

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

Escuela de Formación Profesional de Minas



**“CARACTERIZACIÓN GEOMECANICA DE LA ZONA
HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS
BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA”**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO DE MINAS

Bach. Bill Clinton, GONZALES CCENTE

Cerro de Pasco – Perú

2018

DEDICATORIA

A mis padres Víctor Gonzales y Catalina Ccente por su inagotable dedicación para mi realización como persona y profesional.

A mi familia en general por su invalorable apoyo moral.

RESUMEN

La minería en el Perú es una de las actividades económicas más importantes, y su desarrollo está ligado a lo largo de nuestra historia, en todos los aspectos de la vida social, política, religiosa, cultural y económica. El sector minero es un negocio de costos y no de precios de los metales, es necesario desarrollar en la Unidad Económica Administrativa (U.E.A.) de Uchucchacua, perteneciente a la Compañía de Minas de Buenaventura S.A.A; un plan estratégico, orientado a optimizar sus operaciones elevando su producción y productividad con el propósito de identificar estrategias que conduzcan a un crecimiento sostenido.

La presenta Caracterización geomecánica 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, en la ejecución del planeamiento de minado de los componentes de las labores de exploración, desarrollo, preparación hasta la explotación de la misma. Donde se detalla el estudio geomecánico de la unidad de producción Huantajalla. 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.

Se obtuvieron valores representativos de la orientación de los sistemas principales de discontinuidades, caracterización geomecánica de la roca intacta y discontinuidades. Con la información obtenida, usando metodologías adecuadas y amplio criterio, se obtuvieron los parámetros geomecánicos del macizo rocoso y de las discontinuidades; así mismo, se estimaron los esfuerzos insitu horizontal y vertical, con el criterio de falla conjugada de Anderson la dirección preferencial de los esfuerzos.

Palabras claves: Geomecánica, caracterización, planeamiento.

ÍNDICE

	Pág
DEDICATORIA	i
RESUMEN	ii
ÍNDICE	iv
INTRODUCCION	1
CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Determinación del Problema	4
1.2 Formulación del Problema	5
1.2.1 Problema General.....	5
1.2.2 Problemas Específicos	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación del Problema	6
1.5 Importancia y Alcances de la Investigación	7
1.6 Limitaciones	8
CAPITULO II : MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes	9
2.2 Bases Teóricas – Científicas.....	12
2.3 Definición de Términos	15
2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	20
2.4.1 HIPOTESIS GENERAL	20
2.4.2 HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	21
2.5 Identificación de Variables	21
2.5.1 Variable Independiente:.....	21
2.5.2 Variable Dependiente	22
2.5.3. Variables Interviniente	22
CAPITULO III : METODOLOGIA	
3.1 Tipo de Investigación	23
3.2 Diseño de la Investigación	23

3.3 Población Muestra	24
3.3.1 Población	24
3.3.2 Muestra.....	25
3.4 Métodos de la Investigación.....	25
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	26
3.5.1 Técnicas	26
3.5.2 Instrumentos	26
3.6 Técnicas e Instrumentos de procesamiento de Datos	27
CAPITULO IV : GENERALIDADES	
4.1 Ubicación	28
4.2 Accesibilidad	28
4.3 Historia.....	30
4.4 Clima.....	31
4.5 Topografía.....	32
CAPITULO V : GEOLOGIA	
5.1 Geología General.....	33
5.2 Geología Regional	33
5.3 Estratigrafía Regional	35
5.4 Geología Estructural	40
5.5 Geología de los Depósitos Minerales	44
CAPITULO VI : MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN	
6.1 Minería	46
6.1.1 Selección del método de minado.....	46
6.2 Corte y Relleno Ascendente (Cut&fill).....	48
6.3 Explotación Rampa por Veta:	49
6.3.1 Descripción del método	49
6.4 Detalles de Diseño.....	53
CAPITULO VII : CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO	
7.1 Investigaciones Básicas.....	57
7.1.1 Caracterización de la masa rocosa.....	57
7.1.2 Clasificación de la masa rocosa:	59

7.1.3 Zonificación Geomecánica de una labor.....	62
7.1.4 Aplicaciones de la Información Básica	65
7.1.5 Resistencia de la Roca	67
7.1.6 Resistencia de las Discontinuidades	72
7.1.7 Resistencia de la masa rocosa	73
7.1.8 Condiciones del agua subterránea	74
7.1.9 Estado tensional en yacimiento Uchucchacua	78
7.2 Consideraciones sobre las condiciones de estabilidad.....	85
7.2.1 Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones.....	85
7.2.2 Aberturas máximas y tiempos de auto sostenimiento.....	88
7.2.3 Estabilidad estructuralmente controlada.....	91
7.2.4 Estabilidad controlada por esfuerzos.....	94
CAPITULO VIII : PLAN DE MINADO Y SISTEMA DE SOSTENIMIENTO	
8.1 PLAN DE MINADO	95
8.1.1 Antecedentes.....	95
8.1.2 Descripción de Mina	96
8.1.3 Métodos de Explotación – Mina Huantajalla.....	97
8.1.4 Planeamiento de Minado	100
8.1.5 Relleno	105
8.2 SISTEMA DE SOSTENIMIENTO.....	107
8.2.1 Labores permanentes.....	107
8.2.2 Labores temporales.....	108
8.3 Prueba de Hipótesis.....	113
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES.....	119
BIBLIOGRAFIA	121
ANEXOS.....	124

INTRODUCCION

El presente trabajo contiene los elementos de un modelo de estudio geomecánico, para trabajos relacionados con la evaluación del macizo rocoso, el tema es la exposición de los trabajos efectuados en el estudio geomecánico de la unidad de producción Huantajalla, de la Compañía Minera Buenaventura – UEA. Uchucchacua.

Dependiendo de la Caracterización de la Roca y condiciones en el proceso de minado, la masa rocosa puede variar de una mina a otra, como también en diferentes unidades de producción dentro de la misma mina, tal es el caso de la Unidad de Producción 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. En tal sentido, es de vital importancia el conocimiento de los atributos Geomecánicos del macizo rocoso y su interacción con las operaciones mineras de la unidad 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 el planeamiento y diseño del minado subterráneo, relacionados a la explotación del mineral, garantizando la estabilidad de las operaciones mineras, a fin de brindar seguridad al personal y equipos que operan en la zona Huantajalla.

En esta investigación se documenta el desarrollo de los trabajos de campo, de laboratorio y de gabinete, para obtener la evaluación geomecánica de la masa rocosa del yacimiento de Uchucchacua, con el fin de determinar el planeamiento de minado de la zona Huantajalla. Asimismo, comprende los siguientes capítulos:

Capítulo I, comprende el estudio del planteamiento del problema donde se considera, determinación, formulación, objetivos, importancia y alcances de la investigación y limitaciones.

El capítulo II, está considerado el marco teórico que comprende, antecedentes del problema, bases teóricas y científicas, definición de términos, hipótesis e identificación de variables.

En el desarrollo de capítulo III, se tiene: Tipo y diseño de investigación, población y muestra, métodos de investigación técnicas de recolección de datos y de análisis de datos.

En el capítulo IV, se considera: Generalidades como la ubicación y accesibilidad, historia, clima y topografía

El capítulo V, trata sobre el estudio de la geología: estratigrafía, geología estructural, geología de los depósitos de minerales.

El capítulo VI, se detalla los métodos de explotación.

El capítulo VII, está relacionado con la caracterización del macizo rocoso.

Finalmente, el capítulo VIII, trata sobre el planeamiento de minado y sostenimiento.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema.

La Compañía Minera Buenaventura, tiene como objetivo contar con el estudio y presentar la caracterización geomecánica de la masa rocosa del yacimiento de la zona de Huantajalla, con el fin de sustentar el método o métodos de minado que se aplicaran a esta zona del yacimiento, y obtener los parámetros geomecánicos para el planeamiento y diseño del minado subterráneo.

1.2 Formulación del Problema

En Compañía Minera Buenaventura – UEA. Uchucchacua. Se tiene un estudio geomecánico, la cual no abarca la zona de producción de Huantajalla, por lo que se ha programado ejecutar el Estudio geomecánico de esta parte del yacimiento Uchucchacua, iniciando con las investigaciones básicas de zona, con lo cual obtendremos los parámetros geotécnicos básicos, para luego con los resultados obtenidos definir el método de minado y establecer los parámetros geomecánicos, para determinar un plan de minado. Por lo que tenemos la interrogante siguiente:

1.2.1 Problema General

¿Cómo determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa para la ejecución del plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa en la zona Huantajalla - Compañía de Minas Buenaventura – UEA? Uchucchacua?
- ¿Cómo ejecutar el plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla Compañía de Minas Buenaventura – UEA? Uchucchacua ?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la caracterización de la masa rocosa para la ejecución del Plan de minado y sostenimiento en la Zona Huantajalla en la Compañía de Minas Buenaventura – UEA. UCHUCCHACUA?

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa en la zona Huantajalla - Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.
- b. Ejecutar el plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua

1.4 Justificación del Problema

En toda empresa minera es importancia y prioridad realizar la Caracterización Geomecánica, ya que nos permite tener una adecuada evaluación del macizo rocoso, con lo cual se obtiene los parámetros geotécnicos necesarios para mejorar el factor de seguridad, estabilidad y realizar un adecuado plan de minado y consecuentemente realizar un efectivo proceso de producción.

Contando con la caracterización geotécnica, tendremos datos precisos para efectuar un control del macizo rocoso, que permitirá

mejorar el factor de seguridad y realizar el plan de minado, en todas las labores de desarrollo y producción de la ZONA DE HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA.

Según los resultados obtenidos durante la caracterización del macizo rocoso, se dan las recomendaciones sobre los diferentes aspectos asociados al minado de subterráneo. Estos aspectos justifican la realización de la presente investigación.

1.5 Importancia y Alcances de la Investigación

Todos los procesos que con lleven, a obtener detalles y acontecimientos geológicos y mineros de una empresa minera será de importancia ya que nos ayudara a conocer de cerca y determinar el control que se pueda realizar y que permita tener una secuencia de minado adecuado, seguro y estable.

Los alcances relacionados con Investigación son:

Evaluación de las condiciones naturales de Huantajalla o ambiente geotécnico

Caracterización geotécnica de la masa rocosa

Determinación de las propiedades del comportamiento del terreno

Clasificación geotécnica de la masa rocosa

Zonificación geotécnica de Huantajalla y su entorno

Seleccionar el método de minado

Establecimiento de los parámetros geotécnicos del minado

1.6 Limitaciones

Con respecto al proceso y tiempo que conlleva el presente estudio, se coordinó con la gerencia de la empresa, la cual nos brindó todo el apoyo, por lo que no se tuvo limitaciones, para realizar el presente trabajo de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Como antecedentes se tiene la información de diferentes Empresas Mineras, sobre los procedimientos a seguir sobre la caracterización geomecánica, pero estos antecedentes fueron realizados o aplicados de acuerdo a las características de cada yacimiento minero; estos trabajos sirvieron de referencia para realizar el presente estudio geomecánico, por lo que pude obtener información de colegas de Ingeniería de Minas que realizaron estos trabajos en:

- Compañía minera Condestable
- Compañía minera Milpo - Atacocha

- Compañía minera Casapalca
- Compañía minera Volcán S.A.A. (de diferentes unidades).

Asimismo, se hicieron revisiones, en las bibliotecas de algunas Universidades del país y se obtuvieron los siguientes datos:

Vallejo Cortes Carlos (2010). Profesor Asociado UNI-FIGMM. Consultor y Asesor de Geología Aplicada a obras de Ingeniería Civil y Geomecánica. “Curso Práctico de Geomecánica Elemental y Sostenimiento Aplicado a Minas Subterráneas”. Que las propiedades del macizo rocoso dependerán de:

- a) Procesos tectónicos que las han afectado (fallamientos, plegamientos e intrusiones ígneas).
- b) Procesos de formación, tipos y zonificación del yacimiento (inyecciones hidrotermales, neumatolíticas, reemplazamientos, metasomatismo, disseminaciones y otros)
- c) Procesos erosivos actuales (actividad glacial, actividad fluvial, aguas subterráneas).

Torres Julca Roberto (2010). La Mecánica de Rocas y la Geomecánica en la Ingeniería de Minas. Sociedad Minera el Brocal. Mina Colquijirca. La mecánica de rocas es la ciencia teórica y práctica del comportamiento mecánico de las rocas y de los macizos rocosos; es la rama de la mecánica referente a la respuesta de la roca y del macizo

rocoso a los campos de fuerza de su ambiente físico. Estudia la respuesta de la roca a las fuerzas creadas por el ambiente minero.

