXSABLOCK	1 1/8	8	160

Para otros formatos de cartuchos preguntar a un especialista Exsa.

En las cantidades mencionadas podrá haber variaciones en el número y peso de los cartuchos para mantener el estándar de 20 kg/caja.



### Almacenamiento y garantía

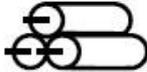
Conservado en su embalaje original y almacenado en condiciones de temperatura y humedad normales, conforme a las normativas vigentes, el producto está garantizado por 18 meses, después de su fecha de fabricación.

### Transporte

CLASE: 1  
DIVISIÓN: 1.1 D  
N° ONU: 0081



ANEXO n.º 4. Ficha técnica Emulnor 3000 y 5000



**ALTOS EXPLOSIVOS**

**EMULNOR®**

EMULSIÓN / HIDROGEL ENCARTUCHADA

**Descripción y composición**

El EMULNOR® es una emulsión explosiva encartuchada en una envoltura plástica que posee propiedades de seguridad, potencia, resistencia al agua y buena calidad de los gases de voladura.

**Tipos y usos**

Para satisfacer los requerimientos del mercado, FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. cuenta con los siguientes tipos:

- EMULNOR® 500.-  
Para la voladura de rocas muy suaves.
- EMULNOR® 1000.-  
Para la voladura de rocas suaves a intermedias.
- EMULNOR® 3000.-  
Para la voladura de rocas intermedias a duras.
- EMULNOR® 5000.-  
Para la voladura de rocas muy duras.

Su uso está orientado a cualquier tipo de trabajo: En explotaciones y desarrollos mineros, en obras de ingeniería civil, en canteras, en taladros secos, húmedos e inundados, con una modalidad de aplicación similar a las dinamitas convencionales, pudiendo trabajar como columna explosiva o como “cebos” de iniciación de columnas de nitro-carbonitratos.

Debido a la buena calidad de los gases residuales y al no contener nitroglicerina en su composición, permite que el personal reingrese a la labor en menor tiempo; obteniéndose mejoras en los ciclos de trabajo, sin desmedro de la seguridad.

**Transporte**

Clase: 1  
División: 1.1 D  
N° ONU: 0241



### Características técnicas

	EMULNOR® 500	EMULNOR® 1000	EMULNOR® 3000	EMULNOR® 5000
Densidad relativa (g/cm³)	0,90 ± 0,15	1,13 ± 0,1	1,14 ± 0,1	1,16 ± 0,1
Velocidad de confinado *	4 400 ± 300	5 800 ± 300	5 700 ± 300	5 500 ± 300
Velocidad de detonación (m/s) s/confinar **	3 500 ± 300	4 500 ± 300	4 400 ± 300	4 200 ± 300
Presión de detonación (kbar)	44	95	93	88
Energía (kcal/kg)	628	785	920	1010
Volumen normal de gases (l/kg)	952	920	880	870
Potencia relativa en peso (%) (***)	70	87	102	112
Potencia relativa en volumen (%) (***)	77	120	142	159
Sensibilidad al fulminante	Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
Resistencia al agua	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Categoría de humos	Primera	Primera	Primera	Primera

\* Velocidad de detonación en tubo de 1 ½ pulgadas de diámetro.

\*\* Velocidad de detonación como cartucho de 1 pulgada de diámetro.

\*\*\* Potencias relativas referidas al ANFO con potencia convencional de 100.

### Presentación

	Material de caja	Capacidad de caja (Pza.)	Peso neto (kg)	Peso bruto (kg)	Dimensiones exteriores (cm)
EMULNOR® 500 1" x 7"	Cartón	318	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 500 1" x 8"	Cartón	294	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 30,0
EMULNOR® 1000 1" x 7"	Cartón	264	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 1000 1" x 8"	Cartón	230	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 1000 1" x 12"	Cartón	150	25,0	26,5	34,2 x 47,5 x 30,0
EMULNOR® 3000 1" x 7"	Cartón	260	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 3000 1" x 8"	Cartón	228	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 3000 1" x 12"	Cartón	144	25,0	26,5	34,2 x 47,5 x 30,0
EMULNOR® 5000 1" x 7"	Cartón	246	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 5000 1" x 8"	Cartón	216	25,0	26,5	38,6 x 45,6 x 26,2
EMULNOR® 5000 1" x 12"	Cartón	142	25,0	26,5	34,2 x 47,5 x 30,0

Otras formas de embalaje de acuerdo a pedido.



