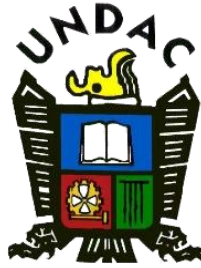


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



TESIS

**Caracterización geomecánica para evaluar el sostenimiento
subterráneo de la mina Huantajalla U.P. Uchucchacua
Compañía Minera Buenaventura S.A.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Marco Antonio LUCAS SALAZAR

Asesor: Ing. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



TESIS

**Caracterización geomecánica para evaluar el sostenimiento
subterráneo de la mina Huantajalla U.P. Uchucchacua
Compañía Minera Buenaventura S.A.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Alfonso UGARTE GUILLERMO

PRESIDENTE

Ing. Julio SANTIAGO RIVERA

MIEMBRO

Ing. Rosas FLORES MEJORADA

MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado
a mi familia por haber sido mi apoyo
a lo largo de toda mi carrera universitaria
y a lo largo de mi vida.

RESUMEN

A lo largo de nuestra historia la Minería es una actividad económica muy importante en muchos aspectos de nuestra vida social, tanto político, cultural y religioso, es así que el sector minero debe enfrentar constantes variaciones en los precios de sus principales productos como son los metales. Esta situación ha tenido como efectos reiterados anuncios sobre disminución en los niveles de producción de Metales básicos, con los consiguientes efectos negativos en los ingresos, rentabilidad de las empresas y estabilidad de los trabajadores.

El sector minero es un negocio de costos y de precios de los metales, por lo que es necesario desarrollar un plan estratégico, orientado a optimizar las operaciones elevando la producción y productividad con el propósito de identificar estrategias que conduzcan a un crecimiento sostenido en todo el sector.

Como parte de lo citado la Cía. Minera Buenaventura S.A.A. – UP. Uchucchacua, en todas sus minas, viene aplicando de métodos de explotación selectivos, mediante procesos de evaluaciones geotécnicas para adecuar el planeamiento y diseño de Explotación.

Con el objetivo de conocer los diferentes parámetros geomecánicos del macizo rocoso, y por ende la estabilidad de las excavaciones asociados al minado subterráneo, estableciendo un adecuado de sostenimiento que permita controlar todo el proceso de explotación de la mina en coordinación con el Departamento de Mina y el Departamento de Geomecánica, se efectuó la presente investigación.

El presente proyecto del yacimiento de Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura SAA., donde se describe los trabajos realizados en la toma de datos de campo, toma de muestras y ensayos en los equipos de laboratorio interno de la unidad y externos en laboratorios de universidades y análisis geotécnico para la obtención de los parámetros y características geotécnicos de los componentes de las labores de exploración, desarrollo, preparación hasta la explotación de la misma, como parte del plan de minado en su conjunto.

Donde se detalla el estudio geomecánico de la Mina Huantajalla, objeto del presente proyecto.

Una vez obtenida la información, se procedió a agrupar y clasificar los datos para obtener valores representativos para los diferentes tipos litológicos de la Unidad de producción Huantajalla. Para la descripción de la calidad del macizo rocoso se usó el sistema de clasificación geomecánica RMR de Bieniawski.

Palabras claves: Geomecánica, caracterización, sostenimiento.

SUMMARY

Throughout our history, mining is a very important economic activity in many aspects of our social life, both political, cultural and religious, that is how the mining sector must face constant variations in the prices of its main products such as metals. This situation has had repeated effects on announcements of a decrease in the production levels of Basic Metals, with the consequent negative effects on income, profitability of companies and stability of workers.

The mining sector is a business of costs and prices of metals, so it is necessary to develop a strategic plan, aimed at optimizing operations by raising production and productivity in order to identify strategies that lead to sustained growth throughout the sector.

As part of the above, Cia. Minera Buenaventura S.A.A. - UP. Uchucchacua, in all its mines, has been applying selective exploitation methods, through geotechnical evaluation processes to adapt the planning and design of the exploitation.

With the objective of knowing the different geomechanical parameters of the rock mass, and therefore the stability of the excavations associated with underground mining, establishing an adequate support that allows to control the entire process of exploitation of the mine in coordination with the Department of Mina and the Department of Geomechanics, the present investigation was carried out.

The present project of the Uchucchacua deposit of the Company of Minas Buenaventura SAA., Which describes the work done in the field of data collection, sampling and testing in the unit's internal and external laboratory

equipment in university laboratories and geotechnical analysis to obtain the parameters and geotechnical characteristics of the components of exploration, development, preparation until its exploitation, as part of the mining plan as a whole.

Where the geomechanical study of the Huantajalla Mine is detailed, object of the present project.

Once the information was obtained, the data were grouped and classified to obtain representative values for the different lithological types of the Huantajalla Production Unit. The RMR geometric classification system of Bieniawski was used to describe the quality of the rock mass

Keywords: Geomechanics, characterization, support.

INTRODUCCION

La Unidad de Producción Uchucchacua - Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., la cual está conformada por diferentes minas de las cuales una de ellas es la Mina Huantajalla, objeto del presente trabajo de investigación. La UP. Uchucchacua, tiene un mineral económico de cabeza con contenidos de plata, plomo y zinc, los cuales son explotados usando el sistema de corte y relleno ascendente con relleno detrítico e hidráulico. Este mineral es procesado en la planta concentradora, obteniéndose concentrados de Plomo-Plata y Zinc-Plata.

Para reducir los costos de explotación es necesario plantear un nuevo sistema de sostenimiento de acuerdo a las características del macizo rocoso y garantizar la explotación del yacimiento mineral en condiciones seguras y cumplir los objetivos planteados.

El presente trabajo contiene el estudio geotécnico - geomecánico, efectuado para la evaluación del macizo rocoso, que nos permitirá evaluar y efectuar el sostenimiento de la mina Huantajalla, de la Compañía Minera Buenaventura – UEA. Uchucchacua.

El sostenimiento en minería subterránea es importante, ya que por la naturaleza de los trabajos de extracción se desarrollan espacios vacíos inestables producto de la rotura de la roca o mineral extraído; por lo tanto para lograr que se mantenga nuevamente estable la zona y en condiciones de trabajarla, se debe redistribuir sus fuerzas, para ello es necesario apoyar inmediatamente con el refuerzo o el sostenimiento adecuado, considerando el tipo de rocas, de acuerdo a la evaluación Geomecánica.

En masas rocosas masivas o levemente fracturadas con excavaciones bien perfiladas, habrá una mínima necesidad de sostenimiento. En masas rocosas fracturadas o estratificadas con excavaciones bien perfiladas, habrá un incremento en la necesidad de sostenimiento. En masas rocosas intensamente fracturadas y débiles o en zonas de falla o de corte, definitivamente habrá necesidad de planear cuidadosamente el sostenimiento. En condiciones de altos esfuerzos, los cuales inducen fallas en la masa rocosa de las excavaciones, será esencial plantear estrategias especiales de sostenimiento.

Dependiendo de la Caracterización de la Roca y condiciones en el proceso de minado, la masa rocosa puede variar de una mina a otra, tal es el caso de la Mina Huantajalla, de la Compañía Minera Buenaventura – UEA. Uchucchacua. Con el paso del tiempo con el proceso de producción y desarrollo de la Mina, se presentan diferentes problemas de inestabilidad del macizo rocoso. Por lo que es necesario el conocimiento de los atributos Geomecánicos del macizo rocoso y su interacción con las operaciones mineras de la mina Huantajalla, de esta manera se tendrá mayor capacidad para identificar los peligros potenciales que podrían ocasionar accidentes por desprendimiento de rocas a su vez, permitirá tomar decisiones adecuadas sobre los parámetros geomecánicos para efectuar el sostenimiento, el planeamiento y diseño del minado subterráneo, lo cual garantizara la estabilidad de las operaciones mineras, a fin de brindar seguridad al personal y equipos que operan en la zona Huantajalla.

INDICE

DEDICATORIA	
RESUMEN	
SUMMARY	
INTRODUCCION	
INDICE	
CAPITULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1 Identificación y determinación del problema.....	1
1.2 Delimitación de la investigacion.....	1
1.3 Formulación del problema	2
1.3.1 Problema general.....	2
1.3.2 Problemas específicos	2
1.4 Formulación de Objetivos	2
1.4.1 Objetivos generales	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Justificación de la investigacion.....	3
1.6 Limitaciones de la investigacion	4
CAPITULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1 Antecedentes de estudio	5
2.2 Bases Teóricas – Científicas:.....	6
2.3 Definición de términos básicos:	9
2.4 Formulación de hipótesis.....	12
2.4.1 Hipótesis general	12
2.4.2 Hipótesis específicos.....	12
2.5 Identificación de variables	13

2.6	Definición operacional de variables e indicadores.....	13
2.6.1	Variable independiente:	13
2.6.2	Variable dependiente:	13
CAPITULO III.....		14
METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		14
3.1	Tipo de investigación.....	14
3.2	Métodos de investigación	14
3.3	Diseño de la investigación.....	15
3.4	Población muestra	16
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5.1	Técnicas:	16
3.5.2	Instrumentos:	16
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	17
3.7	Tratamiento estadístico de datos	17
3.8	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .	18
3.9	Orientación ética	18
CAPITULO IV		19
RESULTADOS Y DISCUCION.....		19
4.1	Descripción de Trabajo en Campo.....	19
4.1.1	Ubicación.....	19
4.1.2	Accesibilidad	19
4.1.3	Características Geográficas	20
4.1.4	Reseña histórica:	21
4.1.5	Geología	22
4.1.6	Geología regional:.....	23
4.1.7	Estratigrafía regional:	24
4.1.8	Geología estructural:	29
4.1.9	Geología de los Depósitos Minerales:	33

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	34
Para ello se consideró:.....	34
4.2.1 Labores permanentes	34
4.2.2 Labores temporales	35
4.2.3 Sostenimiento activo o de refuerzo	36
4.2.4 Sostenimiento activo o de refuerzo	44
4.3 Prueba de hipótesis	69
4.4 Discusión de resultados:	71
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXO	

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Plano de Ubicación y Accesibilidad Cia. De Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.....</i>	20
<i>Ilustración 2. Plano Geología Regional - Cia. De Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.....</i>	23
<i>Ilustración 3. Columna Estratigráfica Regional - Cia. de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.....</i>	28
<i>Ilustración 4. Diagrama estereográfico de contornos del composito sector Huantajalla.....</i>	30
<i>Ilustración 5. Plano Geología Estructural - Cia. de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.</i>	32
<i>Ilustración 6. Tabla: Datos técnicos Split set.....</i>	37
<i>Ilustración 7. Perno Helicoidal</i>	40
<i>Ilustración 8. Se observa una labor en interior mina sostenida con pernos cementados.....</i>	41
<i>Ilustración 9. Instalación de un perno de sostenimiento con inyección de cemento.....</i>	43
<i>Ilustración 10. Paquete de madera doble utilizado en mina Uchucchacua.</i>	46
<i>Ilustración 11. Datos técnicos Woodpack.....</i>	47

Ilustración 12. Gata Mecánica	49
Ilustración 13. Instalación de las gatas mecánicas en cuadros.....	50
Ilustración 14. Instalación de las gatas mecánicas en cuadros.....	50
Ilustración 15. Datos técnicos de cimbras o cerchas.....	53
Ilustración 16. Instalación de las cimbras.....	54
Ilustración 17. Sostenimiento con la malla electrosoldada en zonas fracturadas y húmedas.....	55
Ilustración 18. Malla electrosoldada (traslape).....	55
Ilustración 19. Correcta instalación de las Mallas.....	57
Ilustración 20. Sostenimiento de bloques con Shotcrete.....	58
Ilustración 21. Tabla Geomecánica.....	65
Ilustración 22. Diseño de sostenimiento para labores permanente.....	66
Ilustración 23. Diseño de sostenimiento para labores permanentes.....	67
Ilustración 24. Diseño de sostenimiento para labores permanentes.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fallas principales zona Huantajalla – Casualidad.....	30
Tabla 2. Cuadro de Gradación del Agregado Cantera.....	61
Tabla 3. Dosificación de Shotcrete Vía Húmeda Mina Uchucchacua.....	62
Tabla 4. Factores de Ajuste RMR.....	70
Tabla 5. Propiedades de la resistencia de la masa rocosa.....	71

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Identificación y determinación del problema

El sostenimiento, es una actividad que ha tenido grandes progresos, convirtiéndose en una herramienta tecnológica más en la industria minera en particular y en otras ramas de la ingeniería en general.

Para su aplicación efectiva al minado subterráneo, a donde se dirige la presente investigación, las actividades geomecánicas que se realizan en una mina deben ser conducidas en un medio ambiente organizacional que permita la integración de conceptos, información y actividad analítica de parte de todo el personal involucrado con la explotación de la mina.

Basado en la experiencia del autor de esta tesis, a través de numerosos estudios e investigaciones realizadas en minas del país y del extranjero, y basado también en la revisión de la bibliografía especializada, se ha tratado aquí de sistematizar la metodología de la aplicación de la geomecánica al minado subterráneo, para luego llevar esta metodología al caso de la Mina Huantajalla, buscando alternativas de solución a los problemas geomecánicos encontrados en esta mina.

1.2 Delimitación de la investigación

Se espera que esta tesis pueda servir de guía a los ingenieros dedicados a esta rama de la ingeniería y también a los estudiantes de ingeniería de minas y áreas afines, en la aplicación de la geomecánica al minado subterráneo, de tal manera que esta herramienta tecnológica se constituya en un apoyo efectivo al diseño, planeamiento y operación de

minas, contribuyendo a mejorar los estándares de seguridad y eficiencia de las operaciones mineras.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Efectuar la caracterización geomecánica, para determinar el tipo de sostenimiento subterráneo para la estabilidad de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?

1.3.2 Problemas específicos

- a. ¿Determinar la clasificación geomecánica, para optimizar el sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?
- b. ¿Establecer los parámetros geotécnicos para poder controlar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivos generales

Efectuar la caracterización geomecánica, para determinar el tipo de sostenimiento para la estabilidad en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la clasificación geomecánica, para optimizar el sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.
- b. Establecer los parámetros geotécnicos para poder controlar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA OMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

1.5 Justificación de la investigación

En las empresas mineras, es de prioridad efectuar la caracterización geomecánica de todas las labores subterráneas, mediante el cual se realiza el control, el análisis y la guía que determina el proceso de producción de la mina, garantizando una adecuada evaluación para efectuar el sostenimiento correspondiente que ayudara alcanzar las metas de la mina Huantajalla.

Además, contando con la caracterización geotécnica, tendremos datos precisos para efectuar un control del macizo rocoso, que permitirá mejorar el factor de seguridad y el sostenimiento en todas las labores de desarrollo y producción de la MINA DE HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA.

Estos aspectos justifican la realización del presente trabajo de investigación.

1.6 Limitaciones de la investigación

En todo proceso se tiene diferentes limitaciones como son los costos, el apoyo técnico calificado por la prioridad con las responsabilidades consignadas a la empresa, los que se pudo superar con las coordinaciones que se efectuaron con la gerencia de la empresa, la cual nos brindó todo el apoyo posible para realizar el presente trabajo de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de estudio

Trabajos de Investigación realizados:

- SOSTENIMIENTO MECANIZADO EN LABORES MINERAS, EN LA COMPAÑÍA DE MINAS VOLCAN S.A.A – UNIDAD DE PRODUCCION ANDAYCHAGUA, TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER: JUAN CARLOS ESPINOZA BUSTILLOS. PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS - HUANCAYO – 2011

Es importante que todo el personal del área de geomecánica y seguridad este en la capacidad de reconocer los diferentes tipos de sostenimiento, el porque de su utilización, los procedimientos escritos de trabajo y estar en la capacidad de tomar la decisión cuando se debe hacer cambios y ajustes en el sistema de sostenimiento.

- TESIS GEOMECANICA PARA EL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO DE LAS LABORES MINERAS EN LA CORPORACIÓN MINERA TOMA LA MANO – CORMITOMA S.A. – AÑO 2018, PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO DE MINAS ELABORADO POR: BACH. OSCAR JUNIOR LOARTE TRUJILLO HUARAZ – PERÚ 2018.

El trabajo de investigación tiene como objetivo la aplicación de la geomecánica en el diseño del sostenimiento de labores mineras en la Corporación Minera Toma La Mano – CORMITOMA S.A., realizando una

evaluación geomecánica de la masa rocosa, con la finalidad de garantizar la estabilidad de las labores mineras.

Información Básica

Realizado una revisión de la información en diferentes Empresas Mineras, sobre caracterización Geomecánica y Sostenimiento encontramos que hay información sobre estos temas; pero realizados o aplicados de acuerdo a su realidad; estos trabajos nos servirán de referencia para realizar nuestro estudio, por lo que pude obtener información de trabajos realizados en:

- Compañía minera Buenaventura
- Compañía minera Casapalca
- Compañía minera Volcán S.A.A. (Unidades administrativas)

2.2 Bases Teóricas – Científicas:

Durante el desarrollo de la presente Tesis desarrollaremos una serie de información tanto bibliográfica y de campo, que darán evidencia sobre la presente investigación en cuanto a la aplicación de la geomecánica a la minería.

Condiciones de estabilidad:

Se evaluaron las condiciones de estabilidad del terreno en términos de: dirección preferencial de avance de las excavaciones, abiertos máximos, tiempos de auto sostenimiento, dimensiones de los tajeos y la influencia de las discontinuidades estructurales y de los esfuerzos en las condiciones de

estabilidad. Por otro lado, también se evaluaron las características de hundibilidad de la masa rocosa de la zona Huantajalla.

Método de minado:

Mediante procesos de jerarquización de los diferentes factores que definen las condiciones naturales de la zona Huantajalla, se definió el método o métodos de minado que podrían aplicarse a este yacimiento, para luego estimar los parámetros geomecánicos de los métodos de minado con mayores posibilidades de aplicación.

Caracterización Geomecánica de la masa rocosa:

Se caracterizó la masa rocosa desde el punto de vista litológico y estructural. En la información estructural, se han considerado a las estructuras mayores, fallas y contactos; a las estructuras menores, diaclasas y planos de estratificación. Las características geomecánicas de estas discontinuidades han sido establecidas mediante el mapeo geomecánicos de las labores subterráneas; para ello, se han utilizado las normas de la ISRM (International Society for Rock Mechanics).

El análisis de la distribución de discontinuidades, se realizó procesando los datos de orientación de las discontinuidades con técnicas estereográficas y las características estructurales de los sistemas de discontinuidades se establecieron mediante tratamiento estadístico convencional de la data del mapeo geomecánico.

Clasificación Geomecánica de la masa rocosa:

Se ha clasificado a la masa rocosa del área de estudio mediante la utilización del Sistema RMR (Rock Mass Rating – Valoración de la masa rocosa) de

Bieniawski (1989), también se ha utilizado el índice de caracterización GSI (Geological Strength Index – Índice de Resistencia Geológico) de Hoek et al. (1994 – 2002). Estas clasificaciones se han aplicado usando la data de la caracterización Geomecánica de la masa rocosa.