Ladera N,(1989) Ingeniero de Minas en su publicación “Estado Tecnológico de las Minas Subterráneas en el Perú” considera que la Geología, las labores de exploración , las reservas , la geometría de la estructura mineralizada , las características geomecánicas y la hidrogeología influyen en la selección del método de explotación adecuado. Por ello sugiere que es importante el conocimiento de las características del yacimiento antes de seleccionar la tecnología más adecuada y eficiente.

Torres Alex (2015), en su informe de planeamiento mina: “Aplicación de taladros largos en la mina Gayco de la Unidad Minera Raura”; menciona que, el presente trabajo trata sobre la aplicación de taladros largos en la explotación por subniveles en la mina Gayco, los cuales se vienen aplicando con éxito en nuestra unidad minera, logrando minimizar los accidentes por desprendimientos de roca, reducir los costos de minado de 12 \$/TM a 7.04\$/TM, elevando la producción de 7,000 TM/mes a 12,000 TM/mes y mejorandola productividad de 18 TM/H-gdia a 27 TM/H-gdía.

Rivero Abarca Victor, (2015), “Evaluación Geomecánica de Estrategias de Socavón en Minería Subterránea”, docente de la Universidad de Chile, en su artículo considera; que: La socavación es una de las

operaciones críticas dentro del proceso productivo en una mina explotada por hundimiento de bloques o paneles. El conocimiento del proceso de socavación proviene en gran medida de la experiencia operativa, sin un mayor conocimiento teórico. Por lo tanto, resulta fundamental mejorar el entendimiento de este proceso, y apuntar hacia la confección de guías de diseño ingenieril.

2.2 Bases Teóricas – Científicas

El presente estudio tiene como base teórico y científico, en los siguientes estudios:

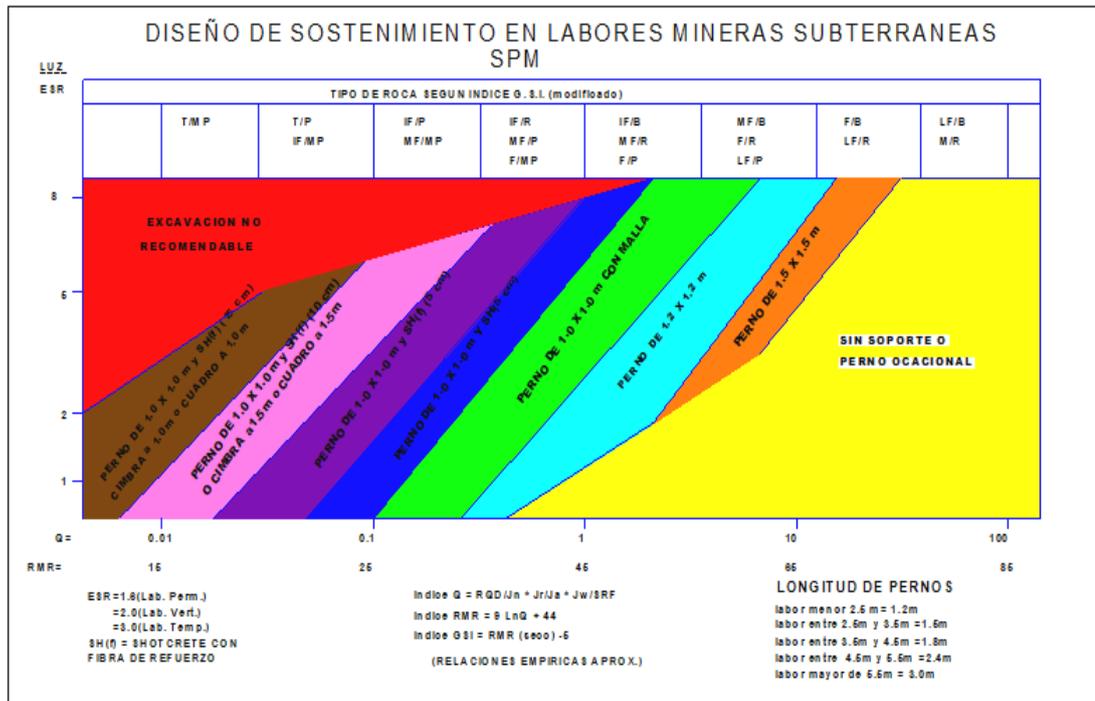
Caracterización Geomecánica de la masa rocosa

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.

Mass Rating), también conocido como Clasificación geomecánica, fue desarrollado por Bieniawski y considera cinco parámetros básicos.

- Resistencia de la roca intacta.
- Designación de la calidad de la roca (RQD).
- Espaciamiento de discontinuidades.
- Estado de las discontinuidades.
- Condiciones de agua subterránea.



Índice de tunelización

El sistema de clasificación de masa de roca NGI (Barton y otros autores 1974), calcula un índice de calidad de tunelización de roca (Q) desde 6 parámetros basados en:

- Designación de calidad de roca (RQD)
- Numero de Juntas Jn
- Numero de aspereza de juntas Jr
- Numero de alteración de junta Ja
- Factor de reducción de agua de junta Jw
- Factor de reducción de esfuerzo (SRF)

Los parámetros son combinados para obtener Q como sigue:

$$(RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/SRF)$$

Factores que controlan la estabilidad de las excavaciones

Hay dos grupos de factores que controlan la estabilidad de las excavaciones asociadas al minado subterráneo de los yacimientos minerales. El primer grupo corresponde a factores pre-existentes a la excavación y el segundo grupo a factores posteriores a la excavación.

- Los factores pre-existentes a la excavación son:
- Las características del medio geológico.
- El comportamiento mecánico del medio geológico.
- Los esfuerzos in-situ.

2.3 Definición de Términos

Geomecánica: (procedente del prefijo griego geo- significando "tierra"; y "mecánica") implica el estudio geológico y geotécnico del comportamiento del suelo y rocas.

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.

Criadero, Yacimiento o Depósito Mineral: Parte o fracción de la corteza terrestre donde por procesos geológicos se formaron o forman sustancias minerales útiles, que pueden ser explotadas con beneficio económico, con los medios técnicos disponibles.

Constituyentes esenciales de los criaderos son: la mena, la ganga y el estéril.

Mena o zafra: Las masas de agregados minerales o rocas de las que se puede extraer uno o varios metales con beneficio económico se denominan mena o zafra,

Ley de la mena: Se define como ley de la mena, en un determinado metal, el contenido de éste por unidad de peso o volumen. Su expresión se puede hacer en porcentaje, en gramos por tonelada o en ppm (partes por millón).

Ley de un yacimiento: En un yacimiento existen zonalidades, por tanto la ley de éste será la media ponderada de las leyes correspondientes a las menas de las distintas zonas del yacimiento.

El cálculo de esta ley exige la ejecución de operaciones que han de ser realizadas de acuerdo a métodos precisos, con una adecuada fiabilidad o error.

Ley de corte: Es aquella por debajo de la cual un yacimiento no es económicamente explotable.

Los parámetros más comunes suelen ser: ley en los minerales útiles, características mineralógicas, situación geográfica, infraestructuras o medios de transporte, disponibilidad energética, precios de los metales, etc.

Si se beneficia o explota un único mineral o metal, la mena se denomina **simple**. Sin embargo, generalmente, se beneficia más de un mineral principal, determinándose **compuesta** o **compleja**, y otros de menor entidad, que se consideran como **subproductos**. Estos, en algunos casos, contribuyen o son determinantes en la explotación del yacimiento, e incluso en algunas épocas llegan a ser más importantes que los metales principales.

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.

Roca intacta: Es el bloque ubicado entre las discontinuidades y podría ser representada por una muestra de mano o trozo de testigo que se utiliza para ensayos de laboratorio.

Masa Rocosa: Es el medio in situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales.

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.

Roca meteorizada: Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera.

Depósitos primarios y secundarios. Los primeros son los que están asociados al proceso de formación original de las rocas. Los segundos se forman por alteración de los primeros y en general suelen dar lugar a la formación de nuevos minerales.

2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1 HIPOTESIS GENERAL

Si realizamos la caracterización Geomecánica, para obtener la clasificación geomecánica entonces se efectuará un plan de minado y sostenimiento en la ZONA DE HUANTAJALLA -

COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA.
UCHUCCHACUA.

2.4.2 HIPOTESIS ESPECIFICOS

- a. Si realizamos la Caracterización geomecánica, entonces podremos obtener la clasificación geomecánica de la masa rocosa en la ZONA DE HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA.

- b. Si se efectúa el plan de minado, se determinará las condiciones necesarias para las operaciones de minado. de la ZONA DE HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA.

2.5 Identificación de Variables

2.5.1 Variable Independiente:

Caracterización Geomecánico de la masa rocosa.

Indicadores

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

2.5.2 Variable Dependiente

Planeamiento de minado y sostenimiento.

Indicadores

Plan de perforaciones diamantinas

Método de explotación

Objetivos

Estrategias

Sistema de sostenimiento

Labores temporales

Labores permanentes

2.5.3 Variables Interviniente

Estabilidad de la masa rocosa en el estudio del plan de minado.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de carácter Aplicativo, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel descriptivo y explicativo.

3.2 Diseño de la Investigación

El presente estudio comprendió los siguientes aspectos técnicos:

Investigaciones básicas

Se definen las condiciones naturales del yacimiento, en base a la información desarrollada y proporcionada por la geología del yacimiento.

Se caracteriza a la masa rocosa de la zona Huantajalla, en base a la revisión y análisis de la información disponible y al mapeo geotécnico

de las labores mineras existentes y de los testigos de las perforaciones diamantinas disponibles. Para esto, se utilizaron las normas del ISRM (International Society for Rock Mechanics).

Se evalúa las principales propiedades de resistencia de la roca intacta, de las discontinuidades y de la masa rocosa, utilizando para ello procedimientos alternativos, según normas del ISRM.

Se determina la calidad de la masa rocosa involucrada en el área de evaluación, mediante la aplicación de criterios de clasificación geomecánica, como el de Bieniawski (1989), Barton (1974) y Hoek & Marinos (2000).

Se determina la zonificación geomecánica del yacimiento, a fin de determinar los dominios estructurales en base a la información obtenida en los puntos precedentes.

Se evalúa los factores adicionales, propios del yacimiento, que podrían influir en las condiciones de estabilidad de las labores mineras (presencia de agua y esfuerzos).

3.3 Población Muestra

3.3.1 Población

La población está constituida por todos los estudios geomecánicos del macizo rocoso realizados en diversas labores (desarrollo - explotación) de la Unidad Minera de Uchucchacua Compañía de Minas Buenaventura.

3.3.2 Muestra

La muestra está constituida por; labores de desarrollo, preparación y explotación realizados en la zona huantajalla de la Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.

3.4 Métodos de la Investigación

Percepción directa del objeto de investigación con un objetivo consiente:

- Objetividad.
- Confiabilidad.

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

- Método de Observación
- Método de análisis
- Método de síntesis

Lo cual nos permitió encontrar mayor información y dar solución a problemas mediante este proceso.

La metodología aplicada 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 con el fin de establecer su estructura o comportamiento. “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.

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.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación es:

- Análisis Documental
- Observación

3.5.2 Instrumentos

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación

- Técnicas de procesamiento y análisis de datos
- Registro de evaluación (Mapeo Geomecánico).
- Análisis y resultados de laboratorio.

3.6 Técnicas e Instrumentos de procesamiento de Datos

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.

CAPITULO IV

GENERALIDADES

4.1 Ubicación

LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA, se sitúa en la vertiente occidental de los andes, entre los 4,300 y 5,000 m.s.n.m. Geográficamente, está ubicada en el distrito y provincia de Oyón, en la región Lima. Sus coordenadas de ubicación son las siguientes:

Latitud Sur: 10° 36´ 34

Latitud Oeste: 76° 59´ 56”

4.2 Accesibilidad

La mina se encuentra aproximadamente a 180 km en línea recta, al NE de la ciudad de Lima. Ver plano de ubicación N° 4.1.

Existen dos vías de acceso a la U.E.A. La principal la constituye el tramo asfaltado Lima-Huacho (152 km), Huacho-Sayán (45 km), el tramo afirmado Sayan-Churin (62 km) y Churin-Uchucchacua (63 km); es decir, 322 km. El otro acceso está conformado por el tramo asfaltado Lima-La Oroya-Cerro de Pasco (320 km) y el tramo afirmado Cerro de Pasco-Uchucchacua (70 km); es decir, 390 km

Además, cuenta para casos de emergencia con un Helipuerto.



4.3 Historia

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, aunque su riqueza esté muy ligada al volátil precio de los metales.