#### MANIPULO Y ALMACENAMIENTO

Los explosivos y accesorios de voladura de FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. son productos seguros, pero en manos inexpertas se constituyen en elementos peligrosos. El adquirente o usuario debe cumplir con lo establecido por las normas correspondientes, al momento de su transporte, almacenaje y uso, así como entrenar debidamente a todo el personal encargado de su manipuleo.

FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. no asume responsabilidad alguna por el transporte, almacenaje y/o uso inadecuado que pudiera darse a sus productos. El transporte, almacenamiento, manipuleo y uso debe hacerse en concordancia con las regulaciones y aprobaciones por la autoridad competente. Debe ser almacenado en polvorines ubicados en zonas seguras, protegidos de la lluvia y el calor y en concordancia con la tabla de compatibilidad vigente de la autoridad competente.

#### ATENCIÓN

La información y recomendación aquí descrita no cubren necesariamente todas las aplicaciones del producto ni las distintas condiciones bajo las cuales éste sea utilizado. Estas se basan en la experiencia, investigación y pruebas realizadas por Famesa Explosivos S.A.C. quien no garantiza resultados favorables ni asume responsabilidad alguna, expresa o implícita en conexión con el uso de estas sugerencias. Este producto puede ser modificado sin previo aviso.



ANEXO n.º 5. Ficha técnica Carmex

# CARMEX INICIADOR DE CORDÓN DETONANTE

## DETONADOR ENSAMBLADO

### Descripción y composición

El CARMEX INICIADOR DE CORDÓN DETONANTE está compuesto por los siguientes componentes: un Fulminante Común Nº 8, un conector plástico que asegura al Fulminante Común con el Cordón Detonante, un tramo de Mecha de Seguridad, un Conector para Mecha Rápida y un Block de sujeción, que viene a ser un seguro de plástico, cuya función es asegurar la Mecha Rápida al Conector para Mecha Rápida.

### Usos

El CARMEX INICIADOR DE CORDÓN DETONANTE ha sido concebido y desarrollado como un seguro y eficiente sistema de iniciación al cordón detonante para efectuar voladuras convencionales. Gracias a su conector plástico hace fácil y rápido su ensamble.

El CARMEX INICIADOR DE CORDÓN DETONANTE es ensamblado por personal especializado, mediante el uso de máquinas fijadoras neumáticas, garantizando con ello la hermeticidad del Fulminante – Mecha de Seguridad – Conector.

### Transporte

Clase : 1  
División : 1.1B  
Nº ONU : 0360



### Características Técnicas

Del fulminante común	Unidad	Carmex iniciador de cordón detonante
Diámetro del fulminante	mm	6,3
Longitud del fulminante	mm	45
Prueba de esopo, diámetro de perforación (mm)	mm	Min. 10,0
Volumen trauzi	cm <sup>3</sup>	Min. 23

De la mecha de seguridad	Unidad	Carmex iniciador de cordón detonante
Color de recubrimiento plástico	---	Verde
Núcleo de pólvora	g/m	6,1 ± 0,7
Tiempo de combustión a.n.m	s/m	160 ± 10
Diámetro externo	mm	5,2 ± 0,2

a.n.m.= a nivel del mar

Del conector	Unidad	Carmex iniciador de cordón detonante
Diámetro del conector	mm	6,3
Longitud del conector	mm	45
Ancho de la ranura	mm	2,3 ± 0,3
Carga de material pirotécnico	g	0,5 ± 0,1

**FAMESA**  
EXPLOSIVOS

#### MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO

Los explosivos y accesorios de voladura de FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. son productos seguros, pero en manos inexpertas se constituyen en elementos peligrosos.

El adquirente o usuario debe cumplir con lo establecido por las normas correspondientes, al momento de su transporte, almacenaje y uso, así como entrenar debidamente a todo el personal encargado de su manipuleo.

FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C., no asume responsabilidad alguna por el transporte, almacenaje y/o uso inadecuado que pudiera darse a sus productos.

El transporte, almacenamiento, manipuleo y uso debe hacerse en concordancia con las regulaciones y aprobaciones por la autoridad competente.

Debe ser almacenado en pavitrines ubicados en zonas seguras, protegidos de la lluvia y el calor; y en concordancia con la tabla de compatibilidad vigente de la autoridad competente.