Zonificación Geomecánica:

Se ha realizado la zonificación de acuerdo a la agrupación espacial de la clasificación geomecánica producto del mapeo geomecánico en los diferentes afloramientos de las excavaciones subterráneas. Mediante esta actividad se han determinado los dominios estructurales (zonas de similar características geomecánicas), los cuales han sido delimitados tomando en cuenta los aspectos litológicos, estructurales y de calidad de la masa rocosa. Esta información, es muy importante para los análisis de diseño.

Propiedades y Comportamiento del macizo rocoso:

Se han evaluado las propiedades mecánicas de la roca intacta, las discontinuidades y la masa rocosa, utilizando para ello procedimientos alternativos, según las normas de la ISRM. Las alternativas para determinar las propiedades mecánicas de la roca fueron: la ejecución de ensayos con el martillo de geólogo (picota) y la ejecución de ensayos de impacto con el martillo Schmidt. Finalmente, la utilización del criterio generalizado de Hoek & Brown (2002-2006) para estimar los parámetros de resistencia de la roca intacta y de la masa rocosa. Para las discontinuidades se ha utilizado el criterio de Barton Bandis. Estas propiedades fueron determinadas para cada tipo de roca determinados dentro del dominio estructural correspondiente.

Otros Factores de Influencia:

Se han evaluado otros factores como el agua subterránea y los esfuerzos, que podrían influir en las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado.

2.3 Definición de términos básicos:

Sostenimiento Minero Subterráneo: En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción pero que a la vez es un proceso esencial para proteger de accidentes a personal y al equipo.

Orientación: Es la posición de la discontinuidad en el espacio y es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un “sistema” o una “familia” de discontinuidades.

Espaciado: Es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. Éste determina el tamaño de los bloques de roca intacta. Cuanto menos espaciado tengan, los bloques serán más pequeños y cuanto más espaciado tengan, los bloques serán más grandes.

Persistencia: Es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea ésta, será menos estable.

Rugosidad: Es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanta menor rugosidad tenga una discontinuidad, la

masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.

Apertura: Es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores ya mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.

Relleno: Son los materiales que se encuentran dentro de la discontinuidad. Cuando los materiales son suaves, la masa rocosa es menos competente y cuando éstos son más duros, ésta es más competente.

Investigaciones Geotécnicas. - Es un programa de investigaciones geotécnicas por medio de perforaciones diamantinas, a fin de obtener parámetros y características hidrogeológicas de los materiales presentes en la zona de estudio.

Matriz rocosa.- Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.

Productividad. - Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

Zonificación geomecánica. - Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar.

Perforación: es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros y están destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.

Estratificación: Es una superficie característica de rocas sedimentarias que separa capas de igual o diferente litología. Estas rocas también pueden estar presentes en rocas que hayan originado por metamorfismo de rocas sedimentarios.

Pliegues: Son estructuras en las cuales los estratos se presentan curvados., son intrusiones de roca ígnea de forma tabular, que se presentan generalmente empinadas o verticales.

Contactos litológicos: Que comúnmente forman, por ejemplo, la caja techo y caja piso de una veta.

Diaclasas: También denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que comúnmente se presentan en la masa rocosa.

Zonas de corte: Son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido fallamiento de la roca.

Fallas: Son fracturas que han tenido desplazamiento. Estas son fracturas menores que representan en áreas locales de la mina o estructuras muy importantes que pueden atravesar toda la mina.

Perfil litológico: Es la parte de la geología que estudia la composición y estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y químicas, estructuras metamórficas, etc. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Perfil geotectónico: Es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción en el subsuelo.

hidrósfera y la biósfera.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Si determináramos las características de la masa rocosa para realizar una clasificación geomecánica, su zonificación, resistencia y determinar el tipo de sostenimiento para la estabilidad en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

2.4.2 Hipótesis específicos

- a. Si determinamos los parámetros geotécnicos de la masa rocosa para realizar una clasificación geomecánica, su zonificación y sostenimiento en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA –U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.
- b. Si evaluamos el comportamiento del macizo rocoso mediante un procedimiento geotécnico para mejorar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

2.5 Identificación de variables

- Variable Independiente:

Caracterización Geomecánica

- Variable Dependiente:

Sostenimiento

- Variable Interviniente

Mina Huantajalla

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

2.6.1 Variable independiente:

- Geología estructural de la masa rocosa.
- Tipo de roca.
- Resistencia de la masa rocosa.
- Índice geológico
- Calidad de roca.

2.6.2 Variable dependiente:

- Plan de perforaciones diamantinas
- Método de explotación
- Objetivos
- Estrategias
- Sistema de sostenimiento
- Labores temporales

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo metodológico aplicado en esta investigación se considera como no experimental según Narváez, Rosa (1997), este tipo de investigación sugiere la formulación de objetivos y/o preguntas de investigación. Cabe destacar que esta investigación corresponde a las investigaciones explicativas, descriptivas, evaluativa, de acción, de diseño y los estudios de campos entre otras. Es por esto que se dice que el presente estudio es de campo, ya que permitirá en forma directa, la observación y recolección de datos.

Descriptivo, según Sabino, Carlos (1999) señala que, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.

3.2 Métodos de investigación

Percepción directa del objeto de investigación con un objetivo consiente:

- Objetividad.
- Validez.
- Confiabilidad.

Para el presente trabajo de investigación, se puso en consideración los siguientes métodos de investigación:

- Método de Observación
- Método inductivo
- Método deductivo
- Método de análisis
- Método de síntesis

Lo cual nos permitió encontrar mayor información y dar solución a problemas a través de ello.

Por lo tanto el tipo de investigación para este trabajo también es Descriptivo, debido a que permite analizar, registrar y describir las actividades ejecutadas en este proceso de caracterización del macizo rocoso.

3.3 Diseño de la investigación

- Transversales.

En este tipo de diseño los individuos son observados únicamente una vez. Sólo puede ser de tipo observacional, porque un estudio experimental implica por lo menos dos mediciones.

- Longitudinales.

En este diseño se realiza más de una medición. Entre las mismas puede intervenir o no el investigador, lo que determinará que el estudio sea observacional o experimental.

Que nos permite tener relación entre las variables.

3.4 Población muestra

La población y muestra está constituida por todas las labores de explotación de MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas:

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación son:

- Entrevistas y Encuestas
- Análisis Documental
- Observación

3.5.2 Instrumentos:

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

- Guía de entrevista
- Cuestionario
- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación
- Técnicas de procesamiento y análisis de datos
- Registro de evaluación
- Análisis y resultados de laboratorio.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Recolección de datos, manuales, copias, planos de ubicación, localización de la zona, planos topográficos, geológica del yacimiento minero.
- Procesos topográficos con Estación Total, Autocad.

3.7 Tratamiento estadístico de datos

Con respecto al tratamiento estadístico de datos, detallo a continuación, al grupo involucrado, así como también materiales utilizados y el financiamiento otorgado por la empresa.

- 01 persona encargada de la investigación.
 - 01 asesor
 - Participación del personal que labora en el lugar que se realiza la investigación, así como funcionarios, Superintendente de Mina, Jefe de Servicios Mina, Jefes de Guardia y demás personas que de una u otra manera laboran en el área de la investigación.
- a. Materiales.
- Fotocopias de documentos, papel de trabajo, mapeador, CDs, computadora, impresora.
- b. Presupuesto y Financiamiento.
- La presente tesis fue autofinanciada, contando con un presupuesto y el apoyo técnico de la COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Todos los datos que requieren ser tabulados y/o graficados se harán mediante en la oficina de geomecánica de la mina. De igual manera se hará uso de calculadoras, computadoras y softwares para el análisis respectivo, hasta la culminación de la misma.

3.9 Orientación ética

Esta investigación está dirigido de manera ética , verídica y veraz para poder tomar como muestra para un estudio de otras minas similares a esta tesis y realizar investigaciones similares.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCION

4.1 Descripción de Trabajo en Campo

4.1.1 Ubicación

LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA, (100% BVN) se ubica en el distrito de Oyón, provincia de Oyón, región Lima, se encuentra ubicado a 180 Km, aproximadamente, al NE de la ciudad de Lima, 10° 36´ 34” Latitud Sur. 76° 59´ 56” Longitud Oeste, entre 4300 a 5000 msnm.

Latitud Sur: 10° 36´ 34

Latitud Oeste: 76° 59´ 56”

4.1.2 Accesibilidad

Hay dos vías de acceso, la principal la constituye en primer término el tramo asfaltado Lima-Huacho, de 152 km y de Huacho-Sayán de 45 km, posteriormente un tramo afirmado de Sayan-Churin de 62 km y Churin Uchucchacua de 63 km; totalizando 322 km.

Otro acceso es el que une Lima-La Oroya-Cerro de Pasco de 320 km asfaltado y Cerro de Pasco-Uchucchacua de 70 km afirmado, totalizando 390 km.

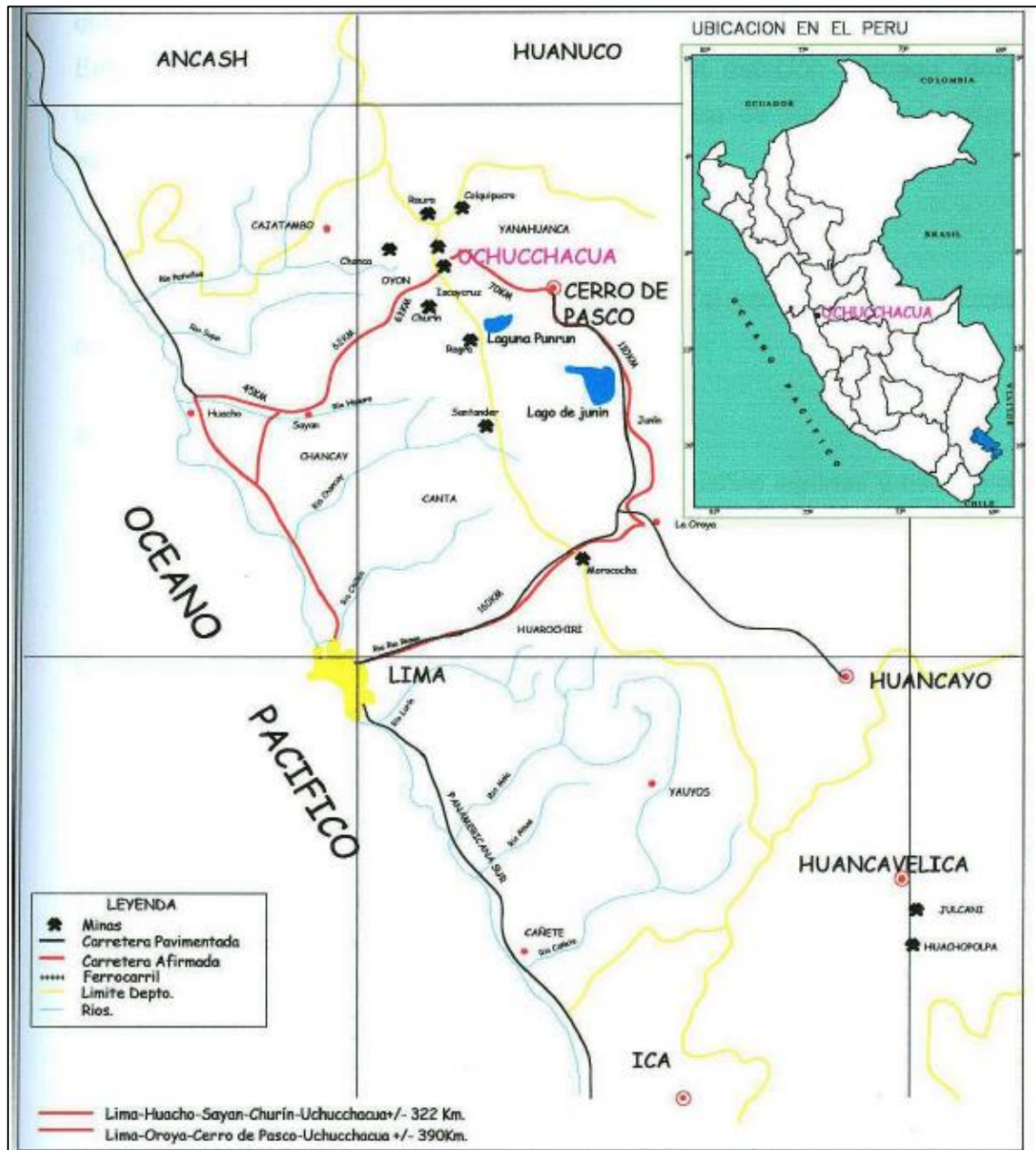


Ilustración 1. Plano de Ubicación y Accesibilidad Cia. De Minas

Buenaventura – UEA. Uchucchacua.

4.1.3 Características Geográficas

- Clima:

El clima es frío y seco entre los meses de Abril a Diciembre, tornándose lluvioso de Enero a Marzo pero con temperaturas moderadas.

- Topografía:

La zona muestra en la parte central del distrito minero de Uchucchacua la divisoria continental de los Andes, angosta y abrupta que llega hasta los 5,200 m.s.n.m., hacia el Oeste de estos lineamientos suceden quebradas en “V” y “U” flanqueadas por altos picos y al Este una porción de la planicie altiplánica interceptada por numerosas quebradas y picos sobre los 4,800 m.s.n.m.

4.1.4 Reseña histórica:

La historia de este interesante grupo comienza con Alberto Benavides Canseco (abogado) y Blanca de la Quintana de Benavides. Ambos de clase media, según entiendo. Fruto de este matrimonio nace, el 21 de Octubre de 1920, Alberto Benavides de la Quintana, el patriarca (fundador) de Minas Buenaventura.

Alberto Benavides de la Quintana realizó sus estudios secundarios en el Colegio de la Inmaculada de Lima en los años 1927 – 1936. En el año 1937 ingresó a la vieja Escuela de Ingenieros del Perú, la que hoy conocemos como “La UNI” (Universidad Nacional de Ingeniería). Terminando sus estudios superiores, postuló y ganó el concurso de becas organizado por Cerro de Pasco Corporación. El joven Alberto, por esos tiempos, siguió estudios de postgrado en la prestigiosa universidad de Harvard (Estados Unidos).

Don Alberto se casó el 8 de septiembre de 1945, con Elsa Ganoza de la Torre. De este matrimonio nacieron 5 hijos: Blanca, Alberto, Mercedes, Roque y Raúl. En la actualidad solo Roque y Raúl se

desempeñan en el grupo minero, los demás se dedican a otros negocios.

El conocimiento adquirido por el señor Benavides de la Quintana, le sirvió para más tarde formar su propia empresa (Compañía de Minas Buenaventura), pero antes de eso trabajó como Asistente de Geología en la empresa Cerro de Pasco Corporación, hasta 1953. En este año dejó el puesto y puso en marcha su proyecto con la explotación de la mina de plata de Julcani.

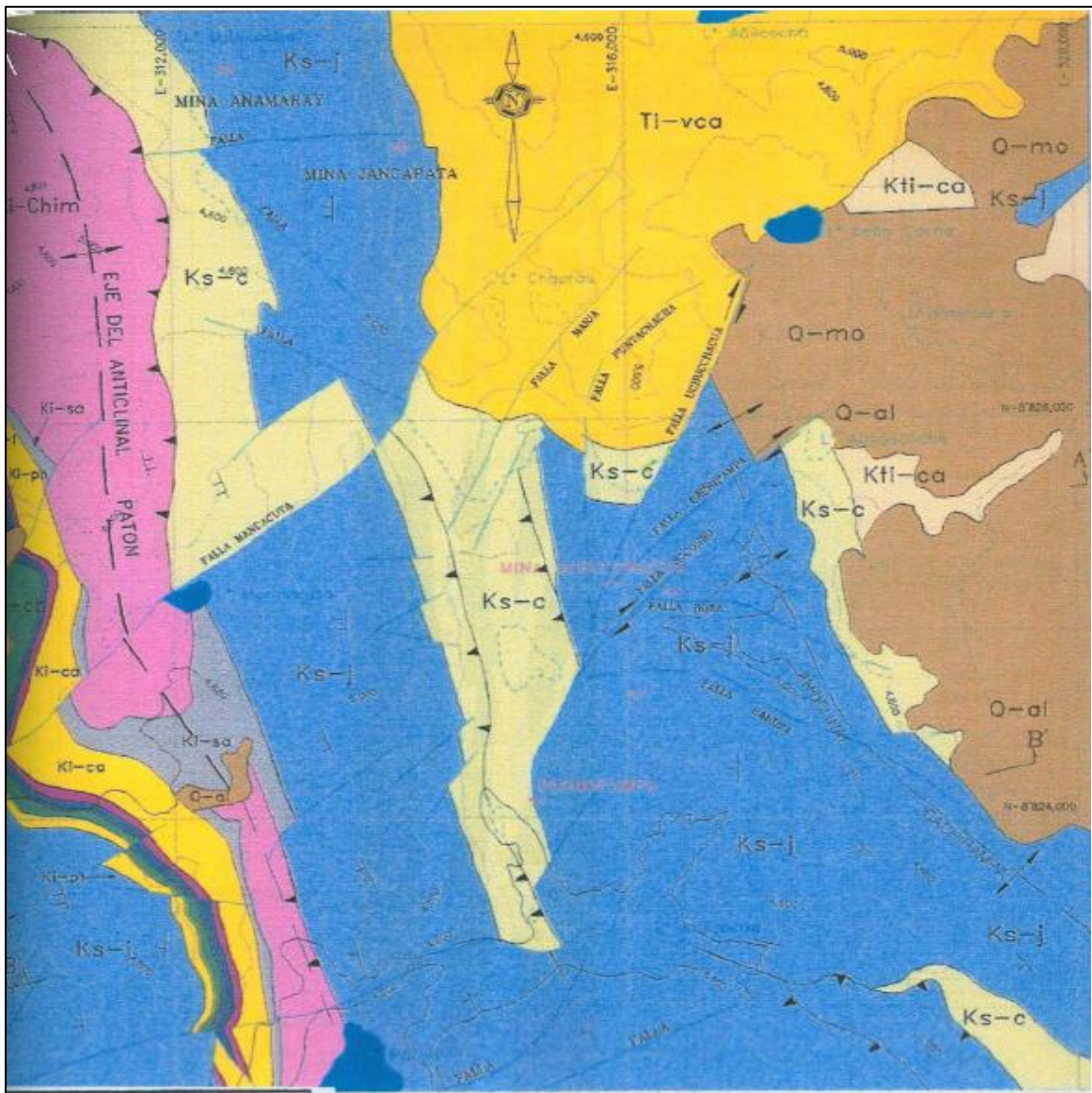
El líder actual del grupo es Roque Benavides Ganoza, quien le debe el nombre a "San Roque". Su padre, Alberto Benavides de la Quintana, fue muy creyente del santo patrón de los mineros de Castrovirreyna (San Roque). El homenaje al santo funcionó, y hoy por hoy, el grupo Buenaventura es el tercero más grande del país.