Unidades Operativas

Uchucchacua (concentrado de zinc: plata y zinc; concentrado de plomo: plomo y plata)

Orcopampa (oro)

Julcani (concentrado de plomo-plata: plata y plomo)

Recuperada (concentrado de zinc; plomo-concentrado de plata: plomo; plata)

Ishihuinca (concentrado de cobre: oro; concentrado precipitado: oro; plata)

Antapite (barras de doré, plata)

4.4 Clima

El clima es frío y seco entre los meses de abril a diciembre, tornándose lluvioso de enero a marzo, pero con temperaturas moderadas.

4.5 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 este lineamiento 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.

La vegetación propia del área es escasa y constituida mayormente por Ichu, variando a otras especies en las quebradas y valles encañonados, allí se realiza una incipiente agricultura.

CAPITULO V

GEOLOGIA

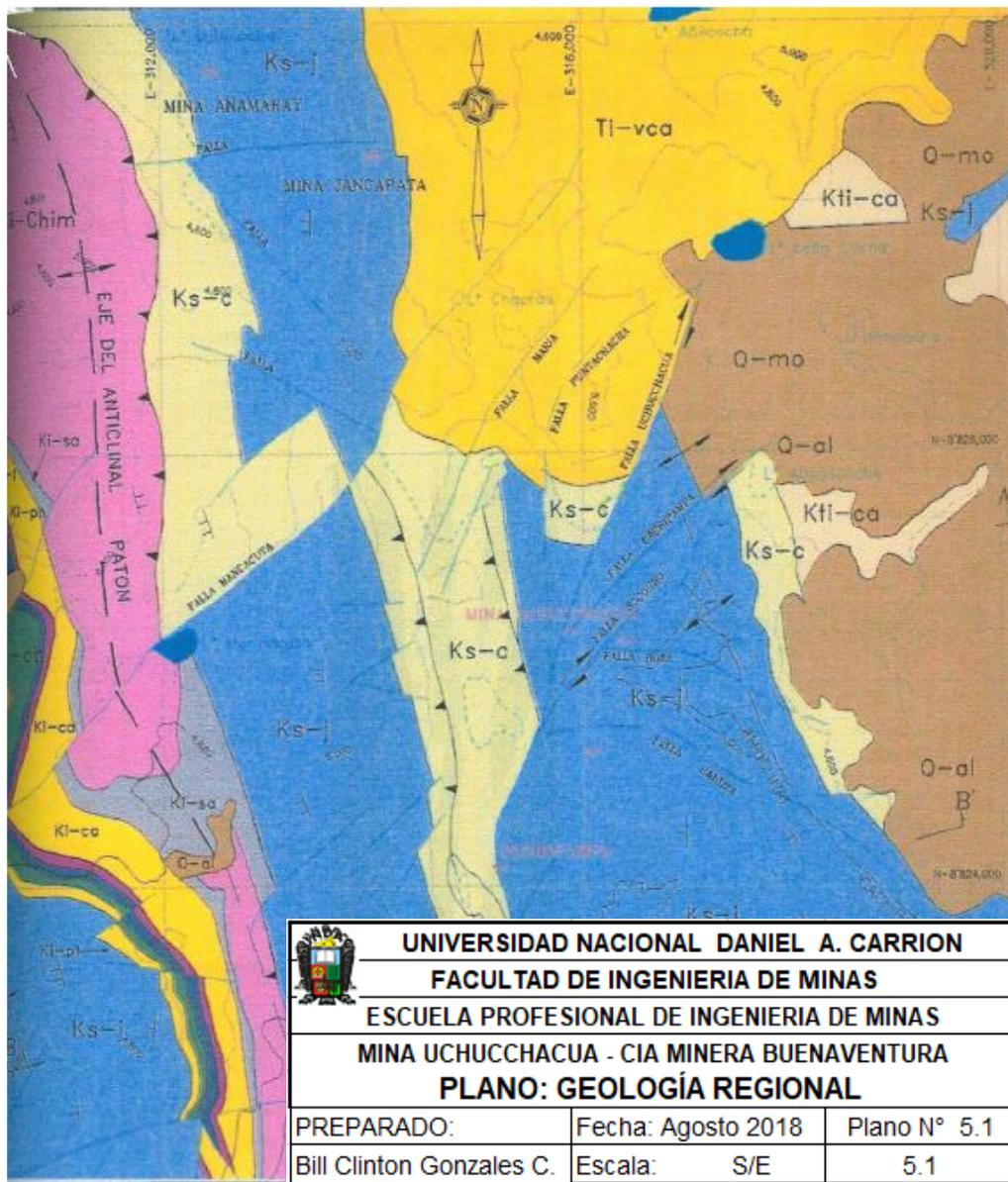
5.1 Geología General

Uchucchacua es un depósito hidrotermal exigente 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.

5.2 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. Ver plano N° 5.1.



5.3 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. Ver figura N° 5..1.

- 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

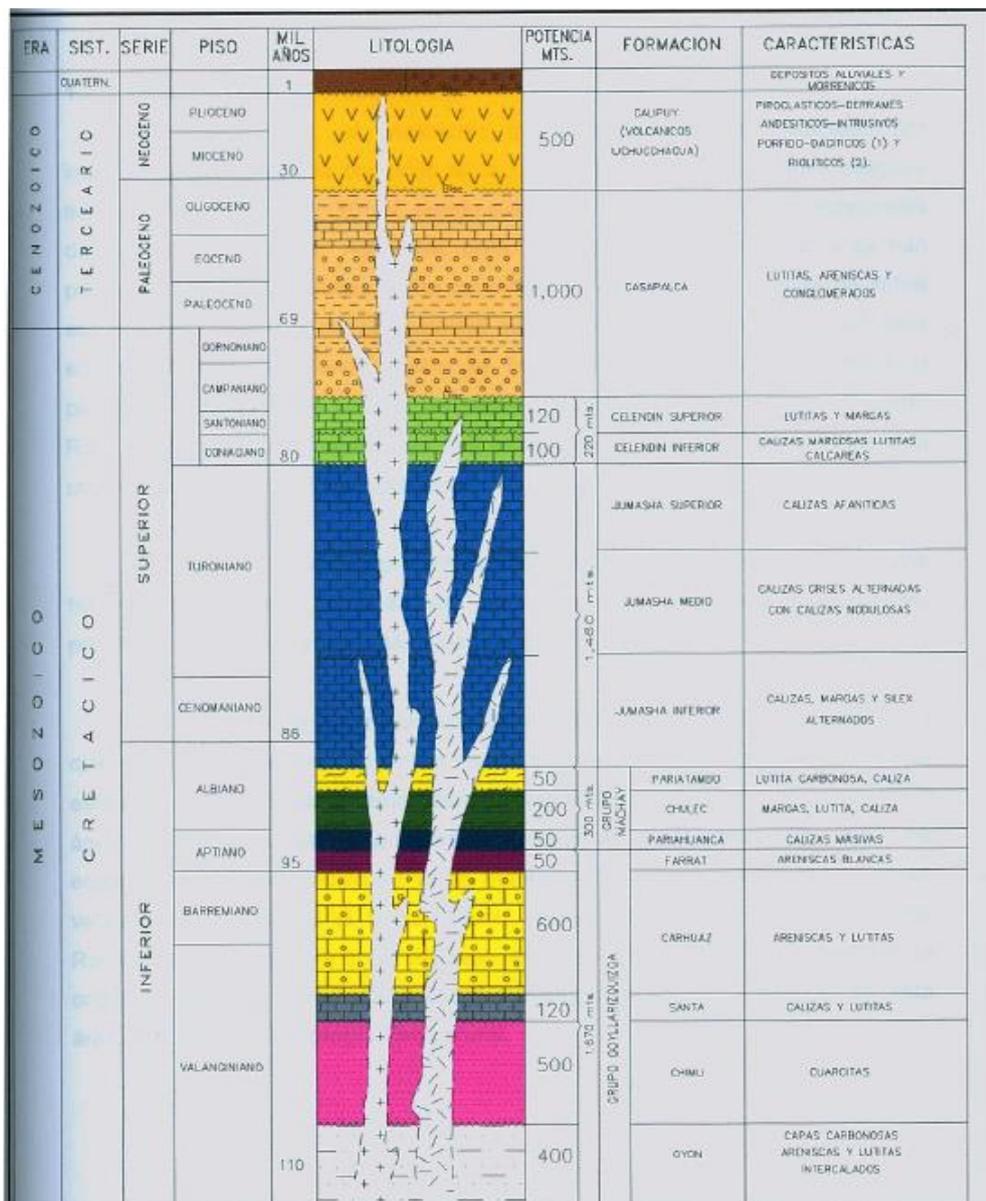
Los volcánicos Calipuy (Ti-Vca) se encuentran discordantemente sobre la formación Casapalca y son un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos de edad terciaria. Su espesor está estimado en 500 m y afloran al norte de la zona de Uchucchacua.

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.

Figura N° 5.1: Columna Estratigráfica



5.4 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. Ver cuadro N° 5.1.

Cuadro N° 5.1: Fallas principales Yacimiento Uchucchacua

FALLAS PRINCIPALES YACIMIENTO UCHUCCHACUA					
	RUMBO	BUZAMIENTO	DIP-DIRECCION	DIP	TIPO
FALLA PUNTACHACRA	NS	78E	90	78	DEXTRAL
FALLA UCHUCCHACUA	N30E	80NW	300	80	DEXTRAL
FALLA CACHIPAMPA	N55E	85NW	325	85	DEXTRAL
FALLA SOCORRO	N40E	82NW	310	82	DEXTRAL
FALLA MANCACUTA	N45E	85NW	315	85	DEXTRAL
FALLA ROSA	S80E	80SW	190	80	SINEXTRAL
FALLA SOCORRO 1	N85W	60NE	175	60	DEXTRAL
FALLA ANDREA	EW	83S	180	83	DEXTRAL
FALLA SANDRA	EW	80N	360	80	DEXTRAL

Los principales sistemas de fallas en la UEA Uchucchacua:

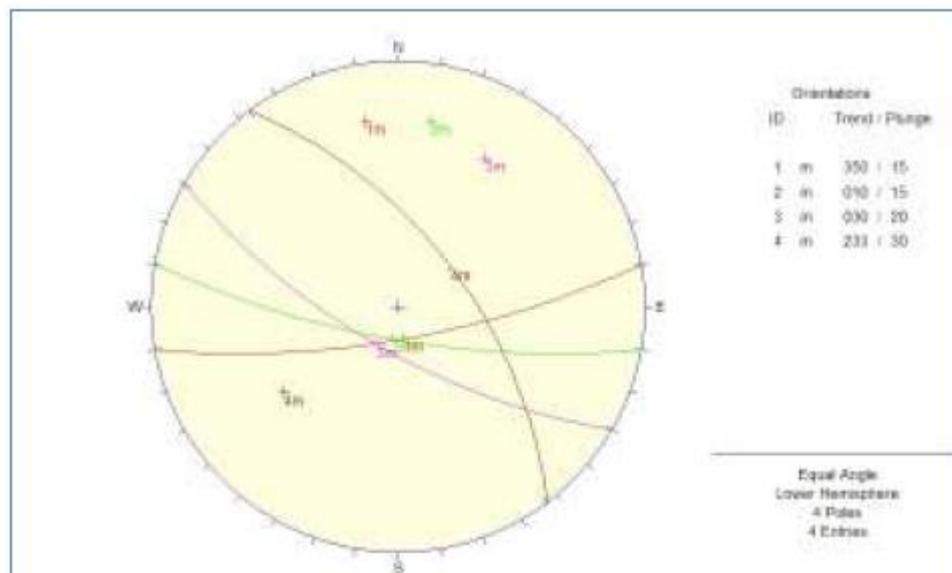
Presentan 4 sistemas de fallas importantes: primer sistema de N a S con buzamiento 78° E, segundo sistema de N 30° a 60° E, con buzamiento 82°NW, tercer sistema de E a W con buzamiento 83° S y cuarto sistema de N 80° a 85 W con buzamiento 70°NE

Estos sistemas incluyen las fallas principales y tensionales portadoras de mineralización y sistemas de diaclasas propios del fracturamiento de los paquetes de estratos de caliza. A la vez dividimos la unidad Uchucchacua en tres sectores de explotación: En el sector mina Carmen, sector mina Socorro y sector mina Huantajalla con las respectivas fallas Ver cuadro N° 5.2. y compositos de diagrama N° 5.1 estereográfico de contornos.

