

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

*ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
MINAS*



**“CAMBIO DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN LA
EXPLOTACIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS EN LA
UNIDAD MINERA AMERICANA -CÍA. MINERA
CASAPALCA S.A.”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR: DELIO LAURENTE VENEGAS


AYACUCHO - PERÚ

2014


“CAMBIO DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS EN LA UNIDAD MINERA AMERICANA – CÍA. MINERA CASAPALCA S.A.”

RECOMENDADO : 21 DE AGOSTO DEL 2014

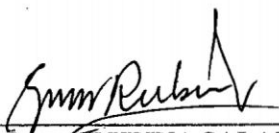
APROBADO : 12 DE SETIEMBRE DEL 2014



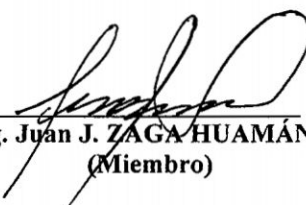
MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO
(Presidente)



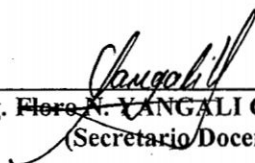
Dr. Ing. Hugo GUTIÉRREZ OROZCO
(Miembro)



Ing. Grover RUBINA SALAZAR
(Miembro)



Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN
(Miembro)

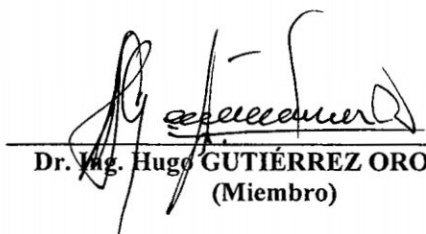


Ing. Flora N. YANGALI GUERRA
(Secretario Docente)

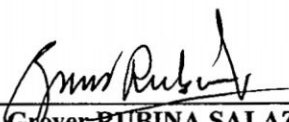
Según el acuerdo constatado en el Acta, levantada el 12 de setiembre del 2014, en la Sustentación de Tesis Profesional presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas Sr. Delio LAURENTE VENEGAS, con el Trabajo Titulado "CAMBIO DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS EN LA UNIDAD MINERA AMERICANA - CÍA. MINERA CASAPALCA S.A.", fue calificado con la nota de QUINCE (15) por lo que se da la respectiva APROBACIÓN.



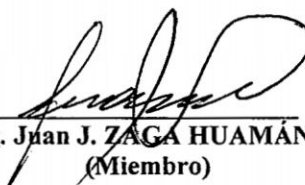
MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO
(Presidente)



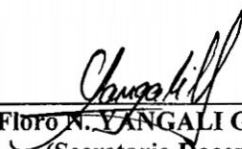
Dr. Ing. Hugo GUTIÉRREZ OROZCO
(Miembro)



Ing. Grover RUBINA SALAZAR
(Miembro)



Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN
(Miembro)



Ing. Floro N. YANGALI GUERRA
(Secretario Docente)

A mi esposa Damaris por su apoyo y a mi hija Danae Alexandra por darme mucha felicidad.

A mis padres Abilio y Baceliza quien con mucho cariño me dio el apoyo incondicional para alcanzar grandes logros.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga quienes me impartieron los conocimientos básicos para el buen desempeño en mis funciones como profesional.

Al Ingeniero Juan Bellido Cerda Gerente de Operación y al ingeniero Héctor Díaz Jora Asistente Geomecánico Zona Vetas de Compañía Minera Casapalca S.A. y también al ingeniero Seferino Pariona Berrocal Residente de la contrata Z y J, quien me ha brindado las facilidades para el desarrollo del presente trabajo.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo permite mostrar el cambio del tipo de sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación para reducir los costos.

Definición de sostenimiento con Pernos helicoedales, Split set, hydrabolt, Malla electrosoldada y cimbras metálicas, el rendimiento de sostenimiento pernos instalados (Und / tarea), luego pruebas de instalación y Pull Test de pernos hydrabolt y Split set en labores de explotación. Reemplazo de sostenimiento de cuadros de madera a cimbras metálicas.

Diseño y pruebas de estándares de la malla de perforación para la aplicación de sostenimiento con pernos.

Reducción de número de reportes de incidentes peligrosos relacionados a fallas de sostenimiento.

Reducción de costos en perforación y voladura utilizando sostenimiento con pernos y mallas.

Comparación de costos en sostenimiento con madera Vs. Pernos helicoedales, Split set, hydrabolt, mallas electrosoldada.

Comparación de costo en sostenimiento en labores de desarrollo, preparación, y explotación.

INTRODUCCION

El desarrollo del presente trabajo permite mostrar el cambio del tipo de sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación y por ende la reducción de costos en sostenimiento, esencialmente costos en sostenimiento con cuadros de madera.

El sostenimiento con cuadros de madera en labores de avance, resultan altos costos en perforación y voladura, limpieza y la extracción de desmonte. Mientras con pernos y malla electrosoldada se reducen los costos.

El aumento de rendimiento de sostenimiento con pernos helicoidales, Split set, hydrabolt y malla electrosoldada reduciremos los costos en la explotación.

Se ha reemplazado sostenimiento cuadros de madera por cimbras metálicas en el cruce 477 del nivel 15 zona Oroya.

La implementación de sostenimiento activo (Split set e Hydrabolt) y malla electrosoldada se realizarán la instalación de pernos en labores de explotación.

Realizando programas de capacitación y entrenamiento por parte del Departamento de Geomecánica habrá un buen control de sostenimiento con pernos.

Toda excavación subterránea se desarrolla como una estructura extremadamente compleja, el diseño óptimo, las técnicas y las herramientas permiten simular el comportamiento y las características del macizo rocoso. Es importante la aplicación de geomecánica en las labores subterráneas, a través de ella se conoce el tipo de roca para su respectivo sostenimiento.

INDICE

	Pag
- Dedicatoria	
- Agradecimiento	
- Resumen	
- Introducción	

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Ubicación y Acceso.	12
1.2. Clima y Vegetación.	14
1.3. Antecedentes de la Mina	15
1.4. Recursos.	16
1.5. Planteamiento del Problema	16
1.5.1 Formulación del Problema	17
1.6. Justificación – Importancia	18
1.7. Objetivo	18
1.8. Hipótesis	18
1.9. Identificación de Variables	19
1.9.1. Variable Independiente	19
1.9.2. Variable Dependiente	19
1.10. Metodología de la Investigación	19
1.11. Organización de la Empresa	20
1.12. Organización de la Contrata	21

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA

2.1 Geología regional.	23
2.1.1 Estratigrafía.	23

2.1.2 Rocas ígneas.	25
2.1.2.1 Formación Carlos Francisco.	25
2.1.3 Rocas Sedimentarias.	26
2.1.3.1 Formación Bellavista.	26
2.1.3.2 Formación Casapalca.	26
2.1.3.3 Depósitos Cuaternarios.	26
2.2 Geología Estructural.	27
2.2.1 Anticlinales – Sinclinales	27
2.2.2 Fallas y Fracturas.	27
2.3 Geología Local.	27
2.3.1. Depósitos Cuaternarios.	29
2.3.1.1. Depósitos Glaciares.	29
2.3.1.2. Depósitos Fluvioglaciares.	29
2.3.1.3. Depósitos Coluviales	29
2.4 Geología Económica.	29
2.4.1 Génesis y Paragénesis.	30
2.4.2 Mineralización.	30
2.4.3 Zoneamiento.	30
2.4.4 Alteraciones.	31
2.4.5 Estructuras Mineralizadas.	32
2.4.6 Reservas Minerales.	33
CAPÍTULO III	
MINERÍA	
3.1 Sistema de Minado.	36
3.2 Labores Mineras	36
3.2.1 Descripción de las Etapas en Operación Mina	37
3.2.2 Tipos de Labores Mineras	38
3.3 Métodos de Minado	42
3.3.1 Método de Corte y Relleno Ascendente Convencional	42

3.3.1.1	Condiciones de Aplicación.	42
3.3.1.2	Preparación.	43
3.3.1.3	Ciclo de Explotación.	43
3.3.1.3.1	Perforación y Voladura.	43
3.3.1.3.2	Ventilación	45
3.3.1.3.3	Sostenimiento	46
3.3.1.3.4	Limpieza	46
3.3.1.3.5	Transporte	47
3.3.1.3.6	Relleno	48
3.3.1.4	Ventajas y Desventajas	48
3.3.2	Método Corte y Relleno Ascendente Mecanizada50	
3.3.2.1	Preparación.	51
3.3.2.2	Ciclo de Explotación.	51
3.3.2.2.1	Perforación y Voladura	51
3.3.2.2.2	Ventilación	52
3.3.2.2.3	Sostenimiento	52
3.3.2.2.4	Limpieza	53
3.3.2.2.5	Acarreo y Transporte	53
3.3.2.2.6	Relleno	53
3.3.2.6	Ventajas y Desventajas	55

CAPITULO IV

CAMBIO DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN

4.1	Descripción	56
4.2	Identificación de Problemas con Sostenimiento de Madera	57
4.3	Metodología de Aplicación de Geomecánica en la Explotación	58
4.3.1	Mapeo Geomecánico del Tajeo 200 Nivel 14	58
4.3.2	Modelo Geológico, Geomecánico y Matemático	59

4.3.2.1	Modelo Geológico	59
4.3.2.2	Modelo Geomecánico.	60
4.3.2.2.1	Sistema de Evaluación Geomecánica Aplicado a Labores Subterránea	61
4.3.2.2.2	Índice de Resistencia Geológica GSI.	61
4.3.2.2.3	Distribución de Discontinuidades	62
4.3.2.2.4	Resistencia de la Roca Intacta	64
4.3.2.2.5	Evaluaciones de las Condiciones Geomecánica del Tajeo 200 Nivel14	67
4.3.2.3	Modelo Matemático	69
4.3.2.3.1	Cálculo de Esfuerzos Insitu	69
4.3.2.3.2	Factor de Seguridad	72
4.3.2.3.3	Modelamiento Geomecánico del Tajeo 200 del Nivel 14 con Sostenimiento Pernos Hydrabolt y Malla	73
4.3.2.3.4	Medelamiento Geomecánico del Proyecto Nivel 15 del tajeo 200 con Sostenimiento Pernos Hydrabolt y Malla	78
4.3.3	Pruebas Realizadas con el Equipo de Bolt Tester en zona Oroya Tajeo 200 del nivel 14	81
4.3.3.1	Pruebas de Bolt Tester de Pernos Split set.	81
4.3.3.2	Pruebas de Bolt Tester de Pernos Hydrabolt	83
4.4	Control de Sostenimiento y Objetivos	85
4.5	Análisis de las Causas	87
4.6	Reemplazo de Cuadros de Madera por Perno y Malla	91
4.7	Reducción de Reportes de Incidentes por Fallas en el Sostenimiento	92

CAPÍTULO V

REDUCCION DE COSTOS EN SOSTENIMIENTO

5.1	Sostenimiento en Labores de Desarrollo, Reparación y Explotación	93
-----	--	----

5.1.1	Definición del Sostenimiento	93
5.1.2	Controles de los Elementos de Sostenimiento	106
5.2	Reducción por Consumo de Madera	106
5.2.1	Costo por Traslado de Madera	107
5.2.2	Costo por Consumo de Madera	108
5.2.3	Reducción de Costos en Perforación y Voladura	111
	5.2.3.1 Incremento de Costos en Perforación y Voladura con la Instalación Cuadros de Madera	111
	5.2.3.2 Reducción de Costos en Perforación y Voladura con la Instalación de Pernos.	114
5.3	Costos en Sostenimiento de Cuadros de Madera y Cimbras Metálicas	116
	5.3.1 Costo de Cuadro de Madera	116
	5.3.2 Costo de Cimbra Metálica	118
5.4	Reducción de Costos Sostenimiento con Pernos y Malla	118
	5.4.1 Costo en Perno Helicoedal	118
	5.4.2 Costo en Perno Split set	119
	5.4.3 Costo en Perno Hydrabolt	121
	5.4.4 Costo en Malla Electrosoldada	121
5.5	Resumen Costos Unitarios de Sostenimiento en Labores de Desarrollo, Preparación y Explotación	123
5.6	Comparación de Costos Cuadros de Madera Vs Pernos y Malla	129

CAPITULO VI

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

6.1	Descripción	132
6.2	Labores de Alto Riesgo	133
6.3	Mejoras Continuas Realizadas en Interior Mina	134
6.4	Acciones Realizadas	135

6.5 Inspecciones	135
6.6 Medio Ambiente	136

CAPITULO VII
RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 Presentación de Resultados	138
7.2 Discusiones de Resultados	142

CONCLUSION

RECOMENDACIÓN

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN Y ACCESO.

La Mina Casapalca, se encuentra ubicado en el distrito de Chicla, Provincia de Huarochirí, Departamento de Lima a 120 Km. al este de la ciudad de Lima.

Geográficamente se localiza en la Zona Central, Flanco Oeste de la Cordillera Occidental de los Andesa una altura promedio de 4.390 m.s.n.m., entre las Coordenadas UTM 369,405.232 E y 8' 707,691.552 N.

Latitud 11° 30' 20" Sur.

Longitud 76° 10' 15" Oeste.

El acceso a este asiento minero desde la ciudad de Lima es a través de la carretera central y ferrocarril. Carretera asfaltada siguiendo la ruta Lima - Casapalca con una distancia aproximada de 120 Km. En un tiempo de recorrido de tres horas; donde se encuentra la Empresa Minera Yauliyacu S.A; de donde se continúa por una carretera afirmada de 05 Km. Que sube por la quebrada Carmen y que conduce a la Cía. Minera Casapalca.

Tabla 1.1 Vías de Acceso a la Unidad Minera Americana

VIA		DISTANCIA (KM)	TIEMPO (HORAS)
Lima - Casapalca	C. Asfaltada	130	2.5
Lima - Casapalca	Ferrocarril	135	3

1.2. CLIMA Y VEGETACION.

En la zona minera se aprecian dos estaciones bien definidas:

La temporada de lluvias comprendida entre los meses de Diciembre a Marzo, caracterizada por fuertes precipitaciones y presencia de nieve con una temperatura de 10°C y disminuyendo esta hasta 0°C. Con una precipitación anual de 700 mm.

La temporada seca el resto del año caracterizado por un clima seco casi en su totalidad. La altitud y sequedad de la atmósfera determinan un alto grado de evaporación, que es relativamente alta, la dirección predominante del viento, especialmente de los vientos fuertes, es desde el Oeste a Este alcanzando velocidades de 30 Km/hra.

La cobertura vegetal en los ambientes naturales es bastante alta siendo pajonal en un 82.50%, matorral y pedregal en un 65% a 88%. Esta zona tiene una pendiente bastante pronunciada.

1.3. ANTECEDENTES DE LA MINA

En el año 1,961 La Compañía Minera Cerro de Pasco Corporation adquirió los derechos mineros de la mina Casapalca, explotando sus recursos minerales hasta 1,968 con una producción de 2,500 TM/mes.

En 1,969 el estado Peruano crea la empresa estatal CENTROMIN PERU y adquiere todas las propiedades de la compañía Cerro de Pasco Corporation incluyendo la mina Casapalca e inicia una nueva modalidad de trabajo.

En 1,987 la empresa Centromin Perú cierra operaciones y vende los derechos a la Compañía Minera Casapalca S.A., empresa privada que inicia sus operaciones con una producción de 2,500 TM/mes y continua trabajando con un aumento constante de la producción hasta llegar a una producción de 45,000 TM/mes en el año 2004.

A partir del año 2,005 la Compañía Minera Casapalca inicia un nuevo Programa de ampliación de sus operaciones, mecanizando la zona de cuerpos con equipo Trackles, construcción del Pique Patty en la zona de Esperanza, Profundizando el Pique Soledad y Pique 790 en la zona de oroya, renovando el equipo de acarreo y mejorando la productividad de la mina hasta alcanzar una producción record de 100,000 Tm/mes en el año 2007.

Actualmente la Cía. Minera Casapalca, Unidad Americana, viene produciendo 150,000 TM/mes con perspectivas de alcanzar el fin de año 2013 una producción de 180,000 TM/mes. Con la construcción del Pique Vertical 650 Álex. Para el año 2014 se está profundizando hasta el nivel 22.

1.4. RECURSOS.

Los recursos con que cuenta la localidad de Casapalca son:

Recurso Suelo: Cuenta con suelos netamente agrícolas a secano y con riego, con frecuencia se encuentran las siguientes especies forestales entre exóticas y nativas que constituyen pequeños bosques de tipo natural, como: mutuy (*cassia hookeriana*), chilca (*baccharis* sp), especies exóticas en porcentaje como: eucaliptos (*eucaliptus glóbulos*), ciprés (*cupresuss macro carpa*). Dichas plantas de especies forestales son destinadas para diversas actividades de uso familiar y comunal, especialmente en la construcción de viviendas (techos, vigas, puertas), también como combustible leña en su mayoría.

Recurso Pastos Naturales: Corresponde aproximadamente 80 % de pastos naturales para la crianza de animales; tales como ovinos, vacunos, camélidos (llamas, alpacas), los pastos naturales que predominan en la zona son: Soqlla (*bromus cataharticus*), ichu (*stipa ichu*).

Recurso Hídrico: La localidad de Casapalca, por su ubicación a orillas del río Rímac, y a faldas de la cordillera de los andes, cuenta con el recurso hídrico suficiente para su consumo e industria minera.

Recurso Mineral: El Recurso Mineral es la principal fuente de desarrollo en la zona, teniendo como principal objetivo la extracción de minerales poli-metálicos imponente en todo el asiento minero central de la Cía. Minera Yauliyacu S.A. y Cía. Minera Casapalca S.A. respectivamente.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo del presente trabajo permite mostrar el cambio del tipo de sostenimiento en la explotación de zona Oroya del nivel 13, 14 y 15.

Por la profundidad que se encuentra la zona Oroya, el transporte de madera, demoras en la bajada y traslado a las labores de interior mina produce costo.

Refuerzo en el tiempo o reemplazo del sostenimiento con cuadros por baja durabilidad, incremento de sección (sobre rotura) para la instalación de los cuadros y demoras en sostenimiento, se produce alto costo en sostenimiento con madera. A través con estas desventajas se ha cambiado del tipo de sostenimiento en las labores de desarrollo, preparación y explotación para reducir los costos de sostenimiento, minimizando el consumo de madera.

Utilizando sostenimiento con pernos helicoedales, Split set, hydrabolt, malla electrosoldada y cimbras metálicas, reduciremos los costos y alto consumo de madera. Como también con el uso de pernos se reducirá accidentes por manipuleo de materiales y mínimo reporte de incidentes por falta de sostenimiento.

El objetivo del proyecto se define desde el punto de vista de obtener el mayor beneficio económico, con una mínima inversión, recurriendo a la inventiva y creatividad del personal para hallar soluciones adecuadas, utilizando las herramientas de calidad y la seguridad de nuestros colaboradores.

1.5.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

➤ **Problema Principal.**

¿Cómo influye el cambio de sostenimiento en la explotación para reducir los costos en la Unidad Minera Americana?

➤ **Problemas Secundarios.**

a) ¿En qué medida se puede reducir el consumo de madera para sostenimiento mediante el uso de pernos helicoedales, hydrabolt, Split set, malla electrosoldada y cimbras metálicas?

b) ¿En qué medida se puede reducir los costos de operación con el Cambio del Tipo de Sostenimiento de las labores en interior mina?

1.6. JUSTIFICACION - IMPORTANCIA

Compañía Minera Casapalca S.A busca el Cambio del Tipo de Sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación para reducir los costos de sostenimiento.

1.7. OBJETIVO

➤ Objetivo General.

¿Conocer el Cambio del Tipo de Sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación en los costos?

➤ Objetivo Específico.

a) ¿Reducir el consumo de madera para sostenimiento mediante el uso de pernos helicoedales, hydrabolt, Split Set, malla electrosoldada y cimbras metálicas?

b) ¿Evaluar en qué medida se puede reducir los costos en el cambio del tipo de sostenimiento de las labores en interior mina?

1.8. HIPOTESIS

➤ Hipótesis General.

¿El cambio del tipo de sostenimiento influye en labores de desarrollo, preparación y explotación en los costos?

➤ Hipótesis Secundario.

a) ¿Es posible reducir el consumo de madera para sostenimiento mediante el uso de pernos helicoedales, hydrabolt, Split Set, malla electrosoldada y cimbras metálicas?

b) ¿Los costos de operación se puede reducir en el cambio del tipo de sostenimiento de las labores en interior mina utilizando el nuevo sostenimiento?

1.9. IDENTIFICACION DE VARIABLES

1.9.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Cambio del tipo de sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación.

INDICADORES.

- Transporte de maderamen, (Pies tabulares/gdia).
- Sostenimiento con madera en:Desarrollo (US\$/ml), preparación (US\$/ml) y explotación (US\$/Tn).
- Vida útil de sostenimiento en: Cuadro de madera /años.

1.9.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

Reducción de costos en la Unidad Minera Americana.

INDICADORES

- Costos en sostenimiento: Perno helicoedal (US\$/Und), Split set (US\$/Und), perno hydrabolt (US\$/Und), malla electrosoldada (US\$/Und), cimbra metálica (US\$/Und)
- Costo en sostenimiento en labores de:Desarrollo (US\$/ml), preparación (US\$/ml) y explotación (US\$/Tn).

1.10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

- El tipo de investigación es aplicativo y nivel deductivo, se recopilará datos de campo, en el gabinete se procesará los datos obtenidos en el campo, para elaborar los trabajos parciales y el trabajo final.
- Se revisará los antecedentes del problema e identificación de variables. Identificación de problemas y deficiencias con el sostenimiento de madera en las labores de interior mina.
- Evaluación de la situación actual de sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación. Cuadros de análisis comparativo sostenimiento con cuadros de madera Vs pernos, malla electrosoldada y cimbras metálicas, sus respectivos costos unitarios del sostenimiento.
- Objetivo: Es el cambio del tipo de sostenimiento para reducir los costos.
- Población: Sostenimiento área a evaluar Geomecánica.
- Universo: Compañía Minera Casapalca S.A.
- Muestra: Sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación.
- Técnica: Se realizará un estudio geomecánica para determinar el tipo de sostenimiento adecuado de acuerdo al tipo de macizo rocoso.
- Instrumentos: Flexómetro, Picota de Geólogo, libreta de apuntes, lapiceros, computadora, equipos de carga puntual y martillo Schmitd.
- Procesamiento, Software mineros(DIPS, PHASES), Excel y autocad

1.11. ORGANIZACION DE LA EMPRESA.

La Compañía Minera Casapalca S.A., está organizado conforme a los lineamientos de una sociedad anónima, donde las jerarquías y responsabilidades están claramente definidas y la disciplina mantenida, conforme se puede apreciar en el organigrama mostrado. Para los trabajos de minado, se ha organizado teniendo como base la organización general y la modalidad de ejecución de los trabajos por compañía y contrata.

Las labores de minado, lo realizan personal de compañía como de contratas según su requerimiento y especialidad.

En cuanto a la planificación, diseño, controles técnicos y administrativos, la compañía asume esas responsabilidades para el desarrollo de la operación.

1.12 ORGANIZACION DE LA CONTRATA

La organización de la contrata Z y J S.A.C. Está orientado a la fuerza laboral de trabajadores; quienes por la naturaleza del tipo de trabajo están expuestos a riesgos de la actividad laboral como: trabajos de minado, etc

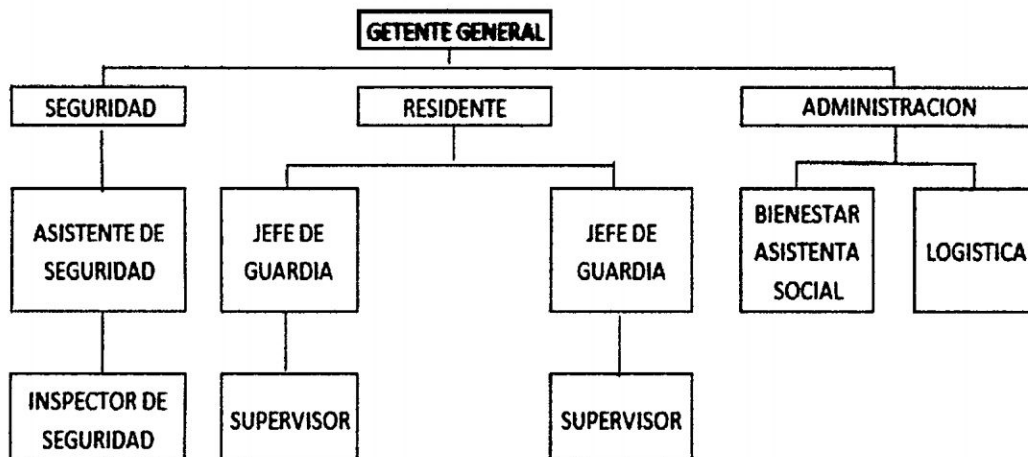
Población Laboral

La Z y J S.A.C., cuenta actualmente con el siguiente personal:

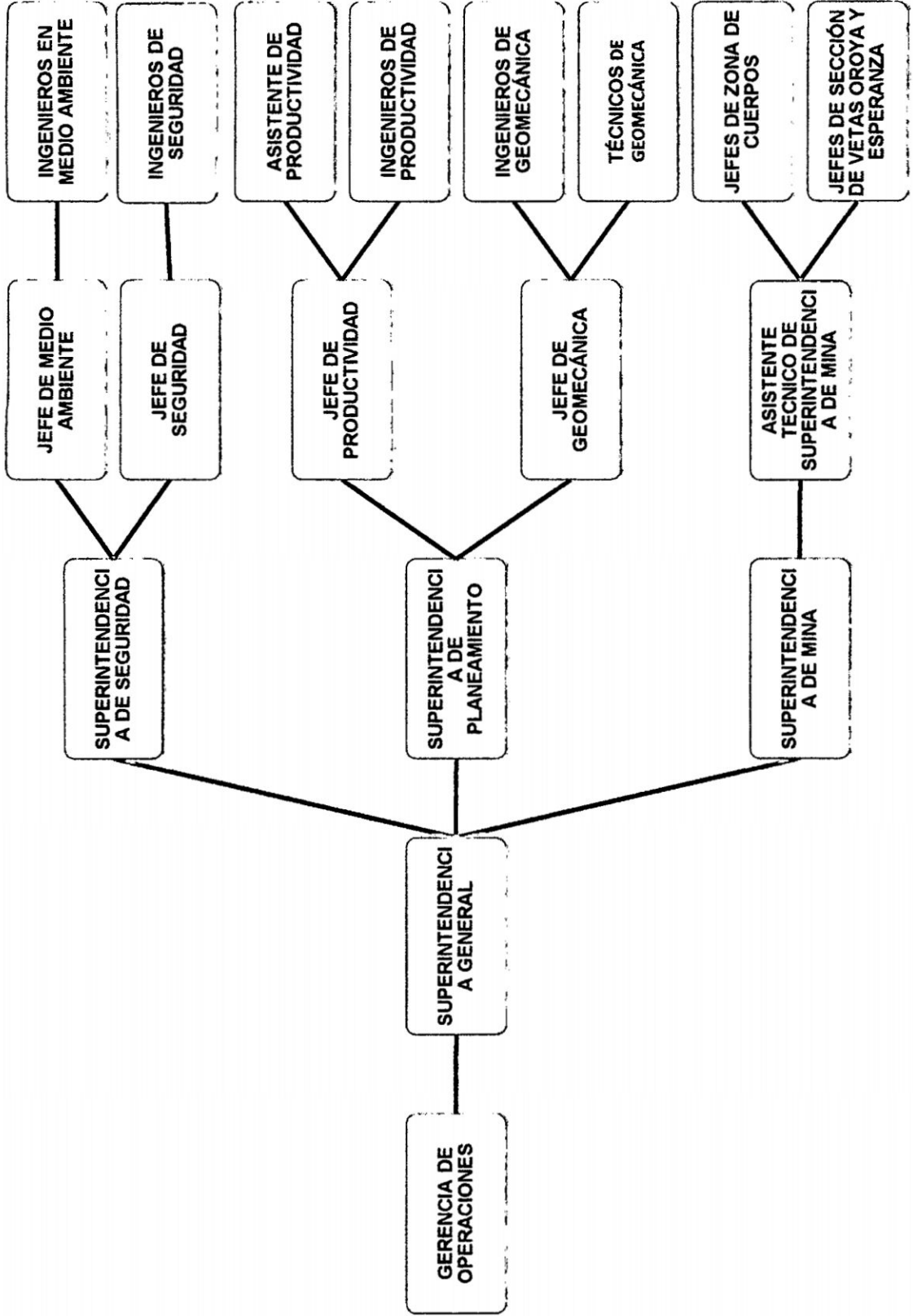
Tabla 1.2 Población Laboral de la contrata Z y J SAC.

PLANILLAS	Nº TRABAJADORES
OBRERO	127
EMPLEADOS	13
TOTAL	141

1.1 ORGANIGRAMA DE LA CONTRATA Z y J S.A.C.



1.2.ORGANIGRAMA DE CÍA. MINERA CASAPALCA.



CAPÍTULO II

GEOLOGÍA

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL.

La mina Casapalca se encuentra situada en el cinturón volcánico de la cordillera occidental andina, cuyo relieve presenta fuertes pendientes y erosión profunda, modelado por la acción glacial y presencia de nieve perpetua en las cotas más elevadas.

2.1.1. ESTRATIGRAFÍA.

La Columna estratigráfica de la región está conformada principalmente por areniscas, lutitas calcáreas, calizas, brechas, rocas volcánicas, tufos y lavas, las cuales alcanzan un espesor aproximado de 5,400 m.

2.1 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	GROSOZOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos aluviales			Arenas, gravas y limos.	
		PLEISTOCENA	Depósitos glaciares			Morrenas	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Grupo Ushno	Formación Matucana	50		Capas lacustinas arenas y limos poco consolidadas
				Formación Ushno	100		Conglomerados fluviales
			Formación Ingahuasi	50		Tobas blancas calcáreas. Disc. eros.	
			Formación Yanacancha	250		Lavas, brechas, conglomerados andesíticos	
	PALEÓGENO	MIOCENA	Formación Huarochiri	400		Tobas riolíticas y riolíticas con intercalaciones de areniscas.	
			Formación Militeño	400		Lava andesítica a dacítica, areniscas volcánicas	
			Formación Castrovirreyna	150		Volcánico - sedimentario con intercalaciones de tobas.	
		OLIGOCENA	Grupo Secoquero		2015		Tobas riolíticas soldadas, lavas y areniscas volcánicas
			EOCENA	SUP.			
	MED.	Formación Tantarà		100		Derrames andesíticos a riolíticos, gris verdoso. Disc. eng.	
	MESOZOICA	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Casapata	4000		Lutitas, areniscas, fílmulas y conglomerados de color rojo. Dientas.
				Formación Celendin	400		Calizas pardo amarillentas con margas calcáreas, yeso.
Formación Jumasha				400		Calizas compactas en estratos gruesos a delgados	
INFERIOR			Formación Pariatambo	120		Calizas, lutitas de color negro fetido.	
			Formación Ch'isc	220		Calizas gris pardo amarillentas y margas calcáreas.	
			Formación Parahuanca	260		Calizas y margas calcáreas	
			Grupo Goyasquezaga	Formación Farrat	700		Areniscas de grano medio blanco a gris rojo.
				Formación Cartuaz	450		Areniscas con intercalaciones de lutitas violáceas.
				Formación Santa	100		Caliza gris y arcillas abigarradas.
				Formación Chmú	400		Cuarzitas grises con intercalaciones de material bituminoso.
JURÁSICO		MEDIA	Formación Chaucha	300		Lodoitas y limolitas calcáreas, calizas y dolomitas.	
			Formación Cercapuquio	322		Areniscas de grano fino a grueso color blanco a gris.	
		INFERIOR	Grupo Pucara	Formación Condoranga	1000		Calizas gris azulada con presencia de veritas de calotas
				Formación Aramachay	400		Intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos y limonarcillas carbonosas.
Formación Chamberà	300				Calizas mariticas con nódulos de chert. Disc. ang.		
TRIÁSICO	SUPERIOR				Secuencia rítmica molásica, conglomerados con clastos de volcánicos.		
PALEOZOICA	PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mtu	1700		Intrusivos y brechas volcánicas.	
		INFERIOR	Grupo Copacabana	150		Areniscas, calizas y lutitas de color brunoceo	
	CARBONÍFERO	SUPERIOR	Grupo Tarma	1300		Lutitas y limolitas grises con intercalaciones de areniscas	
		INFERIOR	Grupo Ambo	900		Monzogranitos, granitos. Conglomerados, molasas rítmicas, areniscas feldespáticas.	
	DEVONIANO	SUPERIOR	Grupo Cabanizas	780			Secuencias tipo flysh con areniscas, lutitas y pizarras
		MEDIA					
	SILURIANO		Matasedimentitas no diferenciadas	700		Filitas con escasas intercalaciones de cuarzo, negro grisáceas, basaltos, metatoba y marmoles. Disc. ang.	

2.1.2. ROCAS IGNEAS.

Las rocas ígneas, provienen de los magmas, que se pueden definir como la materia rocosa fundida, los magmas expulsados por los aparatos volcánicos (lavas) se encuentran compuestos por una compleja fase líquida silicatada que en muchos casos predominan.

a). Características de las Rocas Ígneas Plutónicas (Intrusivas).

Son rocas ígneas cuya composición mineralógica indica que la cristalización se ha realizado en condiciones de enfriamiento lento a profundidad no inferior a varios centenares de metros hasta los 20 km.

b). Características de las Rocas Volcánicas (Extrusivas).

Son rocas ígneas cuya composición mineralógica indica que la cristalización se ha realizado en condiciones de enfriamiento de grado medio ocurrido en la superficie terrestre.

2.1.2.1. FORMACION CARLOS FRANCISCO.

Aflora en el sector este del campamento Carmen, compuesta por rocas volcánicas que supra yacen discordantemente a la formación Casapalca. Esta formación ha sido dividida en:

a) Volcánicos Tablachaca.

Se caracteriza por presentar rocas volcánicas porfíricas de color gris-rojizas del tipo andesítico.

b) Volcánicos Carlos Francisco.

Se caracteriza por presentar rocas volcánicas afaníticas tipo andesítico, de color gris principalmente.

c) Tufos Yauliyacu.

Son tufos volcánicos de color rojizo intenso los cuales supra yacen al miembro Carlos Francisco.

2.1.3. ROCAS SEDIMENTARIAS.

2.1.3.1. FORMACIÓN BELLAVISTA.

Unidad Estratigráfica que aflora al S y SE del campamento Carmen, la cual se caracteriza por presentar rocas calcáreas (calizas, margas) de color gris a negro, las cuales supra yacen discordantemente a la formación Carlos Francisco.

2.1.3.2. FORMACION DE CASAPALCA.

Aflora en el sector norte y sur del campamento Carmen, constituye la formación más antigua que aflora en el área y forma el amplio anticlinal Casapalca que es cortado por el río Rímac.

Esta formación está compuesta por una serie de rocas sedimentarias de ambiente continental y se divide en dos miembros:

a) Miembro Capas Rojas

Se caracteriza por presentar intercalaciones de lutitas y arenisca calcáreas con coloraciones rojizas debido a las diseminaciones de hematita.

b) Miembro Carmen

Sobre yaciendo a las capas rojas se encuentra una serie de paquetes de conglomerados y calizas intercaladas con capas de areniscas, lutitas, tufos y aglomerados volcánicos con una potencia que varía de 80 a 200 m.

2.1.3.3. DEPOSITOS CUATERNARIOS.

En la región Casapalca existen una serie de depósitos glaciares y conos de escombros de formación reciente. Estos son:

a) Pleistoceno.

Debajo de los depósitos glaciares recientes existen potentes series de morrenas terminales a elevaciones aproximadas de 4300 a 4500 m.s.n.m.

b) Reciente:

Formado por materiales inconsolidados de clastos angulosos de diversos tamaños, que forman conos y taludes.

2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

Uno de los rasgos más importantes en la mina Casapalca es el plegamiento y posteriormente el fracturamiento.

2.2.1. ANTICLINALES – SINCLINALES.

Los más importantes, son el gran sinclinal Pumatará - Aguascocha, el anticlinal Casapalca y el anticlinal de Antupuquio, todos con una dirección NW-SE.

Este conjunto de plegamientos controlan todo el fallamiento y fracturamiento transversal al eje del sinclinal, que es la principal estructura, debido a que la mineralización se realizó en estas estructuras.

2.2.2. FALLAS Y FRACTURAS.

Los mayores rasgos estructurales de la mina de Casapalca se encuentran formados por fallas, fracturas, cuyo rumbo general es Este-Oeste a Nor-Este en forma casi perpendicular al gran eje del sinclinal Pumatará - Aguascocha, anticlinal Casapalca.

Las fallas y fracturas están controladas por las rocas encajonantes de acuerdo a su competencia, por ejemplo las lutitas y conglomerados de la formación.

2.3. GEOLOGÍA LOCAL.

Las rocas que contienen las dos formas de mineralización están formadas por una secuencia plegada de sedimentos cretáceos continentales, en los extremos Este y Oeste de la mina, conocidos como Formación Casapalca, con dos miembros litológicos: el miembro inferior "Capas Rojas Casapalca", formado por areniscas, limolitas y lutitas rojizas, con algunos niveles de calizas blanquecinas y el miembro superior conocido como conglomerado Carmen formado por areniscas arcillosas silicificadas de color rojizo, blanqueadas por efecto de la alteración hidrotermal, con algunos horizontes lenticulares de conglomerados. Los rodados de estos conglomerados son muy redondeados, de un tamaño bastante uniforme compuesto principalmente por cuarcitas de grano fino de la formación Goyllarizquisga, y en menor proporción por calizas de la formación Jumasha, areniscas arcillosas pertenecientes a las capas Rojas y aún en menor proporción por chert que se supone sean inclusiones de las calizas Jumasha; es en este Miembro donde se encuentra emplazada los cuerpo mineralizados. Es importante indicar que las vetas en las Capas rojas forman pequeños lazos sigmoide y fracturamientos con relleno de mineral y en el conglomerado Carmen forman cuerpos de mineral relleno la matriz de los conglomerados.