4.1.5 Geología

Uchucchacua es un depósito hidrotermal exigentico del tipo de relleno de fracturas (vetas), las cuales también fueron canales de circulación y reemplazamiento metasomático de soluciones mineralizantes que finalmente formaron cuerpos de mineral. La presencia de intrusivos ácidos, como pequeños stocks y diques, sugiere la posible existencia de concentraciones u ore bodies del tipo de metasomatismo de contacto, especialmente de zinc.

4.1.6 Geología regional:

Las rocas predominantes en la columna estratigráfica corresponden a las sedimentarias del cretáceo, sobre ellas se tiene a los volcánicos terciarios, e instruyendo a las anteriores se observan dos tipos de intrusivos. Coronando la secuencia figuran depósitos aluviales y morrenicos.



**Ilustración 2. Plano Geología Regional - Cia. De Minas Buenaventura – UEA.
Uchucchacua.**

4.1.7 Estratigrafía regional:

Grupo Goyllarisquizga: Aflora entre la laguna Patón y Chacua, al NW y SE de este centro minero y ocupando algo más del 50 % del área observada; en él se ha diferenciado cinco unidades asignadas al cretáceo inferior.

- Formación Oyón. (Ki-o). Conformado por una intercalación de lutitas gris oscuras, areniscas y capas carbonosas antracíticas muy disturbadas. Se reconoce una potencia de 400 mts. Aflorando al NW Oyón. Se le asigna al valanginiano.
- Formación Chimú. (Ki-Chim) Constituido por cuarcitas blancas con una porción superior de calizas con capas arcillosas y lechos carbonosos. Tiene una potencia de 400 a 600 mts., se le observa a lo largo del eje del anticlinal de Patón. Se le ubica en el alanginiano.
- Formación Santa. (Ki-sa) Está representado por una serie de 120 mts. de calizas, lutitas azul grisáceas, y ocasionales nódulos de chert. Aflora al Oeste y Norte de la laguna Patón; se le considera del valanginiano.
- Formación Carhuaz. (Ki-ca) Es una alternancia de areniscas finas y lutitas marrón amarillento y una capa superior de arenisca de grano fino y color rojo brillante. Su potencia es de 600 mts. y edad valanginiano superior

a barremiano. Aflora en el flanco oeste del anticlinal de Patón.

- Formación Farrat. (Ki-f) Representado por areniscas blancas con estratificaciones cruzadas, 20 a 50 mts. de espesor; aflora al Nor-oeste de la laguna Patón. Pertenece al aptiano.

Grupo Machay:

- Formación Pariahuanca. (Ki-Ph) Formado por un paquete de 50 mts. de espesor consistente en calizas grises; afloran al Nor-oeste de la laguna Patón. Se le asigna al aptiano superior.
- Formación Chulec. (Ki-Ch) Consta de 200 mts. de margas, lutitas y calizas en característica estratificación delgada, que en superficie intemperizada tiene una coloración marrón amarillento. Aflora al Nor-oeste de Patón; se le ubica en el albiano inferior.
- Formación Pariatambo. (Ki-pt) Constituido por lutitas negras carbonosas y caliza bituminosas plegadas, se sospecha con contenido de vanadio (J.J. Wilson). Tiene una potencia de 50 mts. Y hacia el techo existe una alternancia con bancos delgados de sílex. Están expuestas al Oeste y Nor-oeste de Patón; su edad es del albiano medio.

Formación Jumasha. (Ki-j): Potente secuencia de calizas gris claro en superficie intemperizada y gris oscuro en fractura fresca.

Constituye la mayor unidad calcárea del Perú Central; se le subdivide en tres miembros limitados por bancos finos de calizas margosas beige.

- Jumasha Inferior. (J-i) Alternancia de calizas nodulosas con sílex y calizas margosas que alcanzan los 570 mts. de potencia. Se le ubica en el albiano superior-turoniano.
- Jumasha Medio. (J-m) Calizas grises alternadas con calizas nodulosas y algunos horizontes margosos. Se le estima 485 mts. de grosor y se le asigna al turoniano.
- Jumasha Superior. (J-m). Calizas de grano fino con una base de esquistos carbonosos, coronados por calizas margosas beige. Se le estima una potencia de 405 mts. Y se le ubica en el turoniano superior. Es el techo del Jumasha.}

Los afloramientos del Jumasha son los más extendidos en el área, y ha sido posible diferenciarlos dada la ubicación de muchos horizontes fosilíferos guías.

Formación Celendin. (Ks-c): Es una alternancia de calizas margosas, margas blancas y lutitas calcáreas nodulares marrón, que sobre yacen concordantemente al Jumasha. Se ha diferenciado dos miembros ubicados entre el coniaciano y santoniano.

- Celendin Inferior. (C-i) Conformado por calizas margosas amarillentas en alternancia con lutitas calcáreas de un grosor de 100 m. que en la base se muestran finamente estratificadas.
- Celendin Superior. (C-s) Está formado por lutitas y margas marrón grisáceo de 120 mts. de potencia. Ambos miembros afloran flanqueando al anticlinal de Cachipampa, al oeste y Este de Uchucchacua.

Formación Casapalca. (Kti-ca)

Sobreyace ligeramente discordante sobre el Celendin y está constituido por lutitas, areniscas y conglomerados rojizos, con ocasionales horizontes lenticulares de calizas grises. Su suavidad y fácil erosión ha permitido la formación de superficies llanas tal como se observa en Cachipampa. Se le estima una potencia de 1,000 mts. y su edad probable es post-santoniano.

Volcánicos

Los volcánicos Calipuy (Ti-Vca) se encuentran discordantemente sobre la formación Casapalca y son un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos de edad terciaria. Su espesor está estimado en 500 m y afloran al norte de la zona de Uchucchacua.

Intrusivos

Pórfidos de dacita forman pequeños stocks de hasta 30 m de diámetro. Existen, además, diques y apofisis de dacita distribuidos irregularmente en el flanco occidental del valle, afectando a las calizas Jumasha-Celendin, principalmente en las áreas de

Carmen, Socorro, Casualidad y Plomopampa. Los intrusivos forman aureolas irregulares de metamorfismo de contacto en las calizas. A. Bussell hace mención de diques riolíticos al norte de Uchucchacua, que instruyen a los volcánicos Calipuy.

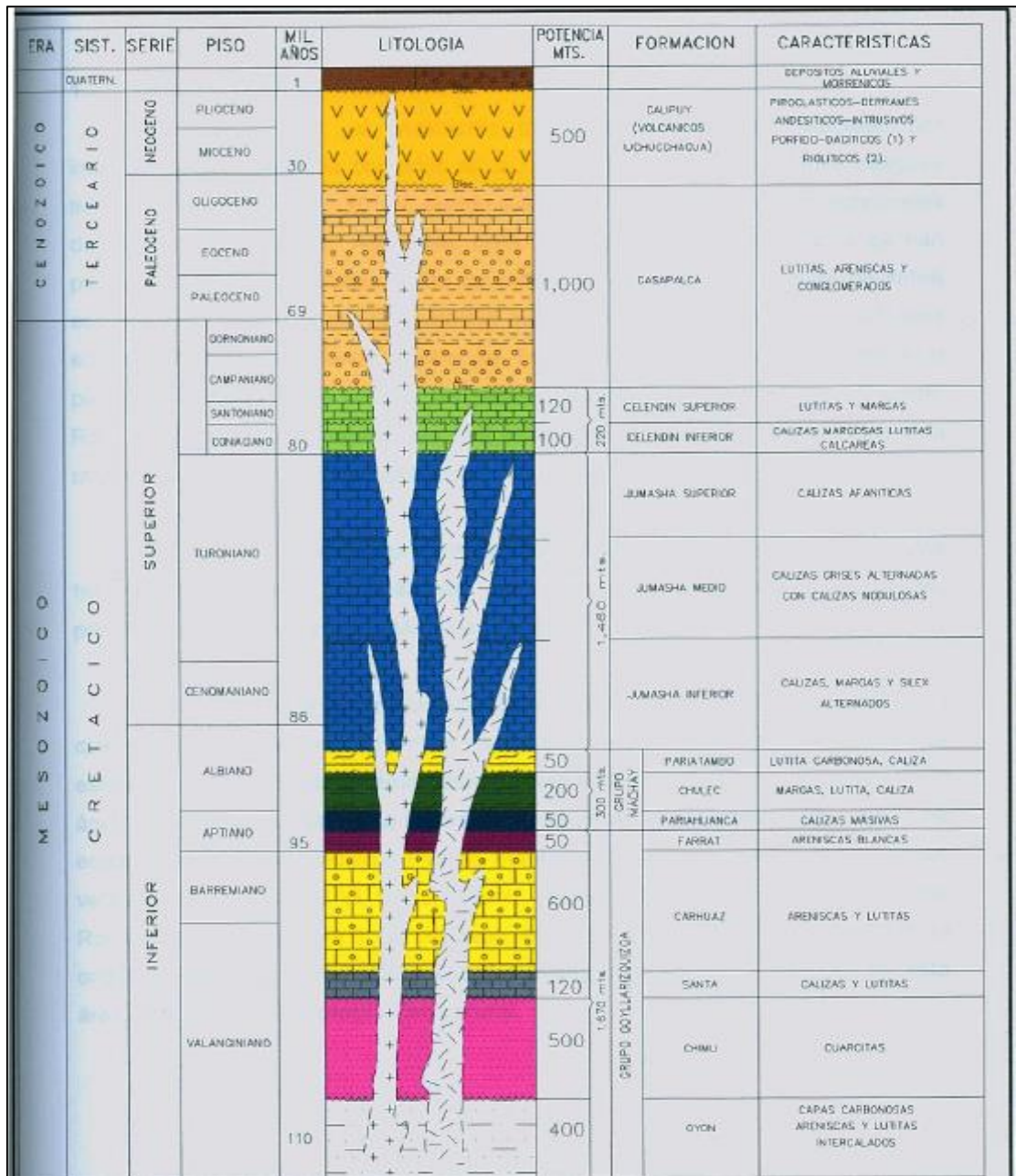


Ilustración 3. Columna Estratigráfica Regional - Cia. de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.

4.1.8 Geología estructural:

El aspecto estructural es de suma importancia en Uchucchacua y así lo refiere el siguiente extracto: “La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionado con una estructura geológica principal de nuestros Andes, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. Al respecto conviene anotar que la composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua son de acidez intermedia, similar a la de tantos otros intrusivos relacionados con yacimientos minerales en el Perú”. (Ing. A. Benavides- Abril, 1974).

Las principales estructuras son del sistema NE – SW y las tensionales son del sistema EW – NW.

Pliegues:

Las fases compresivas han plegado los sedimentos cretácicos y formado los anticlinales de Cachipampa, Pacush y Patón, en una orientación NW-SE, inclinados hacia su flanco occidental.

En menor magnitud, existen zonas disturbadas locales siempre asociadas a los plegamientos mayores.

Sobre escurrimientos:

En el área de Uchucchacua,

la secuencia cretácica presenta una base “lubricante” constituida por las lutitas Oyón, que permitió la configuración de pliegues invertidos y sobre escurrimientos por esfuerzos compresivos.

Producto de este fenómeno se tiene el sobre escurrimiento de Colquicocha, que pone a “cabalgar” a la formación Jumasha sobre la formación Celendin. Hacia el NO, el sobre escurrimiento Mancacuta pliega a la formación Chimú sobre las margas Celendin.

Fallas:

El área ha sido afectada por numerosas fallas, en diversas etapas. A nivel regional, se observa que las fallas de mayor magnitud son transversales al plegamiento y se desplazan en ese sentido, aunque también los movimientos verticales son importantes.

Tabla 1. Fallas principales zona Huantajalla – Casualidad

FALLAS PRINCIPALES MINA HUANTAJALLA -CASUALIDAD					
	RUMBO	BUZAMIENTO	DIP-DIRECCION	DIP	TIPO
CASUALIDAD	N37W	85NE	53	85	
VETA RAMAL 3 A	N60W	60SW	210	60	
VETA MARIANA	N80E	70SE	170	70	
VETA SARITA	N73W	75SW	190	75	
VETA SARITA TENSIONAL	S63W	75NW	333	75	

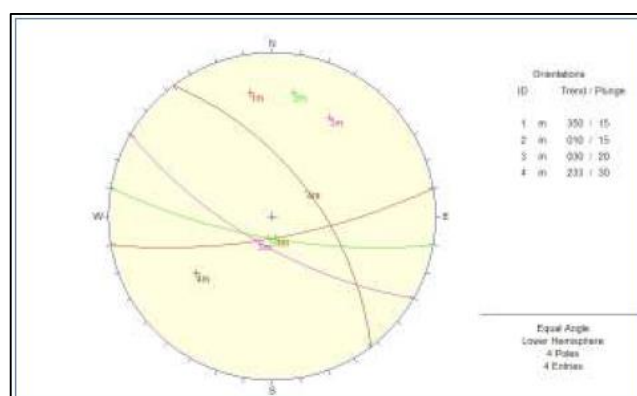


Ilustración 4. Diagrama estereográfico de contornos del composito sector Huantajalla.

Fracturamiento:

Un fracturamiento secundario en el aspecto estructural regional, pero de suma importancia económica, es el que se muestra alrededor de las fallas Uchucchacua y Socorro, con las cuales mantiene una importante relación genética. Muchas son fallas con evidente desplazamiento horizontal y vertical; otras son fisuras tensionales de limitada longitud y producto del movimiento de las anteriores.

Localmente, se ha determinado tres sistemas de fracturas. El primero tiene un sentido NE-SW, predominante en las zonas de Socorro y Casualidad. El segundo, en Carmen, de rumbo E-W. El tercer sistema de fracturas se encuentra indistintamente en las tres zonas, con rumbo NW-SE.

Todas ellas, en diversa magnitud, han sido afectadas por actividad hidrotermal.

La mineralización está asociada a la intersección de vetas, craquelamiento y venilleo intenso de calcita.

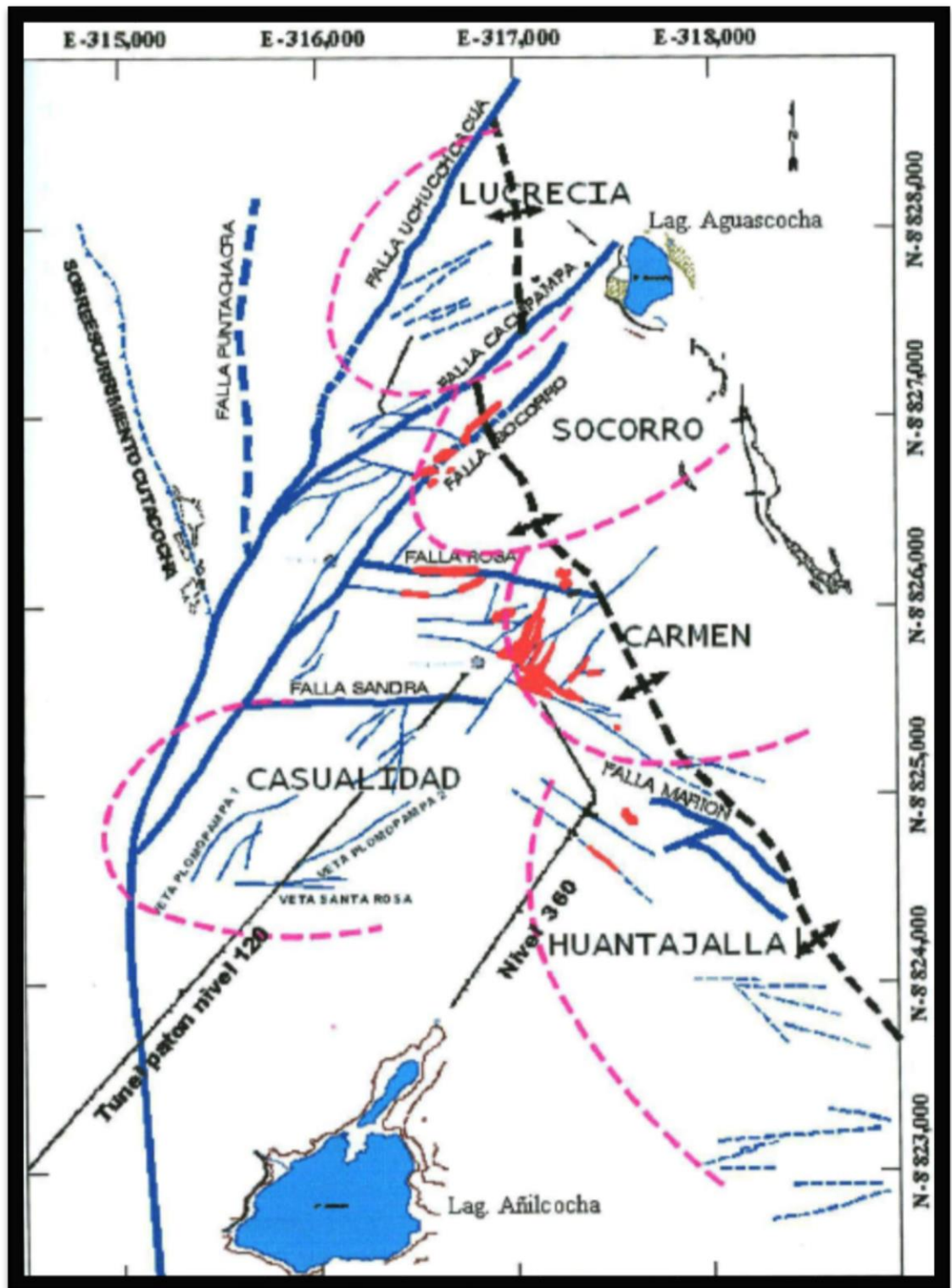


Ilustración 5. Plano Geología Estructural - Cia. de Minas Buenaventura – UEA.

4.1.9 Geología de los Depósitos Minerales:

Sistemas de vetas:

Entre las fallas Uchucchacua, Cachipampa y Socorro es posible definir tres sistemas de veta:

Sistema NW-SE: Predomina mayormente en el área de Socorro. A este pertenecen las vetas Camucha, Lucero, Dora, V-3, Doris, Socorro 1, las cuales se encuentran limitadas entre las fallas Uchucchacua y Cachipampa.

Sistema E-W: Controla el fracturamiento NW-SE y EN-SW. Estas vetas tienen rumbos entre N 80° E y E-W. Sus buzamientos tienden a ser verticales. Sus zonas de oxidación profundizan considerablemente y pasan, a veces, los 300 m. Las vetas de este sistema son: Rosa, Sandra, Rosa 2, Consuelo, Karla, Silvana, etc.

Sistema NE-SW: Es el sistema dominante, sobre todo al sur de la zona de producción. Las exploraciones al sur de la veta Rosa toman el rumbo de las vetas de este sistema, las cuales se disponen alrededor de los intrusivos observados en superficie en el área de Casualidad. Son de relativa larga longitud, ya que se las observa desde el campamento Plomopampa. Son sinuosos, con ramales secundarios, zonas de angostamiento y ensanchamiento. A este sistema pertenecen las vetas Luz, Casualidad 1, 2, Victoria, Claudia, Plomopampa 1, 2 y sistema Huantajalla.