Cuadro N° 5.2: 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	

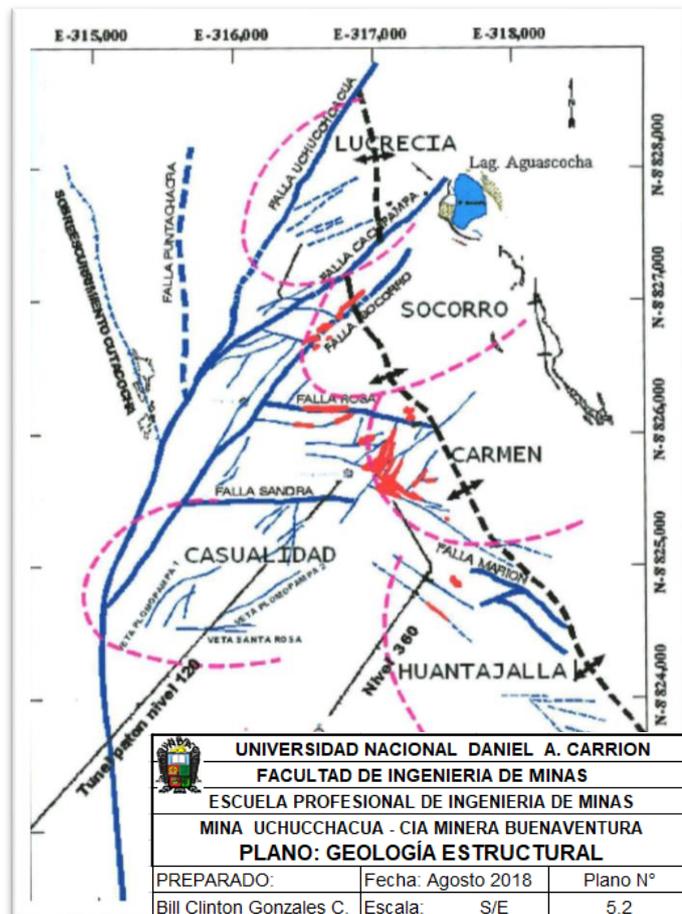
Diagrama N° 5.1 :Estereográfico de contornos del composito sector Huantajalla



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. Ver plano N° 5.1.

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, arqueamiento y venilleo intenso de calcita.

5.5 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.

En la mina Socorro, los principales cuerpos de reemplazamiento metasomático son los del sistema Lucero, con caracteres estructurales y mineralógicos diferentes de los de la mina Carmen, donde predominan los carbonatos como matriz (calcita, rodocrosita), fina diseminación de pirita, galena, esfalerita, puntos de plata roja, alabandita. No se observa Silicatos de manganeso.

CAPITULO VI

METODOS DE EXPLOTACION

6.1 Minería

6.1.1 Selección del método de minado

Para seleccionar 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.

El método (o métodos) de minado debe(n) estar aparejado(s) a todas estas condiciones naturales del yacimiento, de tal manera

que el minado sea técnicamente factible. La factibilidad técnica debe ser complementada con una evaluación económica del método (o métodos) de minado, para asegurar una factibilidad técnica – económica óptima.

En este marco, es necesario definir cada una de las condiciones naturales del yacimiento, en donde los aspectos geomecánicos juegan un rol preponderante desde el punto de vista técnico.

Las condiciones naturales del yacimiento, han quedado definidas en los capítulos anteriores, principalmente en el Capítulos 5, en los cuales se presentan las características: geológicas, morfológicas (forma, potencia, rumbo y buzamiento, y profundidad debajo de la superficie); Geomecánica (calidad de la masa rocosa de las cajas y del mineral, resistencia de la roca y esfuerzos), y de la presencia del agua subterránea.

Tomando en cuenta la información concerniente a las condiciones naturales del yacimiento, se han aplicado diversas técnicas de selección del método de minado, como las de Boshkov and Wright (1973), Hartman (1987), Morrison (1976), Laubscher (1981) y Nicholas (1981).

El proceso de jerarquización de los diferentes factores asociados a los diferentes métodos de minado subterráneo, indico que son los métodos de “tajeos por subniveles”, “cámaras y pilares” y “corte y relleno” los

que se adaptan mejor a las condiciones naturales encontradas en nuestro yacimiento.

También se puede considerar el método “tajeos y pilares”.

Por ser un yacimiento tan irregular en sus formas y tamaños, y además el mineral de plata tiende a ser selectivo con el método de explotación, el que mejor se adoptó fue el (cut & fill) corte y relleno ascendente.

6.2 Corte y Relleno Ascendente (Cut&fill)

Es un método ascendente en (realce) aplicado en nuestro yacimiento en un 100%. El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa o una de las partes, se rellena el volumen correspondiente con material (relleno detrítico de los desarrollos y preparaciones en un 80% y RH en un 20%), que sirve de piso de trabajo a los obreros y equipos y al mismo tiempo permite sostener las paredes del Tajeo, las paredes y el techo en general nosotros aplicamos el sostenimiento artificial.

La explotación de corte y relleno es utilizado en yacimientos que presenten las siguientes características:

- Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación, caso Uchucchacua van de 60° a 85°.
- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente regular a mala.

En nuestro yacimiento las rocas van de Regular III a roca Mala IV tanto las rocas enajenantes calizas y techo dentro de la estructura mineralizada.

- Potencia moderada, que van en forma de vetas de 2.7m a 5m en tajeos con maquina chica y en forma de cuerpos en tajeos mecanizados con jumbos de 6 m hasta potencias de 12m.
- Limites regulares del yacimiento, los límites son bloqueados con subniveles y chimeneas.

6.3 Explotación Rampa por Veta:

Es aplicable en aquellas vetas que quedan fuera del alcance de las rampas de acceso, entre niveles, y que por su valor económico no es factible construir una rampa propia. Este método es aplicable a cuerpos vetiformes de potencia, rumbos y manteo variable y con cajas de baja calidad geotécnica.

6.3.1 Descripción del método

El sistema de explotación Rampa por Veta, también es un método por realce. Se diferencia de este último, en que el piso es llevado en rampa.

Consiste en dividir un block de explotación en triangulo inferior y superior.

La explotación se inicia con el triángulo inferior desde la chimenea de ventilación hacia el acceso.

A medida que el levante es realizado la chimenea de ventilación desaparece, de esta manera se va formando la rampa hasta que su pendiente llega +15%, que su máximo valor.

Una vez lograda la máxima pendiente, la explotación del triángulo inferior concluye. En esta parte de la explotación la rampa está conectada al nivel superior y se comienza la explotación del triángulo superior.

Ahora la explotación se realiza acensando desde el nivel superior, invirtiendo de este modo el sentido de operación.

Conjuntamente con la explotación del triángulo superior se construye una chimenea "falsa" sobre el relleno, de modo de mantener abierto de circuito de ventilación. La extracción termina cuando la rampa ha logrado la horizontal y con ello concluye la explotación del block, quedando construida la labor sobre el relleno.

Para la explotación de esta variante la preparación que se debe realizar es:

A. Preparación

Galería base: corresponde a una labor que se desarrolla en la base del block, a lo largo de este. Este desarrollo es corrido por la veta según su corrida y su ancho mínimo requerido por el equipo de carguío.

Chimenea de ventilación: esta labor se desarrolla paralela a la veta en la vertical, desde el extremo final de la cámara hasta llegar a la cota del nivel superior, que está conectado al sistema general.

B. Ciclo de explotación

Las actividades que se desarrollan para la explotación son las mismas que se realizan en el corte y relleno original.

Ventajas del método:

- Es un método selectivo
- Después de la explotación queda construido el nivel superior
- Una vez terminada la explotación del triángulo inferior queda construido el acceso para explotar la parte superior.

Desventajas del método:

- La producción no es constante, es decir, al iniciar la extracción del triángulo inferior, la producción es máxima y a medida que se logra la pendiente máxima de la rampa la producción disminuye hasta llegar a cero
- Al formar un segundo panel, el ciclo empieza de cero para llegar al máximo cuando la cámara termina su vida útil. El sistema de ventilación es limitado.

El método de explotación Corte y Relleno Ascendente

Mecanizado, con relleno hidráulico y detrítico, su acceso es por rampas de 3.0 x 3.0 m. con +15% de gradiente, ventanas negativas

- 17% de gradiente a la veta para batir hasta 30m de encampane.

La limpieza y extracción de mineral se realiza utilizando scoops diesel de capacidad nominal de 2.2, 3.5, 4 yardas cubicas de cuchara y en los tajeos angostos scoops eléctricos de 1.5 yardas de capacidad.

El método de explotación Corte y Relleno Ascendente Convencional, con relleno hidráulico, su acceso es por chimeneas de acceso sección 2.1 x 2.1.

La limpieza y extracción de mineral se realiza utilizando scoops diesel hacia el ore pass y es extraído por un nivel inferior por carros mineros y en algunos tajos por Dumpers de 15 tn.

El Método de Explotación por Subniveles Ascendentes con Taladros Largos, consiste en arrancar el mineral a partir de subniveles de explotación mediante disparos efectuados en planos verticales, con taladros positivos paralelos, rellenándolos en forma ascendente.

La preparación consiste en ejecutar una rampa central de acceso a los subniveles de perforación, que tienen una altura de banco de 10 metros. La limpieza de mineral se realiza con scoop con telemando mediante echaderos comunicados en la longitud del tajo.

Este método de explotación tiene impacto favorable en la seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo bajo techo seguro.

6.4 Detalles de Diseño

A partir de la rampa de profundización se preparan cruceros de acceso a la veta mineralizada, siendo la altura entre niveles de 60 mts. Al llegar a la veta se dimensiona y preparan galerías para la explotación.

Como labores de preparación a partir de las galerías se hacen chimeneas, caminos y chimeneas de ventilación; luego se preparan ventanas de extracción hacia el Ore Pass de mineral, distancia de 10m, con una sección de 3.0 x 3.0 m.

Se utilizan perforadoras jackleg en los avances lineales y stoper para perforaciones verticales en la explotación y taladros de 6 pies de profundidad. Después de los disparos se limpia el mineral roto y luego se procede con el relleno hidráulico hasta obtener una altura de perforación de 2.40.

Se construyen chimeneas de acceso para los tajeos, a fin de facilitar la ventilación. Después del disparo, la evacuación de gases es por las chimeneas que conectan de nivel a nivel hasta superficie manteniendo con aire fresco los caminos de tránsito de personal.

Asimismo, se tiene chimeneas Raise Climber de 3.0m x 3.0m, 2.1m x 2.1m para superficie e interior mina, exclusivamente para ventilación de la mina.

Después de la ventilación, ingresan los scoops a efectuar la limpieza, el mineral es transportado con scoops directamente a los ore pass, o a buzones de mineral para luego ser extraído y cargado en camiones de

bajo perfil (Dumper) hasta los bolsillos del Pique para luego transportarlo con carros mineros de 10tn cada uno accionados por locomotoras a Planta Concentradora. Mostramos los esquemas y diseño del ciclo de minado: Ver las siguientes Figuras números. 6.1, 6.2 y 6.3.