Ligeramente concordantes se presentan las rocas de la formación Carlos Francisco, compuestas al piso por el "Conglomerado Tablachaca" con clastos redondeados de cuarcita, volcánicos andesíticos y menor cantidad de clastos calcáreos; y al techo de la secuencia, se presenta un conjunto de derrames volcánicos andesíticos e intrusiones subvolcánicas que en conjunto afloran en la parte central y superior de Casapalca. Intrusiones hipabisales dioríticas porfiríticas a granodioríticas, se presentan en el sector central y noreste de la zona de vetas, conocidos como Pórfidos Taruca y Victoria. En estos volcánicos de la formación Carlos Francisco e intrusivos

se encuentra la mineralización de vetas, en la cual presentan ensanchamientos y ramales mineralizados.

Al Sur, en la parte alta y formando parte de un sinclinal, se presentan afloramientos de calizas grises de la Formación Bellavista. Estas rocas también se fracturan favorablemente para el emplazamiento de vetas con mineralización económica.

2.3.1. DEPÓSITOS CUATERNARIOS.

2.3.1.1. Depósitos Glaciares.

Comprende a los depósitos morrenicos antiguos y recientes que se encuentran en las cabeceras de los valles o cubriendo el fondo o márgenes de los mismos.

2.3.1.2. Depósitos Fluvioglaciares.

Corresponde al material acarreado por los rios o quebradas, guardando relación con el proceso erosivo; como consecuencia se han formado terrazas de material aluvional en los márgenes de los rios y los más recientes en el lecho.

2.3.1.3. Depósitos Coluviales.

Se encuentran al pie de las escarpas de las laderas de los cerros como material de escombros constituido por gravas y bloques sub-angulosos, con matriz arenosa y limosa.

2.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA.

2.4.1. GENESIS Y PARAGENESIS.

La mina Casapalca es un yacimiento poli metálico del tipo “cordillerano” con minerales, cuya génesis es a partir de los fluidos hidrotermales que traen los iones metálicos y rellenaron las fracturas con sulfuros y sulfosales Ag, Pb, Zn y Cu, dando lugar a vetas y cuerpos mineralizados.

2.4.2. MINERALIZACION.

En la zona de las vetas, la mina Casapalca es productora de plata (tetrahedrita, freibergita), de plomo (galena), zinc (esfalerita), y cantidades menores de cobre (calcopirita), los cuales son los minerales de mena de mayor abundancia. Los minerales de ganga están representados principalmente por pirita, cuarzo y carbonatos (calcita manganífera y rodocrosita).

Las vetas se emplazan en todas las secuencias litológicas y las más importantes son: Oroya, Oroya Piso, Esperanza, Mariana, Juanita Sur; estas vetas presentan lazos cimoides.

En la zona de cuerpos, la mina Casapalca es productora principal de zinc (Marmita y Esfalerita) y en menor cantidad plata (tetrahedrita), plomo (galena) y cobre (calcopirita). Los minerales de ganga están representados principalmente por pirita, calcita y cuarzo.

La alteración hidrotermal fue de bajo grado, la alteración propilítica consiste mayormente de epidotización, piritización, calcitización y silicificación.

2.4.3. ZONEAMIENTO.

El zoneamiento más definido es en dirección horizontal, en la vertical está relacionado a la presencia de argentita, pirargirita y otras sulfosales acompañadas de pirita y cuarzo en los niveles superiores de la mina.

De acuerdo a estudios realizados por H. E. Mackinstry, J. A. Noble y otros, basados en cambios mineralógicos relacionados a las temperaturas de formación de los minerales y en la extensión e intensidad de la alteración de las rocas encajonantes, determinaron tres zonas, cuyas características son las siguientes:

a) El mineral consiste de abundante esfalerita con poca galena y tenantita (As_4S_{13} (Cu, Fe, Zn, Ag) $_{12}$, calcopirita (S_2CuFe) es común, la pirita está presente en cristales cúbicos, huebnerita (WO_4Mn) y arsenopirita (SFeAs) se encuentran ocasionalmente.

b) Los minerales de ganga son: cuarzo y calcita. La calcita pura ocurre en los extremos de la zona.

c) Las rocas de la formación Casapalca están fuertemente silicificadas, además presentan diseminaciones de pirita cúbica y nódulos de epidota. La zona de alteración se extiende aproximadamente 400 m. de las vetas.

2.4.4. ALTERACIONES.

Alteración Hidrotermal, la alteración de las rocas encajonantes muestra una estrecha relación con la distribución zonal de los minerales. La roca está intensamente silicificada y piritizada hasta una distancia de 400 m. fuera de las vetas, luego la alteración decrece hasta aproximadamente 30 m. y en algunas zonas es solamente de algunos centímetros.

Desde el punto de vista general, la alteración de la roca encajonante sigue una secuencia normal, que va de la propilitización a cierta distancia de las vetas a la piritización, sericitización y silicificación cerca de ellas.

Las rocas volcánicas extrusivas, en las zonas de mayor alteración (cerca de la veta), son de color gris claro conformada por cuarzo, pirita y feldespatos alterados a sericita, no siendo estos distinguibles macroscópicamente. A mayor distancia de la veta, la epidotización es común y los cristales de feldespatos son visibles. Los ferromagnesianos son alterados a clorita y epidota con presencia de pirita.

2.4.5. ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.

a) VETAS:

Las vetas se emplazan en todas las secuencias litológicas y las más importantes son: Oroya, Oroya Piso, Esperanza, Mariana, Juanita Sur; estas vetas presentan lazos cimoides.

En la zona se presentan varias vetas casi paralelas, siendo las principales:

1. Veta Esperanza.

La veta aflora en forma continua en unos 520 m. de longitud continuando al SW en fractura y cobertura aluvial y hacia el NE bajo cobertura coluvial y aluvial. Las características de esta veta son:

Tipo = Cimoidal, Filoneano

Visible = 500 m.

Potencia = 0.10 – 1.50 m.

Rumbo = N 45° - 70° E.

Buzamiento = 65° - 88° NW.

Mineralización = Galena, Blenda, Cuarzo, Óxidos de manganeso.

Alteración = Argílica, acción de pirita.

En el sector central del afloramiento presenta un lazo cimoides de unos 230 m. de longitud con un ramal principal al piso, uno al centro y otro al techo, estos últimos entrelazados, destacando como estructura y por su potencia el ramal entrelazado que nace en el ramal centro y continúa en el techo en una

longitud de afloramiento visible de unos 100 m. y potencia de 0.50 – 1.50 m. con abundante cuarzo y óxidos de manganeso.

2. Veta Oroya.

Tiene una extensión de 1,300 m. desde el extremo oeste hasta el punto de inflexión (coordenada N 879650, E 368250), aquí se inician dos ramales: Ramal Nor – Este que corresponde a la veta Oroya 1, veta Oroya Este, la cual alcanza una extensión de 1,400 m. Ramal Sur – Oeste, que corresponde a la veta Oroya principal Americana, prolongación Eloida, alcanza una extensión de 1,500 m. Además la veta Oroya principal presenta un gran lazo cimoiide que da origen a dos ramales veta Oroya Piso y veta Oroya Techo respectivamente. Igualmente el punto de inflexión de las vetas se encuentra muy cerca de la falla Eloida que complica el aspecto estructural de las vetas.

3. Veta Juanita.

En el extremo sur del distrito minero de Casapalca, se presenta la veta juanita, cuya extensión alcanza los 2,000 m. además tiene un ramal de 900 m. de extensión, conocida como la veta victoria. Hacia el oeste de la B.M. del nivel 4,500, la veta juanita aflora en forma discontinua, otros 450 m. hasta las coordenadas N 8'705,400; E 374,300, por consiguiente la veta juanita en forma independiente alcanza los 2,400 m.

b) CUERPOS:

Los cuerpos mineralizados son depósitos formados por relleno de cavidades y por reemplazamiento metasomático, en areniscas y conglomerados de la formación Casapalca, tienen forma irregular.

Los cuerpos reconocidos a la fecha son: Mery, Emilia, Micaela, Sofía, Esperanza, Esperanza Piso, Sorpresa, Chiara, Vera, Negrita, Vivian, Patty, Escondida y Carmen.

2.4.6. RESERVAS MINERALES.

Las reservas de mineral estos últimos años se ha incrementado considerablemente, debido a los buenos resultados en las exploraciones y desarrollos de las Vetas Oroya, Ximena, Ximena Piso, Esperanza, Esperanza Piso, Mariana Piso.

En los cuerpos mineralizados, las reservas disminuyó 2 % con relación a la estimación anterior; debemos notar que los cuerpos Chiara, Micaela 2, Emilia Norte, Carmen 4; han incrementado sustancialmente sus reservas. En esta cubicación no se ha considerado los cuerpos Casapalca registrado con sondajes diamantinos en los niveles 10, 14, 18 y los cuerpos Alfa en el nivel 18.

Tabla 2.1 Reservas de Mineral Veta Oroya

CATEGORIA	TOTAL-BLOCKS	T.M.S	AV (m)	AM (m)	Ag (Oz/Tc)	Pb (%)	Cu (%)	Zn (%)	US\$/TM
ECONOMICO PROBADO	16	125,020	1.55	1.65	5.96	2.4	0.32	3.1	64.56
ECONOMICO PROBABLE	6	26,400	1.75	1.85	4.72	2.58	0.26	3.88	59.4
MARGINAL	8	29,630	1.03	1.16	2.76	1.76	0.1	2.14	35.97
SUBMARGINAL	6	27,620	1.2	1.35	2.61	1.6	0.11	1.24	32.79
TOTAL	36	208,670	1.45	1.57	4.91	2.23	0.25	2.83	55.64

Tabla 2.2 Reservas de Mineral Veta Ximena

CATEGORIA	TOTAL-BLOCKS	T.M.S	AV (m)	AM (m)	Ag (Oz/Tc)	Pb (%)	Cu (%)	Zn (%)	US\$/TM
ECONOMICO PROBADO	31	234,760	3.13	3.23	6.22	1.68	0.29	2.22	57.35
ECONOMICO PROBABLE	19	103,870	3.21	3.31	7.17	2.2	0.32	3.45	72.02
MARGINAL	14	252,630	7.77	7.87	3.88	1.16	0.18	1.53	37.08
SUBMARGINAL	5	175,530	8.36	8.46	3.55	1.08	0.14	1.43	33.65
TOTAL	69	766,990	5.86	5.97	4.96	1.44	0.23	1.98	47.24

CAPÍTULO III

MINERÍA

3.1. SISTEMA DE MINADO.

El sistema de minado actual que viene realizándose la mina Casapalca, es el método de corte relleno ascendente convencional y mecanizada con relleno hidráulico en zona oroya, y el corte relleno ascendente convencional con relleno detrítico en zona Esperanza y mecanizado con taladros largos zona de cuerpos. Casapalca viene operando con una producción de mineral de 150,000 Ton./Mes y 5000 Ton/Día con leyes de cabeza de 3.01 Oz/Ton. de Ag, 1.10 % de Pb, 0.31% de Cu y 3.52 % de Zn.

3.2. LABORES MINERAS:

La mina cuenta con 03 accesos principales, la parte alta a la altura del campamento Carmen Crucero 435 del nivel 0 a una altura de 4,440

m.s.n.muno, luego se baja al nivel 10 por el pique 790, en una jaulacapacidad de 12 personas, otro en la parte mediana a la altura de acceso al campamento Carmen a través del túnel Álex crucero 390 NE del nivel 1 a una altura de 4,390m.s.n.m, y por último en la parte baja a la altura del Campamento Potosí a través del túnel Gubbins crucero 800 NE del nivel 4 a una altura de 4,225 m.s.n.m.

La mina presenta 15 niveles de trabajo desde el nivel 0 hasta el nivel 15, con una diferencia de altura de 800 metros, y siendo la zona de Oroya donde se presenta los mejores valores de plata, especialmente en profundidad.

Para tener acceso y extraer el mineral de los niveles inferiores ubicados debajo del nivel 0 se ha construido el Pique 790 en la zona de Oroya, luego los inclinados 1200, 012 y 016 de nivel10 a nivel18.

El nivel 0, es el nivel principal de extracción a travésdel pique 790 si iza el mineral tanto de zona Oroya y Esperanza, por donde se extrae 850 Ton /día de la producción utilizando 02 locomotoras con 14 grammys para el acarreo hasta las tolvas de superficie y una flota de 50 Volquetes de 25 TN para el transporte hasta la planta de beneficio.

3.2.1 DESCRIPCION DE LAS ETAPAS EN OPERACION MINA

a) EXPLORACION:En esta etapa se realizarán labores horizontales y verticales (cortadas, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo, así mismo de ejecutar cámaras diamantinas de donde se realizarán taladros diamantinos que confirmarán o descartaran la presencia de vetas en las proyecciones dadas las labores de exploración.

b) DESARROLLO:Luego que las cortadas llegan a su objetivo (vetas) se realizan labores horizontales o verticales (galerías, chimeneas) siguiendo la estructura de la veta y que permiten su reconocimiento y la confirmación de leyes y potencias a lo largo de su recorrido, estas labores permiten la cubicación de reservas minerales.

c) PREPARACION:En esta etapa, realizada después o en forma paralela al desarrollo se realizan labores horizontales o verticales (cruce, chimeneas, subniveles) que permiten la preparación de blocks de mineral que conformarán las zonas de explotación.

d) EXPLOTACION: Es la etapa final en que se extrae en forma sistemática el recurso mineral preparado y cubicado en las zonas de trabajo llamadas Tajeos.

3.2.2. TIPOS DE LABORES MINERAS:

A). GALERÍAS

Estas labores presentan una dimensión preferencial de 8'x 8' se ejecutan. Siguiendo la dirección de la veta siempre con la condición que la roca caja sea favorable y la veta presente las condiciones necesarias para no tener un costo de sostenimiento alto. En caso contrario al presentarse un terreno muy fracturado e inestable, las galerías se ejecutan de preferencia en la caja piso paralela a la veta a una distancia de 15 metros de la veta (denominado By Pass) y luego se ingresan a la veta por medio de estocadas o ventanas perpendiculares a esta.

Gal.425 y 046 SWNv.13

Son labores de desarrollo horizontales de 8'x 8' de sección realizada principalmente con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo. Se realizan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Jack leg.
- Limpieza con palas neumáticas Eimco 12B.

- Extracción con locomotoras de 1.5 Tn y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 04 y 06 pies. Su malla de perforación consta de 30 a 37 taladros dependiendo del tipo de roca.

Voladura: El explosivo tipo Exsa - Emulex 45%, 65% y 80%, y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo carmex y mecha rápida.

Limpieza: Se utiliza las palas neumáticas que cargan a los carros mineros uno a uno, los carros son empujados hacia un cambio de vía cauvil, para luego ser jalados con la locomotora.

Sostenimiento: El sostenimiento se realiza dependiendo del tipo de roca, los principales elementos de sostenimiento son: Pernos helicoidales y malla electrosoldada. En galerías sobre veta se sostienen con cuadros de madera y/o pernos.

B). CRUCERO

Estas labores de preparación horizontales que se realizan sobre la roca estéril. Parten desde las galerías con la misma sección en forma perpendicular a ellas pero su fin es atravesar veta.

Xc 477, Nv 15

El crucero 477 labor de preparación se hizo con fines de corta la veta a una sección 10'' x 10''

Se realizan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Jack leg.
- Limpieza con Scoop eléctrico de 1.5 yd³
- Extracción con locomotoras (Grambys) de capacidad 3.5tn.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 04, 06 y 08. Su malla de perforación consta de 45 a 50 taladros dependiendo del tipo de roca.

Voladura: El explosivo tipo Exsa - Emulex 65% y 80%, y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo Carmex y mecha rápida.

Limpieza: Se utiliza el Scoop eléctrico de 1.5 yd³ que cargan a los carros mineros tipo Grambys a capacidad 3.5 Tn.

Sostenimiento: El sostenimiento se realiza con cuadros de madera dependiendo del tipo de roca con pernos helicoidales y malla electrosoldada. Luego fue reemplazado con cimbras metálicas los tramos que están con cuadros.

C). CHIMENEAS.

Labores verticales de 4' x 8', las cuales comunican galerías de niveles superiores e inferiores, con una altura de hasta 50 metros, las cuales sirven como labores de explotación y servicios (ventilación, instalación de tuberías, caminos etc.).

CH 014 y CH 976 Nv.13

Son labores de desarrollo verticales y/o inclinadas de doble compartimiento de 4' x 8' de sección, ver los estándares en el anexo N° 02. Estas labores se realizan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Stoper.
- Extracción con locomotoras de 1.5 Tn y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Stoper con barrenos de 02, 04, y 06 pies y su malla de perforación consta de 18 a 26 taladros para chimeneas de doble compartimiento, camino y echadero.

Voladura: El explosivo tipo Exsa-Emulex 45%, 65% y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo carmex y mecha rápida.

Limpieza: La limpieza del tope de la chimenea se realiza por gravedad, la carga limpiada es almacenada en la tolva que se construye al inicio de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 con la locomotora.

Sostenimiento: El sostenimiento se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de la labor, como principal elemento de sostenimiento utilizamos cuadros de madera y puntales de avance y las chimeneas de doble compartimiento son forradas con tablas para separar el camino del echadero de mineral y/o desmonte.

D). SUBNIVELES

Labor de preparación que se realiza horizontalmente y a través de la veta, el cual se desarrolla a partir de una chimenea a cierta altura esto para iniciar un tajeo y sirve para poder realizar el método de explotación de corte y relleno ascendente.

S/N 008 NE-SW y S/N 016 E-W

Primeramente se corre una chimenea hasta tres metros, luego se amplía la sección para armar tolva.

Son labores horizontales de 3'x 8' de sección, realizadas durante la etapa de preparación a partir de una chimenea sobre el nivel principal y sirven para delimitar el inicio del área de explotación, estas labores se trabajan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Jack leg.
- Carretilla tipo "Buggy".
- Extracción con locomotoras de 1.5 Tn y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 04 y 06 pies y su malla de perforación consta de 14 a 18 taladros esto dependiendo del tipo de roca.

Voladura: El explosivo tipo Exsa – Enulex de 45%, 65% y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo Carmex y mecha rápida.

Limpieza: La limpieza se realiza a pulso con carretillas tipo “buggy”, llevando la carga del subnivel al echadero del Buzón de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 con la locomotora.

Sostenimiento: Generalmente por las dimensiones de la sección, no se efectúa sostenimiento; en caso requiera, se utilizará cuadros de madera y/o cuadro cojo dependiendo del tipo de roca.

3.3 MÉTODOS DE MINADO

3.3.1 MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL

Aplicado este método de explotación en las Vetas Oroya, Ximena y Esperanza, consiste en el corte del mineral en forma de rebanadas horizontales, iniciando de la parte inferior del tajo hasta la parte superior de esta en avanzada, dejando antes una capa de material de una altura de 3.0 m. sobre la galería principal de transporte conocida esta como puente, de tal manera que esta servirá como piso para la iniciación de una explotación en corte y relleno ascendente propiamente dicha.

3.3.1.1 CONDICIONES DE APLICACIÓN.

Para ser aplicado este método de explotación, los yacimientos minerales de zona Oroya deben tener las siguientes condiciones:

- a) Buzamiento pronunciado 75°.
- b) En cualquier depósito y terreno.

- c) Con cajas medianamente competentes.
- d) Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes.
- e) El mineral debe tener buena ley.

3.3.1.2. PREPARACIÓN.

En el desarrollo y preparación de este método de explotación, se realiza el siguiente procedimiento:

- a) Se desarrolla una galería de transporte a lo largo del yacimiento (se corre la veta) en un nivel principal con una sección de 2.40 x 2.40 m. respectivamente.
- b) Las chimeneas y caminos son construidos a una distancia requerida según el diseño o planeamiento de desarrollo y/o explotación (las chimeneas de comunicación en Casapalca, tienen una altura de 50 m. desde el nivel inferior del tajeo hasta el nivel superior del mismo, con una equidistancia de 30 m. entre chimeneas y caminos, de sección 1.20m x 2.40 m.
- c) A partir de una de las chimeneas, dejando un puente de 3 metros se correrá una subnivel de 3'x 8' hasta comunicarse a la otra chimenea, quedando el block preparado para la explotación.

3.3.1.3. CICLO DE EXPLOTACION.

Consistirá en la extracción de mineral del tajo, iniciándose desde la rotura del subnivel previamente preparado.

Las operaciones unitarias aplicadas en este método de explotación son las siguientes:

3.3.1.3.1. PERFORACIÓN - VOLADURA.

Es usada la perforación vertical, siendo el minado más común la perforación vertical dependiendo de las condiciones de la veta la cual se denomina "realce", el cual la perforación es con Stoper con barrenos cónico con brocas 2, 4, 6 Pies.

La voladura se efectúa primeramente realizando el trazo de la malla de perforación, el cual influye directamente en la calidad de fragmentación del mineral, la densidad de carga explosiva, secuencia de iniciación y otros parámetros.

El explosivo que se viene utilizando es la Dinamita de 45% y 65% Exsa, dependiendo del tipo de voladura que se desea realizar, como accesorios de voladura se utilizan carmex y mecha rápida para iniciar el encendido. Las cuales ya vienen ensambladas, listas para realizar el amarre respectivo con la mecha rápida.

Longitud de la mecha rápida entre los taladros de arranque y ayudas de arranque para una adecuada secuencia de salida en un frente de disparo.

En el caso de Casapalca, para determinar la geometría Burden x Espaciamiento, se basa en la teoría de Konya:

$$B = \pi * \phi_e * (\rho_e / \rho_m)^{1/3}$$

Dónde:

B = Burden (pies).

ϕ_e = Diámetro del explosivo = 7/8" (plg).

ρ_e = Densidad del explosivo = 1.08 (gr. /cm³).

ρ_m = Densidad del mineral = 3.00 (gr. /cm³).

B = 3.1416 * 0.875" * (1.08 / 3.00) ^{1/3}

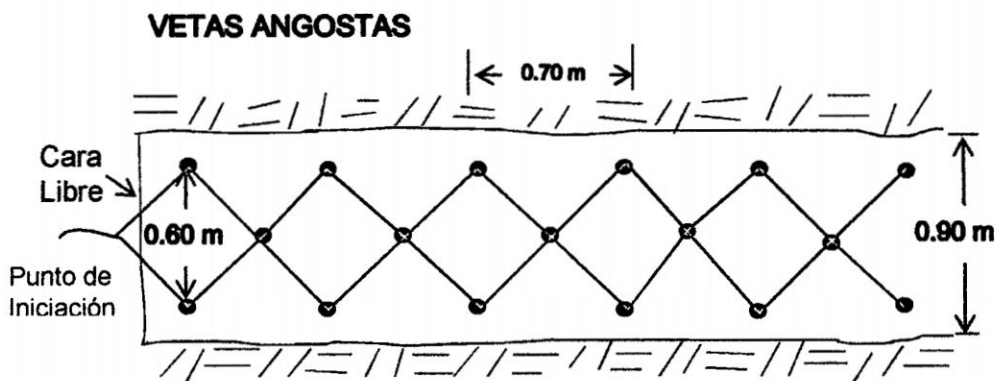
B = 1.95 pies.

B ≈ 2.00 pies.

El valor determinado para $B = 2$ pies. Es necesario mantener el radio longitud de taladro (L) y Burden (B), en donde la relación ideal es de 3:1, este radio, se toma como referencia para el "ajuste", en función a los resultados de voladura in-situ. Quiere decir: $L = 6$ pies.

La malla de perforación promedio $B \times E = 35 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$. El carguío de taladros con explosivo varía de 50% a 65% de la longitud de taladro, dependiendo de la dureza del mineral.

Figura 3.1 Malla cuadrada de Perforación vertical o inclinada en Tajeos



Explosivo	:	Semexsa 65% 7/8" x 7"
Burden	:	0.35
Espaciamiento	:	0.60 m.
Carga	:	07 cart. / Tal.

3.3.1.3.2 VENTILACIÓN

El sistema de ventilación principal es a través de las chimeneas extremos, y también se ventila con la tercera línea a los tejeos. Observar el circuito de ventilación Anexo N° 01.

3.3.1.3.3 SOSTENIMIENTO.

Para el sostenimiento de los Tajeos de explotación es con maderas, redondos de 8''x 8'', se emplean con puntales de seguridad y también con Split set con plantillas de madera en caso si las vetas son anchas y como sostenimiento definitivo se utiliza el Relleno Hidráulico.

3.3.1.3.4. LIMPIEZA.

La limpieza del tajeo de explotación es una operación que consiste en extraer el mineral mediante un equipo de rastrillaje conocido como scrappers hasta las tolvas de carguío, que luego son vaciados realizando una evacuación por gravedad, donde el mineral resbala por las tolvas hasta los carros mineros U-35 ubicados en las galerías principales de extracción. Este equipo está compuesto por los siguientes componentes:

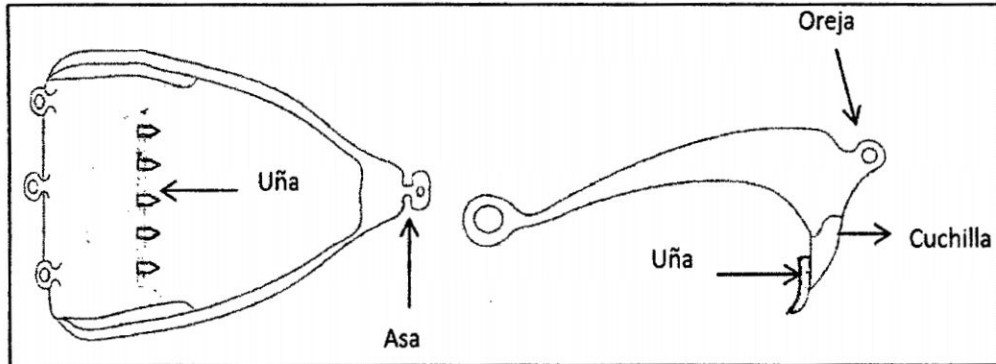
a) Rastrillo.

Llamado también scrappers, los cuales son de formas y tamaños diferentes de acuerdo al trabajo destinado; sin embargo dos componentes básicos permanecen constantes que son el asa y la placa posterior de excavación.

Clases de Rastrillos:

- Tipo Azadón o Abierto.- Este tipo de azadón carece de placas laterales, donde la placa posterior tiene un ángulo de abertura grande. Esto es usado el acarreo de material grueso.
- Tipo Caja o Cerrado.- Tiene placas laterales fijas y el conjunto tiene una apariencia de una caja. Se usa en el acarreo de material fino a mediano y detiene la carga en forma satisfactoria en distancias grandes y cuando el piso donde transita es lisa.

Figura 3.2 Rastrillo de Tipo Azadón o Abierto



b) Winche.

Es el elemento motriz, comprende la tambora y el motor, en Casapalca se cuenta con winches de 1 a 2 tamboras, todas con motor eléctrico, con potencias de 15, a 40 HP, donde la tambora puede almacenar hasta 150 m. de cable, con un diámetro estándar de $\frac{3}{4}$ ".

Partes del Winche: Base, Tamboras, Embrague, Frenos, Engranajes y chumaceras y Guías de cable.

c) Cable.

Es el elemento de tracción que cumple la función de comunicar el movimiento al rastrillo. El diámetro del cable, es de acuerdo a la potencia del motor del winche, distancia de rastrillaje y capacidad de la tambora, en el caso de Casapalca el diámetro Standard del cable es de $\frac{3}{4}$ ".

d) Polea.

Llamado también rondana, el cual sirve para sostener, guiar y facilitar el movimiento del cable de avance durante la operación de rastrillaje.

e) Plataforma.

Sirve para instalar en él la wincha. En el tajeo estas plataformas son confeccionadas mediante tablas y puntales ubicados en la dirección del echadero.

3.3.1.3.5 TRANSPORTE

Para el transporte del mineral de los chuts se utilizan carros mineros tipo "U" con locomotoras a línea trolley; El transporte del mineral es hacia los piques inclinados 012 y 1200 de extracción que a su vez transportarán el mineral hacia el nivel principal de extracción.

3.3.1.3.6. RELLENO.

Para el relleno de los tajeos de explotación, primeramente se debe realizar la preparación correspondiente con la colocación de puntales de línea y el enrejado respectivo, inmediatamente debe ser cubierto por una tela arpillera (yute) en todo el largo del tajeo hasta la altura de relleno, que debe ser la altura de perforación adecuada para realizar el siguiente corte 2.20 m. inmediatamente se prosigue con la instalación temporal de tubería desde las troncales hasta el tajeo de relleno y finalmente se prosigue con el rellenado correspondiente según el procedimiento.

3.3.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS:

- Se tiene un buen control de dilución.
- En la perforación y voladura se tiene el control de las cajas, existiendo seguridad.
- La recuperación del mineral con las leyes deseadas con un 90% efectiva.
- Buena fragmentación de mineral.

DESVENTAJAS:

- Se tiene baja productividad y producción.
- El costo de relleno hidráulico son altos.

3.3.2 METODO CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADA

En la mina Casapalca se viene aplicando el método corte y relleno ascendente con relleno hidráulico. El minado de corte y relleno es en forma de tajadas con perforación vertical de 8 pies.

Que consiste arrancar el mineral por franjas verticales empezando por la parte inferior de un tajeo y avanzando verticalmente. Cuando se extrae todo un corte completo.

El mineral roto (bloques económicos) es cargado y extraído completamente del tajeo, cuando todo el corte ha sido disparado, el volumen extraído es rellenado con relleno hidráulico, para el soporte de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada respectivamente.

La disponibilidad del material de relleno es aceptable ya que se cuenta con relleno hidráulico procedente del relave de la planta concentradora.

Este método se viene aplicando en el Tajeo 200 de zona Oroya por presentar una roca tipo IV – V. Fuerte buzamiento, superior a los 63° de inclinación.

Características físico - mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).

- Potencia superior a 3.0 mts. .
- Límites regulares del yacimiento.

Dentro de las principales características Físicas del yacimiento tenemos:

- Peso específico del mineral insitu : 3 TM/m³
- Peso específico de desmonte : 2.7 TM/m³
- Factor de esponjamiento : 30 – 35%
- Humedad : 6 – 7.5%

3.3.2.1 PREPARACIÓN.

En el desarrollo y preparación de este método de explotación, se realiza el siguiente procedimiento:

- a) Primero se desarrolla una galería de transporte a lo largo del yacimiento (galería sobre veta) en un nivel principal con una sección de 2.70 m x 2.70 m. respectivamente.
- b) Las chimeneas y caminos son construidos a una distancia requerida según el diseño o planeamiento de desarrollo y/o explotación, las chimeneas de comunicación tienen una altura de 50 m. desde el nivel inferior del tajeo hasta el nivel superior del mismo, con una equidistancia de 120 m. entre chimeneas y caminos, de sección 1.20m x 2.40m.
- c) A partir de una de las chimeneas, dejando un puente de 4.60 metros se correrá una subnivel de 0.90m x 2.40m hasta comunicarse a la otra chimenea, quedando el block preparado para la explotación.
- d) Se corre una rampa de sección 2.70m x 2.70m para el ingreso del Scoop eléctrico hasta el subnivel.

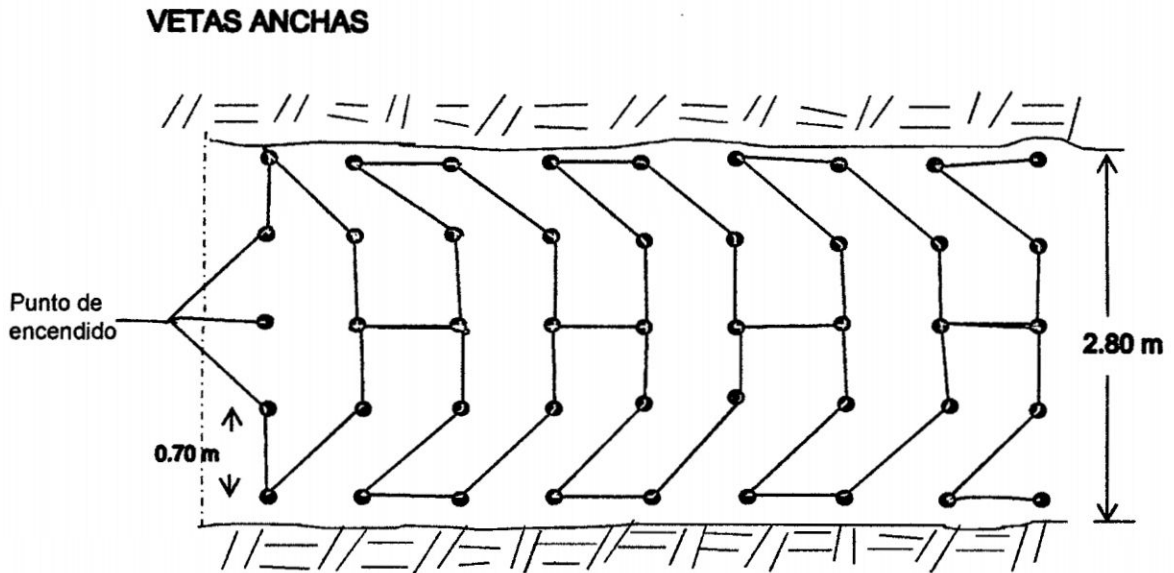
3.3.2.2 CICLO DE EXPLOTACIÓN.

3.3.2.2.1 PERFORACIÓN Y VOLADURA

Es usada la perforación vertical, siendo el minado más común la perforación vertical dependiendo de las condiciones de la veta la cual se denomina "realce", el cual la perforación es con Stoper con barrenos cónico con brocas (2, 4, 6, 8 pies).

Actualmente el explosivo utilizado para la voladura es Emulex de 45%, La columna de explosivo es iniciada a través de una guía rápida y carmex.

Figura 3.3 Malla de perforación vertical



Explosivo	: Emulex 45% 1" x 7"
Burden	: 0.35
Espaciamiento	: 0.70 m.
Carga	: 08 cart. / Tal.

3.3.2.2.2 VENTILACION

El sistema de ventilación principal es a través de las chimeneas extremos.

También existen diversos ventiladores instalados en interior mina y que constituyen el sistema secundario de ventilación, que permite mantener una distribución del aire para las diferentes labores de operación. Ver en el anexo N° 01

3.3.2.2.3 SOSTENIMIENTO

Luego del desarrollo la perforación y voladura, se procederá al sostenimiento de la labor la cual está en base a la clasificación Geomecánica. En la corona

del tajeo se realiza el sostenimiento con perno hydrabolt y malla electrosoldada, en las cajas techo y piso Split set con plantilla de madera y armado de wod pack en la parte central.

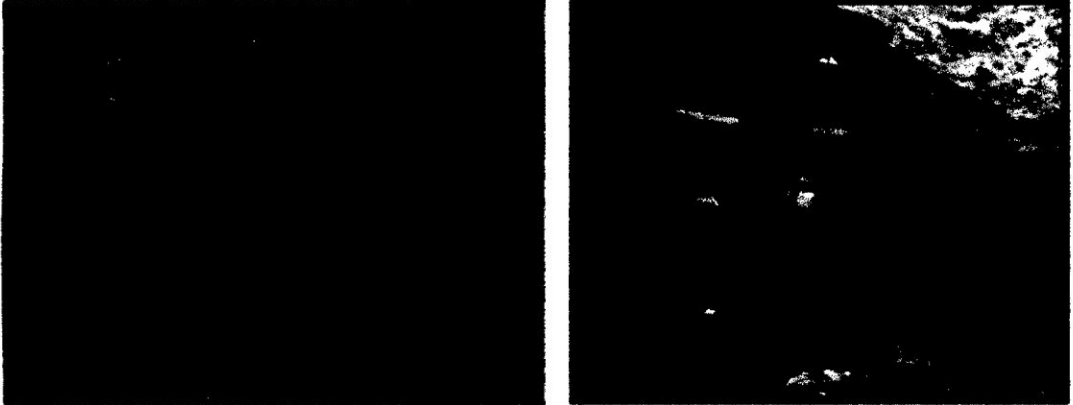


Foto 3.1 y 3.2 Sostenimiento con Perno Hydrabolt mas malla en la corona y armado de Wod Pack en la parte central.

3.3.2.2.4 LIMPIEZA

Para la limpieza del tajeo 200 se utilizan equipos scoop eléctrico (SCOOPTRAMS) de capacidad 1.5yd³.

3.3.2.2.5 ACARREO Y TRANSPORTE

La extracción del mineral del tajeo se sustrae desde una tolva americana a locomotora con carros mineros tipo Gramby de capacidad 80 pies cúbicos, para luego continuar la extracción de dicho mineral mediante 2 inclinados 014 y 1200 del nivel 14 al nivel 10, de este nivel es izado mediante el pique 790 al nivel 0 finalmente es transportado con locomotoras de 12 ton y carros Gramby de capacidad 4.5 Tn a superficie.

3.3.2.2.6 RELLENO

El relleno utilizado en el tajeo 200 del nivel 14 es el hidráulico proveniente de la Planta Concentradora.

3.3.2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS

- La recuperación es al 100%
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar zonas de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físicas mecánicas incompetentes.
- Relleno hidráulico que no debilitará a la inferior porque Galería inferior será en caja techo mediante el agua fluyente por la filtración.