Sistemas cuerpos:

Se diferencia los cuerpos de metasomatismo de contacto, cuyas características principales son su forma irregular, su relación estrecha con los intrusivos del área, la conformación de skarn con granates, marmolización y mineralización diseminada de blenda, calcopirita y galena. Hasta el momento, no se ha determinado concentraciones importantes de este tipo, pero se conoce algunas de segunda importancia económica, entre vetas Luz y Luz 1 del nivel 4550 al nivel 4450, otro en la cortada 976 y en los niveles 4550 y 4450, cerca del pique. Asimismo, en el nivel 4450 de Casualidad.

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para ello se consideró:

4.2.1 Labores permanentes

Sostenimiento en (Galerías, cruceros, ventanas, rampas principales), en las diferentes minas que se encuentran en los niveles superiores con secciones que van desde 2,70 x 2,70 m hasta 3,50 m x 3,50 de sección. Del nivel 4300 al nivel 4500 mina Socorro, Carmen y Huantajalla el sostenimiento es en roca de calidad Regular 3 A, Regular 3 B el sostenimiento es en forma sistemática aplicando Split set y malla espaciados de perno a perno 1,20 m, en roca de calidad Mala 4 A el sostenimiento es de perno a perno espaciados a 1,0 m todos sistemáticamente colocados en forma de cocada, con malla desde 1,50 m a la altura de piso y a 1,0 m a la altura de piso respectivamente, para evitar

la caída de rocas que pasen los 10 cm del techo y caídas de las paredes de dichas labores.

De la misma forma desde los niveles 4240 hasta los niveles 4060 el mismo sistema de sostenimiento y en algunos casos en roca de mala calidad 4 A se sostiene además de pernos más malla y una capa de Shotcrete de 5 cm de espesor.

En los niveles 3990 hacia profundización el sostenimiento se hace cada vez más riguroso en calidad con un refuerzo combinado de Shotcrete (Lanzado de concreto con fibra especial) además del sostenimiento con Split set de 47 mm de diámetro x 2,10 m de longitud espaciados a 1,20 m de perno a perno y una capa shotcrete de 5 cm de espesor, en algunos casos reforzado con malla intermedio.

4.2.2 Labores temporales

Sostenimiento en (tajos de producción, ventanas y labores de acceso), en las diferentes minas que se encuentran en los niveles superiores con secciones que van desde 2,70 x 2,70 m hasta 3,50 m x 3,50 de sección.

Del nivel 4300 al nivel 4500 mina Socorro, Carmen y Huantajalla el sostenimiento es en roca de calidad Regular 3 el sostenimiento es en forma sistemática aplicando Split set y malla espaciados de perno a perno 1,20 m, en roca de calidad Mala 4 el sostenimiento es de perno a perno espaciados a 1,0 m todos sistemáticamente

colocados en forma de cocada, con malla desde 1,50 m a la altura de piso y a 1,0 m a la altura de piso respectivamente ,para evitar la caída de rocas que pasen los 10 cm del techo y caídas de las paredes de dichas labores. De la misma forma desde los niveles 4240 hasta los niveles 4060 el mismo sistema de sostenimiento y en algunos casos en roca de mala calidad 4 se sostiene además de pernos más malla y una capa de Shotcrete de 5 cm de espesor si este amerita.

En los niveles 3990 hacia profundización el sostenimiento se hace cada vez más riguroso en calidad el sostenimiento con Split set de 47 mm de diámetro x 2,10 m de longitud espaciados a 1,20 m de perno a perno en rocas de calidad Regular 3 y una capa Shotcrete de 5 cm de espesor si fuera necesario. Además de los estándares establecidos para las diferentes labores y casos especiales.

Entre los objetivos del proceso de sostenimiento se tiene:

- Identificar todos los riesgos de las operaciones.
- Evaluar el riesgo de cada exposición.
- Para minimizar las inestabilidades de la roca alrededor de las aberturas subterráneas mineras, debe aplicarse diversas técnicas de sostenimiento

4.2.3 Sostenimiento activo o de refuerzo

Es el refuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son una parte integral de la masa rocosa.

4.2.3.1 Split Set

Es un sostenimiento activo usados para labores temporales y permanentes. En mina Uchucchacua se utiliza Split set de 5 pies y 7 pies en galerías, cruceros y by pass; en tipo de roca IIIA en la Propiedad Intelectual de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa 88 que el sostenimiento es esporádico, mientras el tipo de roca IIIB requiere la combinación malla electrosoldada y Split set.

Split set y platina.

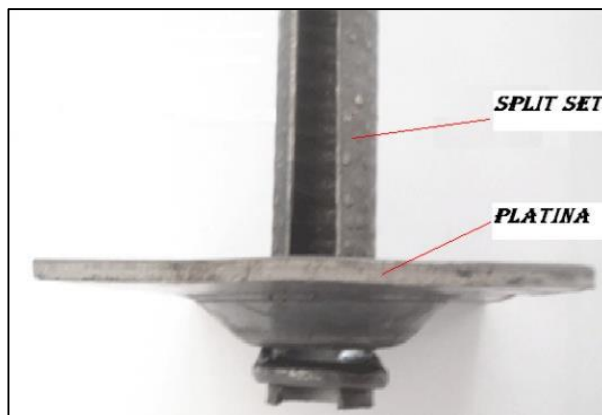


Ilustración 6. Tabla: Datos técnicos Split set.

Capacidad portante del Split Set Según información de los proveedores, la máxima carga que el Split set puede soportar (a la tensión) después de su instalación oscila entre 16 000 a 20 000 lbs. (7,3 – 9,1 TM), considerándose que la resistencia a la rotura del tubo es de 25 000 lbs. (11,3 TM), factores suficientes según el tipo de perno.

Las siguientes consideraciones son importantes para su utilización:

- Los split sets son utilizados mayormente para reforzamiento temporal, usualmente conformando sistemas combinados de refuerzo en terrenos de calidad regular a mala. En roca intensamente fracturada y débil no es recomendable su uso.
- Su instalación es simple, solo se requiere una máquina jackleg o un jumbo. Proporciona acción de refuerzo inmediato después de su instalación y permite una fácil instalación de la malla.

Capacidad portante del Split Set:

Según información de los proveedores, la máxima carga que el Split set puede soportar (a la tensión) después de su instalación oscila entre 16 000 a 20 000 lbs. (7,3 – 9,1 TM), considerándose que la resistencia a la rotura del tubo es de 25 000 lbs. (11,3 TM), factores suficientes según el tipo de perno.

4.2.3.2 Pernos helicoidales:

El sistema barra helicoidal, permite desarrollar un anclaje de alta resistencia en un amplio rango de calidades de roca, por lo que se puede transmitir cargas elevadas a través de la barra, incluso en estratos rocosos de calidad geotécnica regular.

En Uchucchacua se usa los pernos cementados como elemento de sostenimiento en las labores de avance principales. La malla de sostenimiento varía de acuerdo al tipo de roca.

Los taladros para los pernos son perforados con jumbos de uno y dos brazos con una barra de 8 pies de longitud y una broca de 38 mm de diámetro.

Características:

- El sistema barra helicoidal es muy fácil instalar. Gracias al hilo continuo de la barra, ésta puede cortarse en terreno a la longitud deseada sin tener que preparar una provisión de barras de cada longitud a usar.
- El hilo de paso amplio, permite una colocación rápida de la tuerca, es fácil de limpiar y no se daña durante el transporte.
- La placa base de forma curva y con perforación central cónica, junto con la tuerca de base esférica, puede adaptarse a las irregularidades de la superficie rocosa, actuando como rótula. No es necesario construir bases de apoyo con mortero, o equivalentes, ni usar golillas para ajustar desviaciones de la ortogonalidad entre la barra helicoidal y placa.
- El diámetro de instalación no es crítico para su instalación.

Mortero (lechada):

La inyección de la pasta de cemento ($a/c=0,28$ a $0,35$) debe procurar embeber la totalidad de la barra, de esta manera se asura:

- La interacción masa rocosa – perno.

- Que la varilla de acero no se oxide.

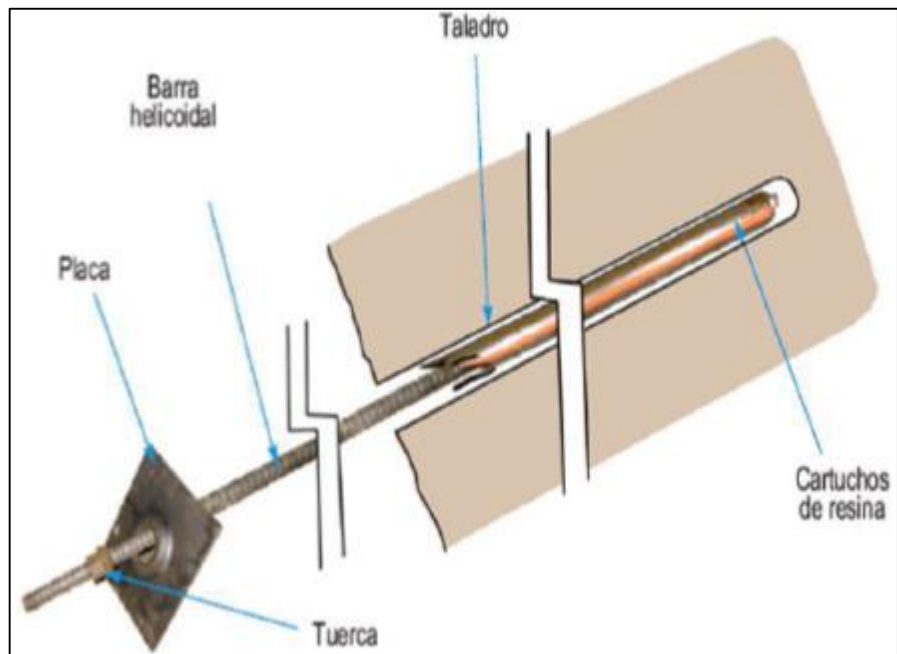


Ilustración 7. Perno Helicoidal

Usos: Actúa en conjunto con una placa y una tuerca para reforzar y preservar la resistencia natural que presentan los estratos rocosos, suelos o taludes.

Norma técnica: La composición química y las propiedades mecánicas cumplen con lo establecido en la norma ASTM A615 Grado 75.



Ilustración 8. Se observa una labor en interior mina sostenida con pernos cementados.

a) Especificaciones técnicas de los pernos.

Tipo de perno: Barra helicoidal.

Longitud de los pernos: 8 pies.

Diámetro del perno: 3/4".

Capacidad de anclaje del perno: 1,40 Ton/pie.

b) Parámetros de empernado.

Calidad del terreno: B (según cartilla geomecánica).

Presencia de agua: Ninguno.

Sección: 4,5 m x 3,8 m.

Longitud de la labor: 3,5 m.

Φ de taladros: 38 mm.

Longitud del taladro: 2,25 m.

Mortero: Cemento.

Agua: 11,5 lt./bolsa.

c) Longitud del perno.

Para la elección se tiene en cuenta únicamente la necesidad de anclar el perno en una zona sana, se puede deducir como la longitud mediante la relación:

Para techos:

Para pared:

$$L = 2 + \underline{0,15 B}$$

$$L = 2 + \underline{0,15 H}$$

ESR

ESR

Donde:

L = Longitud del perno.

B = Ancho de la excavación.

H = Altura de la excavación.

ESR = Support Relation Excavation.

d) Procedimientos de instalación

Primero se inyecta la lechada de cemento utilizando un tubo hueco de PVC, después se introduce la barra helicoidal dentro del taladro. La lechada de cemento se inyecta mediante el uso de una bomba y se va retirando el tubo de PVC conforme se va

inyectando. La bomba esta acoplada a una camioneta que se usa para el empernado de las labores.

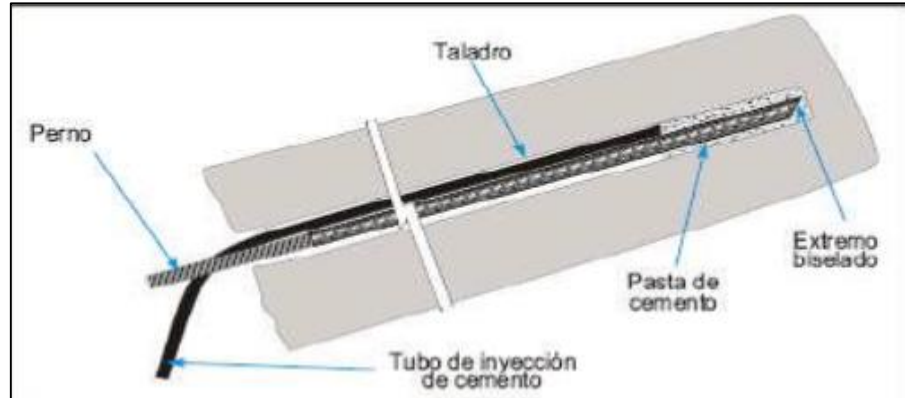


Ilustración 9. Instalación de un perno de sostenimiento con inyección de cemento.

e) Cálculo de capacidad de soporte del perno helicoidal.

La resistencia a la tracción mínima de las barras helicoidales de Aceros Arequipa S.A. está fabricada bajo la norma ASTM A615 Grado 75.

La capacidad de soporte de un acero se determina por la siguiente ecuación.

$$P = R_c \times S$$

$$S = \pi \times d^2/4$$

Donde:

P = Capacidad de apoyo del perno (Kg).

R_c = Resistencia a la tracción mínima del perno=7 030 Kg/cm².

S = Área del perno (cm²).

d = Diámetro del perno (cm).

• Cálculo de soporte con perno helicoidal.

$$\Phi = 3/4'' \text{ (d=1,9 cm, r= 0,95 cm)}$$

$$S = \pi \times r^2 = 3,1415 (0,95 \text{ cm})^2 = 2,83 \text{ cm}^2$$

$$P = R_c \times S = (7030 \text{ kg/cm}^2) (2.83 \text{ cm}^2) = 19\ 895 \text{ kg} = 19,9 \text{ ton}$$

Capacidad de apoyo del perno

P = 19,9 ton.

Según las pruebas realizados en campo, el perno alcanza las 20 ton.

4.2.4 Sostenimiento activo o de refuerzo

4.2.4.1 Sostenimiento en tajos con paquetes de madera

Cuando los puntales de madera no son suficientes para soportar el techo de una excavación, una alternativa de soporte es el uso de paquetes de madera. Este tipo de soporte es particularmente eficiente cuando se desarrollan fallas extensivas sobre el techo del tajeo, donde un gran peso muerto de la roca necesita ser soportado. Su uso está asociado al método de minado por corte y relleno descendente y también al método de cámaras y pilares, puesto que éstos pueden ayudar a complementar el sostenimiento con pilares naturales e incluso permitir la recuperación parcial de los pilares de mineral.

Existen varias configuraciones de paquetes de madera, lo importante de todas ellas es que tengan la mayor cantidad de área sólida efectiva resultante del proceso de acomodamiento de la madera, puesto que a mayor área efectiva, mayor será la capacidad portante del paquete. Una configuración de un paquete

de madera que se está utilizando con éxito en nuestro medio es el que se muestra en las Figuras 4.42 y 4.43. En este caso los cuadros rectangulares o unidades del paquete tienen 0.45 m x 1.20 m (dimensiones externas), contruidos con madera cuadrada de 6" de lado. Un paquete armado con estas unidades tiene un área efectiva de soporte de 0.63 m y puede desarrollar una capacidad de soporte de 90 Ton.



En la configuración del paquete indicado, las unidades que la conforman pueden ser fácilmente manipuladas por un trabajador, facilitando y ahorrando tiempo en la instalación. Además, ofrece la posibilidad de armar paquetes más robustos (mayor área en planta), para condiciones más desfavorables de terreno, simplemente agrandando la disposición de las unidades.

Características:

Deben de tener la mayor cantidad de área sólida con dimensiones de durmientes de 0,13 x 0,15 x 1 metro de largo (dimensiones externas) con separadores de 0,13 x 0,15 x 0,15 metros de madera. Un paquete armado de estas dimensiones tiene un área efectiva de apoyo de 1,40 m² y un área de influencia en el soporte de 8 m² con una capacidad vertical de carga de 22 TM /m² y una altura máxima de 3 veces su base, madera de eucalipto.



Ilustración 10. Paquete de madera doble utilizado en mina Uchucchacua.

Procedimiento de instalación.

- Después de inspeccionar el área de trabajo, se verifica la estabilidad de la roca, se debe desatar y redesatar, eliminando las condiciones inseguras.
- Ubicar la zona donde se va sostener, se colocan dos unidades formando un cuadrado, luego se coloca la segunda fila a 90 grados con la inferior y así sucesivamente, formando

una columna continua hasta llegar a la corona (techo), los espacios libres se topean con cuñas.

- El piso de trabajo debe estar nivelado y la estructura de soporte debe tener una altura máxima de tres veces la longitud de la base, además perpendicular a la corona del tajeo.
- El espaciamiento de los Wood packs será de 3 a 5 metros dependiendo de las dimensiones de la cámara.
- Se pueden utilizar varios Woodpacks juntos creando un pilar de madera, más robusto y de mayor soporte.

DATOS TECNICOS	
Durmientes	0.13x0.15x1.0 m
N° de durmientes/p	8
Area efectiva de apoyo	1.40 m ²
Area de influencia en el soporte	8 m ²
Separadores	Tacos de madera de 0.13x0.15x0.15 m
Capacidad vertical de carga	22 Tn/m ²
Altura maxima	3 veces la base



Ilustración 11. Datos técnicos Woodpack.

4.2.4.2 Sostenimiento con gatas mecánicas

Constituyen unidades de soporte mecánico de los techos de las excavaciones, que funcionan a manera de puntales, generalmente utilizadas en el minado de rocas suaves como es típicamente el minado por frentes largos en los yacimientos de carbón; sin embargo, en el minado en roca dura tienen algunas aplicaciones, por ejemplo, como elemento auxiliar antes de la instalación de los

pernos de roca o para la instalación de la malla metálica y en el minado de vetas de buzamiento echado, tipo manto, para complementar el sostenimiento del techo con pilares naturales. Aisladamente se utilizan para soportar bloques o cuñas potencialmente inestables del techo de los tajeos.

Permite sostener temporalmente o realizar un pre-soporte en labores mineras, suplantando a los puntales de madera colocados verticalmente a manera de “cachacos”, la ventaja de la gata mecánica es que hace resistencia contraria a la corona que sostiene, recuperándose una vez concluido el trabajo de sostenimiento temporal.

Las gatas usualmente utilizadas son las de “fricción” y las “hidráulicas o neumáticas”. Las primeras funcionan a manera de tubos telescópicos, fijándose los tubos inferior y superior mediante mecanismos de cuñas o pines con la ayuda de un mecanismo expansor para el topeo al techo. Las segundas son elementos que tienen características de fluencia a una carga específica, la cual es

complementada por un cilindro de soporte hidráulico o neumático equipado con válvulas de liberación de presión.



Ilustración 12. Gata Mecánica

Las gatas o puntales que son utilizados como elemento auxiliar antes de la instalación de los pernos o para la instalación de la malla metálica, son elementos ligeros que tienen una capacidad de carga de 10 a 15 toneladas. Las gatas o puntales pesados para soporte de techos tienen una capacidad portante de 20 a 40 toneladas. Vienen en diferentes longitudes.