Figura N° 6.1: Esquema en 3D método de explotación corte y relleno ascendente

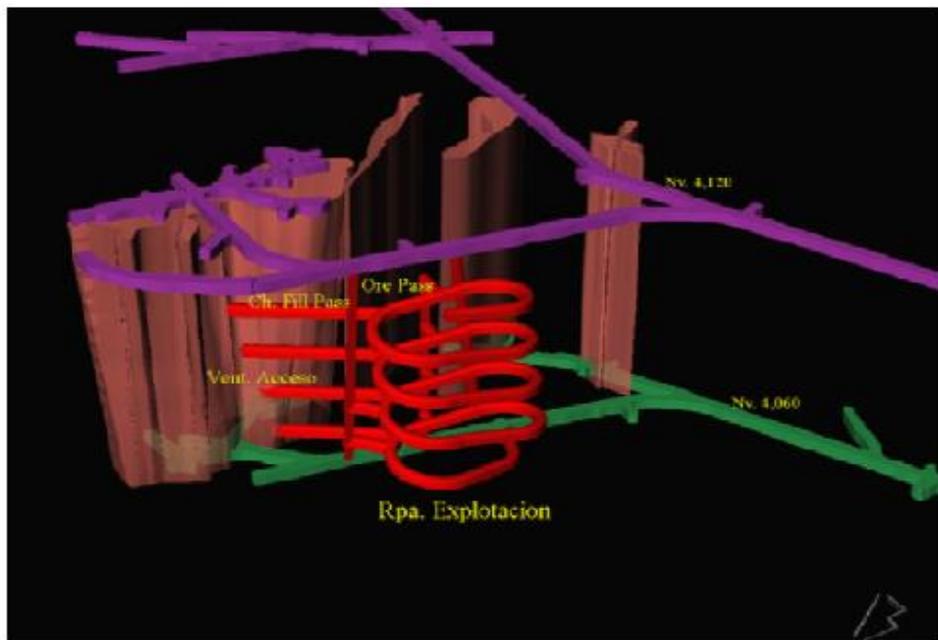


Figura N° 6.2: Ciclo de minado en tajos con maquina chica (jackleg-stoper)

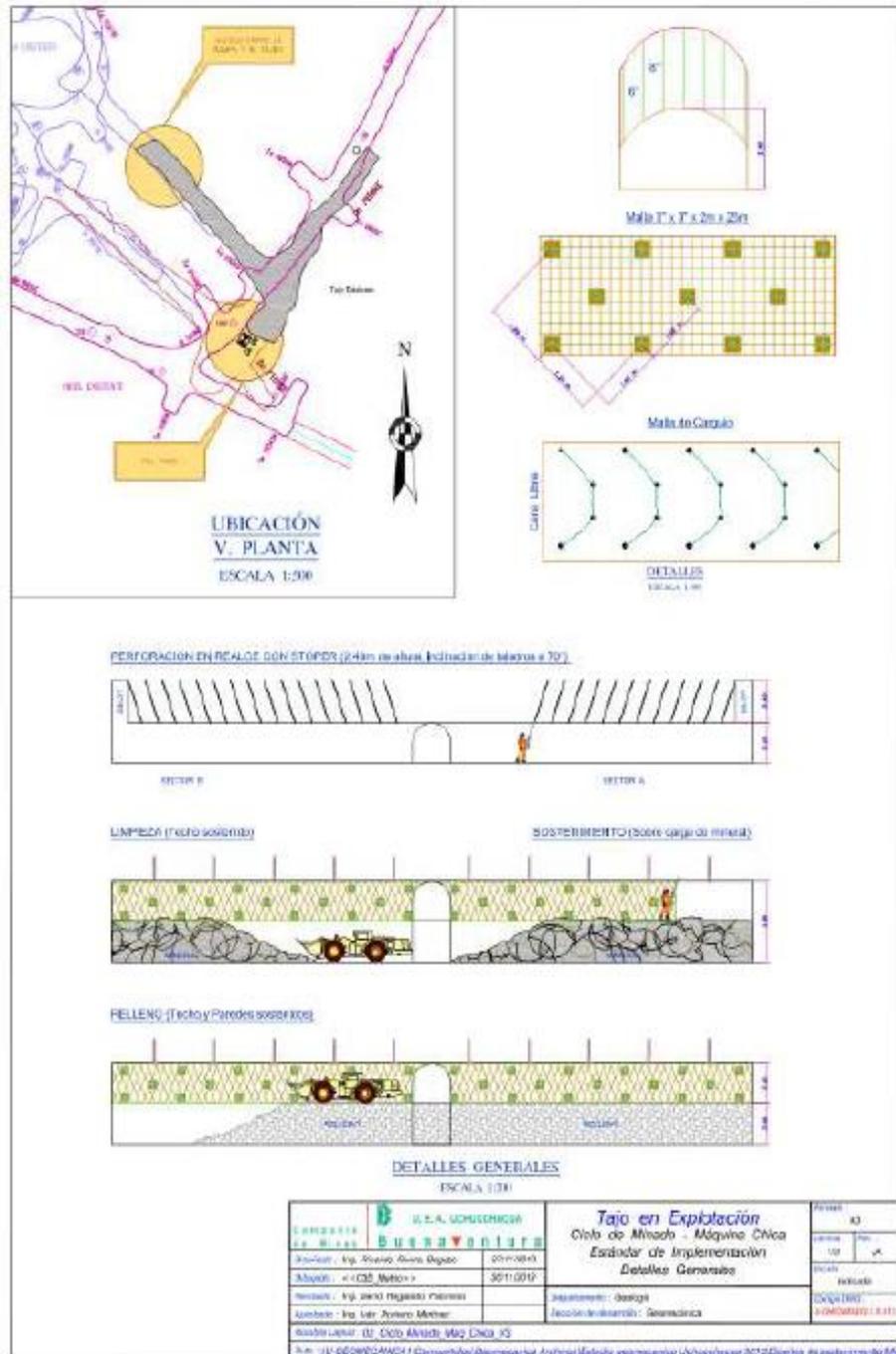
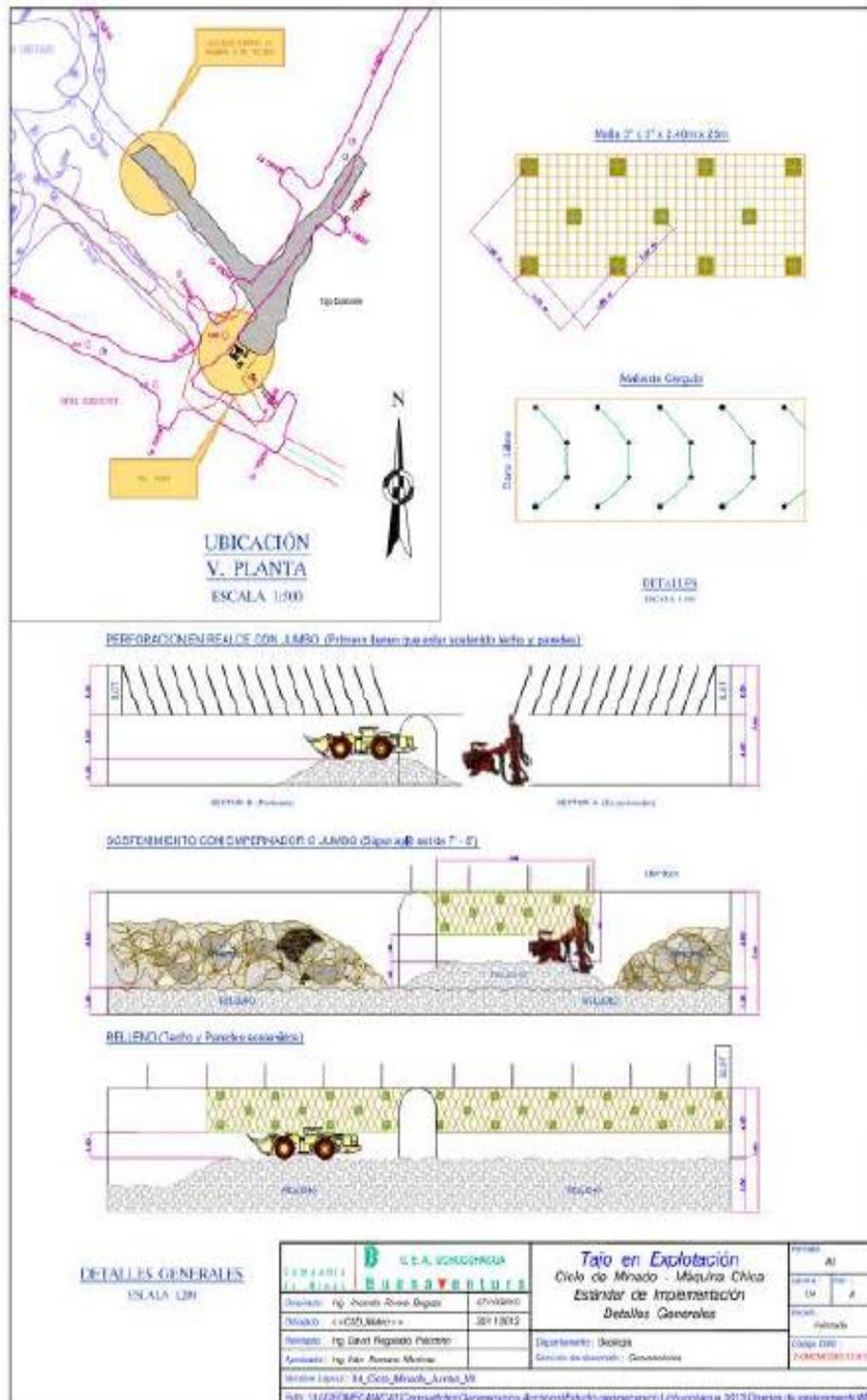


Figura N° 6.3: Ciclo de minado con equipo Jumbo - Bolter.



CAPITULO VII

CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO

7.1 Investigaciones Básicas

7.1.1 Caracterización de la masa rocosa

Mapeo geoestructural

Esta labor es realizada por el área de geología -geomecánica que tratar de mantener actualizada esta información por lo menos para todas las labores permanentes y temporales. Esta información es valiosa, en el sentido de que se dispondrá de elementos de juicio que apoyen a la toma de decisiones sobre las diferentes variables geomecánicas asociadas al minado.

Mapeo geomecánico

La fuente principal de datos para la caracterización de la masa rocosa, fueron las labores subterráneas existentes y los testigos rocosos de las perforaciones diamantinas en algunos casos llevadas a cabo como parte de los trabajos de exploración, desarrollo, preparación y tajos en explotación del yacimiento (minas Socorro). En ambos, labores subterráneas y testigos rocosos, se llevó a cabo un registro o mapeo geomecánico sistemático.

El mapeo geomecánico de la masa rocosa de las labores subterráneas, se realizó utilizando el "método directo por celdas de detalle" y el mapeo de los testigos rocosos, utilizando el "método directo por líneas en detalle". Mediante estos métodos se realizaron mediciones sistemáticas de las discontinuidades presentes en una estación de medición (Em), o en un tramo geotécnico, representadas por una extensión variable de la roca expuesta. Los parámetros de observación y medición, fueron obtenidos en formatos de registro diseñados por el área geomecánica para esta evaluación, adecuándolos a las normas sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM).

Estos parámetros fueron: tipo de roca, tipo de sistema de discontinuidad, orientación, espaciado, persistencia, apertura,

rugosidad, tipo de relleno, espesor del relleno, intemperización y presencia de agua. Adicionalmente se registraron datos sobre la resistencia de la roca con soporte de uso de la instrumentación geomecánica como es el martillo Smith y equipo de carga puntual y la frecuencia de fracturamiento.

Durante el mapeo geomecánico de exposiciones rocosas subterráneas, también se registraron las discontinuidades principales (fallas), las mismas que fueron puestas en los planos geológicos estructurales que se presentan en la información disponible y desarrollada, por el departamento de Geología y geomecánica.

7.1.2 Clasificación de la masa rocosa:

La caracterización de la masa rocosa de las labores quedara definida por los planos litológicos estructurales que elaboren el Departamento de Geología-geomecánica y la calidad de la masa rocosa determinada en el mapeo geomecánico. Se tiene establecido un código de colores para designar rangos de calidad de masa rocosa, utilizando el criterio de clasificación de Bieniawski (1989), el cual contempla 5 clases de rocas según los valores de RMR (Rock Mass Rating): Clases I, II, III, IV y V, respectivamente correspondientes a rocas de calidad Muy Buena, Buena, Regular, Mala y Muy Mala.

Para clasificar geotécnicamente a la masa rocosa se utilizó la información desarrollada

Precedentemente, aplicando los criterios de clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR – Valoración del Macizo Rocosos – 1989), Barton y Colaboradores (Sistema Q – 1974) y Marinos & Hoek (GSI – Geological Strength Index – 2002).

De acuerdo a la caracterización del macizo rocoso de las calizas según criterio Bieniawski (1989) el RMR oscila de 42 – 54 (como calidad regular tipo III en un 60%), con RMR de 32 –40 (como calidad mala tipo IV en un 20%), con RMR que oscila de 61 a 65 (como calidad buena tipo II en un 20%), de igual manera se presenta en la mineralización con dichas calidades y porcentajes. Los parámetros de la clasificación geomecánica fueron obtenidos durante el mapeo geotécnico de la masa rocosa de las labores permanentes (galerías, cruceros, rampas) y temporales (tajos, rampas, accesos) de la mina Socorro.