DESVENTAJAS

- Alta grado de inversión inicial.
- Preparación de by pass generando mayor volumen de desmonte.
- Consumo elevado de materiales de fortificación.
- Relleno hidráulico que debilita los pilares mediante el agua fluyente por la filtración.

Tabla 3.1 Comparación método de explotación convencional y mecanizada

ACTIVIDAD	UNID	EXPLORACIÓN		VARIACIÓN	OBSERVACIONES
		CONVENCIONAL	MECANIZADA		
LONG. Tajeo	m	60	120	60	
ALTURA BLOCK	m	50	50	0	Altura vertical
ANCHO MINERAL	m	1.5 - 2.5	3.0-5.0	2.5	Potencia de veta
Nº DE TAJEOS	Und	4	2	2	
PERSONAL	Und	24	14	10	Personal por día
STOPER-JACKLEG	Und	5	3	2	Equip. De Perforac.
WINCHE-25HP	Und	4	0	4	Limpieza del Tajeo
SCOOP 1.5 Yds3	Und	0	1	1	Limpieza del Tajeo
ECHADEROS	Und	4	2	2	
Nº DE CORTES	Und	1	2	1	
PRODUCCION	Tn	3200	8000	4800	Producción mensual
VIDA DEL TAJEO	Año	4.4	1.75	2.62	

CAPITULO IV

CAMBIO DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN

4.1 DESCRIPCION

Se escogió el tema de cambio del tipo de sostenimiento en labores de explotación debido a los altos costos registrados por consumo de madera, Ineficiencia en el tiempo de sostenimiento, Impacto ambiental por consumo de árboles, refuerzo en el tiempo o reemplazo del sostenimiento con cuadros por baja durabilidad, Incremento de sección (sobre rotura) para la instalación de los cuadros, mayor costo por traslado de madera y mayor número de reportes de incidentes por fallas de sostenimiento. Además de contar con las facilidades para abordar la solución del mismo en menor tiempo, con mayor impacto y menor costo.

En el proceso de Minado se reduce el costo de sostenimiento al reemplazar la madera en sostenimiento con pernos helicoidales, Split Set, malla electrosoldada y cimbras metálicas en las labores de avance. Mientras en labores de explotación con pernos Hydrabolts y malla electrosoldada en techos y en las cajas Split set con plantillas de madera.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS CON SOSTENIMIENTO DE MADERA

A continuación mencionamos muchos inconvenientes de los trabajos con sostenimiento de madera:

A) Deficiente sostenimiento con madera en las labores de avance y explotación.

- Alto consumo de madera.
- Demoras en sostenimiento con madera.
- Alto costo de elemento de sostenimiento con madera.
- Poca duración del sostenimiento con madera.
- Mayor sostenimiento pasivo con la madera.
- Alto riesgo para reemplazar el sostenimiento de la madera.
- Demoras en el ciclo de minado por el sostenimiento con madera.
- Incremento de costos indirectos en perforación, voladura, limpieza y extracción al tener que perforar una mayor sección para la instalación de cuadros de madera.
- Exposición del personal en área sin sostener.

B) Deficiente Control de Perforación y Voladura.

- Alto riesgo durante la inyección de lechada de cemento.
- Tipo de explosivo.
- Sobrerotura en labores de avances.
- Sobrerotura en labores de rotura.

C) Deficiente abastecimiento de materiales a labores

- Demora en abastecimiento de materiales.

D) Equipos inadecuados de sostenimiento

- Alto costo de movimiento de material.
- Falla en la bomba inyectora (Poca durabilidad manómetro).
- Equipo inadecuado de sostenimiento.

4.3 METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE GEOMECANICA EN LABORES DE EXPLOTACION

4.3.1 MAPEO GEOMECÁNICO DEL TAJEO 200 Nv 14

Esta simulación está orientado básicamente al minado del tajeo 200 del nivel 14 y Nv 15, se trabajó en la cual consistió en realizar el mapeo geomecánico insitu de toda área a desarrollarse. El cual se encuentra relleno hasta la actualidad donde en el corte anterior se tuvo una altura de 6 mts. Una abertura no recomendable para el tipo de roca presente en el tajeo 200. Así mismo se analiza la estabilidad de este tajeo proyectado hacia el nivel 15 con By pass a 15 mts a partir de la veta hacia la caja techo, debido al ramaleo de la veta oroya, de igual manera la influencia hacia los niveles superiores.

El comportamiento geomecánico de la Zona Oroya, es la presencia de carbonatos (arcillas expansivos e inestables que proceden de un origen primario etapa de formación de la roca) u origen secundario (minerales producto de la alteración hidrotermal), estas arcillas originan un rápido deterioro de la calidad de la roca y del mineral, disminuyendo su grado de resistencia y aumentando las presiones de poros en las paredes, debido a la absorción del agua subterránea existente, la cual está compuesta por aguas de infiltración natural y aguas del relleno hidráulico que es relleno en los tajeos percolándose esta agua a través de los sistemas de fracturas.

De acuerdo a este sistema de minado, las galerías sobre veta deberán inicialmente sostenerse en forma temporal, utilizando el tipo de sostenimiento

según el G.S.I. detallado en el presente y como soporte definitivo será necesario el uso de cimbras metálicas, colocadas adecuadamente (debido al deterioro del macizo rocoso por la absorción del agua).El mapeo geomecánico:

- Definen el tiempo que la roca soporta sin sostenimiento (tiempo de auto soporte).
- Definen las aberturas máximas.
- Definen el tipo de sostenimiento a instalar.
- Ubica y determina las áreas con problemas estructurales dentro de la Labor.

4.3.2 MODELO GEOLÓGICO, GEOMECÁNICO Y MATEMÁTICO

4.3.2.1 MODELO GEOLÓGICO.

El Modelo Geológico trata de definir la estructura de la masa rocosa; nos brinda información: Litología, estructuras, propiedades geomecánicas básicas, hidrología, sismología, tectónica, etc.

Se conceptualiza como la clave para toda evaluación geomecánica de proyectos y operaciones mineras, la información geológica permite evaluar, diseñar el método de minado a efectuarse así como la forma, el dimensionamiento de una labor.

En la actualidad el Modelo Geológico se muestra más accesible para el operador minero a través de herramientas de cómputo: Manejo de Softwares.

- Primero para el modelo geológico del Nv.14, se tiene desarrollados labores en el nivel superior (Nv.13). Que ha servido para como información para desarrollar el Nv. 15.

Segundo para el modelo geológico del Nv.15, se tiene como proyecto a explotar a futuros meses.

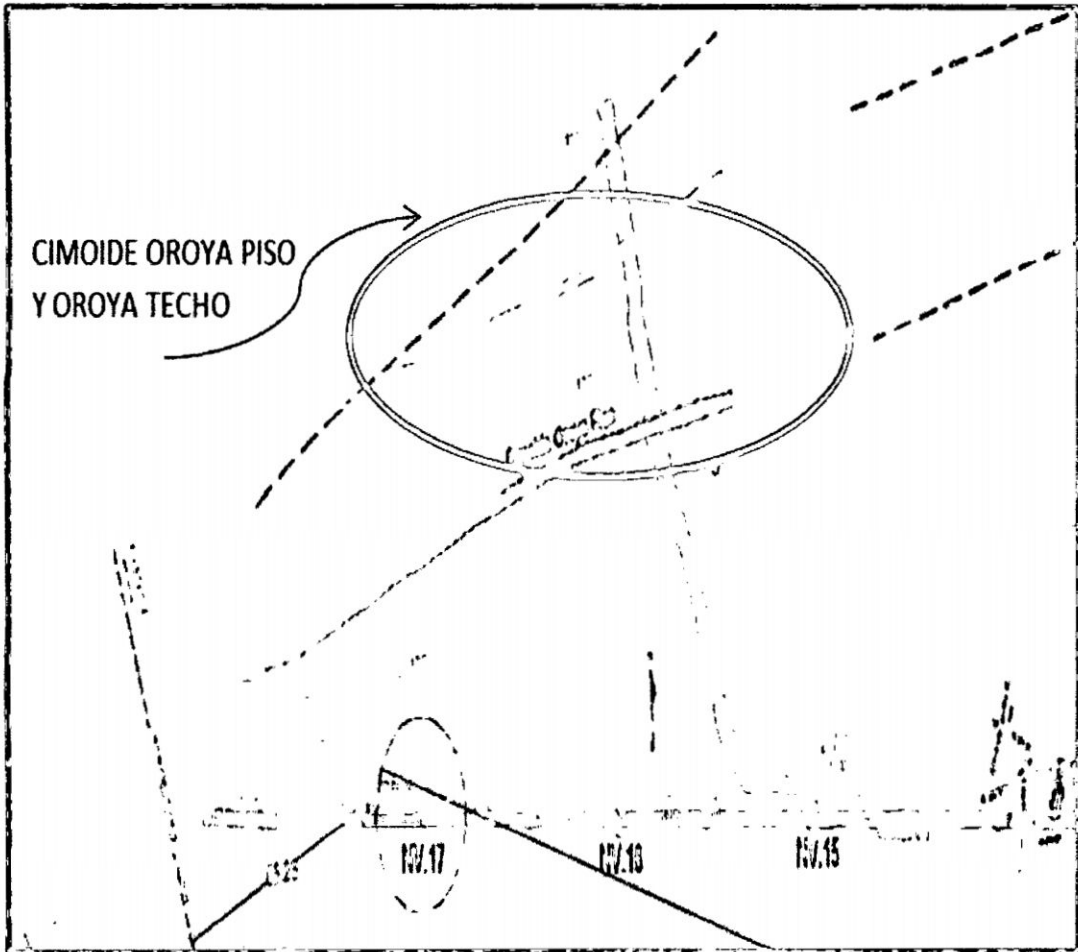


Figura 4.1 Proyecto del nivel 15

4.3.2.2 MODELO GEOMECÁNICO.

Se aplica las técnicas de valoración de calidad de roca en Campo, Laboratorio, e Instrumentación, para la determinación de las propiedades mecánicas del macizo rocoso.

La toma de información de campo es vital para lograr un entendimiento del comportamiento geomecánico de la masa rocosa.

El modelo geomecánico se complementa con la interpretación simulaciones mediante la utilización de softwares geomecánicos.

4.3.2.2.1 SISTEMA DE EVALUACION GEOMECANICA APLICADO A LABORES SUBTERRANEA

Primera etapa: Investigaciones básicas: Estimar los parámetros geomecánicos básicos y la zonificación geomecánica del yacimiento.

Segunda etapa: Evaluar las condiciones de estabilidad, agua y los esfuerzos de las excavaciones subterráneas asociadas con el minado.

Tercera etapa: Alternativas, dimensionamiento y estrategias de Minado para las vetas. Para ello, es necesario introducir la utilización del relleno en forma constante durante el minado.

4.3.2.2.2 ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA G.S.I

La estimación del GSI (Índice de Resistencia Geológica) del macizo rocoso comprende la evaluación de dos aspectos del macizo: características estructurales (intertrabamiento, perturbación y sistemas de discontinuidades) y condiciones de las discontinuidades (características de las paredes de las discontinuidades, rugosidad, relleno, resistencia a la compresión Uniaxial y alteración).

El GSI fue propuesto por Hoek *et al.* (1995) debido a la falta de aplicación del RMR, en el criterio de resistencia Hoek-Brown para macizos altamente fracturados, y por sus continuos cambios del mismo. La estimación del GSI para el presente estudio se ha efectuado mediante uso de tablas preestablecidos que consideran es a través de una simple tabla, que sea considerado para el presente estudio.

La masa rocosa del área de evaluación caracterizada de acuerdo al GSI: En la caja techo y caja piso presenta estructuralmente de Muy Fracturado Regular (MF/R) a un Muy Fracturado Mala (MF/M); los cuales

correlacionándolos con el índice RMR se encuentran de calidad Regular a Mala con intervalo de valores RMR 35 – 55.

La zona mineralizada presenta de Intensamente fracturado Regular (IF/R) a un Intensamente Fracturado Mala (IF/M), correlacionándolos con el índice del RMR se encuentra de calidad Mala con valores de RMR 25-45.

La tabla de sostenimiento según el G.S.I, se aplica de acuerdo a las condiciones geomecánicas del macizo rocoso.

4.3.2.2.3 DISTRIBUCIÓN DE DISCONTINUIDADES

Se realizó mediante técnicas de proyección estereográfica, utilizando el software DIPS de Rocscience Inc. (2004).

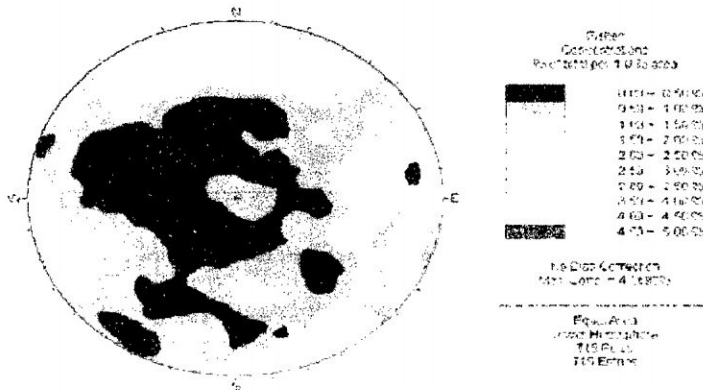


Figura N° 4.2:
Diagrama estereográfico de contornos del compósito general.

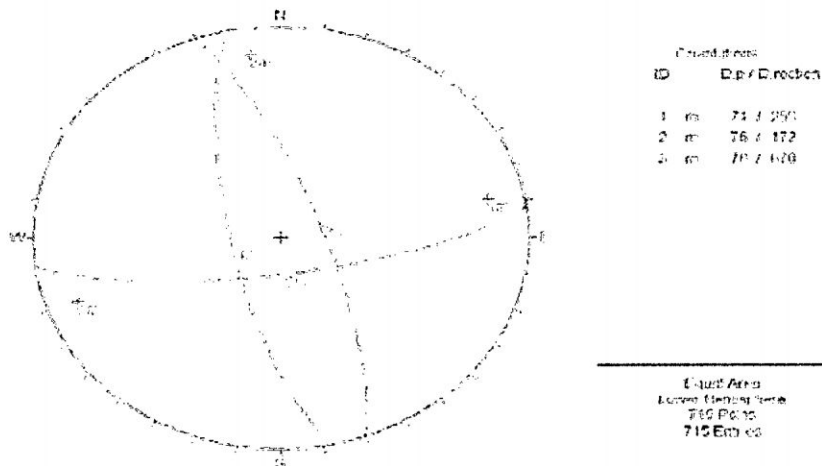

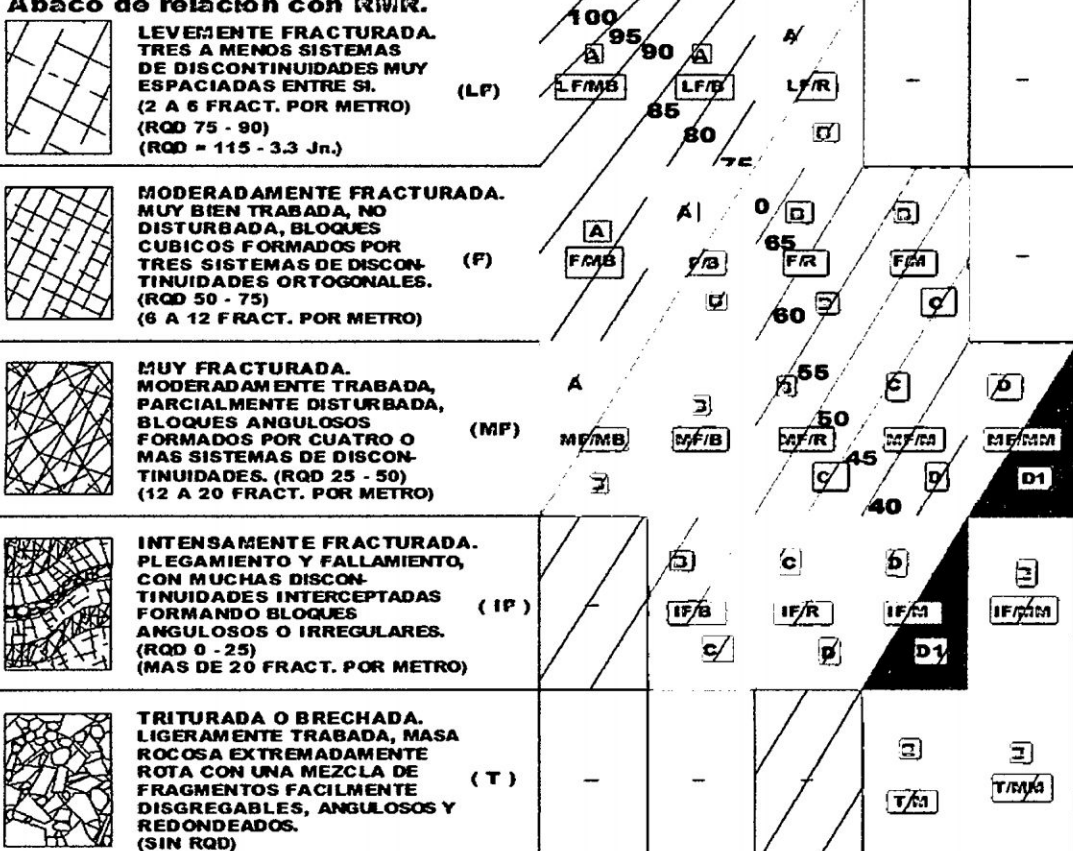
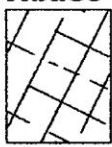
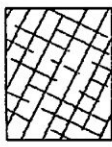





Figura N° 4.3:
Diagrama estereográfico de planos principales del compósito general.

Tabla 4.1. Tabla Geomecánica

 MINA CASAPALCA SOSTENIMIENTO SEGUN GSI MODIFICADO LABORES MINERAS DE DESARROLLO Y		EXPLORACION (2.50 a 4.50 m. de Luz)	
A	SIN SOPORTE O PERNO OCASIONAL (CONTROL DE BLOQUES INESTABLES)	RESISTENCIA Y/O CONDICION SUPERFICIAL MUY BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA) (MB) SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS E INALTERADAS, CERRADAS. (Rc > 250 MPa) (SE ASTILLA CON GOLPES DE PICOTA) BUENA (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) (B) DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGER. ABIERTA. (Rc 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA) REGULAR (MODER. RESIST., LEVE A MOD. ALTER.) (R) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS. (Rc 50 A 100 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA) MALA (BLANDA, MUY ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRICIONES, MUY ALTERADA, RELLENO COMPACTO O CONFRACTADOS DE ROCA. (Rc 25 A 50 MPa) - (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE) MUY MALA (MUY BLANDA, EXTREMIAD. ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA Y ESTRIDA, MUY ABIERTA CON RELLENO DE ARCILLAS BLANDAS. (Rc < 25 MPa) (SE DISGREGA O INDENTA PROFUNDAMENTE)	ESTRUCTURA
B	PERNO SISTEMATICO. (1.8 x 1.8 m.) (CINTA METALICA O MALLA OCASIONAL)		
C	PERNO SISTEMATICO. (1.5 x 1.5 m.) (CINTA METALICA O MALLA OBLIGATORIA)		
D	PERNO SISTEMATICO. (1.20 x 1.20 m.) SHOTCRETE CON FIBRA (0.05 m.) CUADROS DE MADERA.		
D1	PERNOS SISTEMATICOS (1.0 x 1.0 m.) SHOTCRETE CON FIBRA (0.10 m.) CUADROS DE MADERA.		
E	CIMBRAS METALICAS O CUADROS DE MADERA.		
Abaco de relacion con RMR.			
 LEVEMENTE FRACTURADA. TRES A MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI. (LF) (2 A 6 FRACT. POR METRO) (RQD 75 - 90) (RQD = 115 - 3.3 Jn.)		100 95 90 85 80 75	
 MODERADAMENTE FRACTURADA. MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (F) (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACT. POR METRO)		A FMB F/B F/R F/M	
 MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES. (MP) (RQD 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO)		A MPMB MP/B MP/R MP/M	
 INTENSAMENTE FRACTURADA. PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (IP) (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO)		IP/B IP/R IP/M	
 TRITURADA O BRECHADA. LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISGREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. (T) (SIN RQD)		T/M T/M/M	

Fuente: Tabla G.S.I Modificado de Compañía Minera Casapalca S.A.

Tabla 4.1 Determinación del Valor del Macizo Rocosó

INDICE G.S.I	INDICE RMR	TIPO DE SOPORTE	TIEMPO DE AUTOSOPORTE		ABERTUR A MÁXIMA
			LABORES 2.1 - 3.0 Mts.	LABORES 3.5 - 5.0 Mts.	
LF/MB (Levemente fracturada / Muy buena)	85-95	A	10 Años	5 Años	20 mts
LF/B (Levemente fracturada / Buena)	75-85	A	5 Años	3 Años	15 mts
LF/R (Levemente fracturada / Regular)	65-75	A	2 Años	1 Año	10 mts
F/BM (Fracturada / Muy buena)	75-85	A	5 Años	3 Años	15 mts
F/B (Fracturada / Buena)	65-75	A	2 Años	1 Año	10 mts
F/R (Fracturada / Regular)	55-65	B	6 Meses	3 Meses	7.0 mts
F/M (Fracturada / Mala)	45-55	C	2 Semanas	1 Semana	4.5 mts
MF/B (Muy fracturada / Buena)	55-65	B	6 Meses	3 Meses	7.0 mts
MF/R (Muy fracturada / Regular)	45-55	C	2 Semanas	1 Semana	4.5 mts
MF/M (Muy fracturada / Mala)	35-45	D - D1	5 Días	2 Días	3.0 mts
MF/MM (Muy fracturada / Muy mala)	25-35	E	8 Horas (Inmediato)	4 Horas (Inmediato)	2.0 mts
IF/B (Intensamente fracturada / Buena)	45-55	C	2 Semanas	1 Semana	4.5 mts
IF/R (Intensamente fracturada / Reg.)	35-45	D - E	5 Días	2 Días	3.0 mts
IF/M (Intensamente fracturada / Mala)	25-35	D1 - E	8 Horas (Inmediato)	4 Horas (Inmediato)	2.0 mts
IF/MM (Intensamente fracturada / Muy mala)	15-25	E	(Presoporte)	(Presoporte)	1.0 mts

Fuente: Compañía Minera Casapalca S.A.

4.3.2.2.4 RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA

Uno de los parámetros más importantes del comportamiento mecánico de la masa rocosa. Durante los trabajos de campo, como parte del mapeo geomecánico de las labores mineras se ejecutaron ensayos de golpe con el martillo de geólogo y con el martillo de Schmidt, bajo las normas del **ISRM**, a fin de estimar la resistencia compresiva de la roca intacta.

A fin de verificar los resultados de los ensayos de campo, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Rocas, ensayos de compresión uniaxial.

Para poder determinar la resistencia a la compresión (σ_c), se apoyó con el equipo de carga puntual dando como resultado lo siguiente:

Mineral:

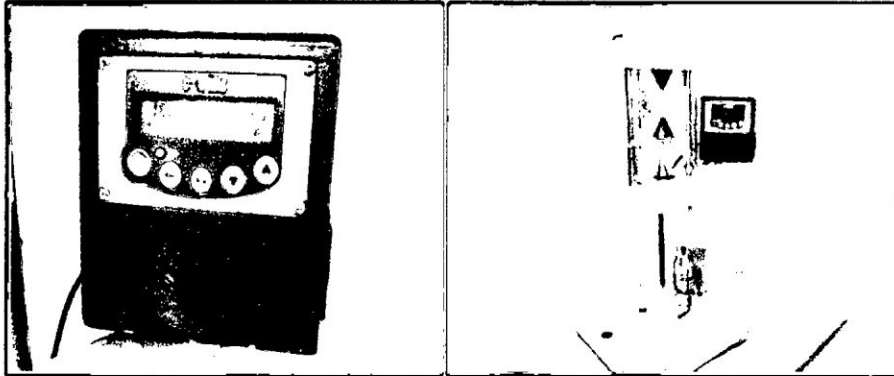


Foto 4.1 y 4.2 Resultado final 10 KN con una resistencia (σ_c) de 48 Mpa.

Desmonte:

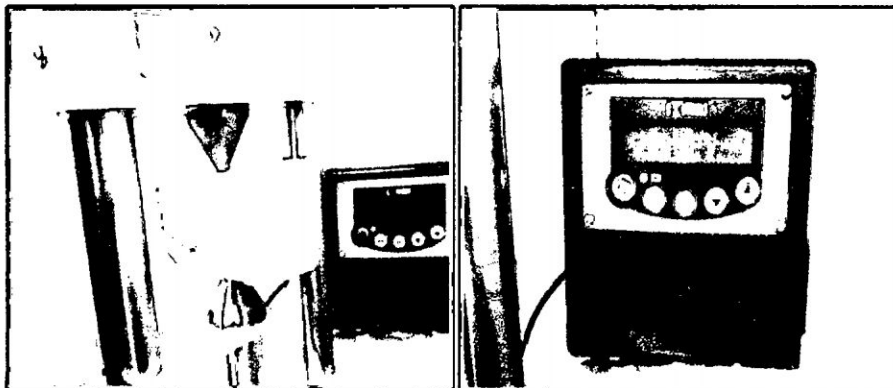


Foto 4.3 y 4.4 Resultado final 23 KN con una resistencia (σ_c) de 110 Mpa

En la Tabla 4.2. Se puede apreciar los resultados de la Propiedad Mecánica; de la Resistencia Compresiva (σ_c) de una muestra de roca Andesita, proveniente de la Zona Oroya de la mina Casapalca, esta muestra se caracteriza por ser de la roca encajonante del cuerpo mineralizado, ubicado en el Nivel 14. Los resultados de la resistencia de la Carga Puntual Mineral 47.62 Mpa y Desmonte 109.53 Mpa.

Tabla 4.2 Cálculo de esfuerzos con equipo carga puntual.

REPORTE CONTROL DEL EQUIPO DE CARGA PUNTUAL DIGITAL											
EMPRESA	CASAPALCA			LITOLOGIA	ANDESITAS						
UNIDAD	AMERICANA			GEOMETRÍA	BLOQUE DE ROCA						
UBICACIÓN	LIMA			OTROS	TAJEOS PILOTOS Nv.14						
FECHA	06/06/2013										
H = Alto W= Ancho (Prom.)											
0.3H < D > H								(1KW=101.977Kgf)(1Kgf/cm2=0.098067MPa)			
Nro.	fecha	Carga (KN)	Carga (Kgf)	H (mm)	W (mm)	De	De2	Is	F.C.	Is (50)	σc (Mpa)
1	06/06/13	23.00	2345.36	100.0	50.0	79.8	6366.4	3.61	1.26	4.56	109.53
2	06/06/13	10.00	1019.72	100.0	50.0	79.8	6366.4	1.57	1.26	1.98	47.62

Figura 4.4 Los datos obtenidos para el Desmorte

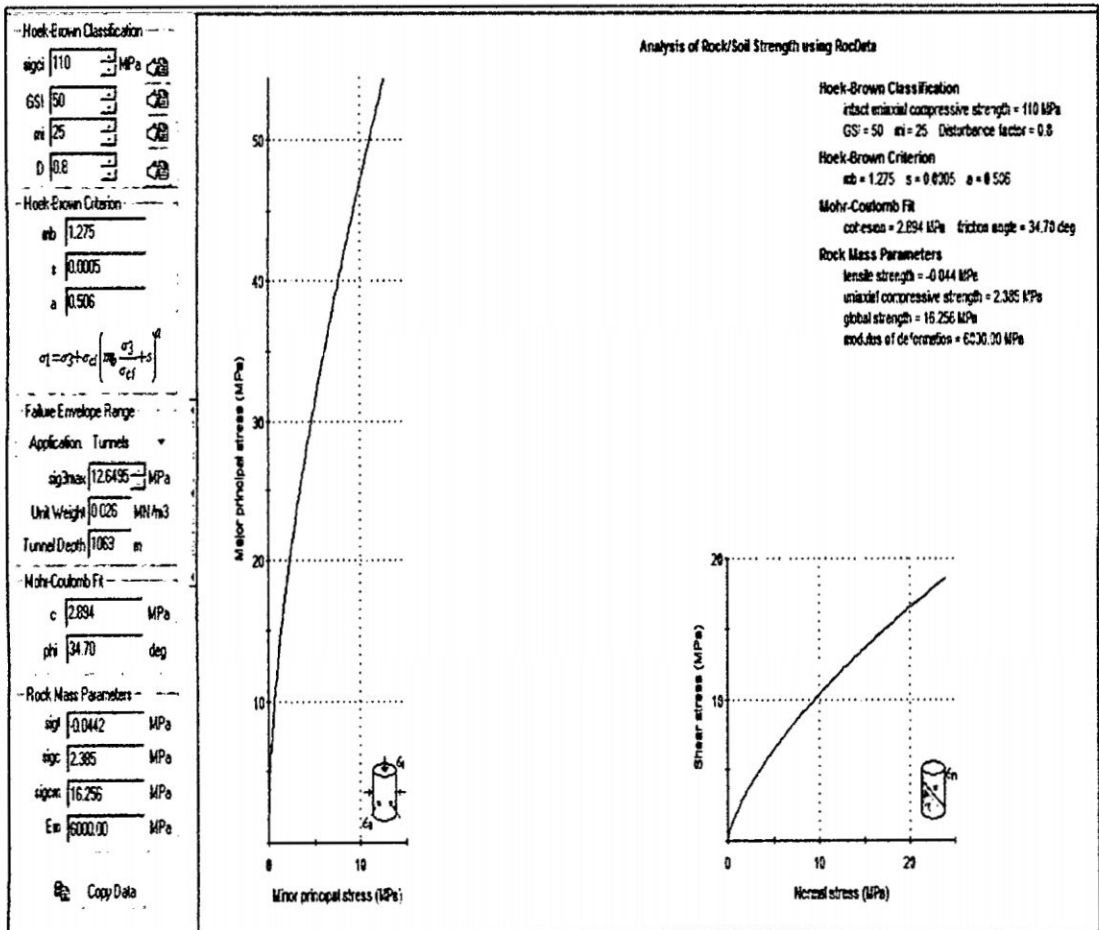
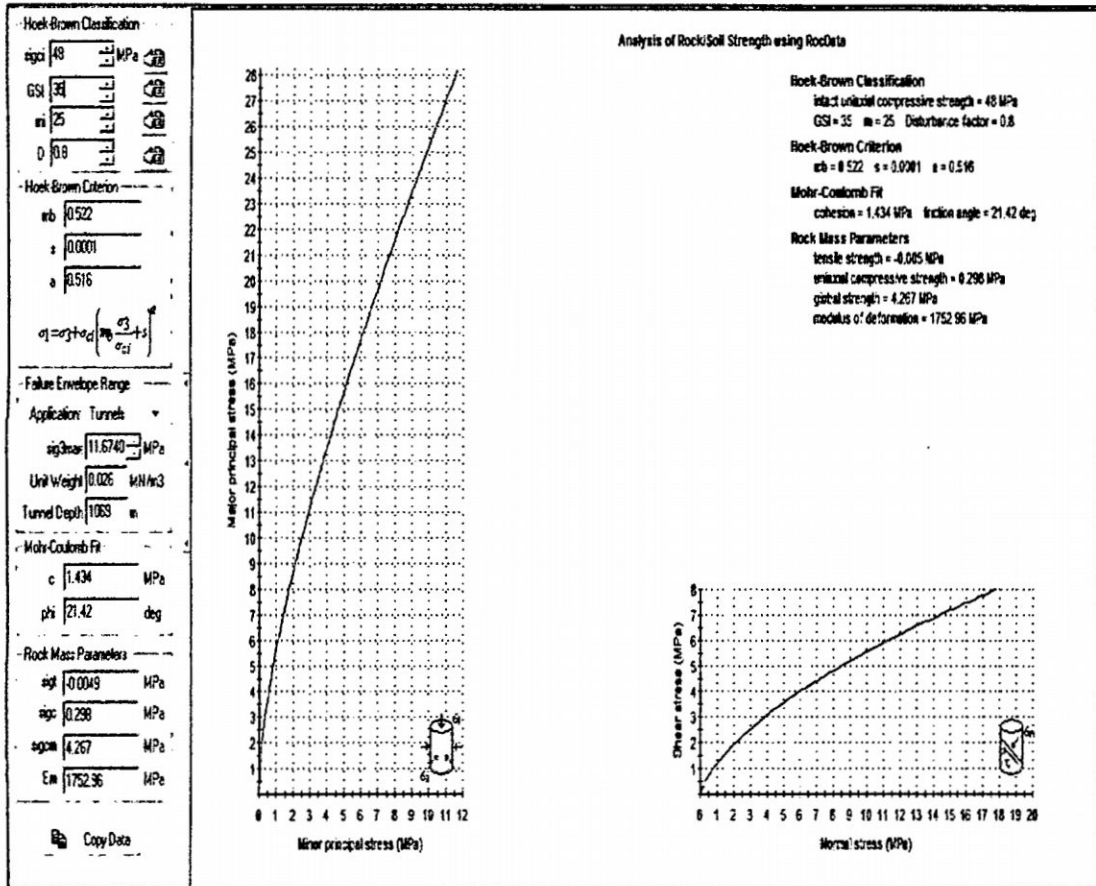


Figura 4.5 Los datos obtenidos para el Mineral



4.3.2.2.5 EVALUACIONES DE LAS CONDICIONES GEOMECÁNICA DEL TAJEO 200 NIVEL 14

a) Resistencia del macizo rocoso con el Martillo Schmidt

Desmante:

Mediante los Ábacos de Katz, Reches y Roegiers, Para un promedio de 56 del martillo de Schmidt obteniéndose valores de:

Compresión Uniaxial: 110MPa

Módulo de Young: 36 GPa. o(36,000 Mpa.)

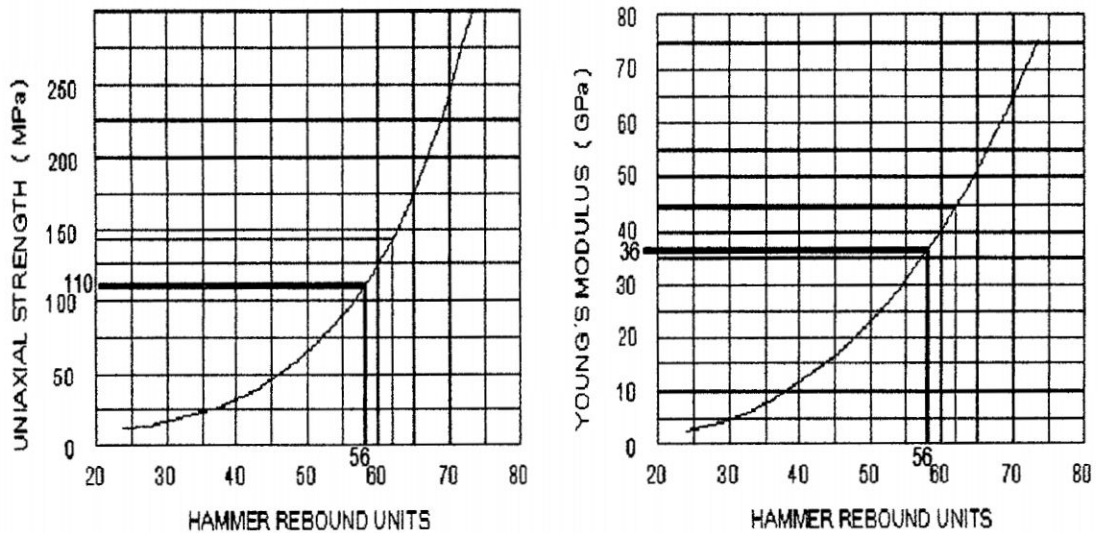
Tipo de Roca:

GSi : MF/R-M PROMEDIO = 40 – 55

RMR : 35 – 55 PROMEDIO = 45

Q : 1 - 5

Figura 4.6 Correlación de Rebotes Martillo Schmidt para desmonte



Mineral:

Un promedio de 46 del martillo de Schmidt obteniéndose valores de:

Compresión Uniaxial: 48MPa

Módulo de Young: 17 GPa. o(17,000 Mpa.)

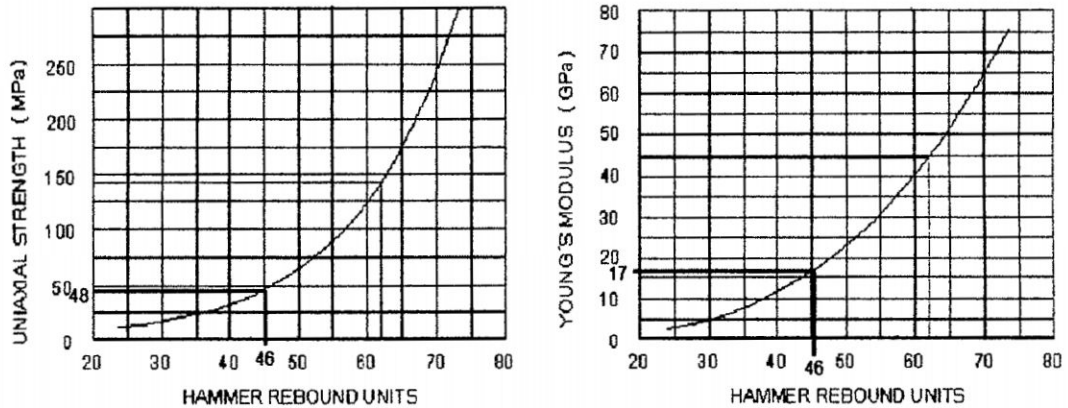
Tipo de Roca:

GSi : IF/R-M PROMEDIO = 30 – 40

RMR: 25 – 45 PROMEDIO = 35

Q : 0.1-0.4

Figura 4.7 Correlación de Rebotes Martillo Schmidt para mineral



b) TIPO DE SOPORTE:

Para Veta: Soporte tipo D1 – E (Pernos hydrabolt en la corona espaciados a 1.20m x 1.20m sistemático y malla electro soldado) – inmediato.