#### ATENCIÓN

La información y recomendación aquí descrita no cubren necesariamente todas las aplicaciones del producto ni las distintas condiciones bajo las cuales éste sea utilizado. Esta es basada en la experiencia, investigación y pruebas realizadas por Famesa Explosivos S.A.C., quien no garantiza resultados favorables ni asume responsabilidad alguna, expresa o implícita en conexión con el uso de estas sugerencias. Este producto puede ser modificado sin previo aviso.



ANEXO n.º 6. Ficha técnica Mecha Rápida

# MECHA RÁPIDA

## CORDÓN DE IGNICIÓN

### Descripción y composición

La MECHA RÁPIDA es un componente del sistema tradicional de iniciación de voladuras, compuesto por una masa pirotécnica, dos alambres y una cobertura exterior de material plástico.

La MECHA RÁPIDA produce una llama incandescente durante su combustión con la suficiente temperatura para activar la masa pirotécnica del CONECTOR PARA MECHA RÁPIDA, el que a su vez asegura el eficiente encendido de la MECHA DE SEGURIDAD.

### Tipos y usos

Para satisfacer los requerimientos de trabajos en minería y construcción civil, FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. ofrece los siguientes tipos:

- MECHA RÁPIDA Z - 18
- MECHA RÁPIDA Z - 19

La MECHA RÁPIDA ensamblado con el CONECTOR PARA MECHA RÁPIDA tiene como objetivos eliminar el encendido o “chispeo” individual de las “armadas” o “primas”, evitar la exposición del operador a labores con presencia de humo y permitir la evacuación segura del personal ante la posibilidad de

una iniciación prematura, ya que usándola adecuadamente proporciona el tiempo suficiente al operador para retirarse a un lugar seguro.

Para efectuar cada conexión en las redes de encendido, la MECHA RÁPIDA se inserta en la ranura del CONECTOR PARA MECHA RÁPIDA y la base de este se presiona para asegurar un buen contacto. Dicha conexión también puede realizarse por enrollamiento o “torniquete” o utilizando el “block de sujeción” (collar plástico) que se provee adicionalmente.

El plan de voladura trazado debe contemplar que la longitud de MECHA RÁPIDA a usarse debe ser tal que todas las “armadas” o “primas” estén encendidas y en combustión dentro de los taladros antes que el primer “taladro” detone.

### Características técnicas

	Mecha Rápida Z - 18	Mecha Rápida Z - 19
Color de la Mecha Rápida	Rojo	Verde
Material de la cobertura exterior	Plástico	Plástico
Tiempo de combustión a.n.m (s/m)	35 ± 5	26 ± 5
Diámetro externo (mm)	2 ± 0,3	2 ± 0,3
Peso total (g/m)	Min. 6,0	Min. 6,5

### Presentación

	Material de caja	Capacidad de caja	Peso neto (kg)	Peso bruto (kg)	Dimensiones exteriores (cm)
Mecha Rápida Z - 18	Cartón	10 rollos x 150 m	10,4	11,4	45,3 x 27,3 x 14,0
Mecha Rápida Z - 19	Cartón	10 rollos x 150 m	10,5	11,5	45,3 x 27,3 x 14,0

NOTA: Mechas especiales fabricadas a pedido Z-22, Z-23 y Z-20

### Transporte

Clase: 1  
División: 1.4G  
N° ONU: 0066



**FAMESA**  
EXPLOSIVOS

#### MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO

Los explosivos y accesorios de voladura de FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. son productos seguros, pero en manos inexpertas se constituyen en elementos peligrosos. El adquirente o usuario debe cumplir con lo establecido por las normas correspondientes, al momento de su transporte, almacenaje y uso, así como entrenar debidamente a todo el personal encargado de su manipuleo.