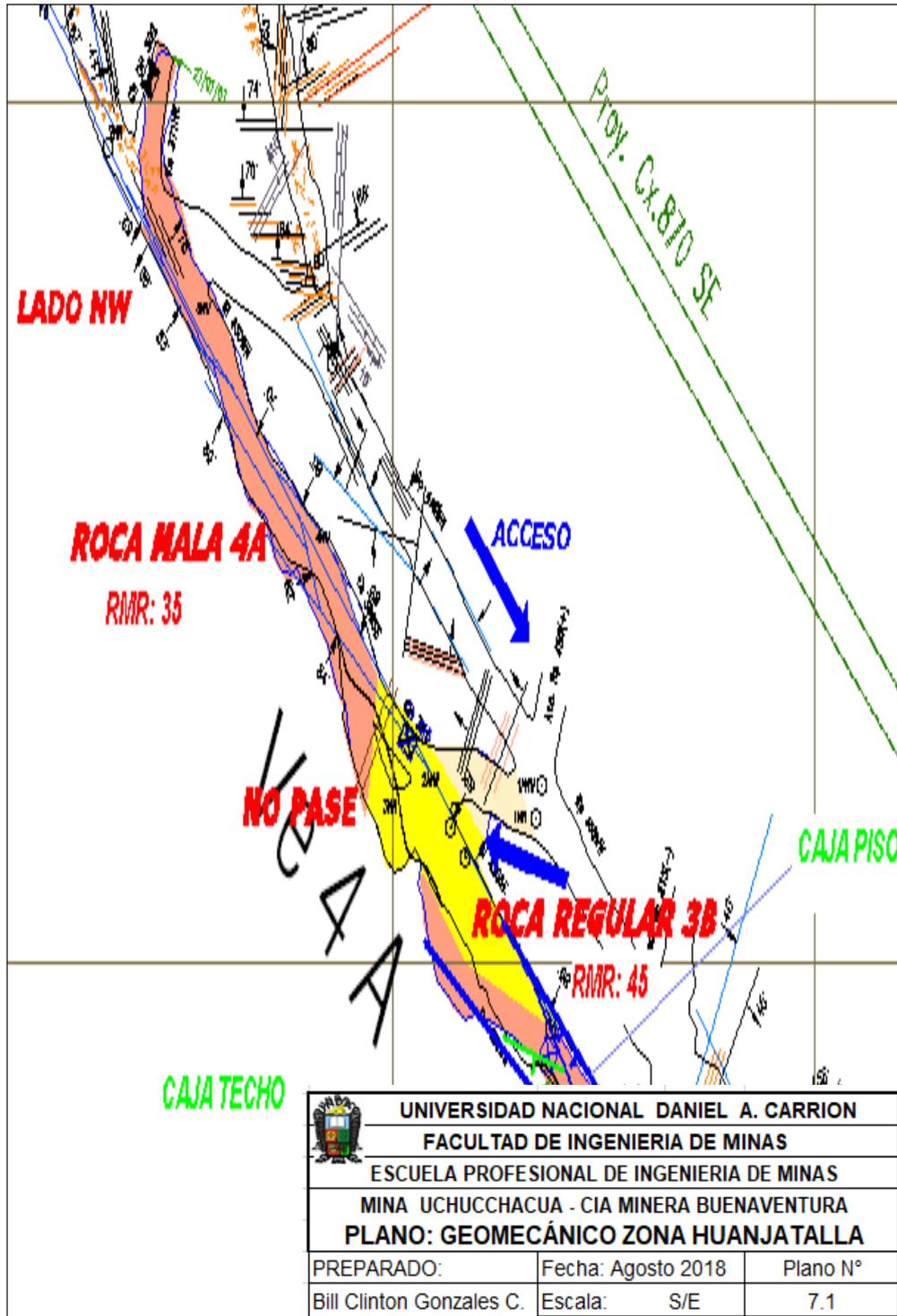
Los valores de resistencia compresiva de la roca intacta, fueron obtenidos conforme a los procedimientos señalados más adelante. Los valores del índice de calidad de la roca (RQD) fueron tomados de los formatos de registro de los loguemos de los testigos de las perforaciones diamantinas, efectuados por el personal de geología, y mediante el registro lineal de discontinuidades en la masa rocosa de las labores subterráneas,

7.1.3 Zonificación Geomecánica de una labor

En base a la información del mapeo geomecánico y también teniendo en cuenta la información litológica estructural, se zonifica una determinada labor, según calidades de rocas. Se contornearán los límites de calidades diferentes de rocas, de tal manera que, con el código de colores, se tengan delimitadas las zonas geomecánicas. Los planos correspondientes son los que se deben colocar en el ingreso de las labores y a las que hemos hecho referencia en el párrafo precedente. Esta labor ya está en marcha, pero con el transcurso del tiempo y la experiencia que está ganando los geomecánicos, esta es una actividad de rutina y cada vez más confiable.

En el ingreso a las labores deberá colocarse en código de colores la calidad de la roca, indicando el Zonamiento de calidades en los respectivos planos. Conforme avance el minado esta información deberá ser actualizada.

Además, toda la información básica es almacenada convenientemente en un archivo geomecánico. Ejemplo de plano geomecánico de labor Sub/nivel, ver figura y plano de labor en desarrollo ver figuras N° 7.1 y N° 7.2 , también el plano N° 7.1.



7.1.4 Aplicaciones de la Información Básica

Todas estas aplicaciones pueden ser realizadas en una determinada mina, dependiendo de las características del minado. En la zona Huantajalla de la Mina Uchucchacua, por el momento, las aplicaciones inmediatas que tiene relevancia son:

- Definir las orientaciones favorables de las excavaciones y de los pilares rocosos para mejorar las condiciones de estabilidad de los mismos.
- Definir las aberturas máximas y tiempos de autosostenimiento de las excavaciones, que llevarán a establecer estándares de dimensiones de tajeos por calidades de roca.
- Establecer las secuencias de avance de la explotación más convenientes desde el punto de vista de la estabilidad de las excavaciones, tanto a nivel local como a nivel global.
- Determinar los requerimientos de sostenimiento de las labores mineras (tajeos y labores de avance), que llevarán a establecer estándares de sostenimiento en calidad y cantidad por calidades de roca.
- Evaluar situaciones particulares de minado, mediante simulaciones o modelamientos numéricos, como: pilares, puentes, losas, etc.
- Seleccionar y diseñar métodos de explotación en zonas nuevas del yacimiento.

- Implementar mediciones instrumentales para monitorios diversos del comportamiento de la roca involucrada con las labores mineras.
- 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.

En cuanto a los abiertos máximos, los métodos de cálculo por el momento están basados en los criterios de clasificación geomecánica de la masa rocosa de Bieniawski (1989) y Barton (1974).

En relación a los tiempos de autosostenimiento, las técnicas existentes son conservadoras, el mejor método es elaborar mediante correlación estadística gráficos propios para Chacua, en base a registros de calidades de roca, dimensiones de tajeos y tiempos de autosostenimiento.

En cuanto a la determinación de los requerimientos de sostenimiento de las labores mineras (tajeos y labores de avance), en esta oportunidad se ha avanzado en la elaboración de estándares de sostenimiento en calidad y cantidad por calidades de roca. Tomando como referencia el criterio de cálculo de acuerdo al manual geomecánico elaborado por el área geomecánica.

Sobre la evaluación de situaciones particulares de minado, mediante simulaciones o modelamientos numéricos, como: pilares, puentes, etc.,

se viene utilizando el software “PHASES 2 v.5 de Rocscience. Este software es apropiado para ser utilizado como herramienta de cálculo para estos propósitos.

7.1.5 Resistencia de la Roca

Resistencia de la roca intacta

Uno de los parámetros más importantes del comportamiento mecánico de la masa rocosa, es la resistencia compresiva no confinada de la roca intacta (RCU). Para estimar este parámetro, durante los trabajos de campo, como parte del mapeo geotécnico de las labores mineras y de los testigos rocosos de las perforaciones diamantinas, se llevaron a cabo ensayos del golpe con el martillo de geólogo, con el esclerometro de Schmidt, equipo de carga puntual, siguiendo las normas sugeridas por la ISRM. Las resistencias así estimadas se presentan en el ejemplo siguiente:

Con Martillo Schmidt

Ejemplo NV. 4450 – Tajo 315, Mina Huantajalla.

Objetivo

Calcular la Resistencia Uniaxial a 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.

Condición Actual de zona Huantajalla

1. Al tajo 315 se le puede subdividir en 2 sectores:

- Se describe a una roca de mediana a alta resistencia compresiva con diaclasamiento intenso con relleno de calcita, en otras de venilleos de óxido formando cuñas de pequeñas a muy grandes con goteo y medianamente alterada. **Dando un tipo de Roca Regular 3B con RMR: 45**

En el contacto de la corona con la caja piso con un rumbo de S47°E y buza a 80°SW, tiene un relleno de óxido panizado muy alterado mojado con goteo constante de agua que se suelta por gravedad.

En el contacto de la corona con la caja techo con un rumbo de N64°W y buza con 75°SW, el relleno es oxido panizado seco deleznable muy frágil con golpe de barretilla.

- Se describe una roca muy alterada con oxido panizado muy deleznable frágil con golpe de barretilla con goteo y flujo de agua muy fracturado inestable. **Dando un tipo de Roca Mala 4A con RMR: 35**

Análisis de Datos

Se obtuvieron 12 valores de los cuales se eliminaron 6 y con estos valores se calculó la media para el mineral y la caliza. Se ha obtenido el resumen de datos en el siguiente cuadro, para el mineral.

Tabla N° 7.1

ENSAYO CON EL MARTILLO						
SCHMIT						
ROCA :	MINERAL					
Valores de rebote de martillo						
N°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Valores	34	36	34	34	36	28
Valor de Rebote Medio 33.66						

Se ha obtenido el resumen de datos en el siguiente cuadro, para la caliza.

Ver Tabla 7.2

Tabla 7.2

ENSAYO CON EL MARTILLO SCHMIT						
ROCA :	CALIZA					
Valores de rebote de martillo						
Nº	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Valores	46	46	45	39	40	39
Valor de Rebote Medio :			42.50			

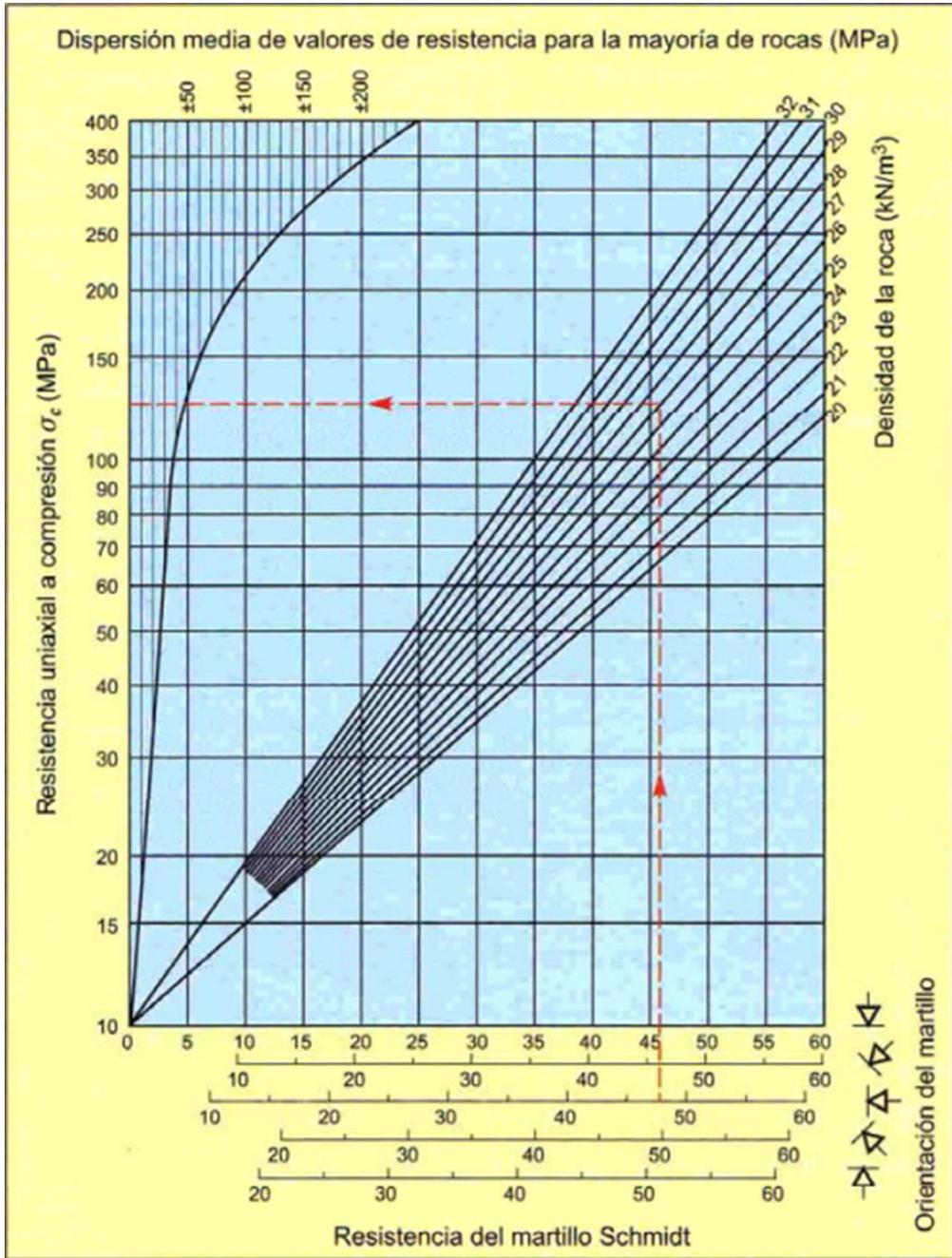
A fin de verificar estos resultados de campo, se llevaron a cabo ensayos de compresión uniaxial en el laboratorio de mecánica de rocas sobre muestras rocosas representativas de las diferentes litologías.