Para las cajas: Soporte tipo C (Split set con plantilla de madera).

4.3.2.3 MODELO MATEMÁTICO

Integra los dos modelos Geológicos y Geomecánicos. Es secuencial; considera los aspectos geométricos de las excavaciones, condiciones de borde e interactúa con la matemática de elementos finitos, y manejo de softwares geomecánicos.

Realiza Análisis de esfuerzos actuantes y resistencias disponibles, como Simulaciones tenso - deformacionales; las cuales se llevan a cabo a través de interpretación de softwares geomecánicos que permite controlar las inestabilidades a través de múltiples simulaciones.

4.3.2.3.1 CALCULO DE ESFUERZOS INSITU

Caracterización de la masa rocosa: Se desarrolló de la siguiente manera los Esfuerzos de Estado Gravitacional en La zona de evaluación se encuentra ubicada a 1069 metros de profundidad con respecto a superficie.

ESFUERZO VERTICAL: $\sigma_v = \gamma z$

Dónde: σ_v = Es el esfuerzo vertical

γ = Densidad de la roca (0.027 MN/m³).

Z = Profundidad m. (1069)

Desarrollándose la ecuación se tiene que:

$$= 0.027 \text{ MN/m}^3 \times 1069 \text{ m}$$

$$= 28.8 \text{ Mpa} = 29 \text{ Mpa}$$

ESFUERZO HORIZONTAL:

Sheorey (1994) usando un modelo elasto-termal describió la variación de k como:

$$k = 0.25 + 7 E_h \left(0.001 + \frac{1}{z} \right)$$

La que se ajusta razonablemente a los datos medidos. E_h (en GPa) es el módulo promedio de deformación en la corteza superior medido en dirección horizontal.

Dónde: E = Modulo Elástico de campo (GPa), (36)

z = Profundidad, mts. (1069)

Obteniéndose un K = 0.74, el cual es considerado un estado hidrostático.

Esfuerzo Horizontal: $\sigma_h = k \sigma_v$

Dónde: σ_h Esfuerzo horizontal

K Ratio σ_v / σ_h

Esfuerzo vertical σ_v

$$= 0.74 \times 29 \quad \sigma_h$$

Desarrollando la ecuación se tiene que $\sigma_h = 21.4 \text{ Mpa}$.

El esfuerzo vertical in-situ de: 29 MPa.

Un esfuerzo horizontal in-situ: 21 MPa.

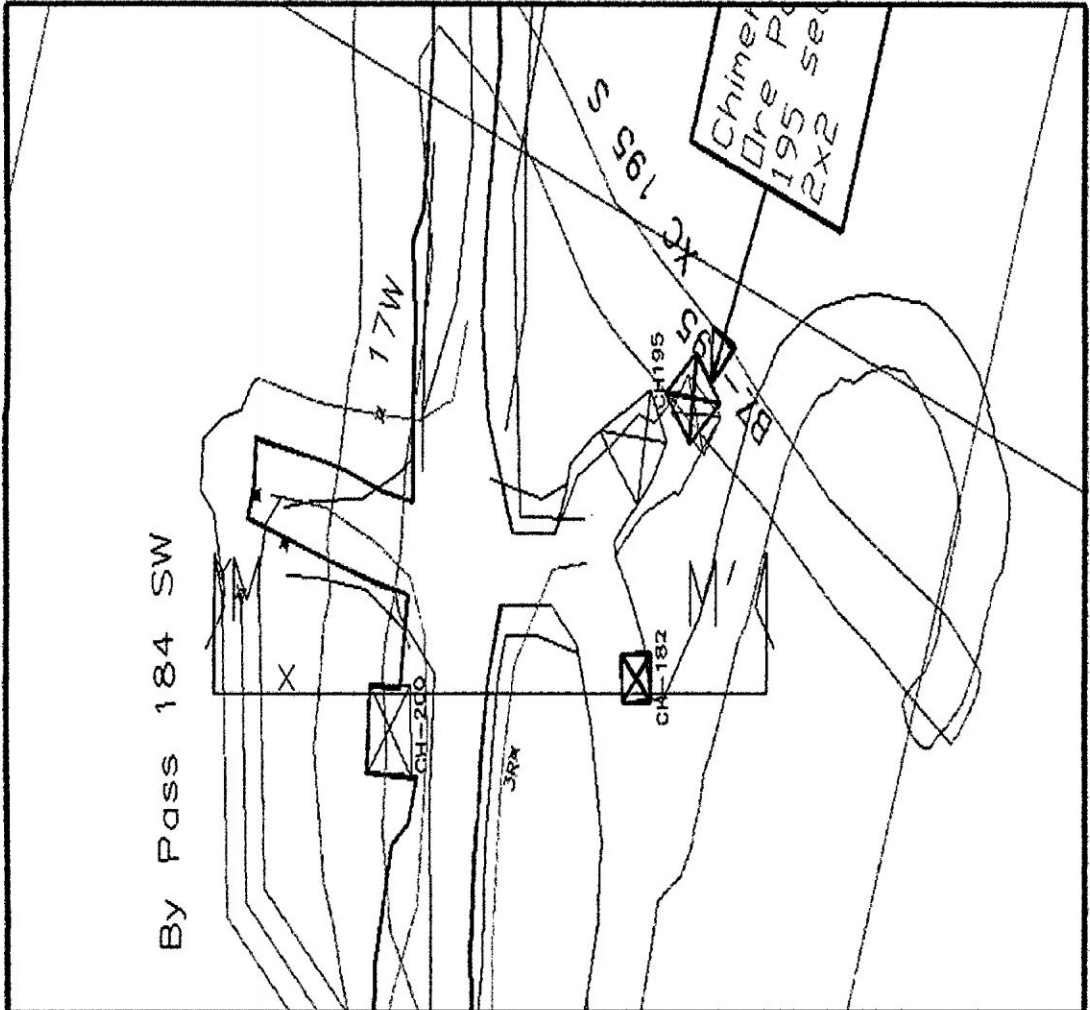
Es conocido que en Mina Casapalca, en los niveles más profundos ocurren problemas relacionados a altos esfuerzos en roca competente (estallidos de rocas). Este tipo de problemas se ha visto en zona Oroya en los niveles de 13,14 y 15 en los labores tajeos, cruceros, by pass y galerías.

Tabla 4.3 Resumen de análisis de esfuerzos inducidos

ESFUERZOS INSITU		
DATOS	DESMONTE (ANDESITA)	MINERAL
PROFUNDIDAD (m)	1069	1069
ESFUERZO VERTICAL (Mpa)	29	29
ESFUERZO HORIZONTAL (Mpa)	21.4	21.4
CONSTANTE K	0.74	0.74
PARÁMETROS ELÁSTICOS DE LA ROCA		
MODULO DE YOUNG (Mpa)	36,000	17,000
INDICE DE POISSON	0.25	0.18
TIPO ELÁSTICO	ISOTROPICO	ISOTROPICO
PARÁMETROS ELÁSTICOS DE LA ROCA		
CRITERIO DE FALLA	HOEK Y BROWN GENERALIZADO	
RESISTENCIA A LA COMP. UNIAXIAL (Mpa)	110	48
PARÁMETRO (mb)	1.275	0.522
PARÁMETRO (S)	0.0005	0.0001
PARÁMETRO (a)	0.506	0.516

Con los datos anteriores se pudo simular una sección transversal con el Software Phase 2 usando los datos anteriores:

PLANO DE CORTE M - M''



4.3.2.3.2 FACTOR DE SEGURIDAD

En la relación de fuerzas resistentes y fuerzas desestabilizantes.

Un factor $F = 1,3$ puede ser utilizado para labores temporales y un factor de 1,5 a 2,0 para labores permanentes.

$$F.S = \frac{\text{Fuerzas Resistentes}}{\text{Fuerzas Desestabilizantes}}$$

Figura 4.8 Factor de Seguridad

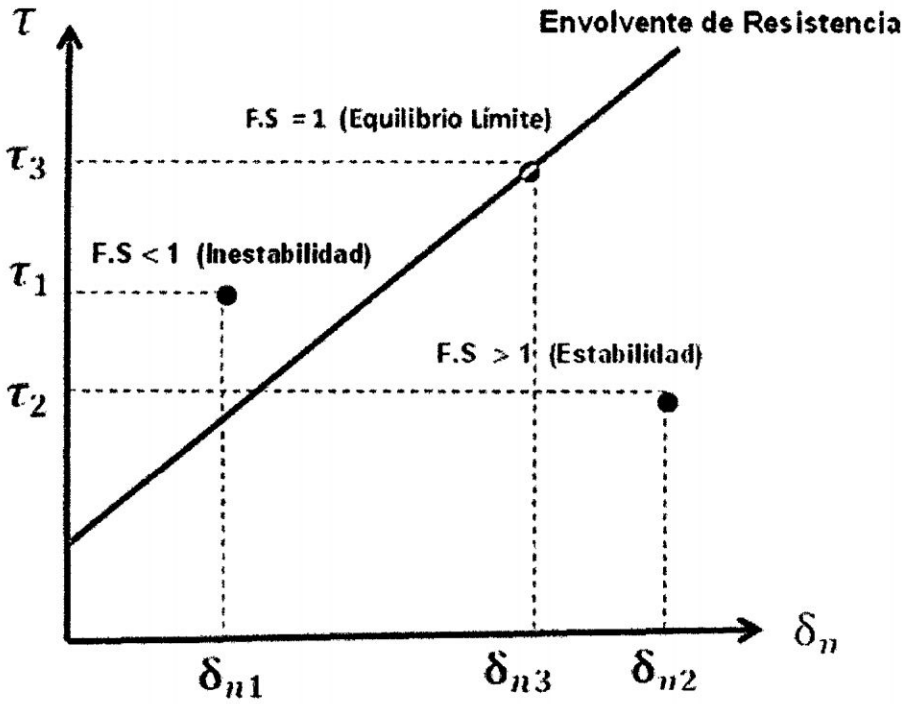
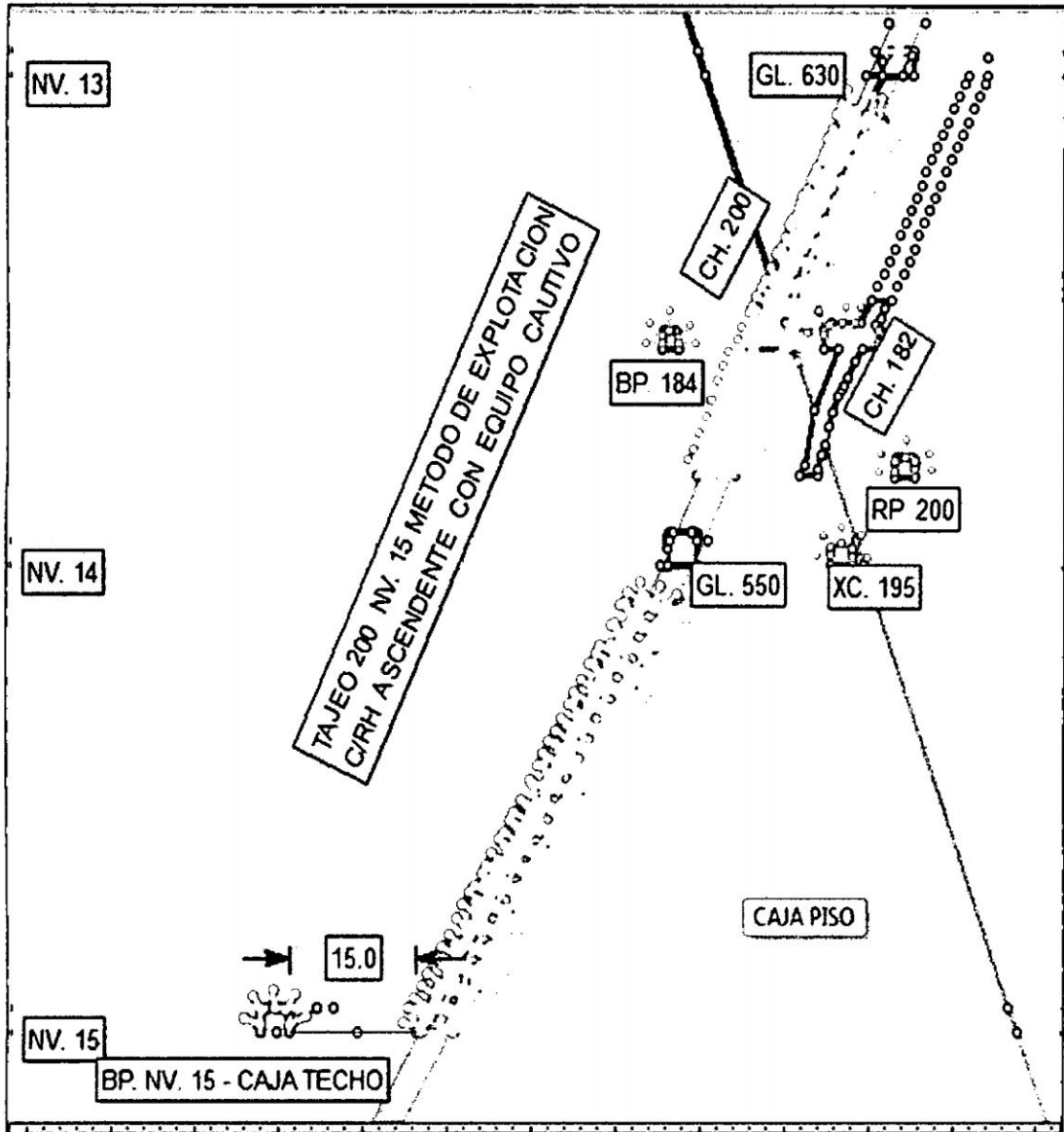


Tabla 4.4

Factor de seguridad, FS	Criterio	Color
$1,0 < FS < 1,25$	Vulnerab. muy alta	Rojo
$1,25 < FS < 1,5$	Vulnerab. alta	Naranja
$1,5 < FS < 2,0$	Vulnerab. moderada	Amarillo
$2,0 < FS < 3,0$	Vulnerab. baja	Verde
$FS > 3,0$	Vulnerab. muy baja	Azul

Se han realizado modelamientos numéricos de esfuerzo/deformación utilizando el método de elementos finitos mediante el programa Phases 2 Versión 8.0 Rocscience

4.3.2.3.3. MODELAMIENTO GEOMECÁNICO DELTAJO 200 DEL NIVEL 14 CON SOSTENIMIENTO PERNOS HYDRABOLT Y MALLA.



Fuente: Programa Phases 2Elaboración propia

Figura 4.9 Generación Insítu de la malla.

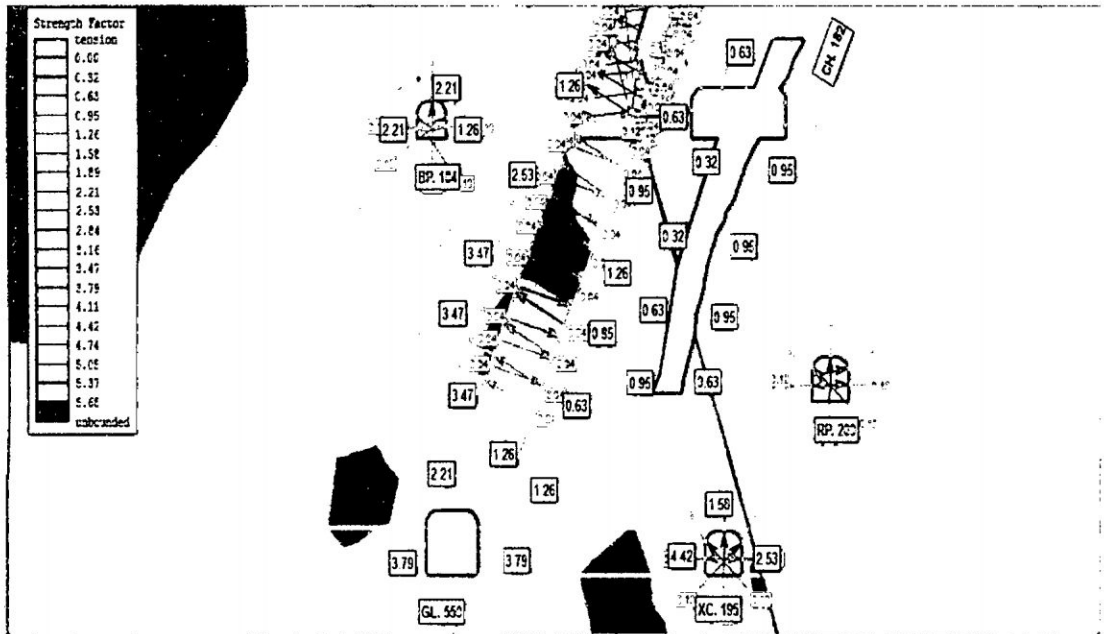


Figura 4.10 Factor de Seguridad Estado Actual $FS=3.47-1.26$ Caja Techo y $FS= 1.26-0.32$ en Caja Piso. El tajo tiene 4.60 mts de puente con respecto a la GL. 550.

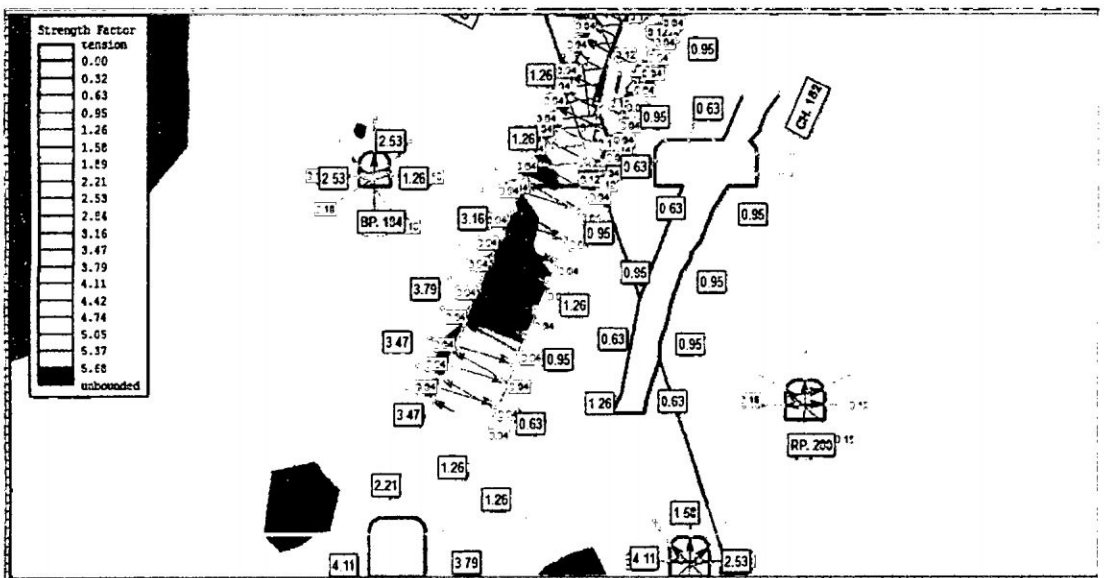


Figura 4.11 Apertura del 7mo corte - Corte y Relleno: Perforación y Voladura de 8 pies de la corona del tajo, con una altura de 4.1 m., Extracción del mineral con sostenimiento pernos hydrabolt espaciados a 1.20 x 1.20 m

sistemático más malla, terminada la extracción se procede al relleno de 1.9 m dejando una altura de perforación de 2.20 m. En el 7mo. Corte; en esta etapa el $FS= 1.26$ para la Caja techo y $FS=0.95$ Caja piso estando en el equilibrio limite.

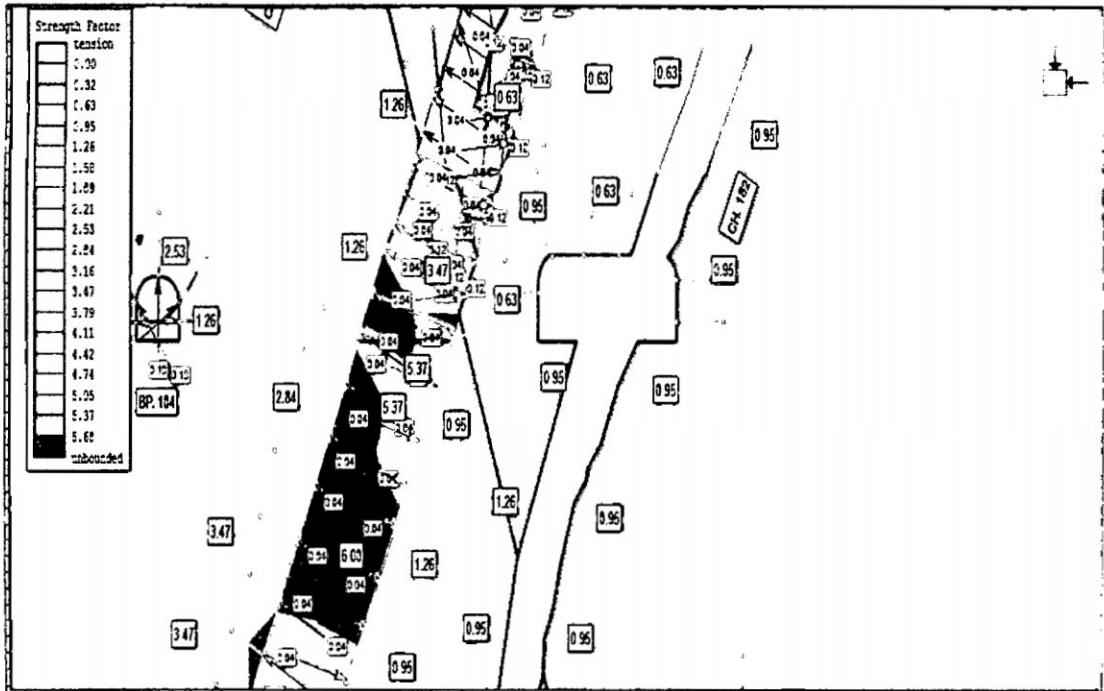


Figura 4.12 En el minado en la parte Intermedia del tajo: Perforación y Voladura de 8 pies en corona haciendo un total de 4.1 m. de altura, en la extracción del mineral se realiza el sostenimiento con pernos hydrabolt espaciados a 1.20 x 1.20 m. sistemático y malla. Terminada la extracción se rellena una altura de 1.9 m. dejando una altura total de perforación de 2.20 m., Para el 14vo. Corte, en esta etapa el $FS= 1.26$ para la Caja techo, $FS=0.95$ Caja piso y $FS=0.63$ en la corona.

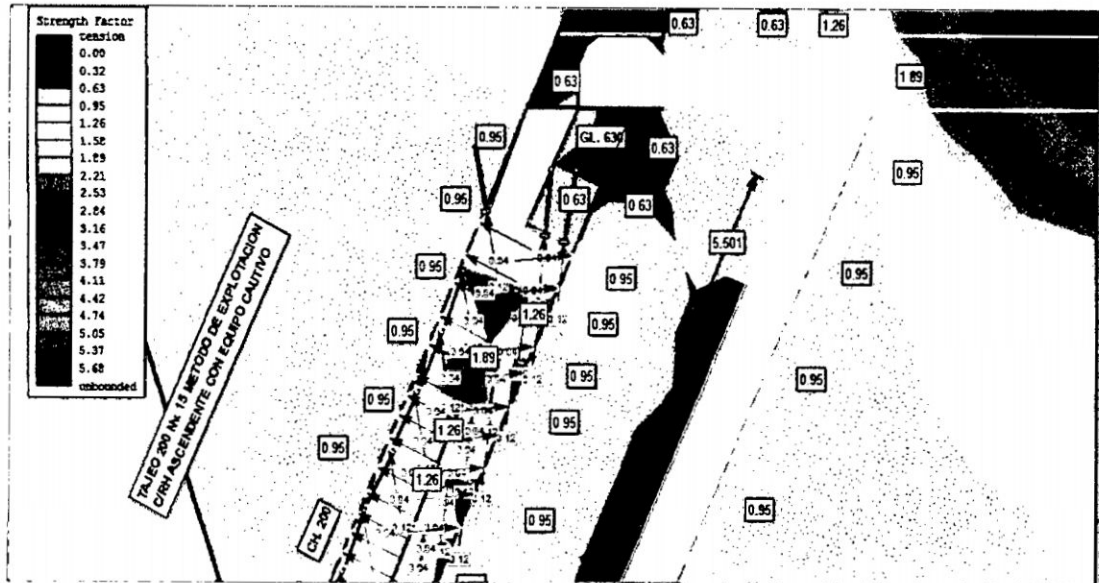


Figura 4.13 En el ciclo de minado del último corte se deja un puente de 5.5 m., se procede a la extracción del mineral previo sostenimiento con pernos hydrabolt espaciados a 1.20 x 1.20 m y malla, en esta etapa el FS= 0.95 para la Caja techo y FS= 0.63 Caja Piso, y FS= 0.63 para el puente hacia el nivel 13.

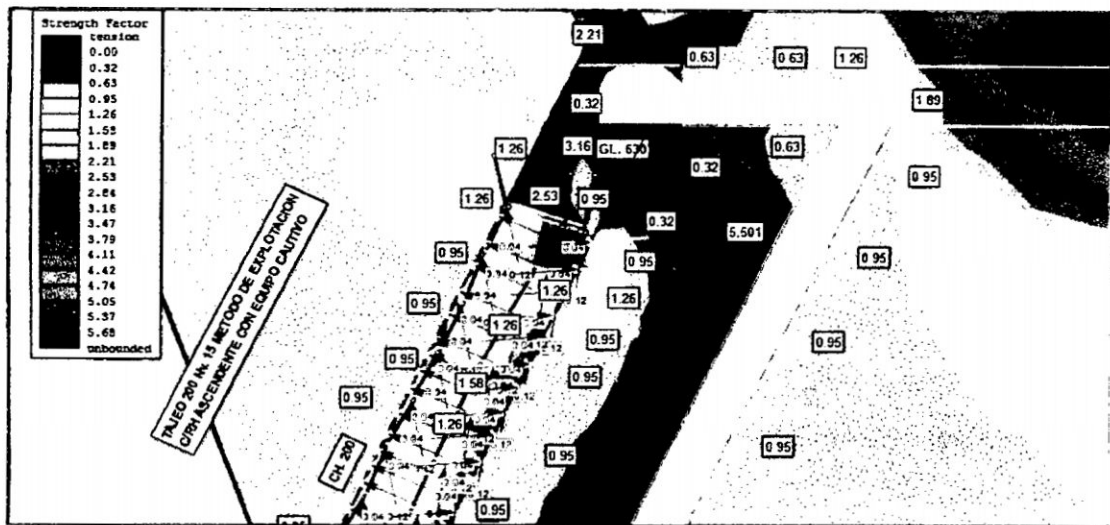


Figura 4.14 Se procede a rellenar ciego hasta la altura del puente del nivel superior, en esta etapa el FS= 1.26 para la Caja techo y FS= 0.32 para la Caja Piso, y FS= 3.16 para el puente hacia el nivel 13.

4.3.2.3.4 MEDELAMIENTO GEOMECANICO DEL PROYECTO NV.15 DELTAJE 200 CON SOSTENIMIENTO PERNOS HYDRABOLT Y MALLA

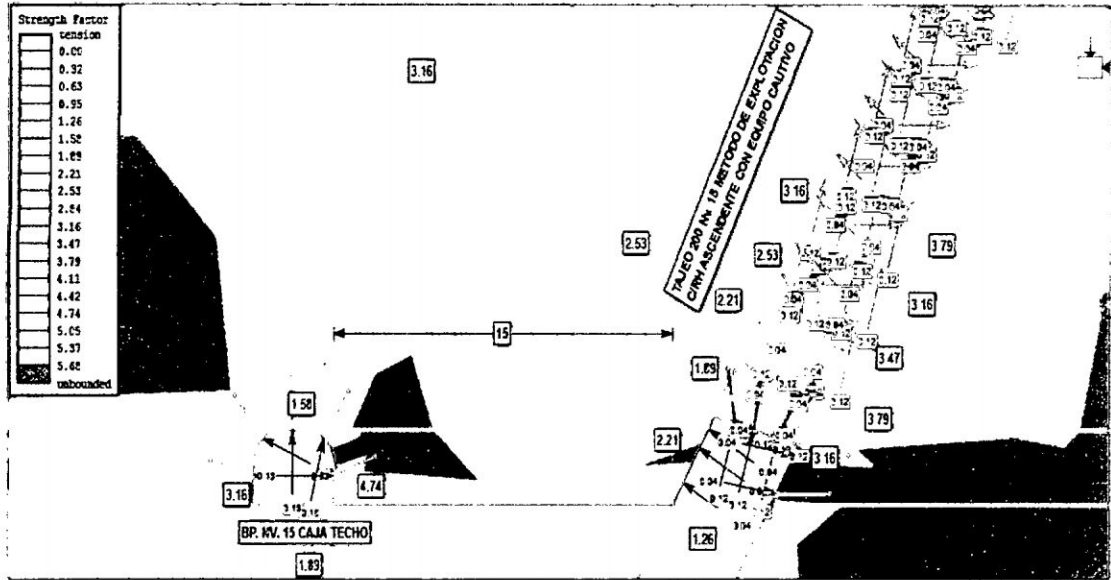


Figura 4.15 Factor de Seguridad Estado Actual después de la preparación FS= 2.21 Caja Techo y FS=3.16 en Caja Piso. Se debe tener en cuenta que el tajo no tiene puente, está completamente relleno desde la GL. Base.

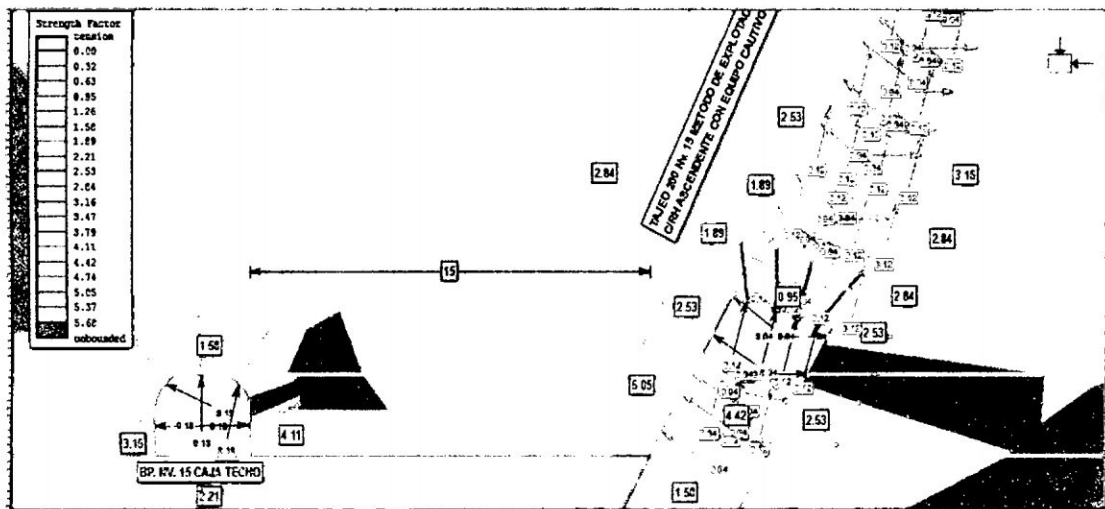


Figura 4.16 Apertura del 1er corte - Corte y Relleno: Perforación y Voladura de 8 pies en la corona y altura de perforación total de 4.1 m., extracción del

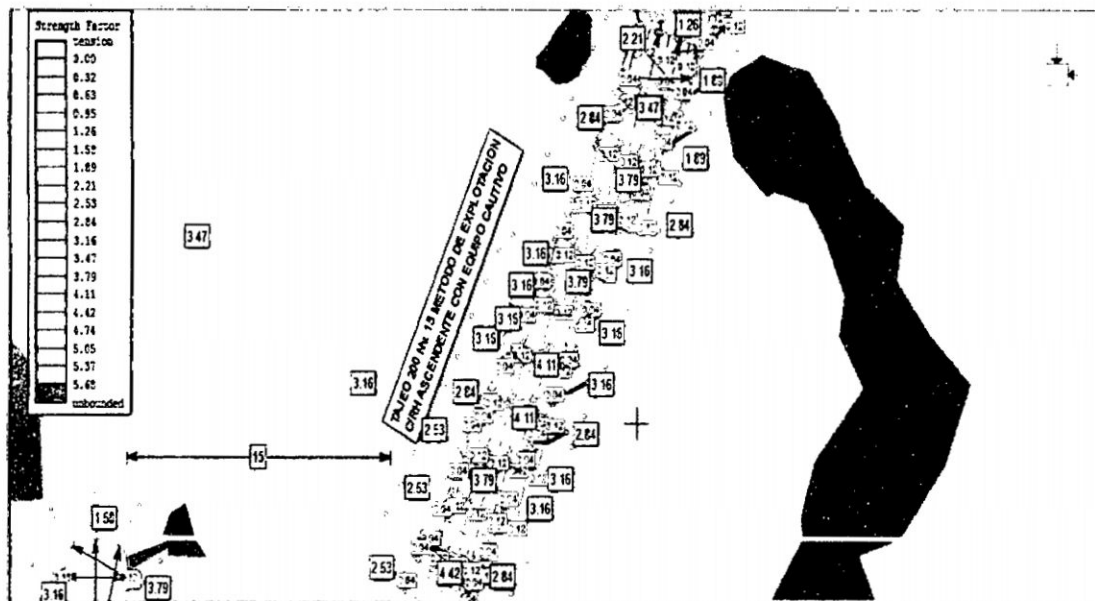


Figura 4.18 Ciclo de minado en la parte Intermedia del tajeo: Perforación y Voladura de 6 pies de la corona. Extracción del mineral con sostenimiento pernos hydrabolt espaciados a 1.20 x 1.20 m. sistemático y malla, Terminada la extracción, Relleno de 1.9 mts., para dejar altura de perforación de 2.20 m., Para el 11vo. Corte, en esta etapa el FS= 2.21 para la Caja techo, FS=1.89 Caja piso y FS=1.26 en la corona.

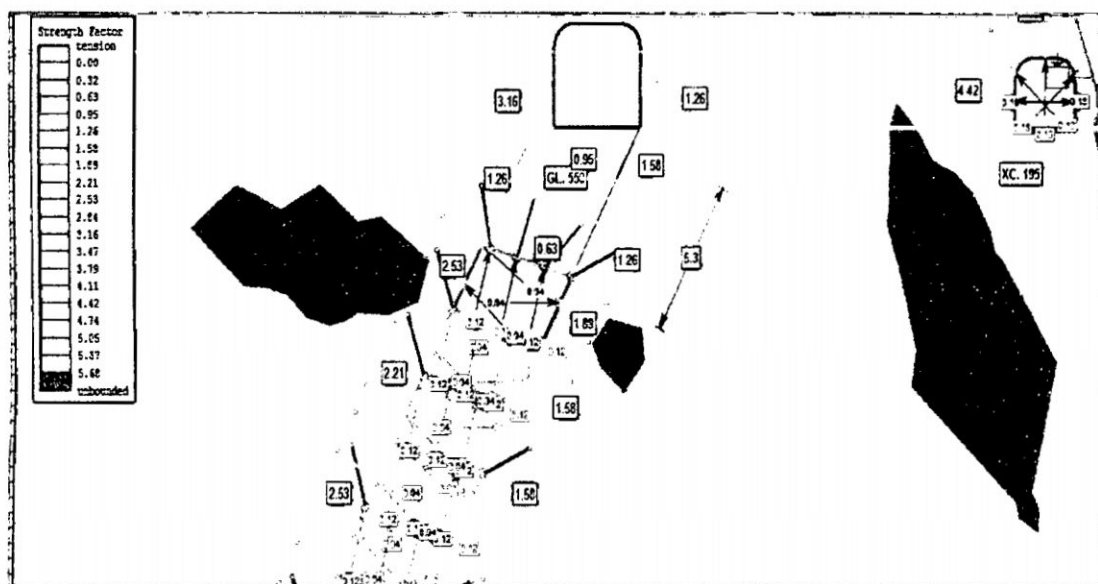


Figura 4.19 En el último corte del ciclo de minado se deja un puente de 5.30 m., al Nv. 14, Se realizará la extracción del mineral previo sostenimiento pernos hydrabolt espaciados a 1.20 x 1.20 m y malla, en esta etapa el FS= 2.53 para la Caja techo y FS= 1.89 Caja Piso, y FS= 0.63 para el puente hacia el nivel 13.