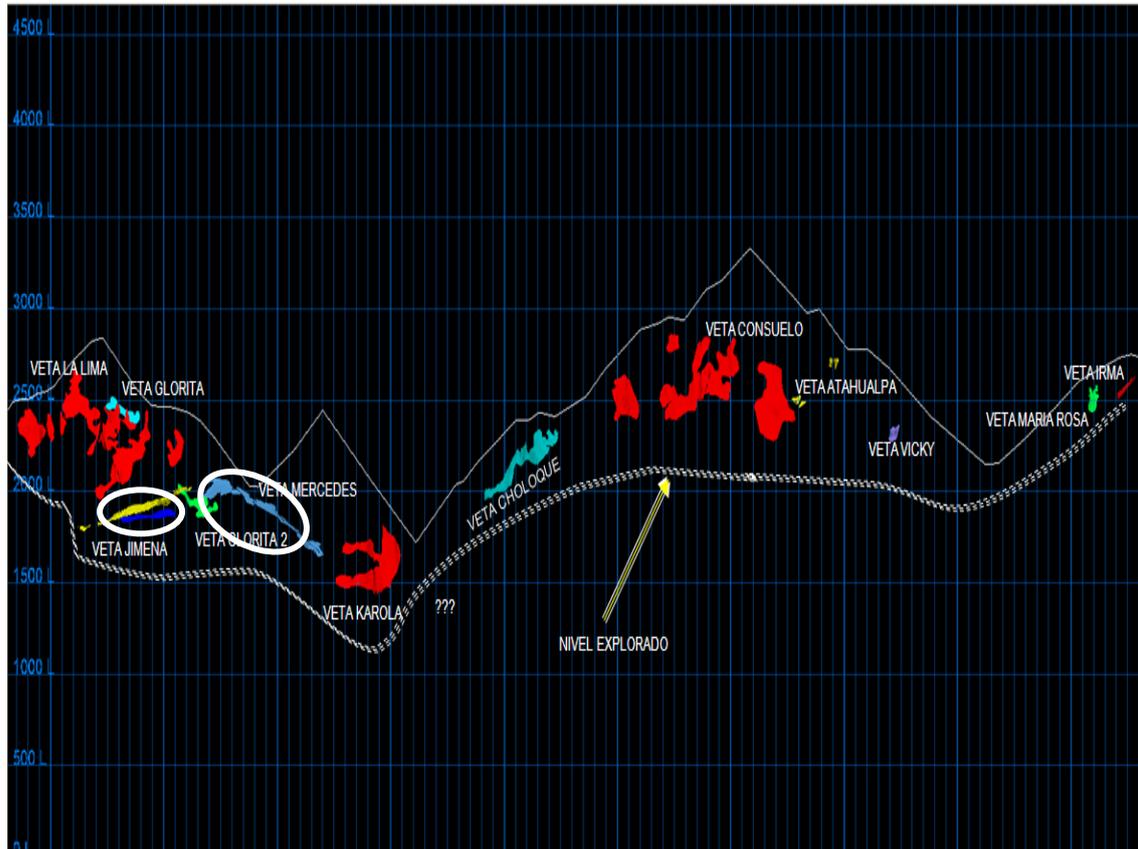
FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. no asume responsabilidad alguna por el transporte, almacenaje y/o uso inadecuado que pudiera darse a sus productos. El transporte, almacenamiento, manipuleo y uso debe hacerse en concordancia con las regulaciones y aprobaciones por la autoridad competente. Debe ser almacenado en porrones ubicados en zonas seguras, protegidos de la lluvia y el calor, y en concordancia con la tabla de compatibilidad vigente de la autoridad competente.

#### ATENCIÓN

La información y recomendación aquí descrita no cubren necesariamente todas las aplicaciones del producto ni las distintas condiciones bajo las cuales este sea utilizado. Estas se basan en la experiencia, investigación y pruebas realizadas por Famesa Explosivos S.A.C., quien no garantiza resultados. Famesa no asume responsabilidad alguna, expresa o implícita en conexión con el uso de estas sugerencias. Este producto puede ser modificado sin previo aviso.