Dentro de las modalidades de gatas mencionadas, existe una amplia gama de tipos, por lo que es importante ceñirse a los procedimientos especificados por los fabricantes para la instalación y desinstalación de las mismas. Particularmente se debe tomar muy en cuenta los procedimientos de desinstalación, desde que en esta actividad representa peligro de caída de rocas.

Asimismo, estas gatas mecánicas pueden ser usadas en labores en la que se va a colocar sostenimiento con pernos y malla, pre-soportando la roca mientras es sostenida con los elementos metálicos.



Ilustración 13. Instalación de las gatas mecánicas en cuadros.

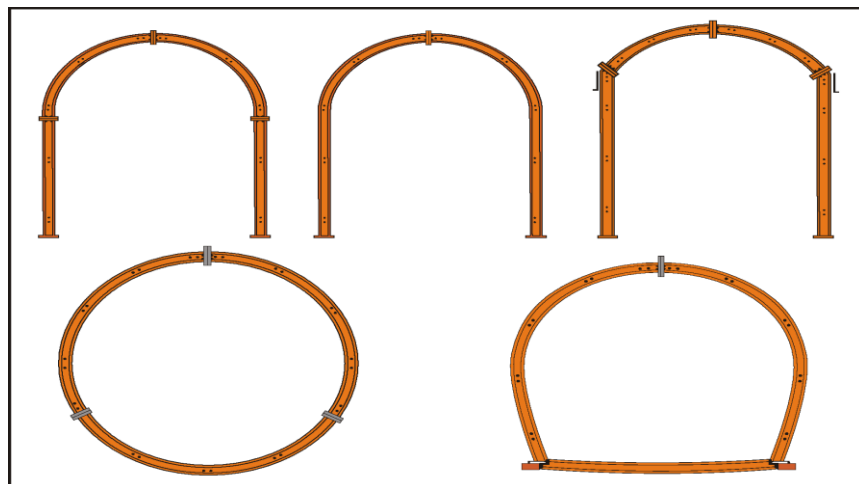


Ilustración 14. Instalación de las gatas mecánicas en cuadros.

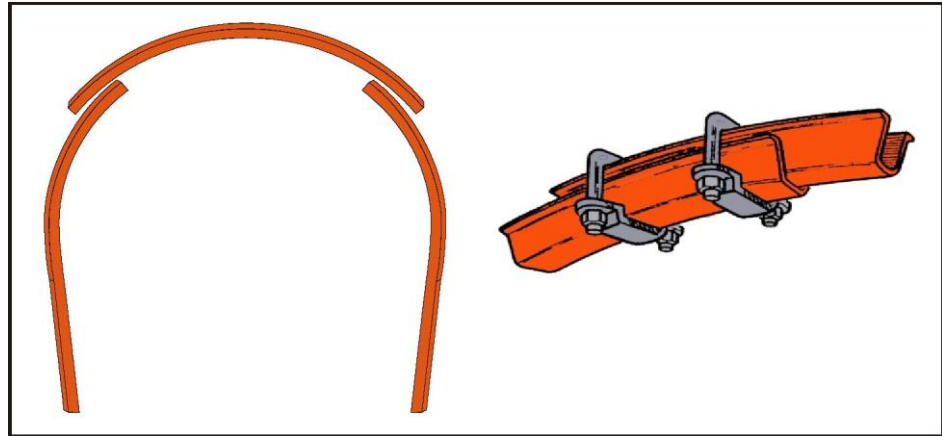
4.2.4.3 Sostenimiento con cimbras

La colocación de cimbras, es una técnica de armado de una estructura metálica con muros de concreto, bolsacrete y bolsa de arena; el objeto de la cimbra es la de soportar mayores esfuerzos a la que no puede soportar el Shotcrete, perno, malla o muro.

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 éstos 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, sujetados y ajustados con uniones de tornillo.



Cimbra rígida.



Cimbra deslizante.

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 y en algunos casos en las minas se utilizan tablonés de madera. Los elementos de bloqueo pueden ser la madera o los bolsacretos, 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; el concreto débil así formado proporciona un adecuado bloqueo para transferir las cargas uniformemente sobre las cimbras.

Para el rango de los tamaños de las excavaciones de las minas peruanas, las cimbras rígidas comúnmente utilizadas son las 4W13 (perfiles W de 4" de ancho x 4" de profundidad y 13 lb/pie) o equivalentes, espaciadas de 0.75 a 2 m, las mismas que

corresponden a cimbras ligeras para excavaciones de hasta 4 m de abierto. En caso de altas presiones del terreno, estas cimbras podrían construirse a sección completa, colocando una solera (invert) curvada hacia abajo o de otro modo podrían ser de forma circular.

En los casos que las cimbras indicadas no fueran suficientes para excavaciones de hasta 4 m de abierto, por las altas presiones de la roca, pueden utilizarse cimbras medianas como las del tipo 6W20 o equivalentes o alternativamente cimbras deslizantes. Las cimbras 6W20 también son comúnmente utilizadas para excavaciones con abiertos de hasta 6 m. Es poco usual pasar al uso de cimbras pesadas como las de la serie 8W o equivalentes, las anteriores son suficientes para los propósitos indicados.

DATOS TÉCNICOS	
Tipo	Fe/11H-4x4x14'
Peso de cercha	300 Kg
Distancia entre Cerchas	1,20 m
Accesorios de union	4 pernos de 1"x2" y 4 buercas de 1"
Radio interior	2,00 m
Tirantes	Fierro lisado 12"x1,40m
Carga vertical maxima	22 Ton/m ²




Ilustración 15. Datos técnicos de cimbras o cerchas.



Ilustración 16. Instalación de las cimbras

4.2.4.4 Sostenimiento con mallas electrosoldadas

La malla metálica es utilizada para para prevenir la caída de rocas ubicadas entre los pernos de roca, actuando en este caso como sostenimiento de la superficie de la roca; segundo, para retener los trozos de roca caída desde la superficie ubicada entre los pernos, actuando en este caso como un elemento de seguridad; y tercero, como refuerzo del Shotcrete. Existen dos tipos de mallas: la malla eslabonada y la malla electrosoldada.

La malla electrosoldada consiste en una cuadrícula de alambres soldados en sus intersecciones, generalmente de # 12/10, con cocadas de 4"x4", construidas en material de acero negro que pueden ser galvanizada. Esta malla es recomendada para su uso como refuerzo del concreto lanzado (Shotcrete).

La malla viene en rollos o en planchas. Los rollos tienen 25 m de longitud x 3,0 m de ancho.

A manera de control, se utiliza en zonas donde hay problemas de estallido de rocas, para evitar proyecciones violentas de rocas y que pueda afectar al personal y/o equipo que está trabajando.



Ilustración 18. Malla electrosoldada (traslape)



Ilustración 17. Sostenimiento con la malla electrosoldada en zonas fracturadas y húmedas.

Para su instalación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos importantes:

- Señalar el área donde deberá instalarse la malla.
- Desatar todo bloque suelto del área donde se instalará la malla.
- Presentar la malla utilizando de ser necesario gatas o puntales.
- Anclar definitivamente con pernos de roca.
- Asegurar la malla utilizando la misma platina del perno, si éste aún no ha sido instalado, o arandelas a presión o segunda platina de retén y tuerca, si el perno ya fue instalado.
- Acomodar o moldear la malla a la forma de la superficie de la roca de acuerdo a la densidad de los pernos.
- Evitar en lo posible superficies con la malla suelta, especialmente cuando se contempla la aplicación del shotcrete sobre la misma.

- Los traslapes entre mallas serán como mínimo 30 cm y deben estar asegurados con pernos de anclaje.

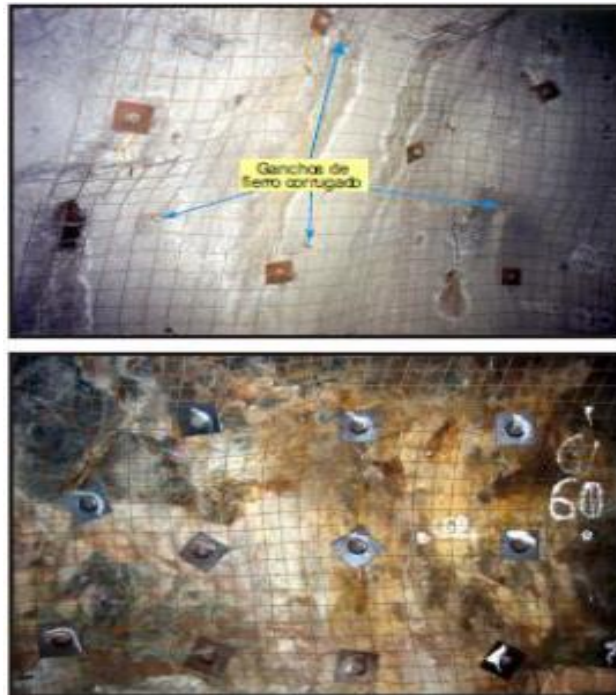


Ilustración 19. Correcta instalación de las Mallas

4.2.4.5 Sostenimiento con shocrette mecanizado

El objeto del concreto lanzado es ayudar a que la masa rocosa alrededor de una labor minera subterránea en roca de insuficiente calidad sea reforzada adecuadamente para mejorar las propiedades de la masa rocosa.

El sostenimiento adecuado para el control de estabilidad en las labores mineras en rocas de baja calidad consiste generalmente en la aplicación sistemas combinados de sostenimiento que pueden estar conformadas por: concreto lanzado, pernos de fricción y malla metálica.

La mina Huantajalla en la actualidad requiere de la aplicación de concreto lanzado en sus diferentes labores subterráneas, además que tiene previsto ampliar su producción; para lo cual tiene la necesidad optimizar el sistema de sostenimiento con concreto lanzado.

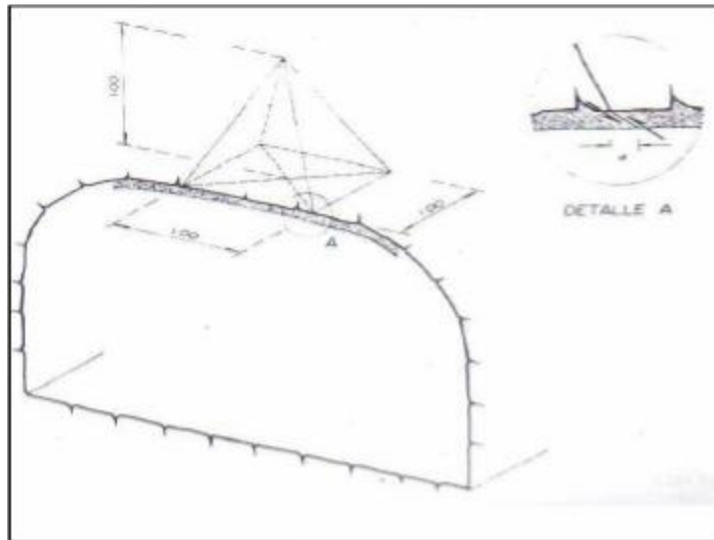


Ilustración 20. Sostenimiento de bloques con Shotcrete

a) Cálculo de capacidad de soporte del Shotcrete.

La capacidad de apoyo del Shotcrete se determina por la siguiente ecuación.

$$P = (Ac) (fc) (0,2)$$

Donde:

P = Capacidad de apoyo del Shotcrete.

Ac = Área de corte.

fc = Capacidad de carga del Shotcrete = 18 kg/cm²

• **Cálculo de soporte del Shotcrete de 2 pulgadas de espesor.**

$$A_c = 4 \times 100 \text{ cm} \times 5,1 \text{ cm} = 2\,040 \text{ cm}^2$$

$$P = 2\,040 \text{ cm}^2 \times 18 \text{ kgr/cm}^2 \times 0,2 = 7\,344 \text{ Kgr} = 7,34 \text{ ton}$$

Capacidad de apoyo del Shotcrete de 2 pulgadas de espesor.

P = 7,3 toneladas.

El factor de seguridad FS se calcula así:

$$FS = P / T$$

Donde:

P = Capacidad de apoyo del Shotcrete.

T = Peso del block muerto.

FS = Factor de seguridad.

Entonces, se tiene para:

Shotcrete de 2 pulgadas de espesor.

$$T = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 2,7 = 2,7 \text{ ton.}$$

Peso del block muerto, **T = 2,7 ton.**

$$FS = 7,3 \text{ ton} / 2,7 \text{ ton} = 2,70$$

Factor de seguridad, **FS = 2,7**

Equipos empleados para el sostenimiento con el shocrette:

a) Plantas Dosificadoras:

- i. Contamos con dos plantas estacionarias de capacidad de 3.5 m³, una en superficie y otra en interior mina ubicada en el Nvx|. 4010.
- ii. Compuesta por 2 tolvas de agregado y cemento y una tolva de dosificación.
- iii. Provista también de una balanza calibrada según el requerimiento de la dosificación.
- iv. Tiene por función realizar la dosificación homogénea de la mezcla de acuerdo al diseño establecido.

b) Equipos de Lanzado:

Equipo Electro hidráulico Robot Putzmeister con una capacidad de lanzado de 20/m³ por hora, Potencia de motor 71 HP Consumo de 1.1 Glns /Hr.

c) Equipo de Alimentación para el Lanzado:

Equipo Electro hidráulico Mixkret 4 Putzmeister con una capacidad de 4m³ potencia de motor de 173.5 HP, Consumo de 1.8 Glns /Hr.

d) Equipo de Alimentacion para la Planta:

Utiliza Equipos Electro hidráulicos, Dumper de 20 Tn., para acopio de agregado y un Cemkret 08 Putzmeister, con una capacidad de 15 Tn., potencia de motor de 173.5 HP, Consumo de 1.8 Glns /Hr.

Cuadro de Gradación de los Agregados para Shotcrete			
Tamiz	Porcentaje que pasa por peso		
	Gradación No 1	Gradación No 2	Gradación No 3
¾ " (19 mm)	-	-	100
½ " (12 mm)	-	100	80 – 95
3/8 " (10 mm)	100	90 – 100	70 – 90
No 4 (4.75 mm)	95 – 100	70 – 85	50 – 70
No 8 (2.40mm)	80 – 100	50 – 70	35 – 55
No 16 (1.20 mm)	50 – 85	35 – 55	20 – 40
No 30 (600 mm)	25 - 60	20 - 35	10 - 30

Tabla 2. Cuadro de Gradación del Agregado

En la unidad se trabaja con una dosificación específica para la vía húmeda.

En la colocación del concreto se debe contar con los siguientes parámetros:

- Equipos operativos
- Presión de aire adecuada
- Buen desatado de la zona donde se va colocar el concreto

Son los puntos fundamentales para lograr una buena adherencia del concreto con la roca y espesor requerido, sabiendo que en la zona socorro contamos con rocas de tipo III y IV.

La mezcla es introducida dentro de la bandeja de bombeo, la cual realiza su lanzamiento mediante desplazamientos de pistones o por aire a presión, se adiciona el aditivo acelerante líquido en la boquilla, se inyecta aire comprimido a la boquilla para lanzar el concreto y/o mortero a alta velocidad contra la superficie.

**Tabla 3. Dosificación de Shotcrete Vía Húmeda Mina
Uchucchacua.**

COMPONENTES	PESOS SECO
ARENA	1625 Kg.
CEMENTO	425 Kg.
AGUA	160 Lt.
FIBRA	4.5 Kg.bbcb
VISCOCRETE 3330	3.5 Lt.
ACELERANTE	10 Lt.

Acopio de Materiales:

Los materiales después de pasar por control de calidad y bajo todas las especificaciones técnicas y certificadas se realiza el acopio respectivo tanto en superficie y/o interior mina.

Agregado:

En Superficie se acopia en un galpón con una capacidad para 300 cubos de agregado.

En interior mina en el nivel 4010, el galpón tiene una capacidad para 60 cubos.

Cemento:

En superficie se almacena en un silo de capacidad de 45 toneladas.

En interior mina se almacena en un silo de 40 toneladas.

Fragua Sigunit L-22 SIKA:

En superficie se encuentra almacenada en tanque de 15000 litros

En interior mina, no hay solamente son llevado lo necesario por guardia con el abastecedor de aditivos.

Plastificante Viscocrete:

En superficie se encuentra almacenado en un tanque de 5000 litros

En interior mina, no hay solamente se lleva lo necesario por guardia con el abastecedor de aditivos.

Fibra:

En superficie tenemos un almacén con capacidad de 5000 kg.

En interior mina en el Nv 4010 contamos con un almacén de 1000 kg.

Traslado de materiales:

En la Up. Uchucchacua, los materiales son acarreados en dos etapas:

Primera Etapa:

Superficie – Planta interior mina Nv 4010 distancia de 4.5 km.

En La primera etapa los materiales como (agregado, cemento y fibra) son transportados hacia la planta del Nv 4010 por los diferentes equipos diseñados para cada actividad, como son Dumper, Arenkret y Cemenkret.

En la planta estos materiales son dosificados según las especificaciones, quedando listo el shotcrete para ser llevado a la segunda etapa.

Segunda Etapa:

Planta interior mina Nv 4010 – Hacia los Tajeos distancia promedio (2 a 4) km.

En la Segunda etapa el shotcrete es transportado por los equipos Mixcret 4 con una capacidad de cuatro metros cúbicos de shotcrete.

Las distancias son variables de los tajeos don de los ciclos de trabajo varían de 50 minutos y en algunos casos llegan a durar 1 hora y 30 minutos esto determinado por la distancia, calidad de vía y tráfico en las labores ya que los equipos llegan hasta el Frente de la labor insitu.

Lanzado del shocrette:

Esta etapa es la final donde se inicia desde la coordinación del reparto de guardia de todos los días, donde el Robot Pulzmeister es trasladado al tajeo programado del día.

Se verifica las condiciones de la labor teniendo en cuenta, los parámetros principales de normas de seguridad como son ventilación, regado, desatado y percutado de labor.

Condiciones técnicas de lanzado en tajeos, como altura y estado de las instalaciones.

Luego de identificar y evaluar todos los peligros y riesgos y de rellenar todas nuestras herramientas de gestión, se procede a realizar instalaciones para luego ubicar el Robot en una posición de avanzada hacia el frente, para ser alimentados con el material e iniciar con el lanzado.

En los anexos se muestran las fotografías tomadas en el proceso del sostenimiento con shotcrete vía húmeda.