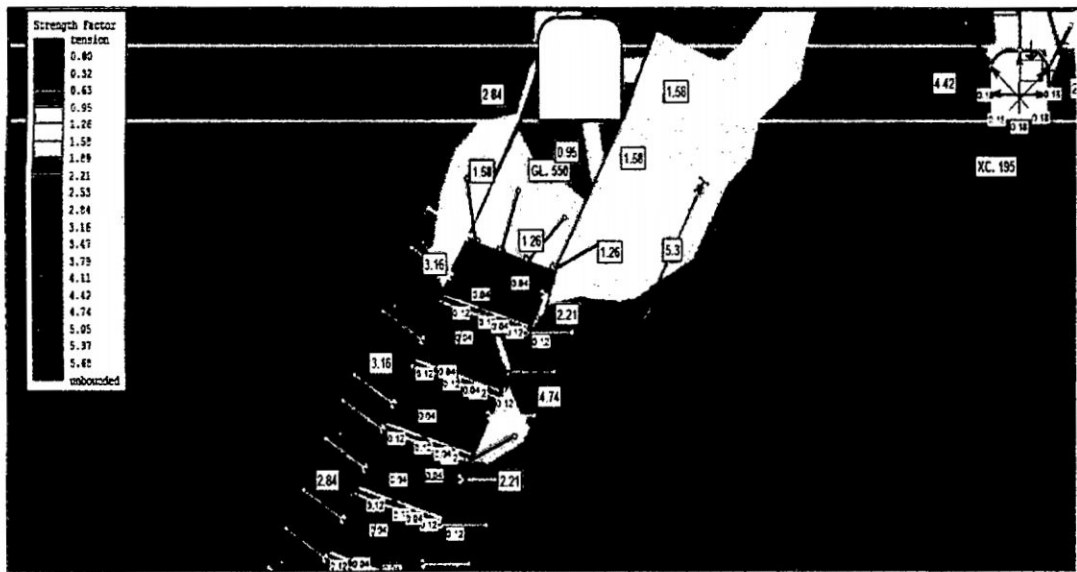


Figura 4.20 Para ésta etapa terminada la extracción del mineral se procede a rellenar ciego hasta el puente del nivel superior, en esta etapa el FS=3.16 para la Caja techo y FS= 2.21 para la Caja Piso, y un FS= 0.95 para el puente del nivel 13.

4.3.3 PRUEBAS REALIZADAS CON EL EQUIPO DE BOLT TESTER EN ZONA OROYA TAJEO 200 DEL NIVEL 14

4.3.3.1 PRUEBAS DE BOLT TESTER DE PERNOS SPLIT SET.

Se tiene la capacidad promedio de soporte de 4.5 Tn el Split Set de 6 pies.

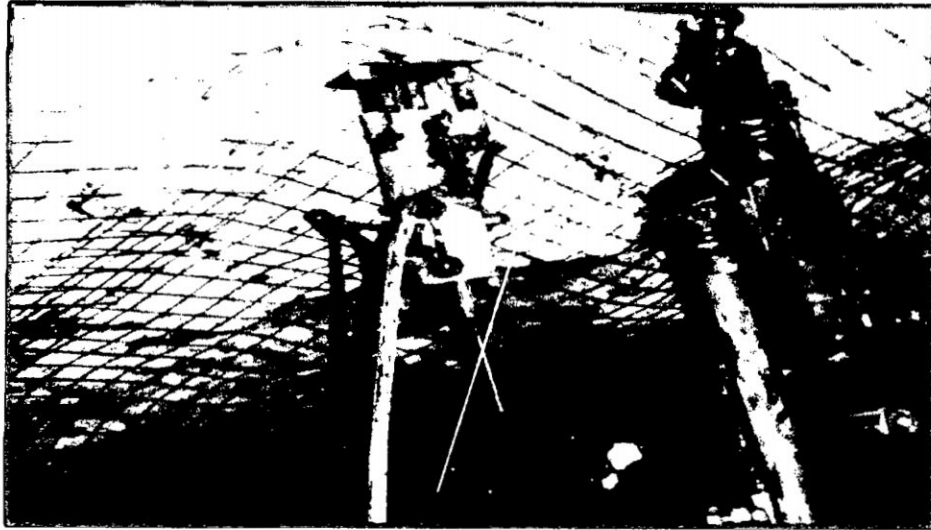


Foto 4.5 Prueba de arranque realizado en el tajeo 200

Tabla 4.5 Prueba de Bolt Tester

FECHA	ZONA	NIVEL	LABOR	TIPO ELEMENTO	GSI	CARGA (TN)	DESPLAZAMIENTO (mm)
09/01/13	Oroya	14	TJ 300E	SPLIT SET 6'	MF/R-M	03	CEDIO
09/01/13	Oroya	14	TJ.300E	SPLIT SET 5'	MF/R-M	03	CEDIO
14/02/13	Oroya	14	TJ 200E	SPLIT SET 6'	MF/R-M	05	CEDIO
14/02/13	Oroya	14	TJ.200E	SPLIT SET 6'	MF/R-M	08	CEDIO
14/02/13	Oroya	14	TJ 200E	SPLIT SET 7'	MF/R-M	02	CEDIO

4.3.3.2. PRUEBAS DE BOLT TESTER DE PERNOS HYDRABOLT.

Tabla 4.6 Prueba de Bolt Tester

FECHA	ZONA	NIVEL	LABOR	TIPO ELEMENTO	GSI	CARGA (TN)	DESPLAZAMIENT (mm)
05/03/13	Oroya	14	TJ. 200E	HYDRABOLT 7'	MF/R-M	11	ROTURA DEL COLLARIN DEL PERNO
05/03/13	Oroya	14	TJ. 200E	HYDRABOLT 7'	MF/R-M	12	ROTURA DEL COLLARIN DEL PERNO
05/03/13	Oroya	14	TJ. 200E	HYDRABOLT 7'	MF/R-M	10	ROTURA DEL COLLARIN DEL PERNO
05/03/13	Oroya	14	TJ. 200E	HYDRABOLT 7'	MF/R-M	08	ROTURA DEL COLLARIN DEL PERNO

Se tiene la capacidad promedio de soporte de 10 Tn, el perno hydrabolt de 7 pies donde las características geomecánica del terreno son desfavorables por la presencia de carbonato, teniéndose estas condiciones se hizo las pruebas con el perno de fricción Hydrabolt ver Foto 4.6 ya que su característica es el de sostenimiento activo luego de su instalación y el efecto de confinamiento que logra, genera un área de compresión radial a lo largo de su longitud confinando el macizo rocoso y generando un arco de auto-soporte con la misma fragmentación de la roca.

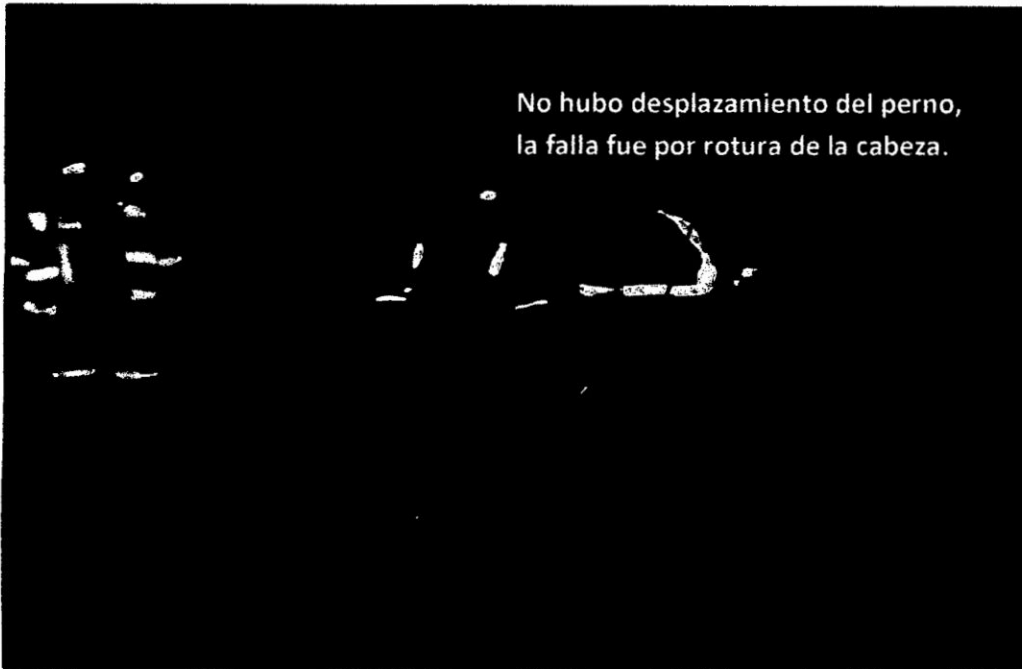


Foto 4.6 Mineralización con presencia de carbonato el cual se viene avanzando el sostenimiento con pernos Hydrabolt y malla en la corona.

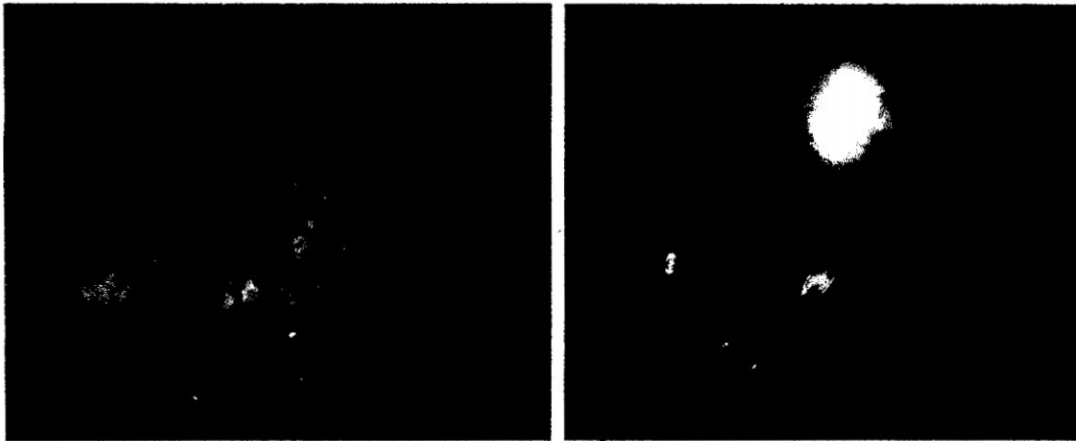


Foto 4.7 y 4.8 Perforación en la corona del tajeo, el cual el diámetro del taladro se ensancha por presencia de carbonatos.

Por la existencia de los tajeos que superan su potencia a 3.5m. En el Tajeo 200 del nivel 14,

siendo uno de los factores que más influyen para la inestabilidad de las labores cercanas; las pruebas de arranque realizadas a los pernos Splitset de 6 pies, solo arrojaron una capacidad de soporte promedio de 4.5 TN.

Se ha instalado pernos Hydrabolt de 7 pies en la corona del Tajeo 200 donde la capacidad promedio de soporte es de 10 a 12 TN; donde las características geomecánicas del terreno son desfavorables por la presencia de carbonato

4.4 CONTROL DE SOSTENIMIENTO Y OBJETIVOS

- Realizando una buena distribución de los pernos y orientación.
- Mapeo geomecánico de macizo rocoso: Cada personal de trabajo tiene su tabla geomecánica GSI y lo aplican en el terreno cuando es necesario.
- Tiempo de instalación de pernos en horas: Realizar el control de tiempo de sostenimiento con pernos minimizando los tiempos muertos.
- Minimización de caída de rocas.

En el diagrama 4.1 se observa el control de sostenimiento

ENTRADA

- Barras cónicas 2", 4", 6", 8"
- Perforadora Jackleg
- Plataforma de perforación
- Insumos de perforación (aceite)
- Mangueras de lona de 1", 1/2"
- Presión de aire de 75 PSI
- Presión de agua de 60 PSI
- Mano de obra calificada
- Supervisión (Mapeo geomecánico)
- Juego de barretillas (4", 6", 8", 10")
- Perno helicoidales de 5' y 6'
- Bomba inyectora.
- Malla electro soldada.
- Cemento.
- Adaptador de perno helicoidal.
- Torque (Llave de ajuste).
- Batea para mezcla.
- Agua
- Tubo de PVC de 3/4" (3m)
- Herramientas manuales
- Redondos de madera (6, 7 y 8 ft).

Diagrama 4.1

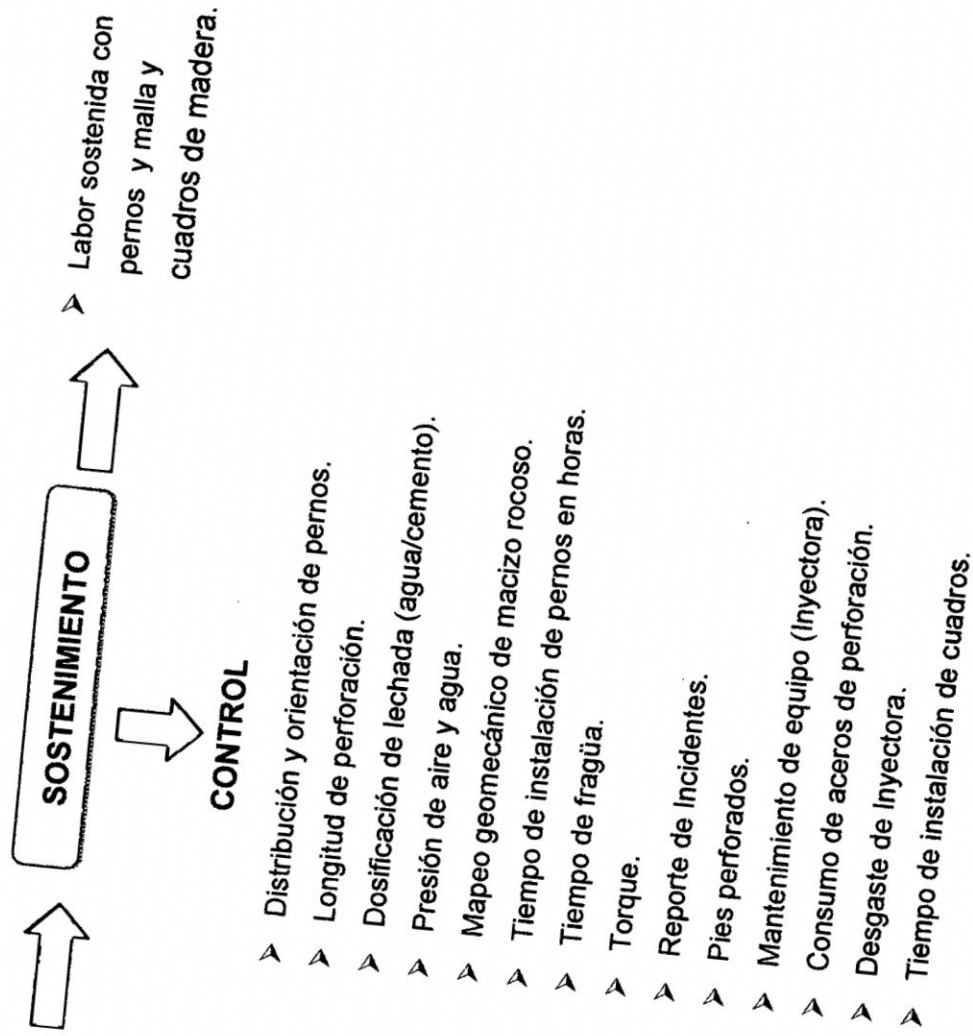


Tabla 4.7 Objetivo y Control

OBJETIVO	CONTROL	OBJETIVO Y META
CALIDAD	% de sostenimiento bien instalado por total de sostenimiento realizado.	Llegar a un 100% de Sostenimiento bien instalado con pernos y malla electrosoldada
COSTOS	Costo por metro sostenido con madera (\$/m-sostenido).	Reducir el costo de sostenimiento con madera
PRODUC-TIVIDAD	Metros sostenido/tarea (m/tarea).	Mejorar el rendimiento de metros sostenido mecanizado por tarea.
SEGUIR-DAD	N° de reportes de incidentes relacionados a fallas de sostenimiento.	Reducir el número de reportes de incidentes peligrosos relacionados a fallas de sostenimiento de 6 a 3
	Factor de Seguridad.	Controlar y mantener el factor de seguridad del Proveedor.
MEDIO AMBIENTE	Consumo de madera (TM/m-avance).	Reducir el consumo de madera en el sostenimiento de labores.

4.5 ANALISIS DE LAS CAUSAS

Para analizar las causas del problema, se optó para hacer usos de la herramienta de la calidad de Causa y Efecto.

Para determinar las causas secundarias y de los siguientes niveles hasta la causa raíz, se ha empleado el Diagrama de Ishikawa (ver diagrama N° 4.2), donde se muestra el resumen del problema y su causa raíz final.

Tabla 4.8 Deficiente sostenimiento con madera de labores de avance

Falta de herramientas
Falta de experiencia
Falta de capacitación
Alto % de rotación
Impacto al medio ambiente por consumo de madera
Poca vida útil en el sostenimiento con madera
Bajo rendimiento por metro sostenido con cuadro
Madera inadecuada
Madera rajada torcida
Mala recepción de madera
Alto costo en el sostenimiento
Deficiente supervisión
Desperdicio de la madera
Genera desorden en interior mina
No hay cámara de almacenamiento de madera.

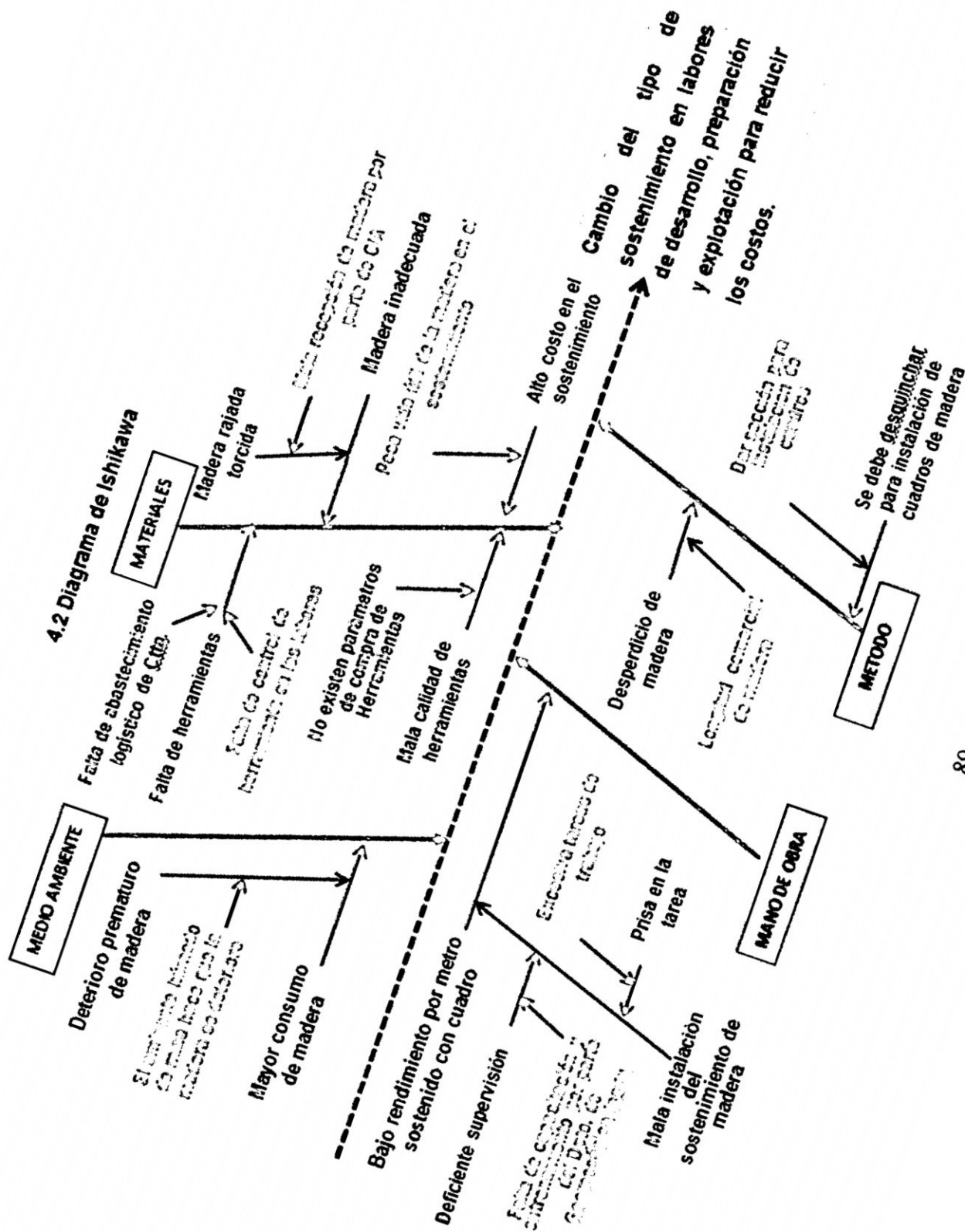


Tabla 4.9 Considerar e Implementar contramedidas

	¿QUÉ?	¿CÓMO?	¿QUIÉN?	¿DÓNDE?	CUÁNDO	EVIDENCIA	% Cump.
MAHO DE OBRA	Falta capacitación y entrenamiento por parte del Dpto. de Geomecánica en gabinete e taller.	Realizar Programa de Capacitación y Entrenamiento	Dpto Geomecánica	Gabinete / Labores	Mensual	Registro de Capacitación, Videos y Fotos	100%
	Excesiva tareas de trabajo.	Hacer seguimiento a las órdenes de trabajo	Supervisores Procinia y cia	Gabinete / Labores	Diario	Registro de inspecciones y Fotos	100%
	Falta de abastecimiento logístico de parte de la Cia.	Solicitar oportunamente las herramientas	Supervisores	Gabinete / Labores	Diario	Requerimientos mensuales a logística de la Contrata (Correos / Informe)	100%
MATERIALES	Falta de control de herramientas en las labores.	Implementar Check list de herramientas en las labores	Supervisores	Gabinete / Labores	Diario	Check list de herramientas e imágenes	100%
	No existen parámetros de compra definidos por tipo de herramientas.	Establecer parámetros por tipo de herramientas para realizar sostenimiento	Supervisores	Gabinete / Labores	Anual	Hoja de tabla de parámetros	100%
	Mala recepción de madera por parte de CIA.	Registro de Control la madera deprecionada (Madera devuelta)	Logístico Cia	Cancha de madera	Según lo requiera	Registro de madera recepcionada y devuelta	5%
	Poca vida útil de la madera en el sostenimiento.	Cambiar a sostenimiento con pernos y mallas, pernos hybrabolit , Spiil Set	Supervisores	Labores	Según lo requiera	Mapeos Geomecánico de las labores a sostener.	100%
METODOLOGIA	Dar sección para instalación de cuadros	Cambiar a sostenimiento con pernos y mallas , pernos hybrabolit , Spiil Set	Supervisores	Labores	Según lo requiera	Mapeos Geomecánico de las labores a sostener.	100%
	Longitud comercial de madera	Cambiar a sostenimiento con pernos y mallas, pernos hybrabolit , Spiil Set	Supervisores	Labores	Según lo requiera	Mapeos Geomecánico de las labores a sostener.	100%
MEDIO AMBIENTE	El ambiente húmedo de la mina	Cambiar a sostenimiento con pernos y mallas , pernos hybrabolit , Spiil Set	Supervisores	Labores	Según lo requiera	Mapeos Geomecánico de las labores a sostener.	100%

4.6. REEMPLAZO DE CUADROS DE MADERA POR PERNO Y MALLA

En la mina casapalca de zona Oroya se ha implementado pernos hydrabolt, Split set y malla, Split set con plantillas de madera se colocan en las cajas, mayormente en los tajeos de vetas anchas.

a). En el tajeo 200 labor de explotación del Nv 14 se ha cambiado el tipo de sostenimiento.

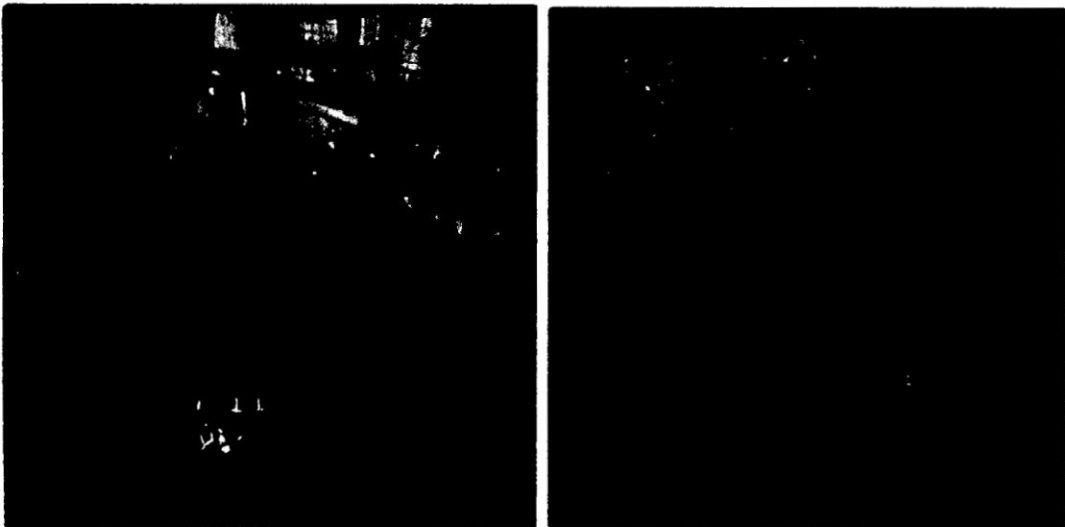
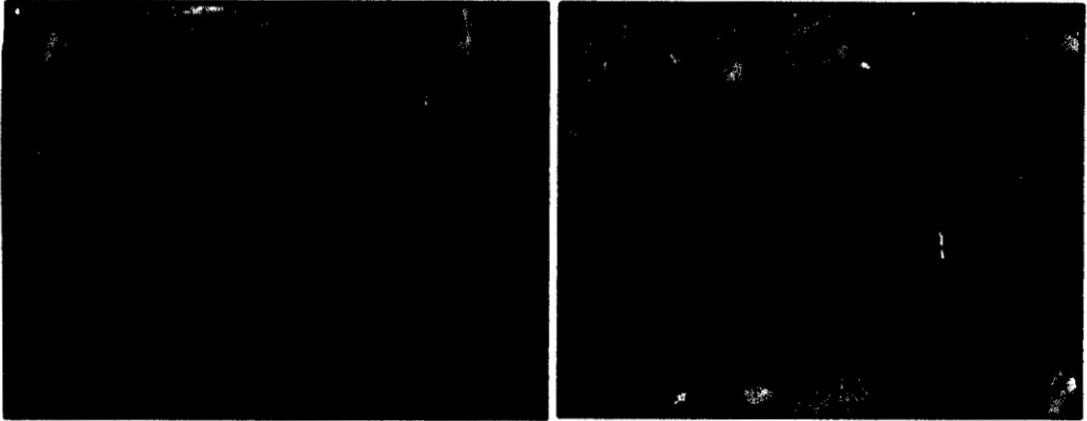


Foto 4.9 y 4.10A lado izquierdo anteriormente sostenimiento con madera, y después a lado derecho sostenimiento con pernos hydrabolt y mallas.

b). En el cruceo 477 labor de preparación del nivel 15 se ha cambiado sostenimiento con cimbras metálicas



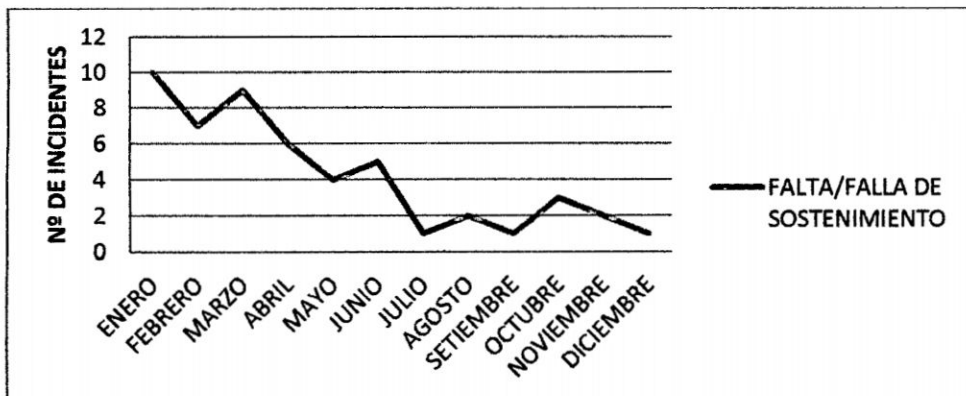
Fotos 4.11 y 4.12 A lado izquierdo anteriormente sostenimiento con cuadros de madera, a lado derecho se ha reemplazado sostenimiento con Cimbras metálicas.

4.7 REDUCCIÓN DE REPORTES DE INCIDENTES POR FALLAS EN EL SOSTENIMIENTO.

Al personal de trabajo se capacita con las temas de sostenimiento, manejo de la tabla GSI, y se ha implementado en las labores mineras planos geomacánicos.

Se redujo el número de reportes de incidentes peligrosas relacionadas a falla de sostenimiento de 6 a 3 reportes de Enero a Diciembre-2013. Este año 2014 de igual manera se está reduciendo, viendo lo primero la seguridad de la mina.

Figura 4.21 Falta/Falla de sostenimiento - 2013



CAPÍTULO V

REDUCCION DE COSTOS EN SOSTENIMIENTO

5.1. SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO, REPARACION Y EXPLOTACION

5.1.1 DEFINICION DEL SOSTENIMIENTO

En general diseñar labores subterráneas equivale a definir el tipo de fortificación necesaria para sostener tales excavaciones. Se debe considerar como parámetro la vida útil de la labor, tamaño de la labor, el tipo de roca y el tipo de servicio.

Para definir el tipo de sostenimiento a emplearse, se utiliza la Tabla geomecánica elaborado por el Departamento de Geomecánica de la mina Casapalca, donde considera el RMR. (Ver Tabla 4.1)

Los sistemas de sostenimiento empleados en la mina Casapalca en zona Oroya son:

a).SOSTENIMIENTO CON PERNOS HELICOIDALES

En la Galería 425 del nivel 13 labor de desarrollo, se realiza con sostenimiento con pernos helicoidales de longitud de 5 pies, luego con diámetro de taladro de 38mm y con longitud de taladro de 5 pies, el cemento utilizado es de tipo Cemcon y la instalación con perforadora manual.

GSI : F/R (Fracturado/Regular)

RMR : 55 – 65

Tipo de Soporte : B

Longitud del perno : 5 pies

Espaciamiento : 1.8m x 1.8m

GENERALIDADES

Son perno por adhesión de aceros helicoidales, presentan un diámetro nominal de 19 y 22 mm y una masa de 2.275 Kg/m. Los pernos van adheridos a la roca con (lechada de cemento), y/o con resina (10min. de fraguado). Perno de fierro corrugado de 3/4'' de diámetro, de longitud de 5 pies.

APLICACION DEL PERNOS HELICOIDAL

- Se marcar la malla de perforación y ubicación de los pernos, de acuerdo diseño geomecánico.
- La perforación para pernos cementados serán perforados en forma perpendicular y sub-perpendicular a la superficie a empernar.
- Se realizara en forma sistemática y radial, de acuerdo al diseño geomecánico.

- El uso del diámetro adecuado de la broca es importante ya que de ello depende la cantidad de cartuchos encapsulantes que va a requerir el hueco del taladro.
- En la utilización del cemcon, introducir la pasta hasta llenar el taladro. el cartucho tendrá un tiempo de remojo de 5 a 10 minutos para su instalación

5 pies - 6 Cartuchos de cemento

6 pies - 7 Cartuchos de cemento

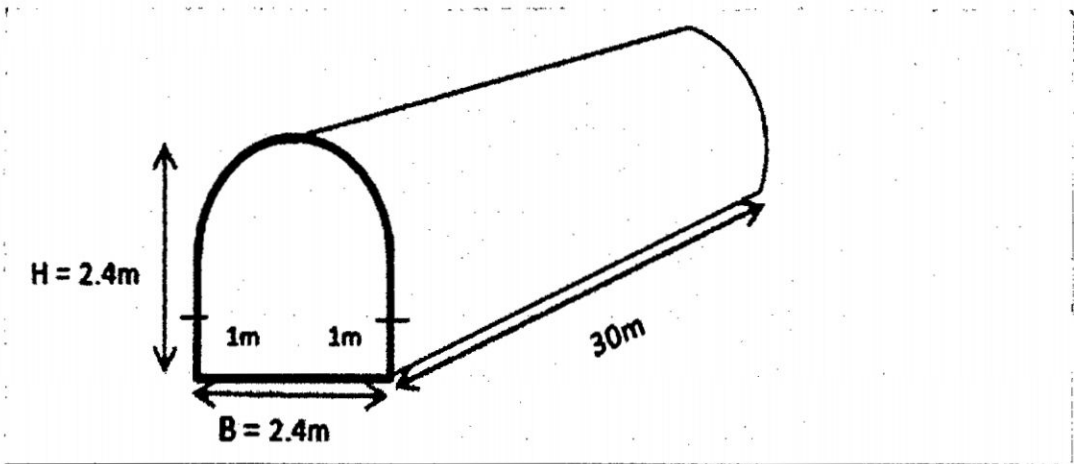
- Para el caso de usar lechada de cemento el perno se empuja a través del taladro hasta la mitad, una vez llegado a este tramo se procede a doblar el perno ligeramente y se termina de introducirlo en el taladro.
- Si se tiene cartuchos de cemento, la placa y tuerca se coloca después de 18 hrs.
- Si se tiene cartuchos de resina, la tuerca y placa se coloca después de 1 hora.
- Si se tiene lechada de cemento, la tuerca y placa se coloca después de 24 hrs.

CONTROL DE CALIDAD DE LOS PERNOS DE BARRA HELICOIDAL

- Los pernos instalados deben ser perpendiculares al principal sistema de fracturamiento.
- El perno saliente a superficie de la excavación debe estar a 10 cm.
- Las tuercas y placas deben estar correctamente ajustado y pegado a la roca.
- Un perno correctamente instalado debe cargar como mínimo 18 tn. esto a partir de pernos de longitudes mayores a 6 pies.

CÁLCULO DE PERNOS

En la Galería 425 del Nv 13 se requiere colocar pernos de anclaje de manera sistemático con barras de 3/4." con una sección de 2.4m x 2.4m de longitud de 30m, terreno fracturada. El peso volumétrica del terreno es 2.70 Ton/m³. Considerar como factor de seguridad (F) igual a 3. Calcular el número de pernos helicoidales?

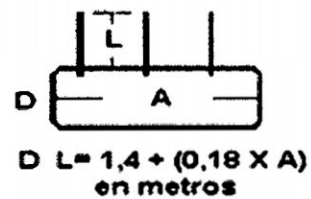
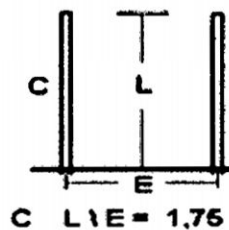
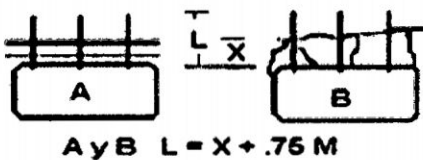


Carga de rotura del acero:	$\delta a = 6330 \text{ Kg/cm}^2$
Deámetro del perno: ($\phi = 3/4''$)	$d = 1.905 \text{ cm}$
Area del perno: $A_a = \frac{\pi}{4} d^2$	$A_a = 2.850 \text{ cm}^2$

1. Capacidad de soporte

$R_{max} = 0.25 \cdot \pi \cdot \delta a \cdot d^2$	$R_{max} = 18042 \text{ Kg}$
	$R_{max} = 18 \text{ Tn}$

2. Longitud



$$L = 1.4 + 0.18 \cdot A$$

$$1.4 + 0.18 \cdot (2.4m)$$

$$L = 1.83m$$

3. Densidad

$$n = \frac{F \times l \times \gamma}{\sigma_a \times A_s} = \frac{3 \times 1.83\text{m} \times 2700 \text{ Kg/m}^3}{6330 \text{ Kg/cm}^2 \times 2.850 \text{ cm}^2} \quad n = 0.82 / \text{m}^2$$

n = Densidad (unidad/m²)

F = Factor de seguridad

L = Longitud barra o espesor de la zona de protección (m)

γ = Peso volumétrico de la roca (Kg/m³).

σ_a = Capacidad de carga de la barra a la tensión última rotura (Kg/cm²)

A_s = Sección de la barra. (cm²).

4. Perímetro

$$P = B + 1.5H + \frac{B}{2} \sqrt{(H/B)^2 + 1} + \frac{B^2}{2H} \ln (H/B + \sqrt{(H/B)^2 + 1})$$

B = Ancho de la labor

H = Altura de la labor

P = 8.76m

5. Cálculo del área a sostener

$$S = (P - (B + 1 + 1)) \times 30\text{m}$$

$$S = 130.80 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^2 & \longrightarrow & 0.82 \\ 130.80 \text{ m}^2 & \longrightarrow & X \end{array} \quad \therefore 107 \text{ Pernos}$$

b).SOSTENIMIENTO CON MALLA ELECTROSOLDADA

BY PASS 065 NV14 labor de desarrollo, terreno con presencia de fracturas Sub - Perpendicular y paralela a la excavación. Se usa malla electro soldada de diámetro 3'' x 3'' a separaciones comprendidas de 7.62 cm y 1.7mts de ancho.

GSI : MF/R-M (Muy Fracturada/Regular-Mala)
RMR : 45-55
Tipo de soporte : C
Longitud del perno: 6 pies
Espaciamiento : 1.4m x 1.4m

GENERALIDADES

- La malla electrosoldada se utiliza para el sostenimiento en rocas Regulares a Malas (Muy Fracturado) y para reforzar el concreto lanzado.
- Generalmente la malla electro-soldada se fija a la roca mediante la placa y tuerca o arandelas colocadas sobre los anclajes ya instaladas.
- Esta malla trabaja en forma conjunta con los diferentes tipos de pernos, incluso con el Shotcrete de acuerdo al tipo de roca que se necesite sostener.