ANEXO n.º 7. Sección longitudinal



ANEXO n.º 8. Fotografías de los frentes analizados

Fotografía 1. Acceso a las labores



Fotografía 2. Máquina perforadora Jackleg



Fotografía 3. Perforación del frente con la máquina Jackleg



Fotografía 4. Exsablock y mecha rápida



Fotografía 5. Ensamblaje de Carmex con explosivo Emulnor 5000



Fotografía 6. Ensamblaje de Carmex con explosivo Emulnor 3000



Fotografía 7. Introducción de los explosivos al taladro con atacador



Fotografía 8. Explosivos cargados en los taladros



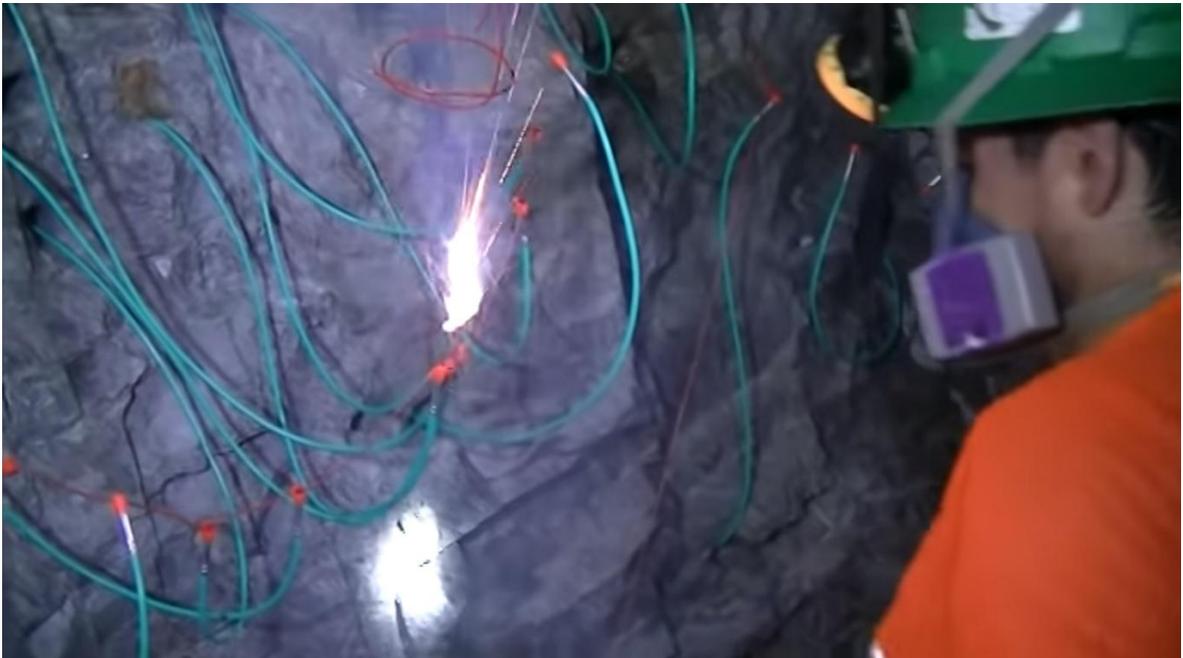
Fotografía 9. Enganche de Carmex a la mecha rápida de acuerdo a la secuencia de detonación



Fotografía 10. Frente armado y listo para el chispeo de acuerdo a la secuencia de detonación



Fotografía 11. Chispeo del frente



ANEXO n.º 9. Procedimiento de trabajo seguro (PETS): Perforación con máquina Jackleg en mina

PETS PERFORACIÓN CON MAQUINA “JACKLEG” EN MINA		
Área: Mina	Revisión: 03	
Código: MIN_PER_PE_002	Página 1 de 2	

### 1. PERSONAL

Este procedimiento es de aplicación de todo trabajador que labora en Perforación con Máquina Jack leg en Mina, Supervisores de Operación Mina y Jefes de Turno. Es de conocimiento del Jefe de Mina Senior, Superintendente de Mina, Superintendente de Seguridad y Salud en el Trabajo, Superintendente de Geología, Superintendente Planeamiento e Ingeniería, Superintendente de Energía y Mantenimiento, Gerente del Sistema Integrado de Gestión y Responsabilidad Social y Gerente de Operaciones.

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Casco con portalámparas y barbiquejo, correa portalámparas, lámpara eléctrica, ropa de trabajo con cintas reflectivas, respiradores contra polvo, botas de jebe con punta de acero, guantes de cuero o neoprene, tapones de oído y lentes de seguridad con malla, Arnés de Seguridad y Línea de Vida.(uso en labores que lo requieran), **ropa de jebe**.

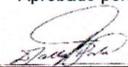
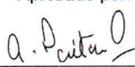
### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES.

Máquina perforadora Jack leg, barras de perforación de 4 y 6 pies, brocas descartables, atacadores y **guiadores** de madera, **cucharilla**, barretillas de 4, 6,8, 10 pies, **soplete**, mangueras de jebe de 1 y de 1/2 pulgada de diámetro, saca barreno, saca broca, aceiteras **de metal**, grapas para conexiones de agua y aire de Ø 1 ½ y 1”, gamarrilla, plataforma de perforación (de acuerdo a sección de la labor), aceite grado 100, aire comprimido, agua, malla protectora (electrosoldada de 4x4 en caso de ser necesario).y pernos mecánicos ( 6’ ) completos para la sujeción de la malla (en caso de ser necesario).