TIPO DE ROCA	CALIDAD DE LA ROCA	TEMPORES AUTOMÁTICO (HORAS)	FRECUENCIA PARA DESATADO DE ROCA (TODA LABOR)	APORTE MÁXIMO DE CEMENTO	ALTIMA MÁQUINA DE TRABAJO
2	Roca Buena	1 Año	CADA ESTIABOS PERFORADOS	35 m.	5m con Jumbo 5m con Máquina Chica
3	Roca Regular	4 Días	CADA ESTIABOS PERFORADOS	38 m.	5m con Jumbo 5m con Máquina Chica
4	Roca Mala	4 Horas	CADA TAJADERO PERFORADO	5 m.	5m con Jumbo 5m con Máquina Chica
6	Roca Muy Mala	0 Horas	NO ABRIR (LIMPIADO DE SHOTCRETE PREVENTIVO)	0 m.	4m con Jumbo

ENFRENTES Y TAJOS (BREAKING)		EN PERALTE (TAJOS)	

PERFORACION Y VOLADURA CONTROLADA		ARMADO EN WOOD-PACK	

OTROS ESTANDARES COMPLEMENTARIOS:		
<p>- Trápa de mallas electrosoldadas a 21 cm (3 cascadas) con split set de 2" para máquina chica y 3" split set de 2.5" para jumbo (cuando el espacio es con jumbo - periculado conjunto o scaler - sostenimiento conjunto o con escarpado mecánico).</p> <p>Para labores con presencia de altos esfuerzos (Influencia: tajamiento - pillamiento, carga de mallas): EL SPAN (longitud máxima permitida con sostenimiento INICIAL solo gemas/split set - malla):</p> <p> D= Roca Buena 3 = 30m D= Roca Regular 3 = 30m D= Roca Mala 3 = 15m </p> <p>- De acuerdo a evaluación, se aplicará una capa de shotcrete de 2" (D=3) x 3" (C=3).</p>		

EMERGENCIAS	4277
SEGURIDAD	4231
GEOMECÁNICA	4236
CONTROL DE OPERACIONES	4231

TIPO DE ROCA Y SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO		SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO Y CONTROL DE CARGA	
BUENAVENTURA U.S.A. - BOGOTÁ	<ul style="list-style-type: none"> 1 DUREZA (DURA, SEMI DURA, SUAVE) 2 ESTRUCTURAL (TRACTURAS, FALLAS, DISCLASAS) 3 AGUA (HUMEDO, MOJADO, GOTEO) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tipo de - Ocho (Jumbo) 2 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 3 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 4 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 5 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 6 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 7 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 8 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tipo de - Ocho (Jumbo) 2 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 3 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 4 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 5 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 6 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 7 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 8 Tipo de - Ocho (Máquina Chica)

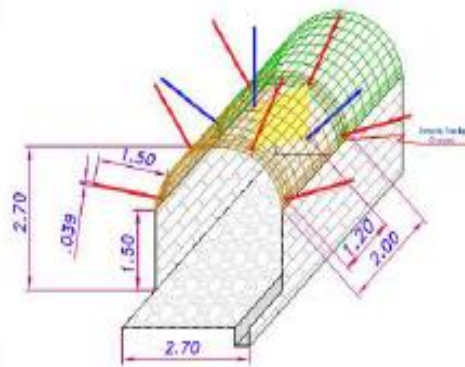
TIPO DE ROCA	CALIDAD DE LA ROCA	TEMPORES AUTOMÁTICO (HORAS)	FRECUENCIA PARA DESATADO DE ROCA (TODA LABOR)	TIPO DE SOSTENIMIENTO PARA EVALUACIONES			
				CON MALLA INICIAL	CON JUMBO	CON MÁQUINA CHICA	CON JUMBO
1	Roca Buena	1 Año	CADA ESTIABOS PERFORADOS	35 m.	5m con Jumbo	5m con Máquina Chica	5m con Máquina Chica
2	Roca Regular	4 Días	CADA ESTIABOS PERFORADOS	38 m.	5m con Jumbo	5m con Máquina Chica	5m con Máquina Chica
3	Roca Mala	4 Horas	CADA TAJADERO PERFORADO	5 m.	5m con Jumbo	5m con Máquina Chica	5m con Máquina Chica
4	Roca Muy Mala	0 Horas	NO ABRIR (LIMPIADO DE SHOTCRETE PREVENTIVO)	0 m.	4m con Jumbo	4m con Máquina Chica	4m con Máquina Chica

TIPO DE ROCA Y SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO				SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO Y CONTROL DE CARGA	
BUENAVENTURA U.S.A. - BOGOTÁ	<ul style="list-style-type: none"> 1 DUREZA (DURA, SEMI DURA, SUAVE) 2 ESTRUCTURAL (TRACTURAS, FALLAS, DISCLASAS) 3 AGUA (HUMEDO, MOJADO, GOTEO) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tipo de - Ocho (Jumbo) 2 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 3 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 4 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 5 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 6 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 7 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 8 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tipo de - Ocho (Jumbo) 2 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 3 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 4 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 5 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 6 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 7 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 8 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tipo de - Ocho (Jumbo) 2 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 3 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 4 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 5 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 6 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 7 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 8 Tipo de - Ocho (Máquina Chica) 	

Ilustración 21. Tabla Geomecánica

DISEÑO DE SOSTENIMIENTO PARA LABORES PERMANENTES DE SECCION 2.7 X 2.7 (Galerías, Cruceos y Rampas)

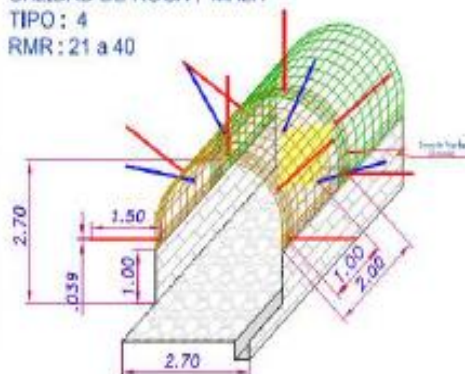
CALIDAD DE ROCA : REGULAR
TIPO : 3
RMR : 41 a 60



Datos Generales:

- Sostenimiento con pernos split set de 5' (1.50m), espaciados a 1.20m formando rombo.
- La secuencia de split set es de 4 split en la 1ra fila, 3 split en la 2da fila, (4 X 3 X 4) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.50m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 cosas.
- El traslape se realiza con split set de 2' (0.60m) se puede instalar dentro del split set de 5' de la malla anterior o en roca.

CALIDAD DE ROCA : MALA
TIPO : 4
RMR : 21 a 40



Datos Generales:

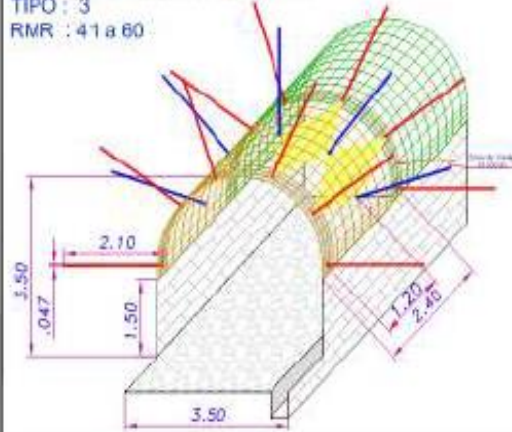
- Sostenimiento con pernos split set de 5' (1.50m), espaciados a 1.00m formando rombo.
- La secuencia de split set es de 5 split en la 1ra fila, 4 split en la 2da fila, (5 X 4 X 5) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.00m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 cosas.
- El traslape se realiza con split set de 5', si se utilizan split set de 2' (0.60m) se tienen que instalar dentro del split set de 5' de la malla anterior.
- Restricciones: no se puede instalar en roca el split set de 2'.

		Diseño de Sostenimiento Labores Permanentes Galerías, Cruceos y Rampas Sección 2.7 x 2.7		Revisado: Ad
Diseñado: Ing. Ricardo Rivera Bogza	27/10/2013	Lámina: 1/2	Rev.: A	Escala: 1/100
Diseñado: <<C3D_Merito>>	30/11/2013	Departamento: Geología		Código DNG: U-GAOMESBG-DV-13
Revisado: Ing. David Regalado Palomino		Sección de desarrollo: Geomecánica		
Aprobado: Ing. Adán Romero Martínez		Nombre Layout: 03_Sostenimiento_Labores_2.7x2.7		
Ruta: \\U-GEOMECANICA\1\Compartidos\Geomecánica\Archivos\Estudio geomecánico UdeGuayaquil 2013\Metodo de Sostenimiento_Ap				

Ilustración 22. Diseño de sostenimiento para labores permanente

DISEÑO DE SOSTENIMIENTO PARA LABORES PERMANENTES DE SECCION 3.5 X 3.5 (Galerías, Cruceos y Rampas)

CALIDAD DE ROCA : REGULAR
TIPO : 3
RMR : 41 a 60



Para Labores: N° 4.120 y N° 4.090 :

- Sostenimiento con pernos split set + malla

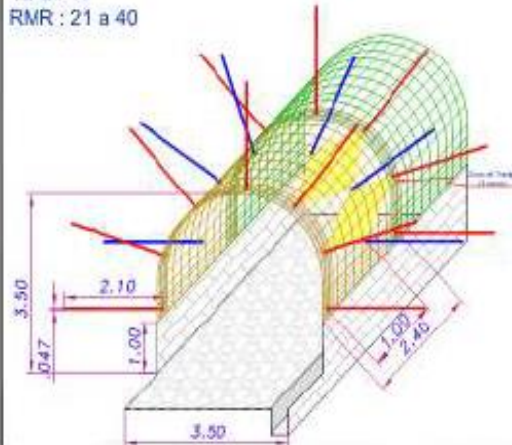
Para Labores: N° 3.990 a inferiores :

- En Cruceos y Rampas, sostenimiento con pernos super split set, hasta una longitud de 30m. Luego lanzado de shotcrete de 2" a 3" de espesor, como sostenimiento final.
- En Galerías, sostenimiento con pernos super split set + malla, hasta una longitud de 50m. Luego lanzado de shotcrete de 2" a 3" de espesor como sostenimiento final.

Datos Generales:

- Sostenimiento con pernos Super split set de 7" (2.10m), espaciados a 1.20m formando rombo.
- La secuencia de split set es de 6 split en la 1ra fila, 5 split en la 2da fila, (6 X 6 X 6) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.50m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 cosas.

CALIDAD DE ROCA : MALA
TIPO : 4
RMR : 21 a 40



Para Labores: N° 4.120 y N° 4.090 :

- Sostenimiento con pernos split set + malla y luego lanzado de shotcrete de 2" de espesor, como sostenimiento final.

Para Labores: N° 3.990 a inferiores :

- En labores con RMR entre 31 a 40, sostenimiento con pernos split set + malla y luego lanzado de shotcrete de 3" a 4" de espesor como sostenimiento final.
- En labores con RMR entre 21 a 30, sostenimiento preventivo con shotcrete de 2" de espesor luego pernos split set + malla y concluir con el lanzado de shotcrete de 2" de espesor, como sostenimiento final. Uso de arcos estructurales si es necesario.

Datos Generales:

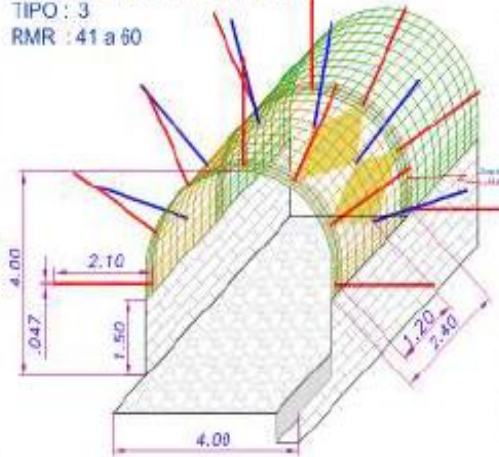
- Sostenimiento con pernos Super split set de 7" (2.10m), espaciados a 1.00m formando rombo.
- La secuencia de split set es de 7 split en la 1ra fila, 6 split en la 2da fila, (7 X 6 X 7) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.00m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 cosas.

	Diseño de Sostenimiento		Formato:	Ad
	Labores Permanentes		Lamina:	Rev. A
Galerías, Cruceos y Rampas		Sección 3.5 x 3.5		Fecha:
Diseñado: Ing. Ricardo Rivera Sepuro 27/10/2013 Dibuja: <-CAD Maño> 30/11/2013		Departamento: Geología		1/10
Revisado: Ing. David Regalado Palomino Aprobado: Ing. Iván Romero Martínez		Sección de desarrollo: Geomecánica		Código DWG: (U-GEOMESDC-12-A1)
Nombre Layout: 02_Sostenimiento_Labores_3.5x3.5				
Ruta: \\U-GEOMECANCA1\Compartidos\Geomecánica\Archivos\Estudio geomecánico Uchucchacua 2013\Metodo de Sostenimiento Ad				

Ilustración 23. Diseño de sostenimiento para labores permanentes.

**DISEÑO DE SOSTENIMIENTO PARA LABORES PERMANENTES
DE SECCION 4 X 4
(Galerías, Cruceos y Rampas)**

CALIDAD DE ROCA : REGULAR
TIPO : 3
RMR : 41 a 60



Para Labores Nv 4.120 y Nv 4.060 :

- Sostenimiento con pernos super split set + malla

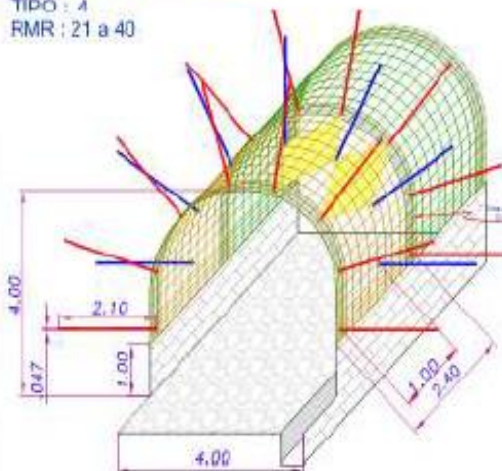
Para Labores Nv 3.960 a inferiores :

- En Cruceos y Rampas, sostenimiento con pernos super split set, hasta una longitud de 30m. Luego lanzado de shotcrete de 2" a 3" de espesor, como sostenimiento final.
- En Galerías, sostenimiento con pernos super split set + malla, hasta una longitud de 50m. Luego lanzado de shotcrete de 2" a 3" de espesor como sostenimiento final.

Datos Generales

- Sostenimiento con pernos super split set de 7" (2.10m), espaciados a 1.20m formando rombo
- La secuencia de super split set es de 7 super split set en la 1ra fila, 6 super split set en la 2da fila, (7 x 6 x 7) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.00m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 veces.

CALIDAD DE ROCA : MALA
TIPO : 4
RMR : 21 a 40



Para Labores Nv 4.120 y Nv 4.060 :

- Sostenimiento con pernos super split set + malla y luego lanzado de shotcrete de 2" de espesor, como sostenimiento final.

Para Labores Nv 3.960 a inferiores :

- En labores con RMR entre 31 a 40, sostenimiento con pernos super split set + malla y luego lanzado de shotcrete de 3" a 4" de espesor, como sostenimiento final.
- En labores con RMR entre 21 a 30, sostenimiento preventivo consistente de 2" de espesor luego pernos super split set + malla y concluir con el lanzado de shotcrete de 2" de espesor, como sostenimiento final. Uso de arcos estructurales si es necesario.

Datos Generales

- Sostenimiento con pernos super split set de 7" (2.10m), espaciados a 1.00m formando rombo
- La secuencia de super split set es de 8 super split set en la 1ra fila, 7 super split set en la 2da fila, (8 x 7 x 8) para formar los rombos.
- La malla electrosoldada en techo y paredes a la altura de 1.00m del piso.
- El traslape de las mallas es de 3 veces.

		Diseño de Sostenimiento Labores Permanentes Galerías, Cruceos y Rampas Sección 4 x 4		Formato: A4
Diseñado : Ing. Ricardo Rivera Begoa 27/10/2013	Dibujo : <<C3D_Metric>> 30/11/2013	Departamento : Geología Sección de desarrollo : Geomecánica		Línea : 2/1 Rev. : A
Revisado : Ing. David Regalado Palomero	Aprobado : Ing. Iván Romero Martínez	Nombre Layout : 01_Sostenimiento_Labores_4x4		Escala: 1/100
Ruta : \\U-GEOMECA\ICA1\Compartidos\Geomecánica\Archivos\Estudio geomecánico Uchucchacua 2013\Metodo de Sostenimiento_A4				Código SIGS : U-GM00500-10473

Ilustración 24. Diseño de sostenimiento para labores permanentes.

4.3 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se efectúa en función a la variable independiente y dependiente, que ya fueron expuestas, con lo cual se acepta la hipótesis y se obtiene el estudio geomecánica para un control geomecánico, y un adecuado plan de minado en las labores mineras, de acuerdo a la siguiente determinación:

Atraves de decisiones sobre las diferentes variables geomecánicas asociadas al minado, la que nos da la calidad de roca y las alteraciones que se tiene de acuerdo al estudio geomecánico realizado:

Procedimientos de clasificación:

Para tener el control geomecánico y el método de minado, fue importante definir claramente las condiciones naturales del yacimiento, es decir:

- La geología del yacimiento
- La morfología de la mineralización
- Las reservas y distribución de leyes
- Las condiciones geomecánicas de las rocas del yacimiento
- Las condiciones hidrogeológicas del mismo.

Sobre la definición de las orientaciones favorables de las excavaciones y de los pilares rocosos para mejorar las condiciones de estabilidad de los mismos, las técnicas utilizadas están basadas en la utilización del criterio

de clasificación geomecánica de Bieniawski (1989), el cual es del dominio del personal de la Mina Huantajalla.

Tabla 4. Factores de Ajuste RMR

Dirección perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento de 0° a 20° en cualquier dirección.
Avance con buzamiento		Avance contra buzamiento		Buzamiento de 45° a 90°	Buzamiento de 20° a 45°	
Buzamiento de 45° a 90°	Buzamiento de 20° a 45°	Buzamiento de 45° a 90°	Buzamiento de 20° a 45°	Buzamiento de 45° a 90°	Buzamiento de 20° a 45°	
Muy Favorable	Favorable	Aceptable	Desfavorable	Muy Desfavorable	Aceptable	Desfavorable
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10

Resistencia de la masa rocosa:

Para estimar los parámetros de resistencia de la masa rocosa, se utilizó el criterio de falla de Hoek & Brown (2002), con el programa ROCLAB, elaborado por Rocscience Geomechanics, Software & Research (Canada, 2002) ver tabla 3-9. Para ello se tomaron los valores más representativos de calidad de la masa rocosa involucrada con cada dominio estructural, asimismo de resistencia compresiva uniaxial y constante “mi” de la roca intacta, desarrollados en este estudio. En la tabla 9, se presentan los resultados obtenidos sobre las propiedades de resistencia de la masa rocosa por dominios estructurales.