Densidad de Mineral: 3.2 kN/m^3

Densidad de la Caliza: 2.7 kN/m^3

Ploteando los Valores de Rebote Medio, obtenidos en el Abaco N° 5.1 se obtiene:

Abaco N° 7.1: de martillo Schmidt



Resistencia Uniaxial a la Compresión

Mineral : 58 Mpa

Caliza : 79 Mpa

Presencia de Agua

El Tajo presenta condición húmeda y goteo masivo en distintas partes de la corona y hastiales. También se observa goteo y flujo de agua en el contacto de la corona con la caja piso con relleno de óxido muy alterado que se desprende por gravedad las rocas fracturadas contenidas.

7.1.6 Resistencia de las Discontinuidades

Desde el punto de vista de la estabilidad estructuralmente controlada, es importante conocer las características de resistencia al corte de las discontinuidades, puesto que estas constituyen superficies de debilidad de la masa rocosa y por tanto planos potenciales de falla. La resistencia al corte en este caso está regida por los parámetros de fricción y cohesión de los criterios de falla Mohr-Coulomb. Dada la disponibilidad de testigos rocosos de las perforaciones diamantinas, se han realizado algunos ensayos del tablero inclinable (tilt table test), en los tramos de calizas de los sondajes diamantinos ejecutados desde

el Nv. 4280 y ubicados en las estocadas de la brecha mineralizada.

Los resultados de estos ensayos indicaron los valores de ángulos de fricción básicos que se muestran en la siguiente tabla N° 7.3.

Tabla 7.3: Resultados de los ensayos de tablero inclinable

Litología	Angulo de Fricción Básico	
	Rango	Promedio
Caliza (Lado Norte)	30 – 34	32
Caliza (Lado Sur)	30 – 33	31

7.1.7 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 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. Ver tabla N° 7.4.

Tabla 7.4: Propiedades de la resistencia de la masa rocosa

PROPIEDADES DE LA RESISTENCIA DE LA MASA ROCOSA										
DOMINIO	CALIDAD DE ROCA	GSI	σ_c	m_i	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

7.1.8 Condiciones del agua subterránea

La presencia del agua tiene efectos negativos en las condiciones de estabilidad de la masa rocosa de las excavaciones subterráneas. De los varios efectos, el principal es la presión que ejerce en las discontinuidades estructurales, disminuyendo la resistencia al corte de las mismas y favoreciendo la inestabilidad de las labores mineras, ver fig.5. Las labores mineras de Uchucchacua se ubican en la cuenca de la laguna Patón, perteneciente a la vertiente del Océano Pacífico. La cuenca tiene una superficie de 3,860 ha. Nace en la zona alta de la Laguna Caballococha, sobre los 5,000 msnm y alberga a varias lagunas pequeñas en su parte intermedia. La laguna Patón descarga en el río Patón, afluente del río Huaura. Las lagunas de la parte intermedia son la laguna Cutacocha, la laguna Colquicocha, que

abastece de agua a la planta concentradora, y la laguna Anilcocha.

Clasificación Climática

De acuerdo a la clasificación climática elaborada por SENAMHI, las características del yacimiento y alrededores corresponden a un clima lluvioso, frío con deficiencias de lluvias en otoño e invierno y con humedad relativa calificada como húmeda. Este clima se caracteriza porque su régimen de humedad tiene dos estaciones bien marcadas, Mayo – Octubre (estación seca) y Noviembre – Abril (estación húmeda).

Precipitación

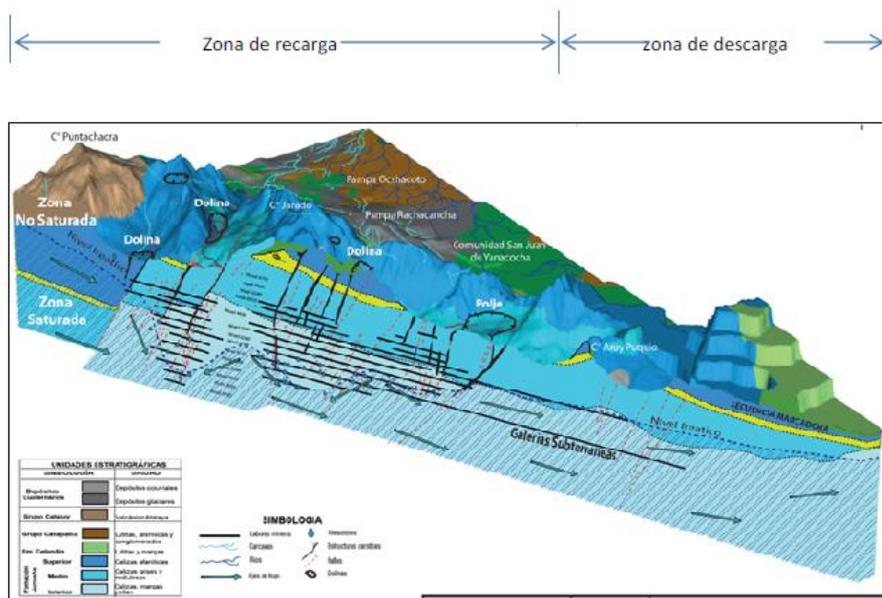
Durante el periodo transcurrido 2008 - 2012, las precipitaciones totales anuales presentan un régimen regular habiéndose registrado precipitaciones medias totales anuales de 1,006mm a 1,074mm; siendo el año 2010 el año más lluvioso. En épocas de avenidas, la precipitación máxima media mensual fue de 208.0 mm (Marzo) que caracterizan a un clima lluvioso. Por otro lado, en épocas de estiaje las precipitaciones promedias mensuales fueron de 8.6 y 20 mm (Julio y Junio respectivamente). El cuadro, muestra los valores medios anuales del periodo 2008-2012.

Drenaje

La mayor parte tienen una conductividad en las rocas sedimentarias (ver fig. 6,7) de las calizas jumasha con un grado de karstificación y diaclasamiento alto que van desde los niveles superiores en superficie 4900 hasta los niveles 3710 como último nivel actual de desarrollos, siendo drenado por medio de un sistema de bombeo hacia el nivel 4120.

Siendo actualmente el nivel freático de desagüe el 4120 que es drenado por el túnel Patón de 4.5km y a lo largo de un canal de drenaje alrededor de la laguna Patón hacia la cuenca del río Huaura. Ver figura N° 7.3.

Figura N° 7.3: Modelo Hidrogeológico conceptual de mina Uchucchacua



Principales unidades hidrogeológicas del área

Las rocas calcáreas que afloran en el yacimiento minero son las calizas de la formación Jumasha, los cuales se exponen en ambos flancos de la quebrada Uchucchacua, estas rocas calcáreas son conocidas por su alta conductividad hidráulica, y constituye uno de los potenciales acuíferos de agua subterránea (Tovar, 1996), por lo cual frecuentemente las minas que trabajan en esta unidad hidrogeológica requieren acciones de drenaje para su explotación mineral, y también suele representar un riesgo ante potenciales inundaciones, relacionados al grado de karsticidad de la roca, y la conformación de oquedades, cavernas internas cuyas descargas pudrían ser violentas. Las unidades hidro estratigráficas del área del proyecto, fueron clasificados atendiendo a sus propiedades hidráulicas e hidrodinámicas, habiendo reconocido cinco (05) unidades hidrogeológicas, las que controlan la recarga y el flujo de las aguas subterráneas en el asiento minero, así como la interacción de las aguas subterráneas y superficiales, los que se encuentran resumidos en la Tabla N° 7.5.

Tabla N° 7.5: Muestreo Unidades Hidrogeológicas del área de Estudio

Unidades Hidroestratigráficas	Rango Estimado de Permeabilidad (cm/s)			Rango Estimado Permeabilidad (m/d)			Tipo de Acuífero	Litología
	1.2E-05	<k<	1.16E-04	0.01	<k<	0.1		
(*)Fm Celendín	1.2E-05	<k<	1.16E-04	0.01	<k<	0.1	Acuífugo	Lutitas calcáreas y calizas margosas
(+)Fm Jumasha Superior	1.16E-03	<k<	1.16E-02	1	<k<	10	Acuífero	Calizas afaníticas
(+)Fm Jumasha Medio	1.16E-02	<k<	1.16E-01	10	<k<	100	Acuífero	Calizas alternadas con calizas nodulosas
(*)Fm Jumasha Inferior	5.79E-04	<k<	1.16E-03	0.5	<k<	1	Acuitardo	Calizas margosas y sílex alternado
(")Fm Carhuaz	1.2E-05	<k<	1.16E-04	0.01	<k<	0.1	Acuitardo	Areniscas y lutitas

7.1.9 Estado tensional en yacimiento Uchucchacua

Tensiones gravitacionales

Las tensiones gravitacionales resultan del peso de la sobrecarga por área de unidad en un punto Específico en la masa de la roca.

El componente vertical de la tensión, σ_v , se asume normalmente por ser una función de la profundidad y se puede definir como

Eq.1

$$\sigma_v = \rho g z \dots\dots\dots \text{Eq.1}$$

donde ρ esta la densidad de la masa de la roca (kg/m³), g es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²), y z es la superficie subterránea de la profundidad.

El componente horizontal debido a las cargas gravitacionales depende de las características de la masa de la roca. El material nuestro se puede considerar elástico lineal e isotropico y un estado unidimensional, la tensión horizontal media es definida, por ejemplo (Herget 1988, ref.1) como Eq.2

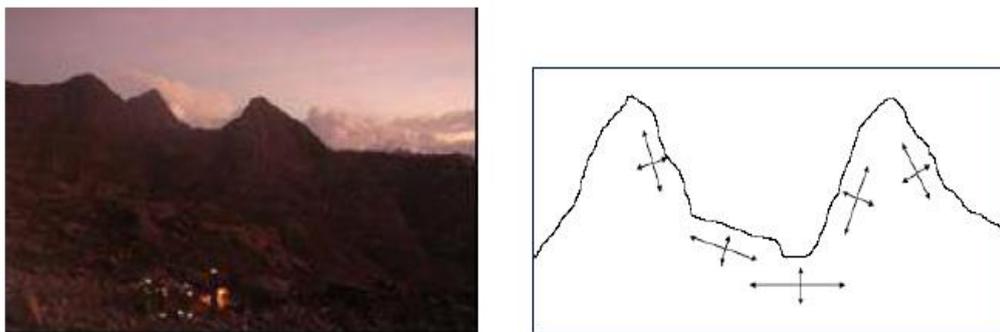
$$\sigma_H = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_v \dots\dots\dots \text{Eq.2}$$

Donde ν es el cociente de Poisson, que puede variar entre 0.15 y 0.35 para el caso nuestro esta entre 0.25 en promedio.

La distribución y la magnitud de tensiones horizontales son afectadas por variaciones de la geología total y la existencia de estructuras geológicas y de otros cuerpos de mineral heterogéneos. Esto significa en la práctica que las heterogeneidades pueden causar disturbios (concentraciones de tensión) con un campo de tensión bastante grande y causar los rockbursts o problemas de inestabilidad durante la excavación caso Chacua. Una asunción muy común en Mecánica de rocas es que las tensiones principales son verticales y horizontales. Esto no es siempre verdad, especialmente en las profundidades bajas cuando la superficie de tierra no es horizontal. Si miramos un area muy rocosa que consiste en altos picos y los valles profundos caso Chacua se encontrara que las tensiones principales son

paralelas y normales a la superficie de tierra, véase la fig. Cuando la profundidad aumenta, el efecto de la topografía rugosa se reduce y las tensiones principales reasumen las mismas orientaciones que habrían tenido si la superficie de terreno fuese horizontal. Ver figura N° 7.4.

Figura N° 7.4: Efecto de la topografía



Tensiones tectónicas

Las tensiones tectónicas se pueden dividir en dos grupos, tensiones tectónicas activas y esfuerzos remanentes tectónicos (Amadei y Stephansson, 1997, ref.2). Distinguir entre ellos puede ser difícil y no puede siempre estar de interés de un punto de vista de la ingeniería. En el yacimiento de Chacua, el estado actual de la tensión no se puede relacionar con las estructuras geológicas. Las tensiones han cambiado muy probablemente por efecto de las tres etapas de fracturamiento sucedidos en nuestro yacimiento ya sea cerca o más allá de acontecimientos tectónicos.