APLICACIÓN DE LA MALLA ELECTROSOLDADA

- Marcar con pintura los puntos en donde se va a instalar los pernos y ganchos, para lo cual se debe de tener en cuenta la dirección de las fracturas, cuñas, geometría de la labor, etc.
- Presentar la malla, asegurándola con gatas mecánicas en la zona a perforar.
- Debe de instalarse en el coco central.
- La malla se debe de instalar a 1 m. del piso.

CONTROL DE CALIDAD DE LAS MALLAS

- Las mallas deben estar correctamente pegadas a la roca.
- El traslape entre mallas es de 3 cocos.
- Usar ganchos de fierro corrugados para pegar la malla como sostenimiento complementario de los pernos.

- La malla debe culminar correctamente pegado en la parte inferior de los hastiales de la labor.

c). SOSTENIMIENTO CON SPLIT SET

GALERIA 410 SW NV15 labor de preparación en veta, terreno con presencia de fracturas paralelas a la excavación. La recomendación geomecánica de sostenimiento con Split set y malla electrosoldada espaciamiento 1.4mx1.4m.

GSI : MF/R (Muy Fracturada/Regula)

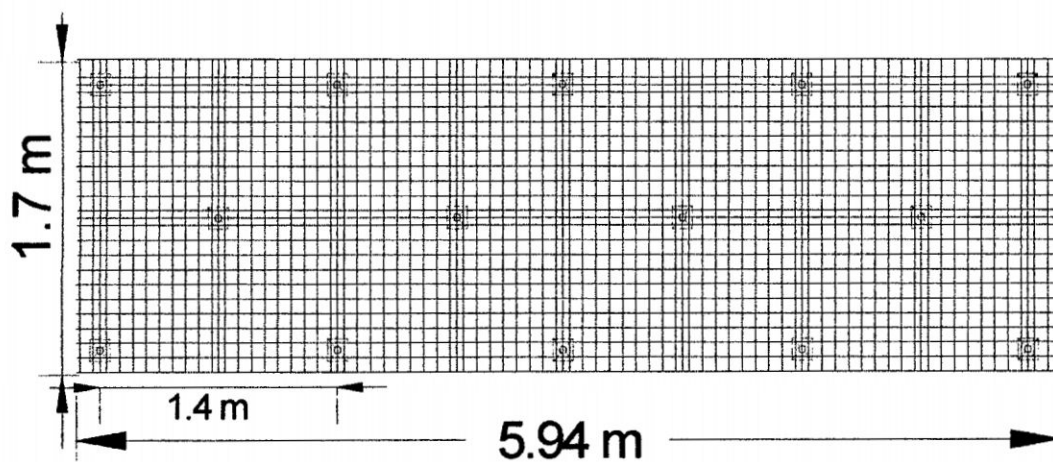
RMR : 45 - 55

Tipo de soporte : C

Longitud del Split Set: 6 pies

Espaciamiento : 1.4m x 1.4m

Figura 5.1 Diseño de malla de sostenimiento Split set y mallas



GENERALIDADES

Es el anclaje por fricción que consiste en un tubo de acero de alta resistencia (punto de cedencia) 60,000 lb./pulg², resistencia al corte 75,000 lb./pulg², de 5 a 7 pies de longitud. En la parte inferior el tubo lleva soldado un anillo que

tiene como finalidad sujetar la placa de presión (6''x 6''x 1/4'') contra la roca, 1 1/2'' de diámetro con una ranura de 5/8'' en toda su longitud.

DATOS DEL DISEÑO DE UN SPLIT SET:

Diámetro original Ø: 39 mm

Carga de rotura del split set : 11 Ton

Diámetro Perforación : 36mm

Ø del anillo : 8 mm

Espesor del acero : 2.5 mm

Ø de la punta : 30 mm

Resistencia a la tracción : 1 ton/pie



INSTALACION DEL SPLIT SET

- Antes de iniciar la perforación es importante marcar con pintura la malla para detectar fracturas y fallas con la finalidad de aplicar de forma correcta los pernos.
- Se recomienda que el diámetro del taladro sea menos de 3 mm con relación al diámetro del Split Set.
- La placa del Split Set debe estar bien pegada a la roca sin que esta llegue al extremo de dañarse.
- La orientación del perno debe ser perpendicular al principal sistema de fracturamiento.
- Taladro perforado perno inyectado.

d). SOSTENIMIENTO CON HYDRABOLT

Pruebas de instalación y Pull Test de pernos hydrabolt en el tajo 200 nv.13

En el Tajeo 200 del NV 13 Zona Oroya se desarrollaron los ensayos de Pull Test. Para el cual, se perforó 04 taladros; dos de 7 Pies y dos de 5 Pies ubicado en la corona de la labor en la zona mineralizada, con las siguientes propiedades del macizo rocoso; roca tipo IV- A(Ver Tabla), GSI = MF/M, RMR 35-45.

Los pernos fueron instalados de forma manual y presurizada con la bomba de alta presión hasta 250 Bar de presión cada perno.

Tabla 5.1 Posición de ensayo

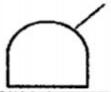
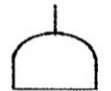
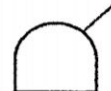

PULL TEST	MINA	LABOR	LONGITUD (Pies.)	POSICIÓN DE ENSAYO
Perno 1	Zona Oroya	TJ – 200 Nv 13	7	
Perno 2	Zona Oroya	TJ – 200 Nv 13	5	
Perno 3	Zona Oroya	TJ – 200 Nv 13	7	
Perno 4	Zona Oroya	TJ – 200 Nv 13	5	

Tabla 5.2 Pruebas de instalación sostenimiento con hydrabolt y malla

TJ - 200 NV – 13 ZONA OROYA	PULL TEST CON HYDRABOLT DE 7 y 5 Pies			
	HY N° 1	HY N° 2	HY N° 3	HY N° 4
1. Fecha	03/03/2014			
2. Labor, Nivel, Zona	TJ-200, NV-13, Zona Oroya (sección 3.50 X 3.50)			

3. Litología y Clasificación Geomecánica (Tipo/RMR).	Roca Tipo IV-A, GSI= IF/P, RMR 30-35			
4. Sostenimiento actual.	Pernos Split Set y malla electrosoldada			
5. Equipo Pull Test.	Bomba Hidráulica marca Power team			
6. Carga aplicado en campo (PSI)	5800	6200	5200	4400
7. Factor de corrección. 2.0106/lectura de manómetro (Psi) = Carga real (Kg).	11,661	12,465	10,455	8,846
8. Carga convertido en (Ton)	11.66	12.46	10.45	8.84
9. Observaciones	Falla por fisura del cabezal del perno	Falla por fisura del cabezal del perno	Falla por fisura del cabezal del perno	Falla por fisura del cabezal del perno

GENERALIDADES

El Hydrabolt es un perno de fricción al que se le inyecta agua a altas presiones de 25 a 30 Mpa (presión correcta de inflado) se expande (de 29mm a 41mm) y debido a su válvula de no retorno el agua se mantiene en el interior y ejerce presión constante en todo momento, en forma radial y a lo largo de la longitud del taladro.

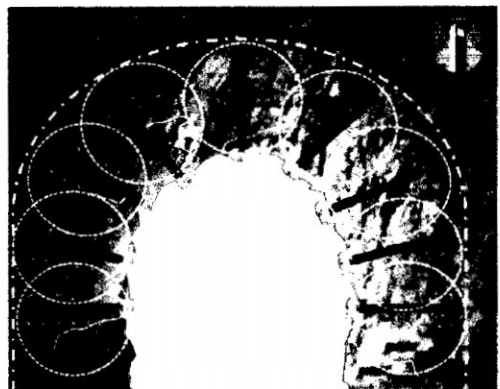
Se ejecutó pruebas de Pull Test, (pruebas de tracción) a 2 pernos de 7Pies y 2 de 5Pies de longitud, los pernos fueron instalados en la corona, zona

mineralizada, con las siguientes propiedades del macizo rocoso: roca tipo IV-A Mala GSI MF/P RMR 30-35, cuyo resultados fueron satisfactorios.

Donde las características geomecánicas del terreno sean más desfavorables calidad de roca Mala a muy Mala, Tipo IV a V, un control inmediato lo constituye la aplicación del perno de fricción Hydrabolt, ya que su principal ventaja es el de sostenimiento activo luego de su instalación y el efecto de confinamiento que logra, genera un área de compresión radial a lo largo de su longitud confinando el macizo rocoso generando un arco de auto-soporte con la misma fragmentación de la roca. .

CARACTERISTICAS DE PERNOS HYDRABOLT

Colocación : Excelente.
Capacidad : 10 TN.
Diámetro Original : 41mm.
Diámetro Perforación : 32 - 38mm.
Presión infla : 25 – 30Mpa.
Garantía anclaje : Muy buena.
Eficacia : Inmediata.



e). SOSTENIMIENTO CON CIMBRAS METÁLICAS

En el Crucero 477 del Nv 15 labor de preparación de sección 3.0m x 3.0m, con sostenimiento con cuadro de madera. Luego se ha reemplazado con el sostenimiento con cimbras metálica. Secciones con viga H de 4'x 4'x13 lbs/ft y con peso unitario de 148.60 Kg.

Dividido en cimbras de 2 cuerpos que son unidas por platinas y pernos de tuerca, sus accesorios de sostenimiento son los tirantes de conexión de las cimbras, el encostillado con tabloncillos de madera y los elementos de bloqueo

de madera (redondos) y la base de concreto armado con una altura de 1m de muro. Para terreno muy fracturado y suave. Se observa en el Foto 5.1

GSI = IF/M (Intensamente fracturada /mala)

RMR = 25-35

Tipo de Soporte = D1 – E

Tipo de cimbra = H4

Espaciamiento de cimbra a cimbra = 1m



Foto 5.1 Reemplazo de sostenimiento con cimbras metálicas

GENERALIDADES

Las cimbras metálicas son estructuras de acero fabricados con perfiles de corte tipo H ó tipo I para un soporte rígido cuya función es otorgar una seguridad inmediata al frente de trabajo. Este tipo de soporte se utiliza en

rocas fracturadas en zonas de falla en contacto con las rocas expansivas y en zonas con presencia de agua.

Los más utilizados son perfiles "H" de 6"x 6" x 1/2" x 20 lbs/pie x 237.76 Kg (peso unitario) y de 4"x 4" x 1/4" x 13 lbs/pie x 148.60 Kg (peso unitario), que presentan muchos variantes de articulación divididos en cimbras de 2 y 3 cuerpos que están a tope empernados.

Las cimbras son construidas con perfiles de acero, según los requerimientos de la forma de la sección de la excavación, es decir, en forma de baúl, herradura o incluso circulares, siendo recomendable que estos sean de alma llena. Hay dos tipos de cimbras las denominadas "rígidas" y las "deslizantes o fluyentes". Las primeras usan comúnmente perfiles como la W, H e I, conformadas por dos o tres segmentos que son unidos por platinas y pernos con tuerca. Las segundas usan perfiles como las V y U, conformadas usualmente por tres segmentos que se deslizan entre sí, sujetos y ajustados con uniones de tornillo.

Los accesorios en este sistema de sostenimiento son los tirantes de conexión de las cimbras, el encostillado y los elementos de bloqueo. Los tirantes pueden consistir de varillas de fierro corrugado o liso generalmente de 1" de diámetro u otro elemento estructural. El encostillado puede ser realizado con planchas metálicas acanaladas o tablonés de madera. Los elementos de bloqueo pueden ser de madera o los bolsacret estos últimos son sacos conteniendo agregados con cemento, los cuales son rociados con agua para permitir su fraguado una vez colocados entre las cimbras y la pared rocosa.

PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

Para que el sistema de soporte pueda actuar debidamente, es necesario considerar algunos aspectos importantes en su instalación. En primer lugar, en lo que concierne a la evolución de las cargas, es preferible que el soporte se instale lo antes posible, pues cualquier retraso ya sea en tiempo o en

distancia al frente se traduce en aumentos de la presión sobre el techo, si prevalecen las cargas de descompresión o roca suelta. Para iniciar la colocación de un tramo con cimbras, se debe proceder a asegurar el techo.

5.1.2 CONTROLES DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

1 Split set de 5 pies, en el nivel 14, Tajeo 200, sometidos a una fuerza de tracción, lo cual tiene como resultado positivo, con una capacidad portante de 8Tn. Teniendo como máximo desplazamiento 27 mm.

Tabla 5.3

ZONA	NIVEL	LABOR	TIPO ELEMENTO	GSI	CARGA (TN)	DESPLAZAMIENTO (mm)
Oroya	14	Tajo 200	Split Set (5')	F/R	8	27
Oroya	14	BP 065	Perno Helicoedal	F/R	18	14

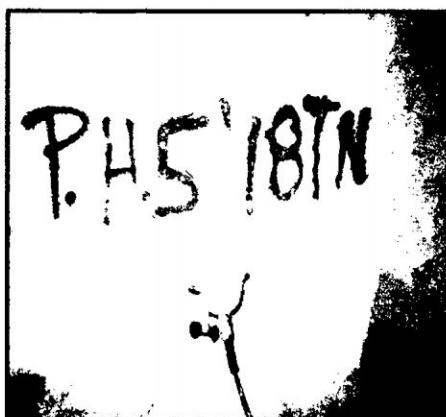
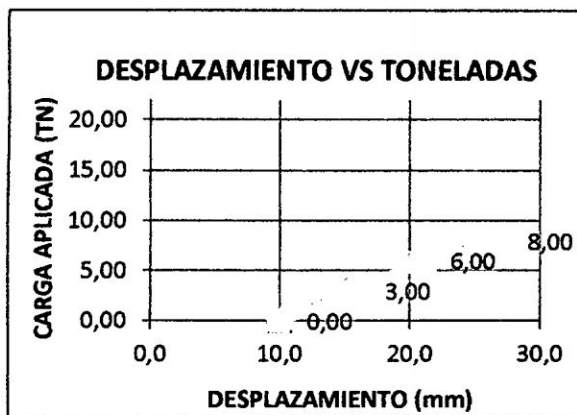


Figura 5.2 y Foto 5.2 Desplazamiento Vs Toneladas Split Set de Pull Test en P/H

5.2 REDUCCION POR CONSUMO DE MADERA

5.2.1 COSTO POR TRASLADO DE MADERA

La madera se acumulan en cancha de madera (Potosí) tanto para las zona de Oroya y Esperanza, luego el ingreso a interior mina por el nivel 4 se traslada con locomotora hasta zona Oroya, luego se baja madera por el canal de izaje hasta el nivel 10 donde también es acumulado en cancha de madera. Se traslada con plataforma con 4 personal de trabajo hasta cámara de madera. El traslado de madera realizan las contratistas Procimin y Conmiro, se baja por el canal de izaje hasta el nivel 12 lo realiza la contratista Mircasec. Luego las contratistas continúan de la bajada de maderamen por el inclinado 014 hasta los niveles 13 y 14 y por el inclinado 016 hasta el nivel 15. Se traslada nuevamente hasta las labores de trabajo respectivamente.

Tabla 5.4 Costo unitario por traslado de madera

COSTO UNITARIO DE TRASLADO DE MADERAS					
Leyes Sociales:		104.92	%		
Tipo de cambio:		2.8			
Descripción	Cantidad	Unidad	P.U (\$)	Importe (US\$)	Costo (US\$)
1. MANO DE OBRA					
Maestro enmaderador	2	Tarea	13.23	26.46	117.32
Ayudante	2	Tarea	11.9	23.8	
Alimentación				14.29	
2. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD					
Guantes de cuero	4	Par	0.17	0.68	3.05
Botas de jebe	4	Par	0.20	0.8	
Mameluco	4	Unid	0.05	0.20	
Respirador	4	Unid	0.09	0.36	
Casco de seguridad	4	Unid	0.04	0.16	
Correa de seguridad	4	Unid	0.03	0.12	
Barbiquejo	4	Unid	0.00	0.01	
Tapón de oído	4	Unid	0.02	0.08	
Lentes de Luna	4	Unid	0.02	0.08	
Lámpara a Batería	4	Unid	0.14	0.56	

Sub Total		120.38
Utilidad	15%	18.06
Imprevisto	2.50%	3.61
	
Costo por traslado de madera US\$/Tarea		142.05

Tabla 5.5. Costo por traslado de madera

TRASLADO DE MADERA		TRANSPORTE	TAREA	INCIDENCIA	P.U (US\$) TAREA	COSTO POR TRASLADO
Cancha de madera (Potosí)	Zona Oroya (Nv 4)	Locomotora	5	0.075	168.52	63.20
Zona Oroya (Nv 4)	Cancha de madera (Nv 10)	Canal de Izaje	4	0.250	142.05	142.05
Cancha de madera (Nv 10)	Cámara de madera (Nv 10)	Plataforma	4	0.250	142.05	142.05
Nv 10	Nv 12	Canal de Izaje	4	0.188	142.05	106.54
Nv 12	Nv 14	Inclinado 012	6	0.063	201.42	75.53
Nv14	Nv 15	Inclinado 016	4	0.094	142.05	53.27
Ventana Nv 14	Labores	Plataforma	2	0.063	79.45	9.93

Fuente: Elaboración propia

5.2.2COSTO POR CONSUMO DE MADERA

El consumo de madera en labores de avance y explotación se ha reducido entre los meses de Enero a Setiembre del año 2013.

En el nivel 13 y 14 se realizan sostenimiento de madera, se ha consumido en labores como: Galerías, cruceros y tajeos.

En el nivel 13, Galería 630 y nivel 14, Galería 550 que son labores principales de transporte de mineral y desmonte continuamente se está reforzando con cuadros de madera, y el rendimiento de sostenimiento es de 2 Cuadro/ Tarea.

En las vetas angostas se está realizando con sostenimiento con puntales de seguridad, en vetas anchas se realizaban sostenimiento con cuadros de madera y cachacos de madera.

En la actualidad en labores de producción los tajo 200 y 300 del Nv 14 se está mecanizando utilizando pernos hydrabolt con malla en la corona y Split Set con plantillas de madera en las cajas.

En labores de desarrollo y preparación con pernos helicoidales, Split Set, Hydrabolt y malla electro soldada.

En el Nv 15 Crucero 477 labor permanente se realizó sostenimiento con cuadro de madera, donde se instaló un promedio de 60 cuadros completos.

De octubre a diciembre se ha reemplazado con cimbras metálicas de 3.0m x 3.0m.

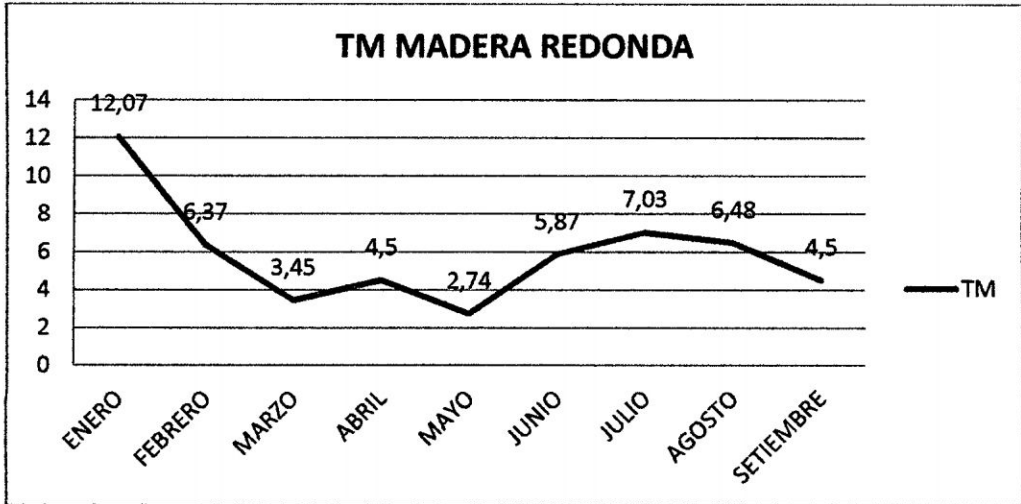
Tabla 5.6 Consumos de madera de sostenimiento con cuadro de madera

CONSUMO DE MADERAS EN TONELADA											
AÑO 2013	Nv	LABOR	SOST.	MATERIAL	DIAMETRO/LONG	Nº CUADRO	TM/CUADRO	AVANCE REAL (m)	TOTAL CUADRO (TM)	COSTO US\$	
ENERO	13	Xc 531	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	13	0.15	15.6	1.95	1028.95	
	14	Xc 965	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	27	0.23	32.4	6.21	2137.05	
	14	GAL 533	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	17	0.23	20.4	3.91	1345.55	
TOTAL									12.07	4511.55	
FEBRERO	13	GAL 950	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	5" A 6" X 2.7 M	14	0.11	16.8	1.54	1108.1	
	14	BY PASS 533	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	8	0.23	9.6	1.84	633.2	
	14	Xc 459	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	13	0.23	15.6	2.99	1028.95	
TOTAL									0	6.37	2770.25
MARZO	13	GAL 431	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	13	0.15	15.6	1.95	1028.95	
	13	GAL 950	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	6	0.15	7.2	0.9	474.9	
	13	Xc 964	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	4	0.15	4.8	0.6	316.6	
TOTAL									0	3.45	1820.45

ABRIL	13	GAL 431	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	20	0.15	24	3	1583
	13	GAL 630	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	10	0.15	12	1.5	791.5
TOTAL								0	4.5	2874.5
MAYO	13	GAL 531	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	6	0.15	7.2	0.9	474.9
	14	GAL 008	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	8	0.23	9.6	1.84	633.2
TOTAL								0	2.74	1108.1
JUNIO	13	GAL 425	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	10	0.15	12	1.5	791.5
	14	GAL 008	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	9	0.23	10.8	2.07	712.35
	14	BY PASS 300	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	10	0.23	12	2.3	791.5
TOTAL								0	5.87	2296.35
JULIO	13	GAL 630	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	4	0.15	4.8	0.6	316.6
	13	Xc 531	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	10	0.15	12	1.5	791.5
	14	BY PASS 300	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	16	0.23	19.2	3.68	1266.4
	15	XC 477	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	5	0.25	6	1.25	395.75
TOTAL									7.03	2776.25
AGOSTO	13	GAL 531	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 2.7 M	9	0.15	10.8	1.35	712.35
	14	GAL 524	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	6	0.23	7.2	1.38	474.9
	15	Xc 477	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	15	0.25	18	3.75	1187.25
TOTAL								0	6.48	2374.5
SETIEMBRE	15	Xc 477	MADERA	REDONDA EUCALIPTO	7" A 8" X 3.0 M	18	0.25	21.6	4.5	1424.7
										0
TOTAL									4.5	1424.7

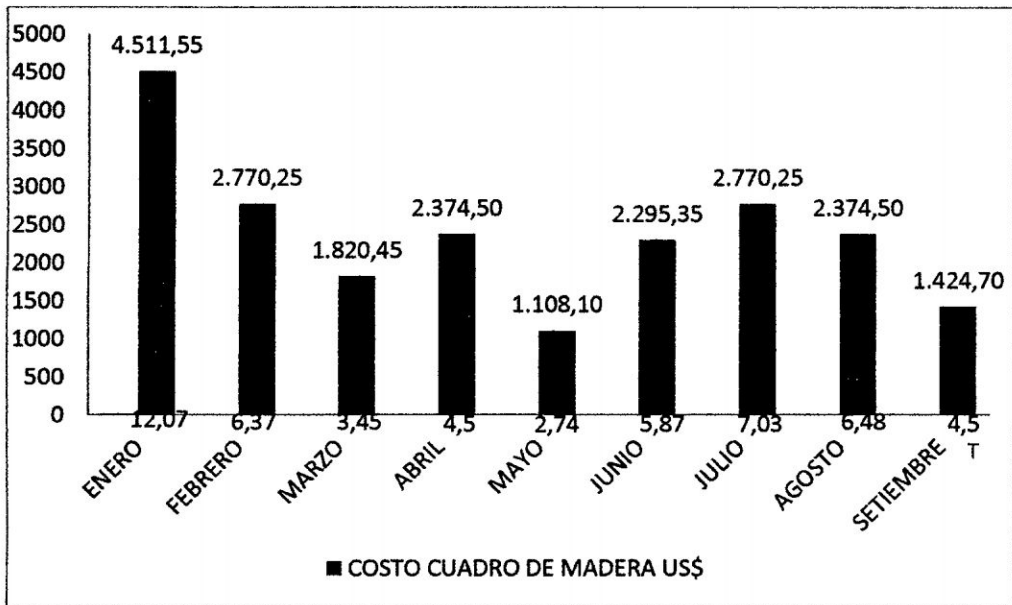
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3 Consumo de madera en toneladas de enero a setiembre 2013



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.4 Estadística de costos por consumo de madera 2013



Fuente: Elaboración propia

5.2.3. REDUCCIÓN DE COSTOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA

5.2.3.1 INCREMENTO DE COSTOS EN PERFORACIÓN y VOLADURA CON LA INSTALACIÓN CUADROS DE MADERA

Se Incrementa los costos en perforación, voladura, limpieza y extracción al tener que perforar una mayor sección para la instalación de cuadros de madera.

En la galería 400 del nivel 15 con una sección de 3.40m x 3.30m para la instalación de cuadro de madera. Los costos son altos en mano de obra, perforación, voladura, herramientas e implementos de seguridad, en la ampliación de la sección para el sostenimiento resultando un costo de 303.8 US\$/m.

Tabla 5.7 Cálculo de costo unitario para galería

COSTO UNITARIO PARA GALERIA DE 3.40 m x 3.30 m CON SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA						
Labor:	Gal 400, Nv 15	Factor /disparo	18.51 m3			
Sección:	3.40 m x 3.30 m	Longitud de taladro:	6 pies			
Tipo de cambio:	2.8	Nº de Tal:	46 Tal			
Avance /Disparo (Efic):	1.4	Pies Perf:	276 ft			
Tipo de Roca:	Regular	Limpieza con Scoop:	1.5 Yd3			
Descripción	Cant.	Unid.	Costo Unit. US\$/Tarea	Importe (US\$)	Costo (US\$/Gdi a)	Costo (US\$/m)
1. MANO DE OBRA						
Líder Perforista	1	Tarea	13.75	13.75		
Perforista	1	Tarea	13.23	13.23		
Ayudante	2	Tarea	11.90	23.80		
Enmaderador	0.5	Tarea	13.23	6.62		
Ayudante Enmaderador	0.5	Tarea	11.90	5.95		
Scoopero	1	Tarea	14.29	14.29		
Bodeguero		Tarea	11.16			
Alimentación				21.43		
Leyes Sociales			1.05			
Total Mano de Obra					180.58	128.99
2. VOLADURA Y ACCESORIOS						
Semexa 65% 7/8" x 7"	294	Cart	0.21	61.74		
Carmex (2.4 m)	42	Pza	0.58	24.36		
Mecha Rápida	20	mt	0.34	6.80		

Total Voladura					92.90	66.36
3. PERFORACION Y ACCESORIOS						
Máquina Perforadora	276	Ft	0.09	24.84		
Barreno 4'	184	Ft	0.13	23.92		
Barreno 6'	92	Ft	0.15	13.80		
Manguera 1''	30	mt	0.02	0.60		
Manguera 1/2''	30	mt	0.01	0.30		
Aceite	0.25	Gal	7.13	1.78		
Total Perforación					65.24	46.60
4. HERRAMIENTAS						
Alambre	0.5	Kg	0.08	0.04		
Barretilla 6'	2	Pza	0.12	0.24		
Barretilla de aluminio 8'	2	Pza	0.35	0.70		
Comba de 6 Lbs	1	Pza	0.04	0.04		
Llave Stilson 14''	1	Pza	0.03	0.03		
Lampa	2	Pza	0.10	0.20		
Soplete	1	Pza	0.23	0.23		
Gas (inst. de tubería)	1	Pza	0.50	0.50		
Reducciones y Válvulas	1	Juego	0.52	0.52		
Pico	1	Pza	0.10	0.10		
Piedra esmeril	1	Pza	0.01	0.01		
Atacador	2	Pza	0.11	0.22		
Cuchilla	1	Pza	0.10	0.10		
Plomada	2	Pza	0.03	0.06		
Azuela	1	Pza	0.16	0.16		
Fluxómetro	2	Pza	0.09	0.18		
Formón	1	Pza	0.07	0.07		
Corvina	1	Pza	0.23	0.23		
Puntas diamante	2	Pza	0.01	0.02		
Pintura (perforación)	1	Pza	0.33	0.33		
Total Herramientas					3.98	2.84
5. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Pantalón de jebe (agua)	4	Jgo	0.05	0.20		
Casaca de jebe (agua)	4	Jgo	0.04	0.16		
Guantes de cuero	4	Par	0.33	1.32		
Botas de jebe	7	Par	0.29	2.03		
Respirador	7	Pza	0.28	1.96		
Filtro de respirador	7	Pza	0.49	3.43		
Mameluco	7	Pza	0.41	2.87		
Casco de seguridad	7	Pza	0.11	0.77		

Lentes de luna	7	Pza	0.03	0.21		
Barbiquejo	7	Pza	0.00	0.028		
Tapón de Oído	7	Pza	0.02	0.14		
Correa de seguridad	7	Pza	0.08	0.56		
Lámpara a Batería	7	Pza	0.56	3.92		
Total Implementos de Seguridad					17.60	12.57
Total costo directo					360.30	257.36
Utilidad	15%				54.05	38.60
Imprevisto	2.50%				10.81	7.72
Costo Directo/disparo					425.16	
Costo Directo US\$/m					303.68	303.68

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.2 REDUCCIÓN DE COSTOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA CON LA INSTALACIÓN DE PERNOS

En la galería 400 del nivel 15 sección 3.0m x 3.0m se realiza sostenimiento con Split Set y malla electro soldada. Se reduce los costos en avance lineal: Mano de obra, Perforación, voladura, herramientas e implementos de seguridad resultando 250.17 US\$/m.

Se cumple con el avance programado de la labor en 100% cuando se realiza sostenimiento con pernos.

Tabla 5.8 Costo unitario para galería de 3.0m x 3.0m

COSTO UNITARIO PARA GALERIA DE 3.0 m x 3.0 m CON SOSTENIMIENTO SPLIT SET + MALLA						
Labor:	Gal 400, Nv 15		Factor /disparo		14.87 m3	
Sección:	3.0 m x 3.0 m		Longitud de taladro:		6 pies	
Tipo de cambio:	2.8		Nº de Tal:		38 Tal	
Avance /Disparo (Efic):	1.4		Pies Perf:		228 ft	
Tipo de Roca:	Regular		Limpieza con Scoop:		1.5 yd	
Descripción	Cant.	Unid.	Costo Unit. US\$/Tarea	Importe (US\$)	Costo (US\$/Gdia)	Costo (US\$/m)
1. MANO DE OBRA						

Líder Perforista	1	Tarea	13.75	13.75		
Perforista	1	Tarea	13.23	13.23		
Ayudante	2	Tarea	11.90	23.80		
Scoopero	1	Tarea	14.29	14.29		
Bodeguero		Tarea	11.16			
Alimentación				17.86		
Leyes Sociales			1.05			
Total Mano de Obra					151.25	108.04
2. VOLADURA Y ACCESORIOS						
Semexa 65% 7/8'' x 7''	238	Cart	0.21	49.98		
Carmex (2.4 m)	34	Pza	0.58	19.72		
Mecha Rápida	15	mt	0.34	5.10		
Total Voladura					74.80	53.43
3. PERFORACION Y ACCESORIOS						
Máquina Perforadora	228	Ft	0.09	20.52		
Barreno 4'	152	Ft	0.13	19.76		
Barreno 6'	76	Ft	0.15	11.40		
Manguera 1''	30	mt	0.02	0.60		
Manguera 1/2''	30	mt	0.01	0.30		
Aceite	0.25	Gal	7.13	1.78		
Total Perforación					54.36	38.83
4. HERRAMIENTAS						
Alambre	0.5	Kg	0.08	0.04		
Barretilla 6'	2	Pza	0.12	0.24		
Barretilla de aluminio 8'	2	Pza	0.35	0.70		
Comba de 6 Lbs	1	Pza	0.04	0.04		
Llave Stilson 14''	1	Pza	0.03	0.03		
Lampa	2	Pza	0.10	0.20		
Soplete	1	Pza	0.23	0.23		
Gas (inst. de tubería)	1	Pza	0.50	0.50		
Reducciones y Válvulas	1	Juego	0.52	0.52		
Pico	1	Pza	0.10	0.10		
Piedra esmeril	1	Pza	0.01	0.01		
Atacador	2	Pza	0.11	0.22		
Cuchilla	1	Pza	0.10	0.10		
Fluxómetro	1	Pza	0.09	0.09		
Pintura (perforación)	1	Pza	0.33	0.33		
Total Herramientas					3.35	2.39
5. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Pantalón de jebe (agua)	4	Jgo	0.05	0.20		

Casaca de jebe (agua)	4	Jgo	0.04	0.16		
Guantes de cuero	4	Par	0.33	1.32		
Botas de jebe	5	Par	0.29	1.45		
Respirador	5	Pza	0.28	1.40		
Filtro de respirador	5	Pza	0.49	2.45		
Mameluco	5	Pza	0.41	2.05		
Casco de seguridad	5	Pza	0.11	0.55		
Lentes de luna	5	Pza	0.03	0.15		
Barbiquejo	5	Pza	0.00	0.02		
Tapón de Oído	5	Pza	0.02	0.10		
Correa de seguridad	5	Pza	0.08	0.40		
Lámpara a Batería	5	Pza	0.56	2.80		
Total Implementos de Seguridad					13.05	9.32
Total costo directo					296.82	212.01
Utilidad	15%				44.52	31.80
Imprevisto	2.50%				8.90	6.36
Costo Directo/disparo					350.24	
Costo Directo US\$/m					250.17	250.17

Fuente: Precios Unitarios de Compañía Minera Casapalca

5.3 COSTOS DE SOSTENIMIENTO CON CUADROS DE MADERA Y CIMBRAS METALICAS

5.3.1 COSTO DE CUADRO DE MADERA

La instalación con cuadro de madera en labores de avance desarrollo y preparación produce alto consumo, demoras en el sostenimiento, refuerzo en el tiempo o reemplazo del sostenimiento con cuadros por baja durabilidad y costo por traslado de madera, a consecuencia de esto se produce altos costos.

En la explotación el rendimiento es de 2 cuadros/gdia y costo total de 148.76 US\$/Cuadro, se han reemplazado sostenimiento con Split Set y malla electro soldada y hydrabolt de 7pies. Con este cambio del tipo de sostenimiento se reduce los costos en sostenimiento con cuadros de madera.

En el Tabla 5.9 Se observan los costos unitarios en labores de desarrollo, preparación y explotación.

Tabla 5.9 Costos unitarios de sostenimiento con cuadros de madera.

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO						
SOSTENIMIENTO CON CUADRO DE MADERA					Variación	
Labor	Unidad	Gal 950, Nv 13	Gal 950, Nv 13	Δ	$\Delta\%$	
Sección		2.7m x 3.0m	2.7m x 3.0m			
Rendimiento	Cuadro/gdia	1.00	1.00	0	0.00	
Costo						
Mano de Obra	US\$/Cuadro	55.57	55.57	0	0.00	
Herramienta	US\$/Cuadro	2.68	2.68	0.00	0.00	
Material de Sostenimiento	US\$/Cuadro	78.76	78.76	0.00	0.00	
EPP.	US\$/Cuadro	2.87	2.87	0.00	0.00	
Total	US\$/Cuadro	139.88	139.88	0.00	0.00	
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE PREPARACIÓN						
SOSTENIMIENTO CON CUADRO DE MADERA					Variación	
Labor	Unidad	Xc 477, Nv 15	Xc 477, Nv 15	Δ	$\Delta\%$	
Sección		3.4m x 3.3m	3.4m x 3.3m			
Rendimiento	Cuadro/gdia	1.00	1.00	0	0.00	
Costo						
Mano de Obra	US\$/Cuadro	54.25	54.25	0	0.00	
Herramienta	US\$/Cuadro	3.21	3.21	0.00	0.00	
Material de Sostenimiento	US\$/Cuadro	83.19	83.19	0.00	0.00	
EPP.	US\$/Cuadro	2.8	2.8	0.00	0.00	
Total	US\$/Cuadro	143.45	143.45	0.00	0.00	
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE EXPLOTACIÓN						
SOSTENIMIENTO CON CUADRO DE MADERA					Variación	
Labor	Unidad	Tajo 300, Nv 14	Tajo 300, Nv 14	Δ	$\Delta\%$	
Sección		4.20m x 4.10m	4.20m x 4.10m			
Rendimiento	Cuadro/gdia	2.00	2.00	0	0.00	
Costo						
Mano de Obra	US\$/Cuadro	54.08	54.08	0	0.00	
Herramienta	US\$/Cuadro	2.09	2.09	0.00	0.00	
Material de Sostenimiento	US\$/Cuadro	89.76	89.76	0.00	0.00	
EPP.	US\$/Cuadro	2.83	2.83	0.00	0.00	
Total	US\$/Cuadro	148.76	148.76	0.00	0.00	

ANEXO 03....Detalle de cálculo de P.U

5.3.2 COSTO DE CIMBRA METÁLICA

La instalación con cimbras en el crucero 477 del nivel 15 de sección 3.0m x 3.0m; el costo es alto debido de mano de obra y material de sostenimiento.