### 4. PROCEDIMIENTO

#### NORMAS GENERALES EN TODA LA PERFORACIÓN

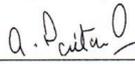
- A. En todo momento se usarán guiadores de madera para conservar el paralelismo de los taladros.
  - B. Verifica constantemente la presión de agua para evitar el atascamiento de las brocas.
  - C. Durante la perforación, se realiza el desatado de roca cada 5 taladros perforados dependiendo el tipo de roca. Retirar el equipo para desatar las rocas sueltas producto de la vibración de la perforación, manteniendo en todo momento el lugar de trabajo seguro. Luego se reinicia la perforación.
  - D. Está prohibido perforar en los "tacos" de taladros anteriormente disparados.
- 4.1 El trabajador debe verificar sus EPP's, antes de ingresar al turno de trabajo.
  - 4.2 Inspeccionar el área de trabajo y registrar en el formato de IPERC continuo.
  - 4.3 Verificar la ventilación, regar los hastiales, techo y frente de la labor.
  - 4.4 Desatar todas las rocas sueltas antes, durante y después de la tarea, de acuerdo al PETS de Desatado de Rocas.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Aprobado por:
				
			Próxima aprobación	Dic-17

- 4.5 Tener en el lugar de trabajo sólo los materiales de trabajo en las cantidades necesarias y todos ordenados para facilitar la tarea (CLASIFICAR Y ORDENAR)**
- 4.6 Instalar el equipo verificando que las válvulas estén cerradas, y las condiciones de la máquina, mangueras de agua, aire y accesorios estén en buen estado.
- 4.7 Trasladar las mangueras de agua, aire y la máquina al frente de la labor.
- 4.8 Llenar el aceite al nivel señalado de la lubricadora.**
- 4.9 Abrir la válvula de aire para purgar la manguera, **direccionando al área libre.**
- 4.10 Cerrar la válvula de aire para descargar el aire comprimido.
- 4.11 Realizar el empatado a la máquina, haciendo uso de las grapas en ambos conexiones.
- 4.12 Abrir la válvula de aire para comprobar la máquina en vacío con rotación en primera.
- 4.13 Marcar la malla de perforación de acuerdo a diseño por tipo de roca y evaluación de la Supervisión de Operación.
- 4.14 El perforista se posiciona a un lado (izquierdo) de la máquina perforadora para iniciar la perforación, ubicando el pie de avance en un lugar (piso) estable.
- 4.15 Iniciar el emboquillado de los taladros con barra de 4 pies, con una presión y rotación lenta, **tomando el ayudante el barreno a una distancia de 20cm de la broca**, luego se continuará con la barra de 6 pies y de ser necesario con la barra de 8 pies.
- 4.16 Concluida la perforación, retirar el barreno de la perforadora y cerrar las válvulas de agua y aire.
- 4.17 Desempatar y enrollar las mangueras respectivas, colocándolas en un lugar seguro y distante del disparo.
- 4.18 Lavar y colocar la capucha en la máquina perforadora y **trasladar entre dos trabajadores** a un lugar seguro (Cámara de herramientas).
- 4.19 Aplicar COLPA en el lugar de trabajo después de concluida su tarea.
- 4.20 Concluida la tarea, se registra en la HOJA DE REPORTE DIARIO DE OPERACIONES MINA.

#### 5. RESTRICCIONES

- 5.1 Si hay presencia de gases en la labor, el trabajador debe salir inmediatamente de la labor y ventilar.
- 5.2 En el caso de chispeo de roca, alejarse de la zona y evaluar las condiciones del área de trabajo para eliminar la condición subestándar de acuerdo al procedimiento establecido.
- 5.3 Si hay eventos de relajamiento de roca, el trabajador debe retirarse a un lugar seguro y comunicar al supervisor.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por: 	Aprobado por: 
			Próxima aprobación	Dic-17

ANEXO n.º 10. Procedimiento de trabajo seguro (PETS): Voladura primaria

PETS VOLADURA PRIMARIA		
Área: Mina	Revisión: 00	
Código: MIN_VOL_PE_0005	Página 1 de 2	

**1. PERSONAL**

Este procedimiento es de aplicación a todo trabajador que labora en la tarea de Voladura Convencional, Supervisores de Operación Mina y Jefes de Turno. Es de conocimiento del Jefe de Mina Senior, Superintendente de Mina, Superintendente de Seguridad y Salud en el Trabajo, Superintendente de Geología, Superintendente Planeamiento e Ingeniería, Superintendente de Energía y Mantenimiento, Gerente del Sistema Integrado de Gestión y Responsabilidad Social y Gerente de Operaciones.