Tabla 5. Propiedades de la resistencia de la masa rocosa

PROPIEDADES DE LA RESISTENCIA DE LA MASA ROCOSA										
DOMINIO	CALIDAD DE ROCA	GSI	σ_c	mi	σ_{cmr}	σ_{tmr}	Coh.	Phi	Emr	Poisson
			MPa		MPa	kPa	KPa	(°)	MPa	v
CALIZA TECHO	REGULAR III A	55	120	12	5.83	-211	5.63	29	10001	0.25
CALIZA PISO	REGULAR III A	51	110	12	5.05	-137	4.77	28	7944	0.25
CALIZA TECHO	REGULAR III B	48	90	10	2.68	-104	3.46	25	6341	0.25
CALIZA PISO	REGULAR III B	42	80	10	1.55	-55	2.71	23	4232	0.28
CALIZA TECHO	MALA IV A	38	60	9	0.86	-33	1.79	21	2911	0.30
CALIZA PISO	MALA IV B	32	40	9	0.36	-13	1.03	19	1683	0.30
MINERAL	REGULAR III A	54	115	14	5.22	-159	5.55	30	9441	0.25
MINERAL	REGULAR III B	46	95	12	4.3	-154	4.37	29	9202	0.25
MINERAL	MALA IV A	36	80	10	1.17	-39	2.82	21	3265	0.30

4.4 Discusión de resultados:

Sostenimiento en (Galerías, cruceros, ventanas, rampas principales, etc.) en las diferentes minas que se encuentran en los niveles superiores con secciones que van desde 2.70m x 2.70m hasta 3.50m x 3.50 de sección.

Del nivel 4300 al nivel 4500 en la Mina Huantajalla, es en Roca de calidad Regular 3 A, Regular 3 B el sostenimiento es en forma sistemática aplicando Split set y malla espaciados de perno a perno 1.20m , en roca de calidad Mala 4 A el sostenimiento es de perno a perno espaciados a 1.0 m todos sistemáticamente colocados en forma de cocada , con malla desde 1.50m a la altura de piso y a 1.0 a la altura de piso respectivamente, para evitar la caída de trozos que pasen los 10cm del techo y caídas de las paredes de dichas labores

De la misma forma desde los niveles 4240 hasta los niveles 4060 el mismo sistema de sostenimiento y en algunos casos en roca de mala calidad 4 A se sostiene además de pernos más malla y una capa de shotcrete de 5 cm de espesor.

CONCLUSIONES

- El negocio minero se caracteriza por ser una actividad de precio aceptable, lo que constituye un commodity. Es imperativo el liderazgo de costos de procesos en la Unidad para alcanzar competitividad. Por tanto, Uchucchacua debe operar bajo un modelo de administración estratégica, para el cual posee planes y acciones para lograr los objetivos y metas.
- A partir de los datos obtenidos de los estudios Geológicos, Geotécnicos y de los informes previos del Departamento de Geomecánica, que han servido de base para definir los parámetros de control geomecánico y determinar el plan de minado, en mina Huantajalla – UEA. Uchucchacua.
- Realizado la Caracterización de la Roca y usando el sistema de clasificación y calificación geomecánica RMR (Bieniawski 1989), se han determinado los Tipos de Roca presentes en la mina socorro – UEA. Uchucchacua. ejemplo: La calizas (RMR \approx 48). Determinando de esta manera la capacidad de resistencia de cada tipo de roca, la cual nos da los parámetros de estabilidad de cada área de minado, permitiéndonos tener un adecuado panorama del Plan de minado.
- Calcular la Resistencia Uniaxial a la Compresión en MPa, a partir de los valores de Resistencia del Martillo Schmidt. El martillo se ha aplicado perpendicularmente a una pared vertical durante el ensayo.

Ejemplo:

Densidad de Mineral : 3.2 kN/m³

Densidad de la Caliza : 2.7 kN/m³

Plateando los Valores de Rebote Medio obtenidos en el Abaco se obtiene:

Mineral : 58 Mpa

Caliza : 79 Mpa

- El análisis de estabilidad estructuralmente controlado se ha efectuado para aquellos con más de dos sistemas de discontinuidades, en todos los casos analizados se ha determinado presencia de roca fracturada, de cuñas de mediano y pequeño tamaño los cuales han sido controlados con el sostenimiento con pernos helicoidales y malla electrosoldada, y shotcrete.
- El análisis de estabilidad controlado por esfuerzos se realizó mediante la aplicación del método por elementos finitos, enfocado a la estabilidad de puentes, obteniendo puentes de 7.0 m cuando se tiene roca mala y 5.0 m cuando la roca es regular. Así mismo, el mismo análisis se utilizó para análisis la estabilidad de las labores al minar por tajeos, obteniendo Factores de seguridad, que van desde 1.50 a 0.95 de acuerdo a determinadas condiciones siendo controlado por relleno detrítico y relleno hidráulico.

RECOMENDACIONES

- La U.E.A de Uchucchacua deberá contar con círculos de mejoramiento continuo para aprovechar al máximo el potencial del personal.
- Continuar con el registro de información a partir de los estudios geomecánicos de toda mina, de tal manera de ajustar los promedios para cada dominio estructural y zonificación correspondiente.
- Realizar mapeos geomecánicos en base al Sistema de Q de Barton para obtener la correlación con el RMR, para el caso de las tres minas.
- Gestionar más ensayos de laboratorio de las propiedades mecánicas y físicas de los diferentes dominios litológicos.
- Comunicación permanente entre las áreas de planeamiento, geología, operaciones mina y geomecánica para optar por las mejoras en el sistema de estabilidad de la mina socorro para obtener la mayor producción de mineral garantizando el plan de minado.
- Capacitación permanente por parte de operaciones mina y geomecánica a los trabajadores de la mina Chacua en temas referidos a problemas de inestabilidad de la masa rocosa y uso de la cartilla geomecánica.
- Mantener un adecuado sostenimiento de acuerdo al empleo de metodologías adecuadas y de un amplio criterio profesional.

BIBLIOGRAFIA

1. F.J. Ayala Carcedo, B. Celada Tamales, E. Hidalgo Bayo, "DISEÑO Y UTILIZACIÓN DE SOSTENIMIENTO ACTIVOS EN LA MINERÍA ESPAÑOLA" Instituto Geológico minero de España.
2. Bieniawski Z.T. "Engineering Rock Mass Clasification" Wiley – Interscience Publication – 1989.
3. Brady B.H.G. & Brown E.T. "Rock Mechanics for Underground Mining" George Allen & Unwin – London – 1985.
4. Brown E.T. "Rock Characterization Testing and Monitoring" ISRM Suggested Methods – Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics – 1981.
5. Caldas J., Sauri J. y Farfán C. "Levantamiento geológico de la Región Uchucchacua" Informe Técnico BISA – Enero 1998.
7. DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Evaluación Geomecánica para el minado subterráneo – Proyecto Huevos Verdes - Argentina" Informe Técnico – Diciembre 2001.
8. DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Evaluación Geomecánica para el método de minado subterráneo del Proyecto Poracota" Informe Técnico – Mayo 2006.
9. Hoek E., Kaiser P., Bawden W. "Support of Underground Excavations in Hard Rock" A.A. Balkema 1995.
10. Hoek E. "Practical rock engineering" Rocscience, 2002.

11. Hudson J.A. Ed. "Comprehensive Rock Engineering – Principles, Practice & Projects". Volúmenes 3 y 4, Pergamon Press 1993.
12. Hustrulid W.A. and Bullock R.L. "Underground Mining Methods: Fundamentals and International Case Studies" SME – 2001.
13. Weiss F. y Córdova D. "Influencia de las condiciones naturales en la selección del método de explotación en minería subterránea", Informe INGEMMET – 1991.
14. Krzyszton, D. and Carvajal A., 2007. Susceptibility of rocks bumps. The results of simple investigation in a staff-testing machine. Fundacja Nauta I traducie Górnice 102p. Yacimiento Uchucchacua.
15. Universidad Nacional de Ingeniería, Pruebas de Laboratorio de Mecánica de Rocas. Agosto 2012.
16. Bath, C., y S. Duda. 1968. Secular Seismic Energy release in the circum pacific belt.
17. Bernal, I. 2001. Características y evaluación de la energía sísmica liberada. Univ. Nac. San Agustín. 170p.
18. Bernal, I., y H. Tavera. 2005. Evaluación de la sismicidad y distribución de la energía sísmica en Perú. IGP Boletín de la Sec. Geológica del Perú V 92 p 67-78
19. Carmona, J., y J. Castano. 1970. Distribución temporal de la energía liberada al sur de los 20° en el intervalo 1920-1970. Inst. de Inv. Antisísmica de Argentina. 25p

ANEXOS

VISION – MISION – OBJETIVOS Y METAS

COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA

VISION – MISION – OBJETIVOS Y METAS

“BUENAVENTURA CONSIDERA QUE TODOS TENEMOS EL DERECHO DE LLEGAR A NUESTRAS CASAS SANOS Y SIN LESIONES DESPUÉS DE LA JORNADA DE TRABAJO”

Uchucchacua, es un yacimiento de plata ubicado en la sierra central, cuyo conocimiento data de la época virreinal; prueba de ello, son los numerosos trabajos realizados por los españoles en las áreas de Nazareno, Mercedes, Huantajalla y Casualidad. En el siglo pasado (XX), la explotación fue continuada por Juan Minaya. Posteriormente, las minas pasaron a manos de los Jungbluth, quienes continuaron con trabajos a pequeña escala y llegaron a beneficiar mineral en Uchucpaton y Otuto, donde quedan vestigios de antiguos ingenios.

A inicios de 1960, Cía. de Minas Buenaventura inició trabajos de prospección en la zona. Las condiciones iniciales eran muy difíciles, pues no existía la carretera Oyón - Uchucchacua, la cual fue construida en 1965 y prolongándose posteriormente a Yanahuanca. De 1969 a 1973, Buenaventura instaló una planta piloto de 150 TCS, en principio trató los minerales de las Minas Socorro y Carmen. Los resultados satisfactorios de una intensa campaña de exploraciones con sondajes diamantinos y labores decidieron la instalación de una planta industrial en 1975, que fue

incrementando su capacidad conforme la mina crecía en sus reservas. En la actualidad tiene una capacidad de tratamiento de 2250 TCS/día. Esta producción fue sustentada por las minas Carmen, Socorro, Casualidad y Huantajalla.

Desde 1995, en parte, como consecuencia de la incorporación de capitales extranjeros en la actividad minera, se notó el incremento de la preocupación de las empresas mineras peruanas sobre el impacto que tenían las actividades de explotación de minerales. Esta preocupación estuvo orientada a los siguientes temas:

- **Seguridad.** Los índices de seguridad y el número de accidentes fatales eran muy altos.
- **Medio Ambiente.** Las zonas aledañas a las operaciones mineras tenían altos niveles de contaminación (alto impacto ambiental).
- **Los costos operativos y los niveles de producción** no satisfacían los niveles de producción para visionar una ampliación de la unidad.

En el año de 1999 Uchucchacua, empieza a implementar el sistema NOSA de seguridad, en el año 2002 se obtiene la calificación de tres estrellas. En mayo del 2004 se obtiene la calificación de cuatro estrellas. A partir del año 2002, se inicia el proceso de implementación del sistema de gestión ambiental, enfocada en la norma ISO 14001, En octubre del 2003, se obtiene la certificación ISO 14001.

En el año 2004 la U.E.A. Uchucchacua trató 795 036 TCS de mineral principalmente de las áreas Carmen (cuerpo Rita, Rosario y Mónica), Socorro (cuerpo Magali y Rossana) y Huantajalla (cuerpo Marión), y produjo 9 832 393 onzas de plata recuperadas (2.7% más que el año

anterior), 8,042 TCS de plomo y 7 447 TCS de zinc, que comparan con 747 190 TCS de plomo y 6 216 TCS de zinc, producidos el año 2003. En la actualidad el mayor potencial se encuentra en la mina Socorro y Huantajalla.

Estrategia empresarial actual:

La empresa conceptúa su desarrollo actual en las siguientes definiciones:

Visión, misión, objetivos y metas.

Visión:

El enfoque dado por la alta directiva es: **Ser la mina productora de plata líder en el mundo y modelo en la gestión del desarrollo sostenible.**

Misión:

La declaración de la misión formulada por la empresa antes del crecimiento fue: **Ejecutar operaciones mineras que generen valor para nuestros accionistas y el país, creando una cultura de calidad, seguridad y conservación del medio ambiente, promoviendo el crecimiento personal y profesional de nuestro equipo humano, contribuyendo el desarrollo de las poblaciones rurales que nos rodean, respetando sus usos y costumbres y las leyes nacionales.**

Objetivos y Metas:

La administración de la empresa se realiza bajo un marco de planeamiento operacional anual teniendo como objetivos y metas lo siguiente:

1. Incrementar la recuperación metalúrgica

- Incrementar la recuperación de la plata.
- Incrementar la recuperación del zinc.

- Incrementar el tonelaje de tratamiento diario.

2. Eficiencia administrativa y mejora de procesos

- Reducir el personal de supervisión de mina.
- Cumplir con el costo de operación de mina.
- Optimización de procesos operativos; mejorar la eficiencia de los procesos en minas.

3. Incrementar las reservas

- Aumentar mts/mes de avances en exploraciones y desarrollos.
- Incrementar mts/mes de avance en sondajes diamantinos.

4. Realizar proyectos de desarrollo sostenible en comunidades aledañas

- Generar fuentes de trabajo en las comunidades con recursos de la empresa.
- Conservar la calidad ambiental y proteger el aspecto social y la salud en las comunidades.

COMO REFERENCIA PARA EL YACIMIENTO UCHUCCHACUA SE TIENE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LA UNIVERSIDAD DE “CIENCIA Y TECNOLOGIA”, CRACOVIA – POLONIA:

DETERMINACION DE PROPIEDADES ESFUERZO – DEFORMACION:

Los ensayos de laboratorio en la maquina Cervo Controlada MTS-815 del Departamento de (Geomecánica, Ingeniería civil y Geotécnica de la AGH Universidad de Ciencia y Tecnología Cracovia-Polonia) ver fig. Las muestras son cargadas uniformemente por la fuerza axial creciente con un valor correspondiente a un incremento Standard de esfuerzo 0.3 Mpa/s hasta el valor a fallar. Cuando la carga alcanza el nivel de 75% de la carga critica, la muestra es descargada con la misma velocidad de descarga, hasta un valor de cerca 5 % de la carga critica. Después la muestra es recargada hasta la carga máxima o critica (hasta el fallamiento).



Las muestras enviadas al laboratorio fueron total 67, 30 muestras de caliza y 37 de mineral, de acuerdo a las recomendaciones de la norma ISRM: la esbeltez (largo/ancho) debe ser igual a 2 y el área liza de sección cortada debe ser igual a 0.02mm. los resultados.

INFORME 004 – 2012 / GEOMEC

A : Ing. David Regalado Palomino
Jefe de Geomecánica – Unidad Uchucchacua – Cia. De Minas
Buenaventura S.A.A.

CC : Ing. Wilfredo Donaires Quijada
Gerente de Operaciones CONGEMIN JH SAC

Ing. Rafael Quispe Muñoz
Residente CONGEMIN JH SAC

Ing. Enrique Gamarra Astete
Jefe de Seguridad CONGEMIN JH SAC

De : Ing. Eduardo Rivera Cruz
Geomecánico CONGEMIN JH SAC.

Asunto : Pruebas de arranque fricción de Split set de 5 pies de
INSTATECHO SAC.

Fecha : HUANTAJALLA, 10 de Julio de 2012

1. INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de garantizar la calidad de los elementos de sostenimiento (Split set de 5 pies) y la correcta colocación de los mismos, es necesario realizar pruebas que determinen la performance y el correcto uso de los elementos de sostenimiento que actualmente son empleados en Mina Huantajalla; para ello el día Martes 10 de Julio del 2012, se realizó la prueba de la resistencia tensional o arranque de fricción, para lo cual se uso el equipo Pull Test de la marca ENERPAC del Área de Geomecánica, dichas pruebas se realizaron en Mina Huantajalla Nv. 4500, GL 791 NE, el cual presenta Roca Regular 3, con RMR=45 en promedio, cabe mencionar que para dicha prueba se realizaron 4 taladros de 5.5 pies aleatoriamente en el hastial izquierdo de la labor y se colocaron los Split set de 5 pies sin malla electrosoldada.

2. PARTICIPANTES

Las personas que se describen a continuación participaron de las pruebas de Pull Test realizadas en la GI 791 NE del nivel 4500 de mina Huantajalla.

Participantes de Pruebas de Pull Test

NOMBRE	OCUPACION
Ing. Eduardo Rivera Cruz	Geomecánico EE. CONGEMIN
Ing. Cesar Contreras López	Gerente de Operaciones INSTATECHO
Ing. Carlos Danós Pérez Palma	Apoderado INSTATECHO
Sr. Iván Cotrina (Apoyo Operador)	Maestro Perforista EE. CONGEMIN
Sr. Rolando Mendoza (Apoyo Anotador)	Ayudante Perforista EE. CONGEMIN

3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS PARA LA PRUEBA DE PULL TEST

- ✓ Equipo Pull Test (Enerpac 20 Tn. De capacidad).
- ✓ Llave Stilson.
- ✓ Llave francesa.
- ✓ Picota de Geólogo.
- ✓ Bemier Digital (pie de rey).
- ✓ Máquina Jack Leg.
- ✓ Barrenos de 4' y 6'.
- ✓ Brocas usadas de 38 mm.
- ✓ Adaptador o empujador de Split set.
- ✓ Split set de 5 pies con roof plate.

4. PRUEBAS REALIZADAS

Los resultados de las pruebas de PULL TEST realizados a los elementos de sostenimiento Split Set de 5', se aprecian en el siguiente cuadro:

Cuadros de Resultados de Pruebas de Pull Test
En GI 791 NE, Nivel 4500 Mina Huantajalla. Pruebas en Pernos Split Set de 5 pies de INSTATECHO S.A.C

Elemento	Tipo de Roca	RMR	Calidad de Roca	Longitud (Pies)	Díámetro Split Set (mm)	Díámetro Equivalente Broca (mm)	Tiempo de Instalación (Seg.)	Carga (TN)	Desplazamiento Total del Split set de 5 pies (mm)	Rendimiento (Tn/Pie)	Observaciones
INSTATECHO (Split Set 5') N° 01	Caliza	45 - 48	Roca 3	5	40.18	37.24	18	6.2	12.09	1.24	No hubo deformación del anillo al momento de la Instalación. No sufrió deformación producto de la prueba Hubo un desplazamiento de 12.09 mm
INSTATECHO (Split Set) N° 02	Caliza	47 - 52	Roca 3	5	39.71	37.24	18	2	-	0	No hubo deformación del anillo al momento de la Instalación. No sufrió deformación producto de la prueba Se tuvo problemas con el equipo pull test.
INSTATECHO (Split Set) N° 03	Caliza	45 - 48	Roca 3	5	40.15	37.24	19	6.5	19.7	1.3	No hubo deformación del anillo al momento de la Instalación. No sufrió deformación producto de la prueba Hubo un desplazamiento de 19.70 mm.
INSTATECHO (Split Set) N° 04	Caliza	45 - 49	Roca 3	5	40.46	37.24	16	4	-	0	No hubo deformación del anillo al momento de la Instalación. No sufrió deformación producto de la prueba Se tuvo problemas con el equipo pull test.
PROMEDIOS	Caliza	45 - 52	Roca 3	5,00	40.13	37.24	17.7	6.35	15.89	1.27	

5. CONCLUSIONES

- El diámetro del Split set real en promedio es de 40.13 mm y la broca de perforación usada es de 37.24 mm siendo la diferencia de 2.9 mm, siendo este valor el recomendado, se obtuvieron valores de rendimiento dentro del parámetro recomendado.
- De las pruebas de campo se pudo apreciar que ningún elemento de sostenimiento Split set de 5 pies de INSTATECHO sufrió algún tipo de quiebre o deformación en el anillo o a lo largo del tubo, lo que garantiza la calidad del acero.
- La única prueba que se realizó obteniéndose datos favorables fue en el punto 1 y 3, ya que en el punto 2 y 4 el equipo pull test no funcionó correctamente y se decidió no considerar estos ensayos.
- Hubo un desplazamiento del Split Set de 15.89 mm en promedio solo para Roca Tipo 3, en el promedio no se consideró a la prueba 2 y 4 ya que se tuvo problemas con el equipo pull test.
- De las dos pruebas realizadas correctamente en los Split set de INSTATECHO, el tonelaje promedio es de 6.83 Tn.
- El rendimiento promedio del Split Set usado en Interior mina es de 1.27 Ton/Pie, este resultado está dentro del parámetro solicitado para una buena performance del sostenimiento, el cual indica 1 - 1.5 Ton/ple.
- A continuación se aprecia un cuadro promedio de los resultados de la prueba de Pull Test, solo para Roca 3.