En el sostenimiento con cimbras metálicas en las labores de desarrollo y de preparación se observan rendimientos, costos unitarios (US\$/Cimbra) en el Tabla 5.10

Tabla 5.10 Costo unitario de sostenimiento con Cimbras

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE PREPARACION		
SOSTENIMIENTO CON CIMBRAS METÁLICAS CON VIGA H DE 4'' x 4''		
Labor	Unidad	Crucero 477, Nv.15
Sección		3.0m x 3.0m
Rendimiento	Cimbra/gdia	1.00
Costo		
Mano de Obra	US\$/cimbra	152.44
Herramienta	US\$/cimbra	13.1
Material de Sostenimiento	US\$/cimbra	285.00
EPP.	US\$/cimbra	13.10
Total	US\$/cimbra	463.64

5.4 REDUCCIÓN DE COSTOS SOSTENIMIENTO CON PERNO Y MALLA

5.4.1 COSTO EN PERNO HELICOEDAL

El sostenimiento con pernos helicoedales se realizan en las labores de desarrollo y preparación con máquina perforadora manual, en la práctica el rendimiento de 5 pies de instalación es de 9 Unid/gdia y el costo total real 15.36 US\$/Unid. Entonces se quiere reducir costos aumentando el rendimiento a 17 Unid/gdia y el costo total 13.09 US\$/Unid. Con una variación de 15%. Sin embargo esto se puede optimizar reduciendo los tiempos muertos de perforación.

En el Tabla 5.11 Se puede observar los rendimientos de instalación de Perno Helicoedal de 5 y 6 pies.

Tabla 5.11 Costo unitario sostenimiento con pernos/hel.

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO					
SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOEDAL 5 PIES				Variación	
Labor	Unidad	Gal 046, Nv 13	Gal 046, Nv 13	Δ	Δ%
Sección		2.4 m x 2.4 m	2.4 m x 2.4 m		
Rendimiento	Unid./gdia	9	17	8	89
Costo					
Mano de Obra	US\$/Unid	1.35	1.42	0.07	5
Aceros de Perforación	US\$/Unid	0.71	0.71	0.00	0
Accesorios de Perforación	US\$/Unid	4.69	2.49	-2.20	-47
Máquina Perforadora	US\$/Unid	0.65	0.65	0.00	0
Herramienta	US\$/Unid	0.46	0.31	-0.15	-33
Material de Sostenimiento	US\$/Unid	7.43	7.43	0.00	0
EPP.	US\$/Unid	0.07	0.08	0.01	14
Total	US\$/Unid	15.36	13.09	-2.27	-15
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO					
SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOEDAL 6 PIES				Variación	
Labor	Unidad	B/P 065, Nv 14	B/P 065, Nv 14	Δ	Δ%
Sección		2.7 m x 2.7 m	2.7 m x 2.7 m		
Rendimiento	Unid./gdia	9	18	9	100
Costo					
Mano de Obra	US\$/Unid	1.45	1.18	-0.27	-19
Aceros de Perforación	US\$/Unid	0.86	0.86	0.00	0
Accesorios de Perforación	US\$/Unid	4.69	2.40	-2.29	-49
Máquina Perforadora	US\$/Unid	0.78	0.78	0.00	0
Herramienta	US\$/Unid	0.49	0.33	-0.16	-33
Material de Sostenimiento	US\$/Unid	8.22	8.22	0.00	0
EPP.	US\$/Unid	0.08	0.06	-0.02	-25
Total	US\$/Unid	16.57	13.83	-2.74	-17

Fuente: P.U. Compañía Mina Casapalca

5.4.2 COSTO EN PERNOS SPLIT SET

El sostenimiento con Split Set se realizan en las labores de desarrollo, preparación y explotación con máquina perforadora manual, en la práctica el

rendimiento de 5 pies de instalación es de 13Unid/gdia y el costo total 10.07 US\$/Unid. Entonces se quiere reducir costos aumentando el rendimiento a 21Unid/gdia y el costo total 8.68 US\$/Unid. Con una variación de 14%.

En el Tabla 5.12. Se puede observar los rendimientos de instalación de Split Set de 5 y 6 pies.

Tabla 5.12. Costo unitario sostenimiento con Split set

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO						
SOSTENIMIENTO CON SPLIT SET 5 PIES					Variación	
Labor	Unidad	Gal 950, Nv 13	Gal 950, Nv 13	Δ	$\Delta\%$	
Sección		2.4 m x 2.4 m	2.4 m x 2.4 m			
Rendimiento	Unid./gdia	13	21	8	62	
Costo						
Mano de Obra	US\$/Unid	0.91	0.84	-0.07	-8	
Aceros de Perforación	US\$/Unid	0.71	0.71	0.00	0	
Accesorios de Perforación	US\$/Unid	3.25	2.01	-1.24	-38	
Máquina Perforadora	US\$/Unid	0.65	0.65	0.00	0	
Herramienta	US\$/Unid	0.22	0.14	-0.08	-36	
Material de Sostenimiento	US\$/Unid	4.28	4.28	0.00	0	
EPP.	US\$/Unid	0.05	0.05	0.00	0	
Total	US\$/Unid	10.07	8.68	-1.39	-14	
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE PREPARACIÓN						
SOSTENIMIENTO CON SPLIT SET 6 PIES					Variación	
Labor	Unidad	Gal 410, Nv 15	Gal 410, Nv 15	Δ	$\Delta\%$	
Sección		3.0 m x 3.0 m	2.4 m x 2.4 m			
Rendimiento	Unid./gdia	9	18	9	100	
Costo						
Mano de Obra	US\$/Unid	1.17	1.06	-0.11	-9	
Aceros de Perforación	US\$/Unid	0.86	0.86	0.00	0	
Accesorios de Perforación	US\$/Unid	4.69	2.35	-2.34	-50	
Máquina Perforadora	US\$/Unid	0.78	0.78	0.00	0.	
Herramienta	US\$/Unid	0.32	0.16	-0.16	-50	
Material de Sostenimiento	US\$/Unid	4.93	4.93	0.00	0	
EPP.	US\$/Unid	0.07	0.06	-0.01	-14	
Total	US\$/Unid	12.82	10.2	-2.62	-20	

Fuente: P.U. Compañía Mina Casapalca

5.4.3 COSTO EN PERNO HYDRABOLT

El sostenimiento con Hydrabolt se realizan en las labores de desarrollo, preparación y explotación con máquina perforadora manual, en la práctica el rendimiento de 5 pies de instalación es de 13 Unid/gdia y el costo total 14.94 US\$/Unid. Entonces se quiere reducir costos aumentando el rendimiento a 21 Unid/gdia y el costo total 13.53 US\$/Unid. Con una variación 9% de reducción. El uso de sostenimiento con hydrabolt en labores de avance se reduce el costo. Mientras con cuadros de madera son muy altos los costos unitarios.

En el Tabla 5.13 se puede observar los rendimientos de instalación Hydrabolt de 5 pies.

Tabla 5.13 Costo unitario sostenimiento con Hydrabolt

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO					
Labor	Unidad	Gal.950, Nv13	Gal.950, Nv13	Δ	Δ%
Sección		2.4 m x 2.4 m	2.4 m x 2.4 m		
Rendimiento	Unid./gdia	13	21	8	61
Costo					
Mano de Obra	US\$/Unid	1.02	0.95	-0.07	-7
Aceros de Perforación	US\$/Unid	0.71	0.71	0.00	0
Accesorios de Perforación	US\$/Unid	3.25	2.01	-1.24	-38
Máquina Perforadora	US\$/Unid	0.65	0.65	0.00	0
Herramienta	US\$/Unid	0.25	0.16	-0.09	-36
Material de Sostenimiento	US\$/Unid	9.00	9.00	0.00	0
EPP.	US\$/Unid	0.06	0.05	-0.01	-17
Total	US\$/Unid	14.94	13.53	-1.41	-9

5.4.4 COSTO EN MALLA ELECTROSOLDADA

El sostenimiento con malla electro soldada 3''x 3'' de 1.7mt de ancho en labores de desarrollo, se instalan después de sostenimiento con pernos

helicoidales con rendimiento de 17.51 m2/gdia y el costo total 8.22 US\$/m2, se reduce el costo aumentando el rendimiento de 26.27 m2/gdia y su costo total de 7.90 US\$/m2 con una variación de 4%.

El sostenimiento con Split set 6pies y malla electro soldada en labores de avance y explotación aumentando el rendimiento se reduce los costos, y también sostenimiento con hydrabolt de 7 pies y malla electro soldada en tajeos de explotación, se reduce costo total. Se observan en el tabla 5.14 rendimientos, costos unitarios (US\$/m2).

Tabla 5.14 Costo unitario de sostenimiento con malla

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO					
SOSTENIMIENTO CON MALLA ELECTROSOLDADA				Variación	
Labor	Unidad	B/P 065 Nv.14	B/P 065 Nv 14	Δ	Δ%
Sección		2.7m x 2.7m	2.7m x 2.7m		
Rendimiento	m2/gdia	17.51	26.27	8.76	50
Costo					
Mano de Obra	US\$/m2	3.14	2.85	-0.29	-9
Herramienta	US\$/m2	0.07	0.05	-0.02	-29
Material de Sostenimiento	US\$/m2	4.85	4.85	0.00	0
EPP.	US\$/m2	0.16	0.15	-0.01	-6
Total	US\$/m2	8.22	7.90	-0.32	-4
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE PREPARACIÓN					
SOSTENIMIENTO CON SPLIT SET 6 PIES + MALLA ELECTROSOLDADA				Variación	
Labor	Unidad	Gal. 410, Nv 15	Gal. 410, Nv 15	Δ	Δ%
Sección		3.0m x 3.0m	3.0m x 3.0m		
Rendimiento	m2/gdia	10.10	20.20	10.1	100.00
Costo					
Mano de Obra	US\$/m2	1.61	1.34	-0.27	-17
Aceros de Perforación	US\$/m2	0.77	0.77	0.00	0
Accesorios de Perforación	US\$/m2	4.18	2.11	-2.07	-50
Máquina Perforadora	US\$/m2	0.70	0.70	0.00	0
Herramienta	US\$/m2	0.28	0.14	-0.14	-50
Material de Sostenimiento	US\$/m2	9.78	9.78	0.00	0
EPP.	US\$/m2	0.09	0.08	-0.01	-11
Total	US\$/m2	17.41	14.92	-2.49	-14

SOSTENIMIENTO EN LABORES DE EXPLOTACIÓN					
SOSTENIMIENTO CON SPLIT SET 6 PIES + MALLA ELECTROSOLDADA				Variación	
Labor	Unidad	TJ 300, Nv 14	TJ 300, Nv 14	Δ	$\Delta\%$
Sección		4.20m x 4.10m	4.20 x 4.10m		
Rendimiento	m2/gdia	17.85	35.70	17.85	100.00
Costo					
Mano de Obra	US\$/m2	8.5	3.03	-5.47	-64
Aceros de Perforación	US\$/m2	1.07	0.80	-0.27	-25
Accesorios de Perforación	US\$/m2	2.37	1.18	-1.19	-50
Máquina Perforadora	US\$/m2	0.96	0.72	-0.24	-25
Herramienta	US\$/m2	0.16	0.08	-0.08	-50
Material de Sostenimiento	US\$/m2	9.78	9.78	0.00	0
EPP.	US\$/m2	0.47	0.18	-0.29	-62
Total	US\$/m2	23.31	15.77	-7.54	-32
SOSTENIMIENTO EN LABORES DE EXPLOTACIÓN					
SOSTENIMIENTO CON HYDRABOLT 7 PIES + MALLA ELECTROSOLDADA				Variación	
Labor	Unidad	Tajo 200, Nv 14	Tajo 200, Nv 14	Δ	$\Delta\%$
Sección		5.20m x 4.10m	5.20m x 4.10m		
Rendimiento	m2/gdia	27.20	40.80	13.6	50.00
Costo					
Mano de Obra	US\$/m2	3.98	2.65	-1.33	-33
Aceros de Perforación	US\$/m2	1.00	1.00	0.00	0
Accesorios de Perforación	US\$/m2	1.55	1.04	-0.51	-33
Máquina Perforadora	US\$/m2	0.87	0.87	0.00	0
Herramienta	US\$/m2	0.12	0.08	-0.04	-33
Material de Sostenimiento	US\$/m2	17.35	17.35	0.00	0
EPP.	US\$/m2	0.24	0.16	-0.08	-33
Total	US\$/m2	25.11	23.15	-1.96	-8

Fuente: P.U. Compañía Mina Casapalca

5.5. RESUMEN COSTOS UNITARIOS DE SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO, PREPARACION Y EXPLOTACION

a). COSTO UNITARIO EN SOSTENIMIENTO CON CUADROS DE MADERA Y CIMBRAS

El sostenimiento con cuadro de madera en labores de desarrollo, preparación y explotación se realizan en terrenos suavestales en:

1. Labores de Desarrollo

El sostenimiento de cuadro de madera en la galería 950 del nivel 13 con una sección de 8' x 8', a una distancia 1.20 m de cuadro a cuadro por la existencia de presiones del macizo rocoso, dando su vida útil de 1 a 2 años de duración. La desventaja de sostenimiento con cuadros de madera es de poca duración y el impacto ambiental por consumo de madera. Los cuadros en labores permanentes se doblarán los cuadros producto del pandeamiento de estos elementos de sostenimiento, se reemplazarán los postes y sombreros a consecuencia de estos problemas, resultan altos costos obteniéndose de costo unitario 139.88 US\$/Cuadro y 116.57 US\$/ml de avance de sostenimiento, se puede minimizar costo en sostenimiento utilizando pernos.

2. Labores de Preparación

El sostenimiento con cuadro de madera en el crucero 477 del nivel 15 con una sección de 10' x 10' con terreno suave, se realiza cuadro y disparo de avance 1.20m de sostenimiento con redondos de 8'' x 10' o cuarterones de 4 metros de longitud con esta material de sostenimiento y la mano de obra resulta el costo unitario de 143.45 US\$/Cuadro y el costo por metro línea 119.54 US\$/ml.

El sostenimiento con cuadro de madera en el crucero 477 se reemplaza con cimbras metálicas de dos cuerpos, para esta labor permanente se ha instalado 36 cimbras durante los meses de octubre a noviembre en el año 2013 el costo unitario es de 463.64 US\$/Cimbra costo total de cimbras instalado suman 16,691.00 US\$.

3. Labores de Explotación

El sostenimiento con cuadros de madera en labores de explotación son temporales tales como en tajeo 300 Nv 14 en las vetas anchas se instalan con cuadro de madera su costo 148.76 US\$/Cuadro y 7.38 US\$/Tn del sostenimiento, Luego con cachacos de madera tiene su costo de 20 US\$/Und. En tajeo 095 nivel 14 con puntales de seguridad su costo unitario de 8.44 US\$/Puntal.

En las vetas angostas se sigue sostenimiento con puntales de seguridad, mientras en vetas ancha se ha reemplazado sostenimiento con pernos Split Set más malla electro soldada y hydrabolt de 7 pies más malla electro soldada en las coronas y en las cajas Split Set con plantillas de madera. En conclusión el consumo de madera en tajeos se ha reducido mediante el uso de pernos Split Set y hydrabolt.

El en Tabla 5.15. Se observan costo unitario del sostenimiento con cuadros de madera y cimbras metálicas.

Tabla 5.15. Resumen de costos unitarios de sostenimiento con cuadro de madera y cimbras metálicas.

COSTOS UNITARIOS DE SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA Y CIMBRA METÁLICA						
FACE	DESCRIPCIÓN	COSTO REAL	COSTO REDUCIDO	Δ COSTO	UNIDAD	Δ PORCENT UAL %
DESARROLLO	CUADRO DE MADERA 8" x 10'	139.88	139.88	0.00	US\$/Cuadro	0.00
PREPARACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" x 4.0m	143.45	143.45	0.00	US\$/Cuadro	0.00
PREPARACIÓN	CIMBRA METÁLICA H 4" x 4", 13 Lb/ft	463.64	463.64	0.00	US\$/Cimbra	0.00
EXPLOTACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" A 9' x 4.0m	148.76	148.76	0.00	US\$/Cuadro	0.00

En el Tabla 5.16 Se observan costo por metro lineal de cuadro de madera y cimbra metálica.

Tabla 5.16 Costo por metro sostenido de cuadro de madera y cimbra

COSTOS UNITARIOS DE SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA						
FACE	DESCRIPCIÓN	COSTO REAL	COSTO REDUCIDO	Δ COSTO	UNIDAD	Δ PORCENTUAL %
DESARROLLO	CUADRO DE MADERA 8'' x 10'	116.57	116.57	0.00	US\$/ml	0.00
PREPARACIÓN	CUADRO DE MADERA 8'' x 4.0m	119.54	119.54	0.00	US\$/ml	0.00
PREPARACIÓN	CIMBRA METÁLICA H 4'' x 4'', 13 Lb/ft	463.64	463.64	0.00	US\$/ml	0.00
EXPLOTACIÓN	CUADRO DE MADERA 8'' A 9'' x 4.0m	7.38	7.38	0.00	US\$/Tn	0.00

b). COSTOS UNITARIOS DE SOSTENIMIENTO CON PERNOS y MALLAS ELECTROSOLDADA

Los costos unitarios de sostenimiento con pernos y malla electro soldada en labores de desarrollo, preparación y explotación se tienen:

1. Labores de desarrollo

El sostenimiento en la galería 046 del nivel 13 de sección 2.4m x 2.4m se realiza sostenimiento con pernos helicoidales de 5 pies más malla electro soldada para labores permanentes a 1.4m x 1.4m de espaciamiento perno a perno, cada guardia instala 9 Und/gdia de rendimiento obteniéndose un costo unitario de 15.36 US\$/Perno. Para reducir el costo unitario del perno, aumentamos el rendimiento a 17 Und/gdia resultando a 13.09 US\$/Und que varía 15% de reducción en costo. Estos resultados son positivos para la Contrata.

El sostenimiento en la galería 950 del nivel 13 se realizan sostenimiento con perno Split Set de 5 pies y malla electro soldada labores temporales y resulta ser más económico y de fácil de instalación, cada guardia instala 13 Und/gdia de rendimiento obteniéndose 10.07US\$/Und de costo unitario. Se reduce el costo aumentando el rendimiento a 21 Und/gdia resultando ser 8.68 US\$/Und que varía 14% de reducción.

En el Cuadro 5.16 También podemos observar el rendimiento y costos unitarios del perno hydrabolt y malla electrosoldada

2. Labores de Preparación

El sostenimiento en labores de preparación se realizan con pernos helicoedales de 6 pies, Split set de 6 pies y malla electrosoldada.

El sostenimiento en el Crucero 900 nivel 14 de sección 2.7m x 2.7m se ha recomendado instalar pernos helicoedales de 6 pies más malla espaciado de 1.4m x 1.4m del perno a perno, este espaciado se debe para los traslapes de malla (3''x 3'' 1.7 mts). Con rendimiento de 9 Und/gdia obteniéndose costo muy alto de 16.5 US\$/Und. Reduciremos el costo en 13.83 US\$/Und aumentando el rendimiento a 18 Und/gdia. Esta reducción de costo varía en 17%.

El sostenimiento de galería 410 del nivel 15 para un labor temporal con una sección de 3.0mx3.0m se ha recomendado instalar con perno Split set de 6 pies más malla electrosoldada de espaciado 1.4m x 1.4m, la instalación de Split set 9 Und/gdia mas malla 10.10 m² de rendimientos obteniéndose de costo unitario 17.41 US\$/m². Se reducen los costos aumentando los rendimientos a 18 Und/gdia mas malla electrosoldada de 20.20m² resulta ser 14.92 US\$/m², con una variación de reducción de 14%.

3. Labores de Explotación

El sostenimiento en labores de explotación lo realización instalación con Split set y malla electrosoldada y hydrabolt de 7 pies más malla en las coronas, luego en las cajas con Split set más plantillas de madera.

Esta implementación de los pernos en los tajeos se ha reducido el costo en sostenimiento de maderas.

En el Tajeo 300 Nv 14 se realizan sostenimiento con Split set y malla electro soldada con rendimiento de 22 pernos/gdia mas malla electro soldada a 17.85 m2/gdia resultando de costo unitario 23.31 US\$/m2. Se reduce el costo aumentando los rendimiento a 33 pernos/gdia mas malla electro soldada de 37.70 m2/gdia, se obtienen el costo unitario en 15.77 US\$/m2. Con un variación de costo en 32%

Por último el sostenimiento en tajo 200 nivel 14 con perno Hydrabolt de 7 pies y malla electro soldada de espaciamiento de 1.4m x 1.4m para terrenos suaves, en las cajas del tajeo Split set con plantillas de madera. El rendimiento de sostenimiento es de 26 pernos/gdia más 27.20 m2 de malla resultando 25.11 US\$/m2. Se reduce el costo incrementado el rendimiento de sostenimiento con 39 pernos/gdia más 40.80m2 de malla electro soldada resultando 23.15 US\$/m2 con una variación de 8% de costo.

En el Tabla 5.17 Se observan costos unitarios de pernos y malla electro soldada en labores de desarrollo, preparación y explotación.

Tabla 5.17 Costo unitario de sostenimiento con pernos y malla

COSTOS UNITARIOS SOSTENIMIENTO CON PERNOS Y MALLA ELECTROSOLDADA						
FACE	DESCRIPCIÓN	COSTO REAL	COSTO PROGR.	Δ COSTO	UNIDAD	Δ PORCENTUAL %
DESARROLLO	SOSTENIMIENTO SPLIT SET DE 5 PIES	10.07	8.68	-1.39	US\$/Unid	-13.80
	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT DE 5 PIES	14.94	13.53	-1.41	US\$/Unid	-9.44
	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 5 PIES	15.36	13.92	-1.44	US\$/Unid	-9.38
PREPARACIÓN	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 6 PIES	16.57	13.83	-2.74	US\$/Unid	-16.54
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES	12.83	10.2	-2.63	US\$/Unid	-20.50
	SOSTENIMIENTO MALLA ELECTROSOLDADA	8.22	7.90	-0.32	US\$/m2	-3.89
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES + MALLA	17.41	14.92	-2.49	US\$/m2	-14.30
EXPLOTACIÓN	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT 7 PIES + MALLA	25.11	23.15	-1.96	US\$/m2	-7.81
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6PIES + MALLA	23.31	15.77	-7.54	US\$/m2	-32.35

Los sostenimiento con pernos y mallas en labores de desarrollo, preparación y explotación, se observan en el Tabla 5.18 Costo por metro de sostenimiento.

Tabla 5.18 Costo unitario por metro de sostenimiento con pernos y mallas

COSTOS UNITARIOS SOSTENIMIENTO CON PERNOS Y MALLA ELECTROSOLDADA						
FACE	DESCRIPCIÓN	COSTO REAL	COSTO PROG.	Δ COSTO	UNIDAD	Δ PORCENT UAL %
DESARROLLO	SOSTENIMIENTO SPLIT SET DE 5 PIES	62.34	52.08	-10.26	US\$/ml	-16.46
	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT DE 5 PIES	92.49	81.18	-11.31	US\$/ml	-12.23
	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 5 PIES	98.74	79.48	-19.26	US\$/ml	-19.51
PREPARACIÓN	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 6 PIES	106.52	88.91	-17.61	US\$/ml	-16.53
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES	82.45	65.58	-16.87	US\$/ml	-20.46
	SOSTENIMIENTO MALLA ELECTROSOLDADA	51.40	49.41	-1.99	US\$/ml	-3.87
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES + MALLA	125.60	107.64	-17.96	US\$/ml	-14.30
EXPLOTACIÓN	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT 7 PIES + MALLA.	7.11	6.55	-0.56	US\$/Tn	-7.88
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6PIES + MALLA.	6.55	5.91	-0.64	US\$/Tn	-9.77

5.6 COMPARACION DE COSTOS CUADROS DE MADERA VS PERNOS Y MALLA

En el nivel 15, galería 410 de sección 10'x10' con GSI: MF/R (Muy Fracturada/Regular), RMR de 45-55, de acuerdo de análisis geomecánica del terreno se evalúa el tipo de sostenimiento con las siguientes:

Cuadros de madera, Split Set con malla electro soldada y Hydrabolt con malla.

Para el cuadro de madera el rendimiento es de 1 Cuadro/gdia con 19.20m de avance mensual dando 96% de cumplimiento de programa del mes, el costo unitario 143.45 US\$/Cuadro y el sostenimiento por metro 119.54 US\$/ml resultando costo total del mes 2295.20 US\$.

El sostenimiento con Split set de 6 pies más malla electro soldada, en esta galería labor temporal se realiza sostenimiento y disparo, cada guardia realiza 9 Pernos/hr de rendimiento y 10.10 m² de malla electro soldada, con 35m de avance mensual resultando 175% de cumplimiento de programa del mes, su costo unitario 12.86 US\$/Perno y el costo por metro de sostenimiento resulta ser 82.67 US\$/ml, resultando costo total al mes 2893.50 US\$.

Otra opción de sostenimiento con perno Hydrabolt. Desde el punto de vista de seguridad, reduce drásticamente el tiempo de exposición sin sostenimiento al ser un sistema más versátil con lo cual la eficiencia en sus avances y producción están garantizados. La aplicación de los pernos Hydrabolt nos ayuda a realizar el sostenimiento más rápido y menor costo unitario con 20.88 US\$/Perno resultando con avance real de 30 metros con 150% de cumplimiento y el costo total al 4026.86 US\$.

El sostenimiento recomendado para galería 410 del nivel 15, analizando los costos unitarios se realiza con pernos Split set de 6 pies más malla electro soldada a 1.40m x 1.40m de espaciamiento para un labor temporal. En el Tabla 5.19 Se observan los rendimientos y costos unitarios y el costo total al mes.

Tabla 5.19. Comparación de Costos de sostenimiento cuadro de madera Vs pernos y malla

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRO DE MADERA	SPLIT SET 6 PIES	HYDRABOLT 6 PIES	UNIDAD	MALLA ELETROS OLDADA
Tarea	h	3	2	2	h	3
Tiempo de Sost.	h-h	4.00	1.00	1.08	h-h	1.67
Rendimiento	Und/gdia	1	9	9	m ² /gdia	10.10
Avance de sost.	m	1.20	1.40	1.40	m	1.40
Costo Unitario	US\$/Und	143.45	12.86	20.88	US\$/m ²	7.47

Costo por metro de Sost.	US\$/ml	119.54	82.67	134.23	US\$/ml	53.89
Programa del mes	m/mes	20	20	20	m/mes	20
Avance Real	m/mes	19.20	35	30	m/mes	35
Porcentaje de cumpl.	%	96	175	150	%	175
Costo total por mes	US\$/mes	2295.20	2893.50	4026.86	US\$/mes	1886.18

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5.20 se observan la cantidad de cuadros de madera y pernos instalados durante el mes y sostenimiento por metro lineal

Tabla 5.20 Sostenimiento de avance mensual

SOSTENIMIENTO DE AVANCE MENSUAL				
Sostenimiento	Unidad	Cantidad	Unidad	Factor de Producción
Cuadros de madera	Cuadro	16.00	Cuadro/ml	0.83
sostenimiento split set 6 pies	Perno	225.00	Perno/ml	6.43
sostenimiento hydrabolr 6 pies	Perno	193.00	Perno/ml	6.43
Sostenimiento malla elect.	m2	252.50	m2/ml	7.21

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

6.1 DESCRIPCION

Actualmente las exigencias de la Legislación Minera Peruana y al conocimiento de estándares internacionales, la Compañía Minera Casapalca, como muchas empresas del sector minero, ha visto la necesidad de ir cambiando progresivamente el manejo tradicional del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional, a una verdadera y eficaz gestión de riesgos.

Actualmente se está implementando con la Mejora Continua: Que es un proceso del Sistema de Gestión Integrado (SGI), Medio Ambiente Seguridad y Salud en el Trabajo (MASST) de gestión ambiental para obtener mejoras en el desempeño Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo con la política MASST.

El Sistema de Gestión de Seguridad es guiar, educar, entrenar y motivar a todos los trabajadores y gerentes de la Compañía Minera Casapalca, en las

técnicas del manejo y control de riesgos, de esta manera prevenir todas las formas de pérdidas humanas, procesos, propiedad y medio ambiente.

Podemos mencionar algunos objetivos:

- Prevenir accidentes y lesiones por manipuleo de materiales.
- Prevenir accidentes y lesiones por caída de personas.
- Prevenir accidentes y lesiones por desprendimiento de rocas sueltas.
- Prevenir el deterioro de la salud de los trabajadores causado por los agentes físico-químicos presentes en nuestras actividades.

6.2 LABORES DE ALTO RIESGO

CHIMENEAS

Son trabajos en las chimeneas con mayor riesgo, los peligros a identificar se tienen: Gases, rocas sueltas, trabajo en altura, polvo. En estos trabajos de chimeneas ventilar con tercera línea, luego desatar las rocas sueltas, es obligatorio el uso de arnés de seguridad y su línea de vida. Cuando las labores ya son muy críticas la supervisión tiene que estar presente constantemente.

Se realizan los trabajos en las chimeneas con las siguientes herramientas de Gestión de Seguridad:

(PETAR, IPERC, CHECK LIST, REPORTE DE INCIDENTE, PETS).

POCKET

Por el inclinado 016 de Zona Oroya se está construyendo Pocket 002. El cual es una labor de alto riesgo que se requiere supervisión permanente, los peligros a identificar: Gases, rocas sueltas, trabajo en altura, espacios

abiertos, polvo. Primero ventilar con tercera línea la labor, luego desatar las rocas sueltas, regar y Uso obligatorio de arnés de seguridad y su línea de vida. La herramienta de gestión de seguridad más importante es el PETAR, CHECK LIST, IPERC.

TAJEOS

Labor de explotación con alto riesgo, los peligros a identificar tenemos: Gases, espacios abiertos, rocas sueltas, polvo, equipos en movimiento (scoop y winche) y ruidos.

En el Nv 14 tajo 300 labor de alto riesgo se hacen sostenimiento con cuadros de madera porque son terrenos muy suaves con presencia de carbonatos y se requieren supervisión permanente. Las herramientas de gestión de seguridad: CHECK LIST, IPERC Y PETS.

6.3 MEJORAS CONTINUAS REALIZADAS EN INTERIOR MINA

- Se levantan todas las observaciones del Nivel 13 (Chimenea 014, 900 y 976) y Nivel 14 (chimenea 030, 095 y 200) sobre la rehabilitación de las chimeneas.
- Se cumple con la ejecución de las inducciones de 5 minutos por parte de los supervisores y trabajadores en interior mina al inicio del reparto de guardia.
- Se realiza la estandarización de las labores por ejemplo instalaciones de tubería de agua y aire en los Niveles 13, 14 y 15
- Se realizan reparaciones de tolvas ya deterioradas y se cambian por compuerta metálicas.
- Se cumple con la Campaña de Desatado de rocas en vías principales de forma semanal.

- El seguimiento correcto de manejo de herramientas de gestión incluido el (PETAR) previo capacitación y seguimiento por los supervisores asignados de servicios y operaciones.
- Se implementó herramientas y materiales como: Ganchos para manipuleo de materiales sogas ½ y 1-2" pulgadas para el manipuleo y traslado de materiales.
- Se implementó PETS de manipulación de materiales.

6.4 ACCIONES REALIZADAS

- Se cumple con las capacitaciones programadas en seguridad por parte de la Supervisión.
- En las labores se implementa los Planos Geomecánicos en todas labores de avance y explotación.
- Se realiza supervisión plantada en los trabajos de Alto Riesgo, en chimeneas con terrenos panizados filtraciones de agua; reparación de buzón en chimeneas y tajeos, Sostenimiento con cuadro y marchavantes en terrenos panizo del Tajeo 095del nivel 14, así como otros.

6.5 INSPECCIONES

Se realizan inspecciones diarias en las labores, las inspecciones generales se realizarán tomando en cuenta lo siguiente:

Diario: Zonas de alto riesgo

Semanal: Polvorines, Talleres, Bodegas, Echaderos, Tolvas, Estándar mínimo de labor.

Quincenal: EPP y Barretillas.

Mensual: Arneses, Botiquines, Extintores, Campaña de desatado de rocas, Manipuleo de explosivos y voladura.

Las inspecciones inopinadas las realizará el Comité de Seguridad en cualquier momento.

El resultado de las inspecciones y los plazos para las subsanaciones y/o correcciones son anotadas en el libro de seguridad.

6.7MEDIO AMBIENTE

En torno en el cual una organización opera, incluido el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, fauna, los seres humanos y sus inter relaciones.

El Departamento de Medio Ambiente está comprometido íntegramente a establecer prácticas de protección del medio ambiente que contribuyen a elevar la calidad de vida de los trabajadores. Algunas de las prácticas son:

- Evitar la contaminación atmosférica con una cisterna de 5000 galones que controle la emisión de polvos, gases y partículas.
- Adecuado tratamiento de agua de mina, basada en la sedimentación mediante el uso de reactivos químicos para eliminar los sólidos suspendidos. Se realizan muestreos de calidad de agua de manera semanal.
- Reducción consumo de madera para no deterioro del medio ambiente en el interior mina. Reemplazando sostenimiento con pernos.

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La clasificación de residuos sólidos en la Compañía Minera Casapalca se dividen en dos: Residuos sólidos reaprovecharles y residuos sólidos no reaprovecharles.

En el interior mina se tienen los residuos sólidos. Es necesario disponerlos en forma adecuada ya que pueden afectar la salud, el bienestar y la calidad ambiental los cuales se tienen tres colores de residuos sólidos:

a). Residuos sólidos reaprovecharles:

Color blanco: Para seleccionar botellas descartables, EPP (cascos, respirador y lentes).

Color azul: Para la clasificar los papeles, cartones.

Color marrón: Para clasificar los desechos orgánicos tales como restos de comidas, verduras, frutas, restos de madera no contaminada.

Color verde: Para clasificar vidrio en general

Color amarillo: Para clasificar láminas metálicas, fierros, vigas, alambres, latas etc.

Color rojo: Para clasificar envases de productos químicos, pilas, baterías.

b). Residuos sólidos reaprovecharles:

Color rojo: Para clasificar inflamables peligrosos.

Color negro: Para clasificar en generales.

CAPITULO VII

RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A) Reducción de costos en perforación y voladura con el sostenimiento de pernos

- Para el sostenimiento con cuadros de madera se tiene que ampliar la sección adecuado, extraer más desmonte, desquinchar para cuadro, estas desventajas produce más costo en la limpieza y izaje de desmonte, mas costos en mano de obra, perforación y voladura.
- Mientras el sostenimiento con perno se reduce los costos en mano de obra, perforación, voladura y herramientas. Y la rotura por disparo varía en 3.64 m³, esta variación significa por la ampliación de la sección de la labor en avance.

Tabla 7.1 se observa comparación de costos unitarios en avance de perforación y voladura para realizar sostenimiento con cuadro de madera Vs. Pernos

Comparación de sostenimiento		Costos unitario para una sección cuadro de madera	Costo unitario para una sección Split set y Malla	Variación	
Labor	Unidad	Gal.400 Nv 15	Gal.400 Nv. 15	Δ	$\Delta\%$
Sección		3.40 m x 3.30 m	3.0 m x 3.0 m		
Descripción					
Rotura por disparo	m3	18.51	14.87	-3.64	-20
Mano de Obra	US\$/m	128.99	108.04	-20.95	-16
Voladura y Accesorios	US\$/m	66.36	53.43	-12.93	-19
Perforación	US\$/m	46.6	38.83	-7.77	-17
Herramientas	US\$/m	2.84	2.39	-0.45	-16
Implementos de Seguridad	US\$/m	12.57	9.32	-3.25	-26
Costo Total	US\$/m	303.68	250.17	-53.51	-18

B) Costos unitarias de sostenimiento con cuadro de madera, cimbras y pernos.

Tabla 7.2 Se observa costo unitario de sostenimiento cuadro de madera en labores de desarrollo, preparación y explotación.

FACE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL
DESARROLLO	CUADRO DE MADERA 8" \varnothing x 10'	US\$/Cuadro	139.88
PREPARACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" \varnothing x 4.0m	US\$/Cuadro	143.45
PREPARACIÓN	CIMBRA METÁLICA DE H 4' x 4''	US\$/Cimbra	463.64
EXPLOTACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" \varnothing A 8" \varnothing x 4.0m	US\$/Cuadro	148.76

Tabla 7.3 Se observa el costo de sostenimiento por metro lineal de cuadro de madera y cimbra

COSTOS UNITARIOS DE SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA			
FACE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL
DESARROLLO	CUADRO DE MADERA 8" ϕ x 10'	US\$/ml	116.57
PREPARACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" ϕ x 4.0m	US\$/ml	119.54
PREPARACIÓN	CIMBRA METÁLICA DE H 4'' x 4''	US\$/Cimbra	463.64
EXPLOTACIÓN	CUADRO DE MADERA 8" ϕ A 8" ϕ x 4.0m	US\$/Tn	7.38

Tabla 7.4. Se observa costo unitario de los pernos y malla electro soldada.

COSTOS UNITARIOS SOSTENIMIENTO CON PERNOS Y MALLA ELECTROSOLDADA			
FACE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL
DESARROLLO	SOSTENIMIENTO SPLIT SET DE 5 PIES	US\$/Unid	10.07
	SOTENIMIENTO HYDRABOLT DE 5 PIES	US\$/Unid	14.94
	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 5 PIES	US\$/Unid	15.36
PREPARACIÓN	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 6 PIES	US\$/Unid	16.57
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES	US\$/Unid	12.83
	SOSTENIMIENTO MALLA ELECTROSOLDADA 3'' x 3''	US\$/m2	8.22
EXPLOTACIÓN	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES + MALLA ELECT.	US\$/m2	17.41
	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT 7 PIES + MALLA ELECT.	US\$/m2	25.11
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6PIES + MALLA ELECT.	US\$/m2	23.31

Tabla7.5 Se observa costo de sostenimiento por metro lineal de pernos y malla electro soldada.