**2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

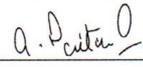
Casco con portalámparas y barbiquejo, correa portalámparas, lámpara a batería, ropa de trabajo con cintas reflectivas, respirador y filtro contra polvo, botas de jebe con punta de acero, guantes de cuero, tapones de oído y lentes de seguridad de malla.

**3. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES E INSUMOS:**

- 3.1 Cargador de ANFO con manguera antiestática o PVC
- 3.2 Punzón de cobre, PVC o madera.
- 3.3 Fósforo o encendedor.
- 3.4 02 Juegos completo de barretillas 4, 6, 8, 10 y 12 pies.
- 3.5 Soplete de Tubo de ½" con su válvula.
- 3.6 Manguera anti-estática para carguío con ANFO.
- 3.7 Llave francesa o stilson de 12 pulgadas
- 3.8 Tacos de arcilla y/o detritus (opcional)
- 3.9 Espaciadores /tubos PVC, cañas (para uso de dinamita)
- 3.10 Cintas auto-adhesivas (para uso en espaciadores)
- 3.11 Atacadores
- 3.12 ANFO.
- 3.13 Emulsión.
- 3.14 Dynamita.
- 3.15 Detonador ensamblado (carmex).
- 3.16 Mecha rápida.

**4. PROCEDIMIENTO**

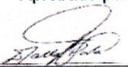
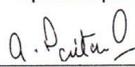
- 4.1 Usar sus EPP, Re-desatar las rocas sueltas antes de iniciar la tarea, de acuerdo al PETS de Desatado de Rocas.
- 4.2 Instalar la manguera de aire comprimido al soplete, verificando las conexiones tipo campana aseguradas con abrazaderas.
- 4.3 Ubicarse al costado del taladro al momento de sopletear.  
Limpiar los taladros, usando el soplete o cucharilla (obligatorio uso de lentes de malla)
- 4.4 Preparar los cebos, usando el punzón, introduciendo el fulminante al en el centro del cartucho
- 4.5 Introducir los cebos en los taladros con el atacador, sin golpear o atacar
- 4.6 Cargar los taladros con los cartuchos de explosivos, atacando cada 4 cartuchos.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Aprobado por:
				
			Próxima aprobación	Dic-17

- 4.7 Si el carguío de taladros es con ANFO, se deberá utilizar un cargador para ANFO.
- 4.8 Enganchar la mecha rápida a los conectores, de acuerdo a la secuencia de salida de los taladros.
- 4.9 Retirar las herramientas y equipos utilizados a un lugar lejano y seguro.
- 4.10 Coordinar con los trabajadores de las labores cercanas para dar inicio al chispeo dentro del horario de disparo establecido.
- 4.11 Apagar el ventilador antes del disparo (en caso hubiera)
- 4.12 Prender la mecha rápida empezando de los taladros de arranque y retirarse de la labor inmediatamente.
- 4.13 Devolver explosivos o accesorios sobrantes al polvorín auxiliar, en caso hubiera.
- 4.14 Prender el ventilador o dejar abierta la válvula de la tercera línea.
- 4.15 Colocar letrero PELIGRO DISPARO o vigías para que no ingrese ninguna persona al lugar de disparo.

#### 5. RESTRICCIONES

- 5.1 Si hay eventos de relajamiento de roca, el trabajador debe retirarse a un lugar seguro y comunicar al supervisor.
- 5.2 Para realizar voladura en comunicaciones de labores proteger las instalaciones de aire, agua, eléctricas, mangas de ventilación, ventiladores, etc. y disparar solo los taladros de arranques y ayudas.
- 5.3 Los trabajadores que realicen la tarea, debe tener vigente la autorización de la SUCAMEC.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por: 	Aprobado por: 
			Próxima aprobación	Dic-17