Cuadro de resultados Promedio de Prueba de Pull Test

En Split Set de 5 Pies

Elemento	Tipo de Roca	RMR	Calidad de Roca	Longitud (Piec)	Diámetro del Split set (mm)	Carga (TN)	Desplazamiento Total del Split set (mm)	Rendimiento Ton/Pie
Split Set 5' INSTATECHO	Caliza	45 - 52	3	5.0	40.13	6.35	15.89	1.27

6. RECOMENDACIONES

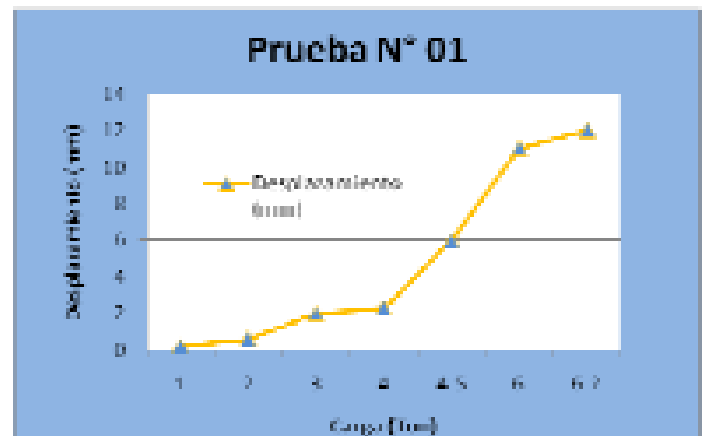
- La diferencia de diámetros de la broca de perforación y el diámetro del Split Set de INSTATECHO tiene que mantenerse de 2.0 a 2.5 mm en promedio.
- El diámetro de la broca de perforación debe ser 36 a 38 de \varnothing , para el Split Set de 5 pies, las brocas usadas para estas instalaciones son de 38 mm usadas y con ello se obtuvo resultados favorables.
- Se recomienda tener brocas de uso exclusivo para la instalación de (Split Set).
- No se debe usar las brocas designadas a la instalación Split Set, de sostenimiento en producción.
- Se recomienda realizar un seguimiento del funcionamiento del Split Set, empleados en distintos tipos de calidad de roca de la U.P Uchucchacua en Mina Huantajalla, sobre todo en tajeos.
- Si bien es cierto el rendimiento de los Split Set de 5 pies ya colocados están dentro del parámetro indicado de performance, esto cubre el área de influencia para cada Split set, por tal motivo esto no quiere decir que se deba modificar el espaciamiento de los Split set al colocarse de manera sistemática con malla electrosoldada, se debe seguir respetando el espaciamiento con 1.20 m en forma de cocada o rombo para Roca Regular y 1.0 m para Roca Mala.

7. GRÁFICOS

CARGA (TON) VERSUS DESPLAZAMIENTO (mm)

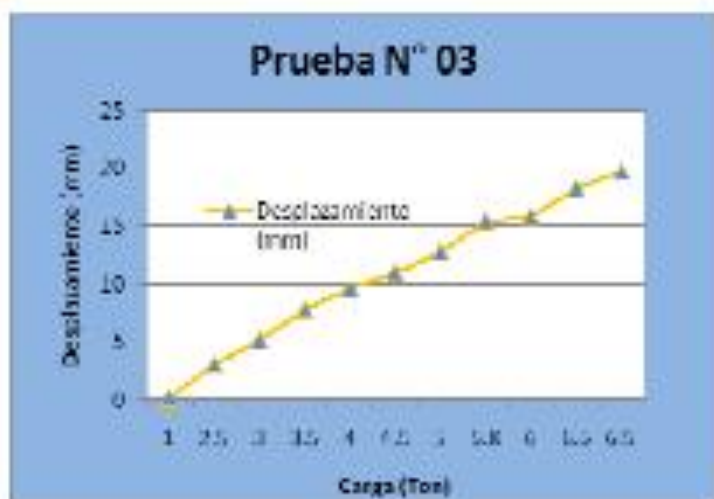
Prueba N°	1
Tipo de Roca	Regular 3
RMR:	45

Carga (Ton)	Desplazamiento (mm)
1	0.22
2	0.59
3	2
4	2.3
4.5	5.95
6	11.06
6.2	12.09



Prueba N°	3
Tipo de Roca	Regular 3
RMR:	47

Carga (Ton)	Desplazamiento (mm)
1	0.15
2.5	3.12
3	5.13
3.5	7.79
4	9.6
4.5	10.98
5	12.8
5.8	15.4
6	15.8
6.5	18.2
6.5	19.7



8. FOTOGRAFIAS



Foto N° 01: Medición de Split set de 5" con calibradora, siendo el diámetro para la prueba N° 01 de 40.18 mm.



Foto N° 02: Medición en cero de la bomba del equipo pull test, se inicio de la misma manera en las cuatro pruebas.

FORMATO PARA MAPEO GEOMECANICO

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A. U. P. UCHUCHACUA		LUGAR : _____ LABOR : _____	POR: _____ FECHA: _____
VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)			
N° ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		VALORACION
	RUMBO, AZIMUT, DIR BUZ	BUZAMIENTO	
TRAMO		REC. FRACTUR	
DESDE _____ HASTA _____		DISC. / ml.	
TIPO DE ROCA		%	
A	B	C	
TIPO		RELLENO	
ESTRUC. RUMBO, AZIMUT, DIR	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	TIPO
COMENTARIOS		ESPEJOR	
R. COMPRESION UNIAxIAL (Mpa)			
ROD %	>250 (15)	100-250 (12)	25-50 (4)
	90-100 (20)	75-90 (17)	25-50 (6)
	>2	0.6-2 (15)	0.06-0.2 (8)
	<1mm long. (6)	1-3 m Long. (4)	10-20m (1)
	Cerrada (6)	0.1-1.0mm (4)	>20 m (0)
	Muy rugosa (6)	Lig. rugosa (5)	1-5 mm (1)
	Limpia (6)	Duro <5mm (4)	Espejo de falla (0) HC
	Sana (6)	Mod. Intemp. (5)	Suave <5mm (0) HD
	Seco (15)	Humedo (10)	Descompuesta (0) HE
AGUA SUBTERRANEA			
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1 a 5) =			
CLASE DE MACIZO ROCOSO			
RMR	100 - 81	80 - 61	40 - 21
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR
			IV MALA
			V MUY MALA

RANGO RESIS. COMP. Mpa		RANGO DE VALORES	
R1	10 - 50	50-100 (7)	25-50 (4)
R2	5 - 25	10-20m (1)	>20 m (0)
R3	2.5 - 50	Espejo de falla (0) HC	Suave <5mm (0) HD
R4	50 - 100	Descompuesta (0) HE	
R5	100 - 250		
R6	> 250		

GRADO	INDICE DE INTemperIZACION	DESCRIPCION	RANGO RESIS. COMP. Mpa
I SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizás lig. De coloración sobre superficies de discontinuidades principales		10 - 50
II LIGERO	La decoloración indica intemp. del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana.		5 - 25
III MODERADA	Menos de la mitad del mat. rocoso está descompto y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso.		2.5 - 50
IV MUY INTEM.	Más de la mitad del mat. rocoso está descompto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco descont como núcleo rocoso.		50 - 100
V DESCOM PU.	Todo el material rocoso está descompto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.		100 - 250

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ROCA

MI	MINERAL
Cz	CALIZA
Vc	VOLCANICO

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS

D	SISTEMA DE DIAKLASA
Fh	SISTEMA DE FALLAS
C	CONTACTO
E	ESTRATOS
MF	MICRO FALLA

ABREVIATURAS DE TIPOS DE RELLENO

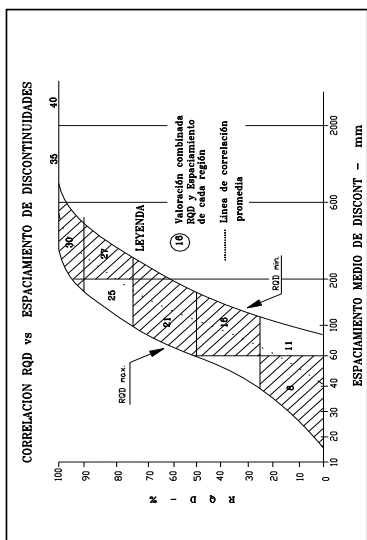
Ox	OXIDOS	MI	MINERAL
Sul	SULFATO	Py	PIRITA
Ptz	PANIZO	Cal	CALCITA
Arc	ARCILLA		
Bx	BRECHA		
Ser	SERICITA		

COMENTARIOS ADICIONALES

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESPACIAMIENTO

1	>2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	<0.06 m

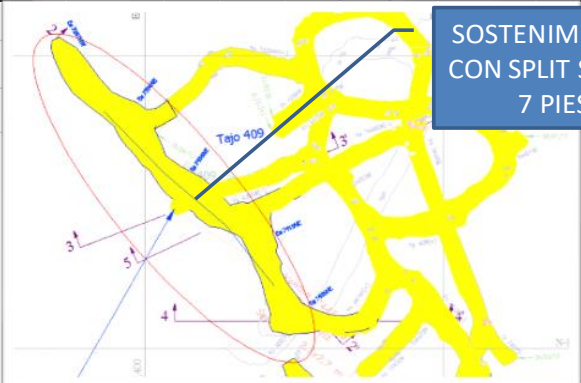
ESPACIAMIENTO MEDIO DE DISCONT - mm




**MATRIZ DE CONSISTENCIA: CARACTERIZACION GEOMECANICA PARA EVALUAR EL SOSTENIMIENTO SUBTERRANEO
DE LA MINA HUANTAJALLA U.P. UCHUCCHACUA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MODALIDAD DE OBTENCION DE DATOS	FUENTE DE INFORMACION
<p>Problema general: Efectuar la caracterización geomecánica, para determinar el tipo de sostenimiento subterráneo para la estabilidad de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?</p> <p>Problemas específicos : - a. ¿Determinar la clasificación geomecánica, para optimizar el sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?</p> <p>b. ¿Establecer los parámetros geotécnicos para poder controlar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?</p>	<p>Objetivo General: Efectuar la caracterización geomecánica, para determinar el tipo de sostenimiento para la estabilidad en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A</p> <p>Objetivos Específicos: a) Determinar la clasificación geomecánica, para optimizar el sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p> <p>b) Establecer los parámetros geotécnicos para poder controlar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p>	<p>En las empresas mineras, es de prioridad efectuar la caracterización geomecánica de todas las labores subterráneas, mediante el cual se realiza el control, el análisis y la guía que determina el proceso de producción de la mina, garantizando una adecuada evaluación para efectuar el sostenimiento correspondiente que ayudara alcanzar las metas de la mina Huantajalla.</p>	<p>Hipotesis General: Si determináramos las características de la masa rocosa para realizar una clasificación geomecánica, su zonificación, resistencia y determinar el tipo de sostenimiento para la estabilidad en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA.</p> <p>Hipotesis Especificos a. Si determinamos los parámetros geotécnicos de la masa rocosa para realizar una clasificación geomecánica, su zonificación y sostenimiento en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA.</p> <p>b. Si evaluamos el comportamiento del macizo rocoso mediante un procedimiento geotécnico para mejorar el factor de seguridad, estabilidad y sostenimiento en el minado subterráneo de la MINA HUANTAJALLA – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Caracterización</p> <p>Geomecánica</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Sostenimiento</p> <p>Variable Interviniente</p> <p>Mina Huantajalla</p>	<p>Variable independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geología estructural de la masa rocosa. - Tipo de roca. - Resistencia de la masa rocosa. - Índice geológico - Calidad de roca. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de perforaciones diamantinas - Método de explotación - Objetivos - Estrategias - Sistema de sostenimiento - Labores temporales 	<p>Técnicas:</p> <p>Las principales técnicas que utilizaré en la investigación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas y Encuestas - Análisis Documental - Observación <p>Instrumentos:</p> <p>Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guía de entrevista - Cuestionario - Guía de Análisis Documental - Guía de Observación - Técnicas de procesamiento y análisis de datos 	<p>Fuente de informacion: libros de Geomecanicas y mecanicas de roca Informes tecnicos: Revistas Oficina mina Oficina Geologia Oficina de Seguridad Oficina de Geotecnica Trabajos geomecanicas realizados en mina, trabajo de tesis realizados en Universidades.</p>

PLANOS GEOMECANICOS

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECAÑICOS OBSERVADOS	TRABAJOS POR REALIZAR
MINA:	HUANTAJALLA	<p>Macizo rocoso controlada por una falla geologica de S40°E/45°SW, interceptado por otras fallas menores y discontinuidades formando cuñas sumamente peligrosas en la corona. hastiales.</p>	<p>Sostenimiento sistemático con Split set de 7 pies más malla electrosoldada, split set espaciados a 1.2m en cocada. A la vez debe utilizarse las gatas mecánicas y cachacos para acumulación de taladros en realce. Se debe realizar un buen desatado antes, durante y después de los trabajos.</p>
LABOR:	TJ 409		
NIVEL:	180		
TIPO DE ROCA:	ROCA REGULAR		
RMR:	48		
PRIORIDAD:	24 horas		
PLAZO:	24 horas		
RESPONSABLE:	CONGEMIN JH SAC		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre : D. Quispecondori Fecha :		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		
Área Geomecánica			

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECAÑICOS OBSERVADOS	TRABAJOS POR REALIZAR
MINA:	HUANTAJALLA	<p>La rampa presenta roca buena y regular con dos a más sistemas de discontinuidades, zonas secas y zonas con goteo de agua. Se evidencia sostenimiento puntual con pernos de anclaje.</p>	<p>Se recomienda un desatado general en todo el acceso hacia la RP 581, Y un desatado minuciosos en la zona a perforar. En la RP 581 está marcado de color blanco (Roca II-b), el área evaluada en donde se ubicara la máquina de perforación diamantina.</p>
LABOR:	RP 581		
NIVEL:	360		
TIPO DE ROCA:	ROCA BUENA Y REGULAR		
RMR:	63 y 55		
PRIORIDAD:	7 días		
PLAZO:	7 días		
RESPONSABLE:	CONGEMIN JH SAC		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre : D. Quispecondori Fecha :		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		
Área Geomecánica			

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECÁNICOS OBSERVADOS	TRABAJOS POR REALIZAR
MINA:	HUANTAJALLA	Macizo rocoso con intersección de fallas geológicas, formando cuñas en la corona y hastiales. A la vez se observa techo y hastial desnivelado.	Sostenimiento sistemático con Split set de 7 pies más malla electrosoldada, split set espaciados a 1.2m en cocada. A la vez debe utilizarse las gatas mecánicas para acumulación de taladros en realce. Se debe hacer voladura controlada, creando un arco en la corona del tajo.
LABOR:	TJ 451		
NIVEL:	180		
TIPO DE ROCA:	ROCA MALA		
RMR:	37		
PRIORIDAD:	24 horas		
PLAZO:	24 horas		
RESPONSABLE:	CONGEMIN JH SAC		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre: D. Quispecondori Fecha:		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		
Área Geomecánica			

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECÁNICOS OBSERVADOS	TRABAJOS POR REALIZAR
MINA:	HUANTAJALLA	Macizo rocoso regular con tres sistemas de discontinuidades, con presencia de fallas geológicas. Se evidencia el tajo sin rellenar con una altura superior a los 6m. Generando esfuerzos de compresión e estabilizando.	Rellenar el tajo en la brevedad posible, para no desestabilizar el tajo y tener una labor estable que preste seguridad al momento de trabajar.
LABOR:	TJ 7442		
NIVEL:	180		
TIPO DE ROCA:	ROCA REGULAR		
RMR:	48		
PRIORIDAD:	24 horas		
PLAZO:	24 horas		
RESPONSABLE:	CONGEMIN JH SAC		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre: D. Quispecondori Fecha:		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		
Área Geomecánica			

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECÁNICOS OBSERVADOS	CROQUIS
MINA:	HUANTAJALLA	Presencia de labor antigua con tolva al costado no funcionando -roca de regular calidad 3 - desde la entrada roca que necesita probar con barretilla si esta suelta .	
LABOR:	CABINA Diamondrill 232-2		
NIVEL:	4450		
TIPO DE ROCA:	Roca Regular 3		
RMR:	50-55	TRABAJOS POR REALIZAR	
PRIORIDAD:	72 horas	Se debe reparar con barretilla larga desde el cruce el desatado y toda la cabina donde se va trabajar - luego colocar malla y split set desde el cruce y la cabina - poner en orden y limpieza dicha labor.	
PLAZO:	3 DIA		
RESPONSABLE:	EE CONGEMIN-HUANTAJALLA		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre : Fecha :		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		Área Geomecánica

DESCRIPCIÓN		ASPECTOS GEOMECÁNICOS OBSERVADOS	CROQUIS
MINA:	HUANTAJALLA	Tajo en comunicación con el nivel 4240 , un sector fue comunicado , presencia de lajamiento y roca fracturada. Se prohíbe que el personal ingrese dentro de dicho tajo comunicado en presencia del residente y supervisor de turno.	
LABOR:	TAJO 7474		
NIVEL:	4180		
TIPO DE ROCA:	Roca Regular 3		
RMR:	50-55	TRABAJOS POR REALIZAR	
PRIORIDAD:	24 HORAS	Se ordenó que el scoop realice el pase respectivo despues de ventilar y regar - luego el ingreso se debe realizar ya limpiando el desmonte y a medida que lo permita solo desatar el ingreso para que el scoop realice la limpieza de mineral - afinal debiera rellenar todo lo que pueda y alli queda dicho tajo- deberá colocarse cintas .Y/O avisos.	
PLAZO:	1 DIA		
RESPONSABLE:	EE CONGEMIN-HUANTAJALLA		
SEGUIMIENTO Geomecánica	Cumplió: Nombre : Fecha :		
RIESGO ALTO (A)	24 horas		
RIESGO MEDIO (B)	72 horas		
RIESGO BAJO (C)	7 días		Área Geomecánica