COSTOS UNITARIOS SOSTENIMIENTO CON PERNOS Y MALLA ELECTROSOLDADA			
FACE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL
DESARROLLO	SOSTENIMIENTO SPLIT SET DE 5 PIES	US\$/ml	62.34
	SOTENIMIENTO HYDRABOLT DE 5 PIES	US\$/ml	92.49
	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 5 PIES	US\$/ml	98.74
PREPARACIÓN	SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL DE 6 PIES	US\$/ml	106.52
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES	US\$/ml	82.45

	SOSTENIMIENTO MALLA ELECTROSOLDADA	US\$/ml	51.40
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES + MALLA	US\$/ml	125.60
EXPLOTACIÓN	SOSTENIMIENTO HYDRABOLT 7 PIES + MALLA	US\$/Tn	7.11
	SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6PIES + MALLA ELECT.	US\$/Tn	6.55

Tabla 7.6. Se observan comparación de costos reales en sostenimiento cuadros de madera Vs pernos.

FASE	SOSTENIMIENTO CON MADERA	SOSTENIMIENTO CON PERNOS	Δ COSTO	UNIDAD	Δ PORCENTAJE %
DEASARROLLO	116.57	62.34	-54.23	US\$/ml	-46.52
PREPARACIÓN	119.54	82.45	-37.09	US\$/ml	-31.03
EXPLOTACIÓN	7.38	6.55	-0.83	US\$/Tn	-11.25

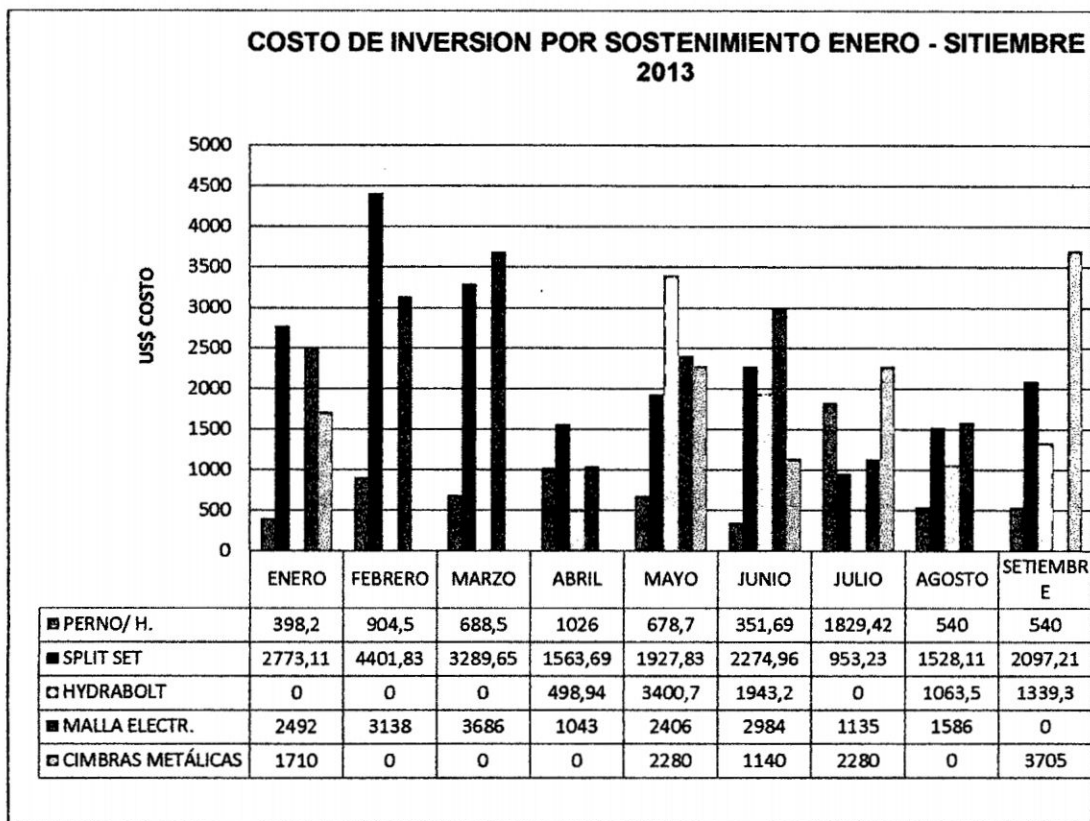
C) Rendimientos y comparación de costos del mes

Tabla 7.7. Se observa costo total al mes sostenimiento con cuadros de madera y pernos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRO DE MADERA	SPLIT SET 6 PIES	HYDRABOLT 6 PIES
Rendimiento	Und/gdia	1	9	9
Avance de sost.	m	1.20	1.40	1.40
Costo Unitario	US\$/Und	143.45	12.86	20.88
Costo por metro de Sost.	US\$/ml	119.54	82.67	134.23
Programa del mes	m/mes	20	20	20
Avance Real	m/mes	19.20	35	30
Porcentaje de cumpl.	%	96	175	150
Costo total por mes	US\$/mes	2295.20	2893.50	4026.86

D) Costos en sostenimiento con pernos helicoidales, Split set, hydrabot, malla electro soldada y cimbras metálicas.

Figura 7.1 Se observa mayor consumo de pernos del mes enero a setiembre



7.2 DISCUSIONES DE RESULTADOS

a) Incremento de costos en perforación, voladura, limpieza y extracción al tener que perforar una mayor sección para la instalación de cuadros de madera resulta el costo 303.68 US\$/m.

Se reduce el costo en perforación, voladura, limpieza y extracción con la instalación de Split set y malla electro soldada, resultando 250.17 US\$/m y se reduce en 18% el costo

b) Costos en sostenimiento con pernos de 5 pies

Tabla 7.8 El orden de costos por perno instalado del más económico al más caro, es el siguiente: Split set, Hydrabolt, Perno Helicoedral con cemento.

SOSTENIMIENTO CON PERNOS			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL	COSTO PROGRAMADO
SPLIT SET 5 PIES	US\$/Und	10.07	8.68
HYDRABOLT 5 PIES	US\$/Und	14.94	13.53
PERNO HELICOEDAL 5 PIES	US\$/Und	15.36	13.92

Figura 7.2. Se observa costo real y costo programado de los pernos

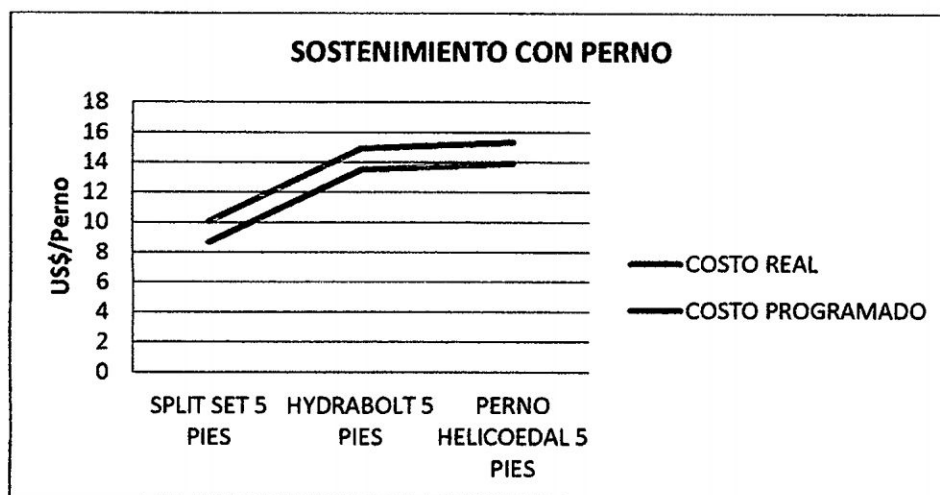
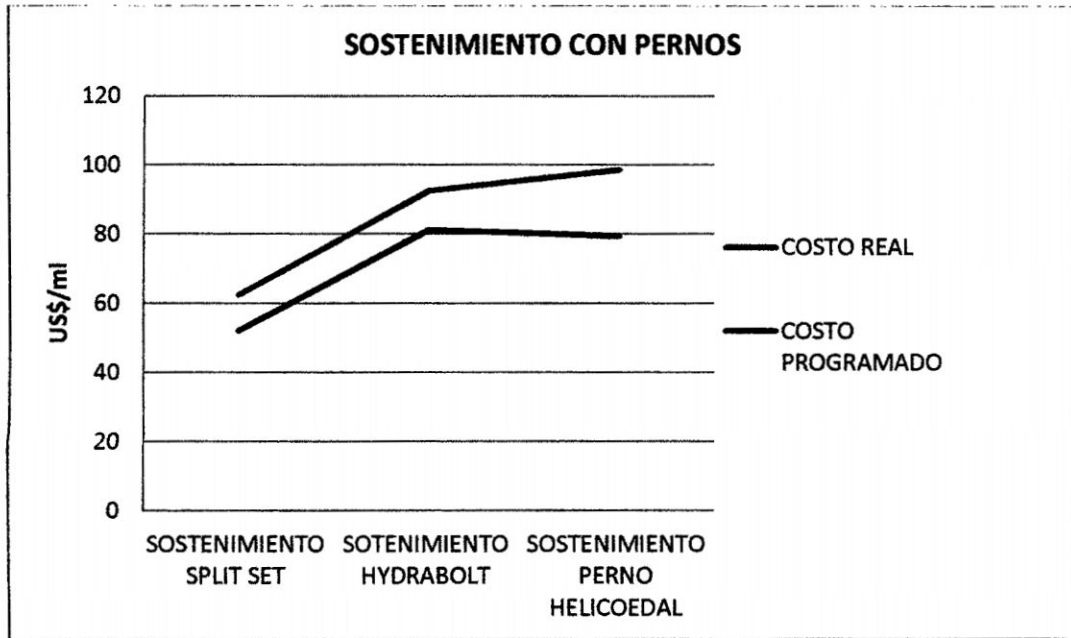


Tabla 7.9. Se observa costo real y costo programado por metro lineal de sostenimiento

SOSTENIMIENTO CON PERNOS			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO REAL	COSTO PROGRAMADO
SOSTENIMIENTO SPLIT SET	US\$/ml	62.34	52.08
SOSTENIMIENTO HYDRABOLT	US\$/ml	92.49	81.18
SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDAL	US\$/ml	98.74	79.48

Figura 7.3. Variación costos de perno por metro sostenido



C) Sostenimiento con Split set resulta ser más económico obteniéndose 12.86 US\$/Perno y sostenimiento con hydrabolt 20.88 US\$/Perno.

No se cumplen los avances programados del mes: El avance real sostenimiento con cuadro de madera resultando 96% de cumplimiento

Se cumplen los avances programados del mes: El avance real con Split set 175% y hydraboly 150%

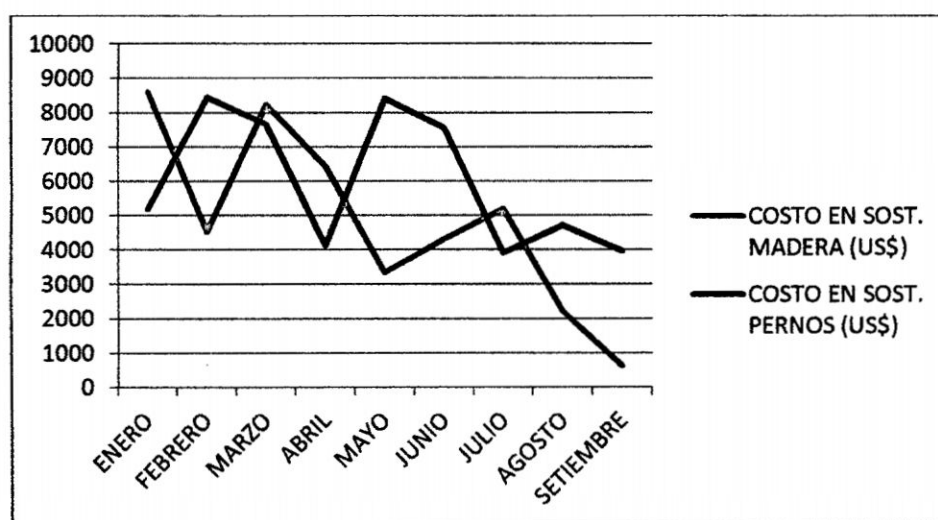
d) Reducción de consumo de madera

Tabla 7.10. Se reduce el consumo madera en labores de desarrollo, preparación y explotación.

AÑO 2013	COSTO EN SOST. MADERA (US\$)	COSTO EN SOST. PERNOS (US\$)

ENERO	8586.82	5179.83
FEBRERO	4534.52	8444.47
MARZO	8242.39	7664.15
ABRIL	6444.56	4131.38
MAYO	3337.11	8412.80
JUNIO	4326.53	7554.10
JULIO	5197.38	3917.55
AGOSTO	2212.91	4717.59
SEPTIEMBRE	619.50	3976.47

Figura 7.4 Se reduce los costos en consumo de madera en el año 2013



CONCLUSIONES

1. Incremento de costos en perforación, voladura, limpieza y extracción al tener que perforar una mayor sección para la instalación de cuadros de madera en 303.68 US\$/m. Se reduce con la instalación de Split set de 6 pies y malla resultando 250.17 US\$/m y varía en 18% el costo.
2. A través de cambio del tipo de sostenimiento en labores de desarrollo, preparación y explotación, se logró la reducción de costo unitario de perno helicoedal de 5 pies en 15.6 US\$/Und, Split set de 6 pies en 12.82 US\$/Und y Hydrabolt de 5 pies en 14.94 US\$/Und.
3. El costo por metro de sostenimiento con cuadros de madera en labores de desarrollo resulta 116.57 US\$/ml y Split set 62.34 US\$/ml con variación de 47%, preparación 119.54 US\$/ml y Split Set 82.45 US\$/ml variación de 31%, explotación 7.38US\$/Tn y Split set a 6.55 US\$/Tn con variación 11%
4. Se reduce el costo unitario de sostenimiento aumentando rendimientos en pernos y mallas: malla electrosoldada (8.22 a 7.9)US\$/m² en 4%, Split set de 6 pies y mallas (17.41 a 14.92)US\$/m² en 14%, hydrabolt de 7 pies y malla (25.11 a 23.15)US\$/m² en 8%.
5. El costo unitario en sostenimiento con cuadros de madera resulta ser 143.45 US\$/Cuadro, Split set de 6 pies 12.86 US\$/Perno y Hydrabolt de 6 pies 20.88 US\$/Perno.

6. El sostenimiento con cuadros de madera no se cumple el programa del mes, resultando avance real 96% de cumplimiento. Mientras con Split 175% y Hydrabolt 150% de cumplimiento del avance real.

RECOMENDACIÓN

1. Reducir el sostenimiento con madera para minimizar costos en perforación, voladura, limpieza y extracción, utilizando pernos, mallas y cimbras metálicas en labore de avance.
2. Utilizar Split set y malla electrosodada en labores de preparación. El uso de este perno son para labores temporales fácil de instalación y el más económico de los pernos helicoedales y hydrabolt
3. Mejorar el rendimiento de metro sostenido con pernos helicoedales, split set, Hydrabolt y malla electrosoldada. Y para mayor rendimiento marcar previamente la malla de sostenimiento en la instalación con pernos.
4. Se puede reducir más el costo unitario de sostenimiento con pernos y mallas incrementando el rendimiento en la instalación de pernos y mallas en la explotación. Sin embargo esto se puede optimizar reduciendo los tiempos muertos de perforación.
5. Minimizar el consumo de madera para reducir el deterioro del medio ambiente en el interior de la mina. Fortalecer las capacitaciones charlas y cursos sobre sostenimiento con pernos para reducir el consumo de sostenimiento con madera.
6. Cumplir con el avance programada del mes, realizando sostenimiento con pernos en labores de desarrollo y preparación.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CIA Minera Casapalca S.A. Documentos Internos de la Empresa. Casapalca 2013 y 2014.
- 2 PROCIMIN S.A.C. 2014 Informes Administrativos.
- 3 Curso de Seguridad y Salud Ocupacional de acuerdo al DS N°055-2012-EM-ANEXO 14B. Casapalca, Octubre 2013
- 4 Tomás Clemente Ygnacio y José Clemente Lazo. Análisis de Costos de Operación en Minería Subterránea y Evaluación de Proyectos Mineros, Huancayo - 2009.
- 5 HOEK AND BROWN, Excavaciones subterráneas en roca. Editorial McGraw Hill. New York 1990.
- 6 Estándares de Labores Horizontales- Unidad Minera Americana (zona vetas): Departamento, Planeamiento y Proyectos año 2013
- 7 Universidad Nacional de Ingeniería: Metodología de costos de Operación en Minería - Lima marzo de 1998.
- 8 Tesis. Biblioteca Central UNSCH – Referencia
- 9 ACEROS AREQUIPA, Aplicación de pernos Helicoidales en minería subterránea. Catálogo. Lima 2014.
- 10 Robles Espinoza, Nerio H. (1994). Excavación y Sostenimiento de Túneles en Roca. CONCYTEC, Lima – Perú.
- 11 Ros Esteban, Antonio (2005). Bulones Split Sets. Tipos de Anclajes (Pag. 255– 261).
- 12 New Concept Mining. Hydrabolt. [en línea] URL<WWW.ncm.co.za> Consulta, 20 de Mayo. 2014.

ANEXO

Anexo N° 03 Cálculo de costos unitarios sostenimiento

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA								
Labor	Gal.410, Nv 15					Rendimiento Cuadro: 1 Cuadr o		
Sección	3.4m x 3.3m					Avance de Sost.: 1.2 m		
Tipo de Roca	Suave							
tipo de cambio	2.786							
DESCRIPCIÓN	INCID	UND	CANTID	P.U	UND	P. PARCIA L US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/m 2
1. MANO DE OBRA								
Maestro Enmaderador	1.00	h-h	4.00	1.66	\$/hr	6.65	6.65	
Ayudante Enmaderador	1.00	h-h	4.00	1.50	\$/hr	5.98	5.98	
Peón	1.00	h-h	4.00	1.40	\$/hr	5.61	5.61	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.71	
Alimentación						15.41	15.41	
Leyes Sociales	104.92%					19.88	19.88	
Total Mano de Obra								54.25
4. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies		Pza	2	0.12	\$/gdia	0.24	0.24	
Barretillas 6 pies		Pza	2	0.24	\$/gdia	0.48	0.48	
Barretillas Aluminio 8'		Pza	2	0.35	\$/gdia	0.7	0.70	
Comba de 6Lb		Pza	2	0.04	\$/gdia	0.08	0.08	
Llave Stilson 14''		Pza	1	0.03	\$/gdia	0.03	0.03	
Lampa		Pza	2	0.18	\$/gdia	0.36	0.36	
Pico de acero		Pza	1	0.10	\$/gdia	0.10	0.10	
Punta diamante		Pza	2	0.01	\$/gdia	0.02	0.02	
Formón		Pza	1	0.07	\$/gdia	0.07	0.07	
corvina		Pza	1	0.23	\$/gdia	0.23	0.23	
Plomada		Pza	2	0.03	\$/gdia	0.06	0.06	
Azuela		Pza	1	0.16	\$/gdia	0.16	0.16	
clavos		Kg	1	0.20	\$/gdia	0.20	0.20	
Flexometro		Pza	1	0.09	\$/gdia	0.09	0.09	
Pintura para marcar		Pza	1	0.39	\$/gdia	0.39	0.39	

sost.								
Total Herramientas								3.21
5. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Redondos 8'' a 9'' de 4 mts	Pza	3	26.41	\$/redondo	79.23	79.23		
Redondos 4'' 8'	Pza	1.00	3.96	\$/redondo	3.96	3.96		
Total Material de Sost.								83.19
6. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
	h-h	12.33	0.227	\$/hr	2.80	2.80	2.80	
TOTAL COSTO CUADRO US\$/Cuadro								143.45

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CUADRO DE MADERA								
Labor	TAJO 300, Nv14							
Potencia	4.2			Rendimiento	2 Cuadro/gdia			
Tipo de Roca	Suave			Vol. Sost. Con Cuadro	40.32 Tn			
tipo de cambio	2.786							
DESCRIPCIÓN	INCI D.	UND.	CAN TID.	P.U	UND	P. PARCIA L US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/Cu adro
1. MANO DE OBRA								
Enmaderador	1.00	h-h	8.00	1.66	\$/hr	13.30	6.65	
Ayudante Enmaderador	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	5.98	
Peón	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	5.98	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.36	
Alimentación						30.41	15.21	
Leyes Sociales	104.92%					39.80	19.90	
Total Mano de Obra								54.08
2. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies	Pza	2	0.12	\$/gdia	0.24	0.12		
Barretillas 6 pies	Pza	2	0.24	\$/gdia	0.48	0.24		
Barretillas Aluminio 8 pies	Pza	2	0.35	\$/gdia	0.7	0.35		
Barretillas Aluminio 10 pies	Pza	2	0.45	\$/gdia	0.9	0.45		
Lampa	Pza	2	0.1	\$/gdia	0.2	0.10		
Pico	Pza	1	0.1	\$/gdia	0.1	0.05		
Plomada	Pza	1	0.03	\$/gdia	0.03	0.02		

Nivel de Aluminio	Pza	1	0.04	\$/gdia	0.04	0.02		
Azuela 4.5 Lb	Pza	1	0.16	\$/gdia	0.16	0.08		
Formón	Pza	1	0.07	\$/gdia	0.07	0.04		
Corvina	Pza	1	0.67	\$/gdia	0.67	0.34		
Puntas diamante	Pza	2	0.01	\$/gdia	0.02	0.01		
Comba de 6Lb	Pza	2	0.04	\$/gdia	0.08	0.04		
Flexometro	Pza	1	0.09	\$/gdia	0.09	0.05		
Pintura	Pza	1	0.39	\$/gdia	0.39	0.20		
Total Herramientas							2.09	
3. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Redondos 8" x 4mts	Unid	6	26.23	\$/Pza	157.38	78.69		
Redondos 6" x 10'	Unid	2.0	11.07	\$/Pza	22.14	11.07		
Total Material de Sost.							89.76	
4. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
EPP.	h-h	24.3 3	0.233	\$/hr	5.67	2.83	2.83	
TOTAL COSTO CUADRO DE MADERA US\$/Cuadro							148.76	

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO PERNO HELICOEDLA 5 PIES								
Labor	GAL 046, Nv 13		Longitud de Taladro				5 Pies	
Sección	2.4m x 2.4m		Nº de Tal				9 Tal.	
Tipo de Roca	regular		Pies Perf.				45 pp	
tipo de cambio	2.786		Rendimiento Perno				9 Perno	
Avance de Sost.	1.4							
DESCRIPCIÓN	INCI D.	UND.	CANTI D.	P.U	UND.	P. PARCIA L US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/U nd
1. MANO DE OBRA								
Maestro perforista	1.00	h-h	1.15	1.66	\$/hr	1.91	0.21	
Ayudante Perforista	1.00	h-h	1.15	1.50	\$/hr	1.72	0.19	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.08	
Alimentación						3.29	0.37	
Leyes Sociales	104.92%					4.56	0.51	
Total Mano de Obra								1.35
2. ACEROS DE PERFORACION								
Barreno 4 pies		ft	36	0.07	\$/pp	2.42	0.27	

Barreno 6 pies		ft	9	0.09	\$/pp	0.80	0.09	
Broca 36mm		ft	9	0.07	\$/pp	0.62	0.07	
Broca 38mm		ft	36	0.07	\$/pp	2.51	0.28	
Total Aceros de Perforación								0.71
3. ACCESORIOS DE PERFORACION								
Manguera 1''		m	30	0.89	\$/m	26.76	2.97	
Manguera de 1/2''		m	30	0.44	\$/m	13.18	1.46	
Aceite de perforación		gln	0.25	9.25	\$/gln	2.31	0.26	
Total Aceros de Perforación								4.69
4. MÁQUINA PERFORADORA								
Perforadora Jackleg		pp	45	0.13	\$/pp	5.85	0.65	
Total Máquina Perforadora								0.65
5. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies		Pza	2	0.12	\$/gdia	0.24	0.03	
Barretillas 6 pies		Pza	2	0.24	\$/gdia	0.48	0.05	
Barretillas Aluminio 8 pies		Pza	1	0.35	\$/gdia	0.35	0.04	
Comba de 6Lb		Pza	1	0.04	\$/gdia	0.04	0.00	
Llave Stilson 14''		Pza	2	0.03	\$/gdia	0.06	0.01	
Soplete		Pza	1	0.23	\$/gdia	0.23	0.03	
Gas (inst. de Tubería)		Pza	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.06	
Reducciones y Válvulas		Juego	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.06	
Piedra Esmeril		Pza	1	0.01	\$/gdia	0.01	0.00	
Adaptador perno helicoedal		Pza	45	0.03	\$/pp	1.275	0.14	
Flexometro		Pza	1	0.09	\$/gdia	0.09	0.01	
Pintura para marcar sost.		Pza	1	0.39	\$/gdia	0.39	0.04	
Total Herramientas								0.46
6. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Perno Helicoedal 5 pies		Unid	9	6.17	\$/perno	55.53	6.17	
Cemcon		Unid	54.00	0.21	\$/perno	11.34	1.26	
Total Material de Sost.								7.43
7. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
		h-h	2.63	0.246	\$/Gdia	0.65	0.07	0.07
TOTAL COSTO PERNO HELICOEDAL US\$/PERNO								15.37

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO SPLIT SET 5 PIES			
Labor	Gal.950, Nv 13	Longitud de Taladro	5 Pies
sección	2.4m x	Nº de Tal	13 Tal.

Tipo de Roca	2.4m	Regular	Pies Perf.	65 pp				
tipo de cambio	2.786		Rendimiento Perno	13 Perno				
Avance de Sost.	2.1							
DESCRIPCIÓN	INCID.	UND.	CANTID.	P.U	UND	P. PARCIAL US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/Und
1. MANO DE OBRA								
Maestro perforista	1.00	h-h	1.11	1.66	\$/hr	1.84	0.14	
Ayudante Perforista	1.00	h-h	1.11	1.50	\$/hr	1.66	0.13	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.05	
Alimentación						3.18	0.24	
Leyes Sociales	104.92%					4.42	0.34	
Total Mano de Obra								0.91
2. ACEROS DE PERFORACION								
Barreno 4 pies		ft	52	0.07	\$/pp	3.50	0.27	
Barreno 6 pies		ft	13	0.09	\$/pp	1.16	0.09	
Broca 36mm		ft	13	0.07	\$/pp	0.89	0.07	
Broca 38mm		ft	52	0.07	\$/pp	3.63	0.28	
Total Aceros de perforación								0.71
3. ACCESORIOS DE PERFORACION								
Manguera 1''		m	30	0.89	\$/m	26.76	2.06	
Manguera de 1/2''		m	30	0.44	\$/m	13.18	1.01	
Aceite de perforación		gln	0.25	9.25	\$/gln	2.31	0.18	
Total Aceros de Perforación								3.25
4. MÁQUINA PERFORADORA								
Perforadora Jackleg		pp	65	0.13	\$/pp	8.45	0.65	
Total Máquina Perforadora								0.65
5. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies		Pza	2	0.12	\$/gdia	0.24	0.02	
Barretillas 6 pies		Pza	2	0.24	\$/gdia	0.48	0.04	
Barretillas Aluminio 8 pies		Pza	1	0.35	\$/gdia	0.35	0.03	
Comba de 6Lb		Pza	1	0.04	\$/gdia	0.04	0.00	
Llave Stilson 14''		Pza	1	0.03	\$/gdia	0.03	0.00	
Soplete		Pza	1	0.23	\$/gdia	0.23	0.02	
Gas (inst. de Tubería)		Pza	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.04	
Reducciones y Válvulas		Juego	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.04	

Piedra Esmeril		Pza	1	0.01	\$/gdia	0.01	0.00	
Adaptador de Split Set		Pza	1	0.01	\$/gdia	0.01	0.00	
Flexometro		Pza	1	0.09	\$/gdia	0.09	0.01	
Pintura para marcar sost.		Pza	1	0.39	\$/gdia	0.39	0.03	
Total Herramientas								0.22
6. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Split Set de 5 pies		Unid	13	4.28	\$/perno	55.6 4	4.28	
Total Material de Sost.								4.28
7.IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
EPP.		h-h	2.55	0.263	.	0.67	0.05	0.05
TOTAL COSTO SPLIT SET US\$/PERNO								10.0 7

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO SPLIT SET 6 PIES + MALLA ELECTROSOLDADA								
Labor:	TAJO 300, Nv14		Longitud de Taladro				6 Pies	
Potencia:	4.5		Nº de Tal				33 Tal.	
Tipo de Roca:	Suave		Pies Perf.				198 pp	
tipo de cambio:	2.786		Rendimiento Perno				33 Perno	
vol. Sostenido perno+M:	95.26 Tn		Rendimiento Malla				35.70 m2	
DESCRIPCIÓN	INCID.	UND.	CANTID.	P.U	UND	P. PARCI AL US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/ m2
1. MANO DE OBRA								
Maestro perforista	1.00	h-h	8.00	1.66	\$/hr	13.30	0.37	
Ayudante Perforista	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	0.34	
Ayudante	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	0.34	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.02	
Alimentación						30.41	0.85	
Leyes Sociales	104.92%					39.80	1.11	
Total Mano de Obra								3.03
2. ACEROS DE PERFORACION								
Barreno 4 pies		ft	132	0.07	\$/pp	8.89	0.25	
Barreno 6 pies		ft	66	0.09	\$/pp	5.89	0.17	

Broca 36mm		ft	66	0.07	\$/pp	4.53	0.13	
Broca 38mm		ft	132	0.07	\$/pp	9.21	0.26	
Total Aceros de perforación								0.80
3. ACCESORIOS DE PERFORACION								
Manguera 1''		m	30	0.89	\$/m	26.76	0.75	
Manguera de 1/2''		m	30	0.44	\$/m	13.18	0.37	
Aceite de perforación		gln	0.25	9.25	\$/gln	2.31	0.06	
Total Aceros de Perforación								1.18
4. MÁQUINA PERFORADORA								
Perforadora Jackleg		pp	198	0.13	\$/pp	25.74	0.72	
Total Máquina Perforadora								0.72
5. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies		Pza	2	0.12	\$/gdia	0.24	0.01	
Barretillas 6 pies		Pza	2	0.24	\$/gdia	0.48	0.01	
Barretillas Aluminio 8 pies		Pza	1	0.35	\$/gdia	0.35	0.01	
Comba de 6Lb		Pza	1	0.04	\$/gdia	0.04	0.00	
Llave Stilson 14''		Pza	1	0.03	\$/gdia	0.03	0.00	
Soplete		Pza	1	0.23	\$/gdia	0.23	0.01	
Gas (inst. de Tubería)		Pza	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.01	
Reducciones y Válvulas		Juego	1	0.50	\$/gdia	0.50	0.01	
Piedra Esmeril		Pza	1	0.01	\$/gdia	0.01	0.00	
Adaptador de Split Set		Pza	1	0.01	\$/gdia	0.01	0.00	
Flexometro		Pza	1	0.09	\$/gdia	0.09	0.00	
Pintura para marcar sost.		Pza	1	0.39	\$/gdia	0.39	0.01	
Total Herramientas								0.08
6. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Split Set de 6 pies		Unid	33	4.93	\$/per no	162.69	4.93	
Malla electro soldada de 3''x3''		m2	35.70	4.85	\$/m2	173.15	4.85	
Total Material de Sost.								9.78
7.IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
		h-h	24.33	0.263	.	6.40	0.18	0.18
TOTAL COSTO SPLIT SET + MALLA US\$/m2								15.77

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO HYDRABOLT 7 PIES + MALLA ELECTROSOLDADA			
Labor	Tajo 200, Nv 14	Longitud de Taladro	7 Pies

sección	3.0m x 3.0m	Nº de Tal	39 Tal.					
Tipo de Roca	Suave	Pies Perf.	273 pp					
tipo de cambio	2.786	Rendimiento Perno	39 Perno					
VOL de Sost.	144.14 TN	Rendimiento Malla	40.80 m2					
DESCRIPCIÓN	INCID.	UND.	CANTI D.	P.U	UND	P. PARCIAL US\$	SUB. TOT US\$	TOTAL US\$/m 2
1. MANO DE OBRA								
Maestro perforista	1.00	h-h	8.00	1.66	\$/hr	13.30	0.33	
Ayudante Perforista	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	0.29	
Ayudante	1.00	h-h	8.00	1.50	\$/hr	11.96	0.29	
Capataz	1.00	h-h	0.33	2.16	\$/hr	0.71	0.02	
Alimentación						30.41	0.75	
Leyes Sociales	104.92%					39.80	0.98	
Total Mano de Obra								2.65
2. ACEROS DE PERFORACION								
Barreno 4 pies		ft	156	0.07	\$/pp	10.50	0.26	
Barreno 6 pies		ft	78	0.09	\$/pp	6.96	0.17	
Barreno 8 pies		ft	39	0.11	\$/pp	4.29	0.11	
Broca 36mm		ft	117	0.07	\$/pp	8.02	0.20	
Broca 38mm		ft	156	0.07	\$/pp	10.89	0.27	
Total Aceros de perforación								1.00
3. ACCESORIOS DE PERFORACION								
Manguera 1''		m	30	0.89	\$/m	26.76	0.66	
Manguera de 1/2''		m	30	0.44	\$/m	13.18	0.32	
Aceite de perforación		gln	0.25	9.25	\$/gln	2.31	0.06	
Total Aceros de Perforación								1.04
4. MÁQUINA PERFORADORA								
Perforadora Jackleg		pp	273	0.13	\$/pp	35.49	0.87	
Total Máquina Perforadora								0.87
5. HERRAMIENTAS								
Barretillas 4 pies		Pza	2	0.12		0.24	0.01	
Barretillas 6 pies		Pza	2	0.24		0.48	0.01	
Barretillas Aluminio 8 pies		Pza	2	0.35		0.7	0.02	
Comba de 6Lb		Pza	1	0.04		0.04	0.00	
Llave Stilson 14''		Pza	1	0.03		0.03	0.00	
Soplete		Pza	1	0.23		0.23	0.01	

Gas (inst. de Tubería)		Pza	1	0.50		0.50	0.01	
Reducciones y Válvulas		Juego	1	0.50		0.50	0.01	
Piedra Esmeril		Pza	1	0.01		0.01	0.00	
Bomba para hydrabolt		Pza	1	0.05		0.05	0.00	
Flexometro		Pza	1	0.09		0.09	0.00	
Pintura para marcar sost.		Pza	1	0.39		0.39	0.01	
Total Herramientas								0.08
6. MATERIAL DE SOSTENIMIENTO								
Hydrabolt de 6 pies		Unid	39	12.5	\$/per no	487.5	12.50	
Malla electro soldada		m2	40.80	4.85	\$/m2	197.88	4.85	
Total Material de Sost.								17.35
7. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
		h-h	24.33	0.26	.	6.40	0.16	0.16
TOTAL COSTO hydrabolt+ MALLA US\$/m2								23.14

Anexo N° 04 Capacitaciones de sostenimiento



Foto N° 01 Inducción de 5 min por parte de la supervisión

Anexo N° 05 Capacitaciones de la tabla geomecánica GSI.

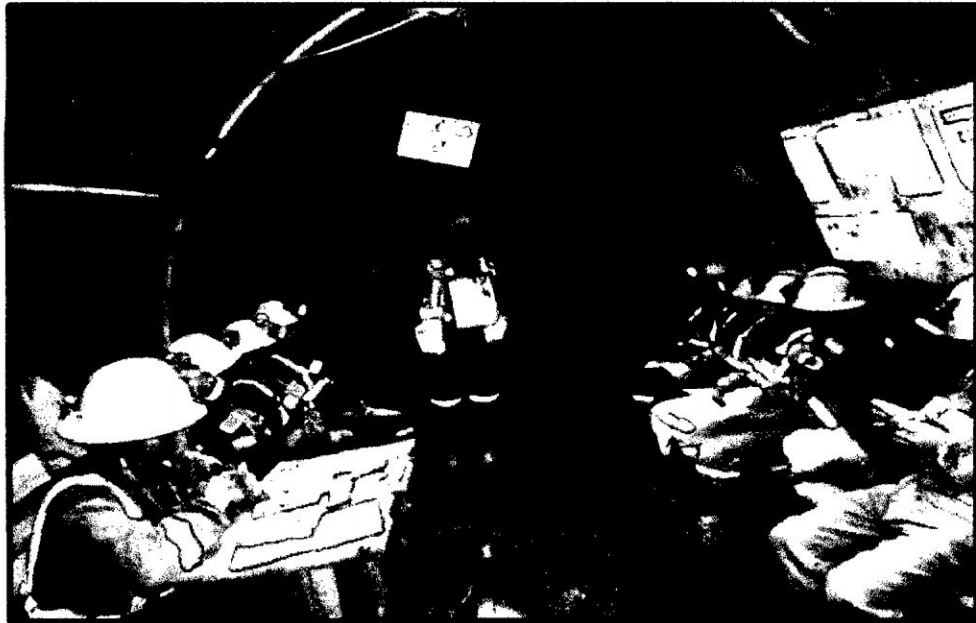


Foto N° 02 Capacitación en el Uso de la Tabla Geomecánica a todo el personal.

Anexo N° 06 Labor de explotación corte y relleno ascendente convencional



Foto N° 03 Tajo 003 del nivel 14 Corte y Relleno Ascendente Convencional
Anexo N° 07 Limpieza con scoop eléctrico en el crucero 477 del nivel 15



Foto N° 05 Scoop eléctrico de 1.5 yd3