Las tensiones residuales

La tensión residual se define como “el estado de tensión que aún permanece en la masa rocosa después de originado el mecanismo (Hyett et al., 1986, ref.3). Si una masa rocosa ha sido sujeto a cargas altas o a condiciones diferentes en el pasado, las tensiones pueden volverse a su equilibrio inicial caso Chacua.

Tensiones secundarias o tensiones inducidas

Las tensiones secundarias (o las tensiones inducidas) son el resultado de la redistribución de las tensiones primarias debido a un disturbio. El disturbio puede ser causado por las acciones humanas (excavaciones caso Chacua) (Herget, 1988, ref.3).

Tensiones inducidas en la explotación minera

Nuestra mina de Chacua constituye diversas clases de excavaciones en un área grande; por lo tanto el campo de tensión local puede ser extenso. La disposición compleja y el tiempo la secuencia de minado dependiente puede hacerlo difícil de determinar las tensiones secundarias alrededor de las aberturas y en la masa de la roca que rodea la mina. Cuando una mina crece como la nuestra, la zona alrededor de ella en cual se disturba el campo de tensión también crece. Las tensiones del minado inducido son los resultados del sistema de explotación su interacción con los techos a excavar, la

consistencia de la roca cambia, rendimiento de pilares, las reacciones al relleno, los efectos de flujo de la mena, etc. (Jeremic, 1987, ref.4).

Esfuerzos in-situ

La zona de la presente evaluación está relativamente a poca profundidad, por lo que se espera que los esfuerzos in-situ serán de magnitud relativamente pequeños. Para propósitos de analizar los esfuerzos y las deformaciones alrededor de las excavaciones subterráneas de nuestro yacimiento, se ha estimado el esfuerzo vertical a partir del criterio de carga litostática (Hoek & Brown, 1980), considerando una sobrecarga rocosa de 1000 m. Según este criterio, el esfuerzo vertical in-situ resulta aproximadamente 25.0 MPa. La constante “k” (relación de los esfuerzos horizontal a vertical) para determinar el esfuerzo in-situ horizontal (10 MPa), fue estimada utilizando el criterio de Sheorey (1994); según esto k es aproximadamente = 0.40. Y en forma global según análisis de esfuerzos con el programa Phases 2, podemos ver el esfuerzo principal se concentra en la parte central de sector Carmen. Ver Figuras números: 7.5, 7.6 y 7.7.

Figura N° 7.5: Mediciones de esfuerzos verticales en proyectos de ingeniería civil y minera alrededor del mundo (Hoek & Brown, 1980).

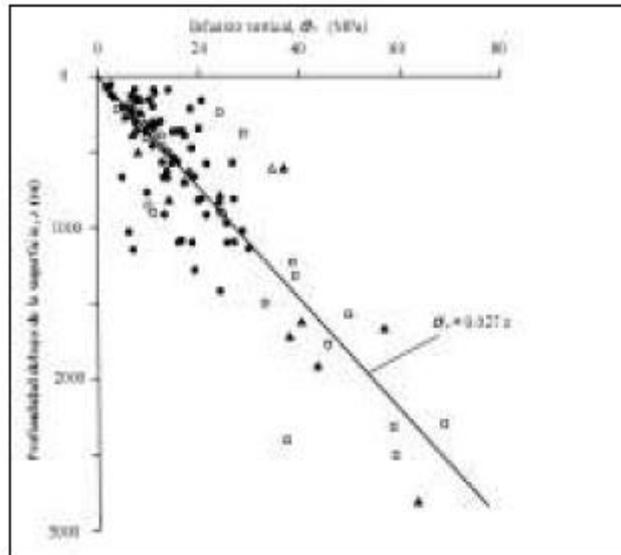


Figura N° 7.6: Relación del esfuerzo horizontal al vertical para diferentes módulos basados en la ecuación de Sheorey (1994).

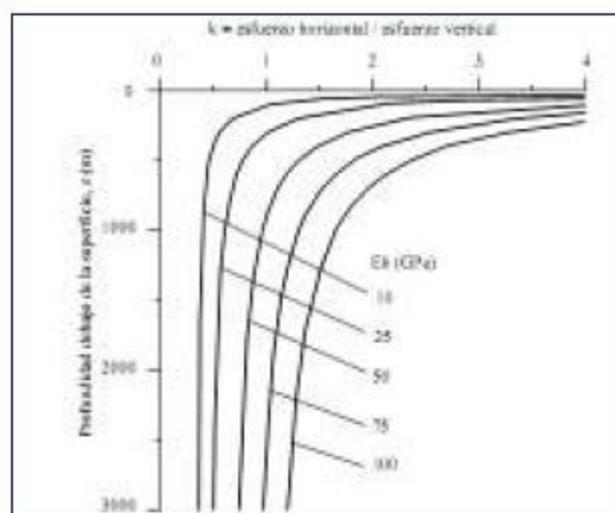
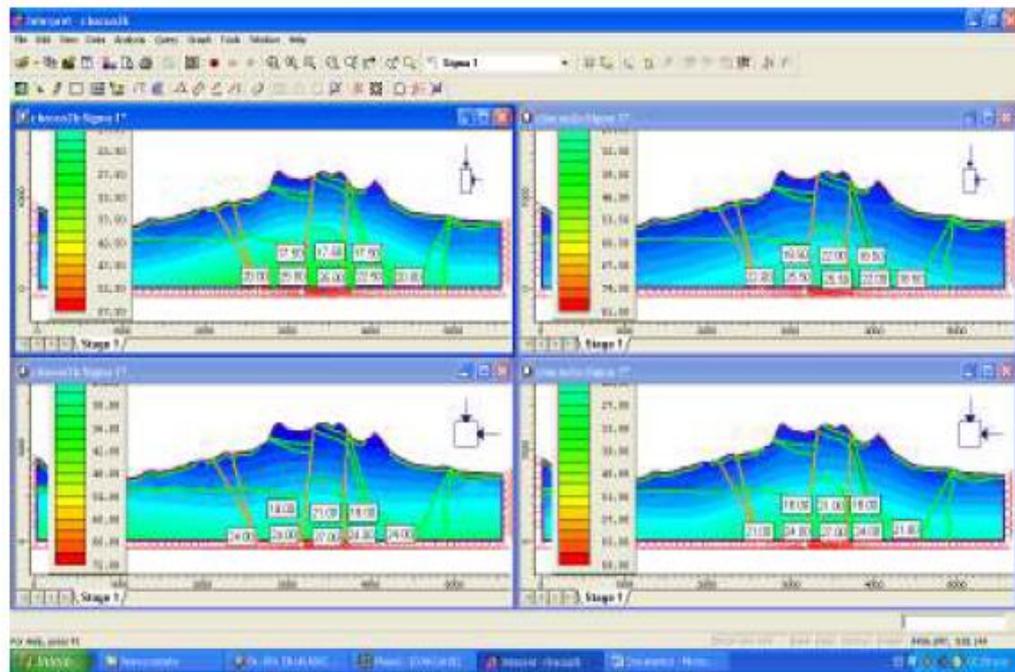


Figura N° 7.7: Como ejemplo podemos observar el esfuerzo principal vertical sector Carmen.



Además, podemos afirmar para todos los tipos de masas rocosas presentes en los diferentes dominios estructurales el “Factor de competencia = Resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta/ Esfuerzo vertical” es ≥ 3 y < 10 , lo cual indica que las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado, dependerán tanto de las discontinuidades o arreglo estructural de la masa rocosa y de los esfuerzos. Por otro lado, el factor de competencia indica también la necesidad de utilizar sostenimiento, lo cual se cumple en la práctica.

En resumen en mina Uchucchacua se ha estimado los esfuerzos principales in-situ, vertical principal promedio en 16 MPa; y el esfuerzo

horizontal, en 10 MPa, en sectores de labores con cobertura rocosa de menos de 500m., en sectores de labores intermedio con cobertura rocosa de 600 a 1000m el esfuerzo principal vertical es de 30Mpa y el horizontal de 15Mpa en promedio, en los sectores de niveles de profundización con cobertura rocosa que superan los 1000 a 1300m el esfuerzo vertical es de 38Mpa y el esfuerzo horizontal es de 20 Mpa.

7.2 CONSIDERACIONES SOBRE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

7.2.1 Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones

Existen direcciones preferenciales en las cuales debe ser alineado el avance de las excavaciones, para lograr mejores condiciones de estabilidad de las mismas. Las condiciones más favorables para la estabilidad, ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales; de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad, ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela a las estructuras principales, ver figuras. Para determinar las direcciones preferenciales de avance de las excavaciones se han utilizado los resultados del análisis de distribución de discontinuidades.

El sistema de estratos, que constituye una de las principales estructuras mayores del área del proyecto, no tendrá influencia en

el establecimiento de una determinada dirección preferencial de avance de las excavaciones, dado el bajo buzamiento que presenta. En general, para estructuras de bajo buzamiento las condiciones de estabilidad son moderadas, independientes de la dirección de avance de las excavaciones. Ver figuras 7.8 y 7.9.

Los otros sistemas de discontinuidades importantes presentes en el área de estudio, conforman un arreglo estructural, en el cual la dirección preferencial de avance es de NW-SE a SE-NW o viceversa. Podemos considerar una dirección preferencial promedio de SSE a NNW. Para los casos de la mina:

- Huantajalla – Casualidad, los sistemas de discontinuidades conforman un arreglo estructural, en el cual la dirección preferencial de avance sería de SW-NE perpendicular a las estructuras principales SE –NW.

Figura N° 7.8: Condiciones desfavorables

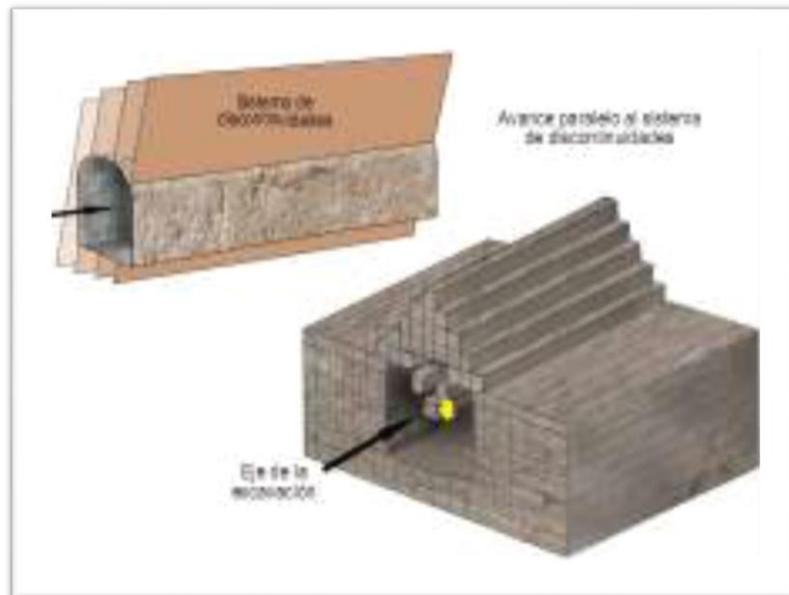


Figura 7.9: Condiciones favorables



7.2.2 Aberturas máximas y tiempos de auto sostenimiento

Las aberturas máximas y su tiempo de auto sostenimiento, han sido estimados en base a la aplicación de los criterios de clasificación geomecánica de Bieniawski (1989) y de Barton (Q – 1974) para propósitos de obras de ingeniería, en este caso para el planeamiento y diseño de la mina, sin considerar las condiciones especiales que pudieran estar presentes en la zona de evaluación, por lo que su aplicación no solo debe ceñirse a los resultados obtenidos, sino que es necesario usar el juicio ingenieril, tomando en cuenta otros aspectos como velocidad de explotación, el ritmo de producción, el equipo y el personal disponible. Hay aspectos importantes a tomarse en cuenta, en relación a la aplicación de las aberturas máximas y tiempo de auto sostenimiento, para el establecimiento de las dimensiones de los tajos y los procedimientos operativos. Estos aspectos son:

Se pueden determinar mediante los valores de Q y RMR según las siguientes relaciones:

$$\text{Máxima abertura sin sostenimiento} = 2 (\text{ESR})^{Q0.4}$$

$$\text{RMR sin sostenimiento} = 22 \ln DE + 25$$

$$\text{Máxima abertura sin sostenimiento} = \text{ESR} * \exp ((\text{RMR} - 25)/22)$$

ESR es la Relación de Sostenimiento de la Excavación:

- Para labores mineras temporales ESR = 3 a 5
- Para labores mineras permanentes ESR = 1.6

Dónde:

DE es la dimensión equivalente, definida como:

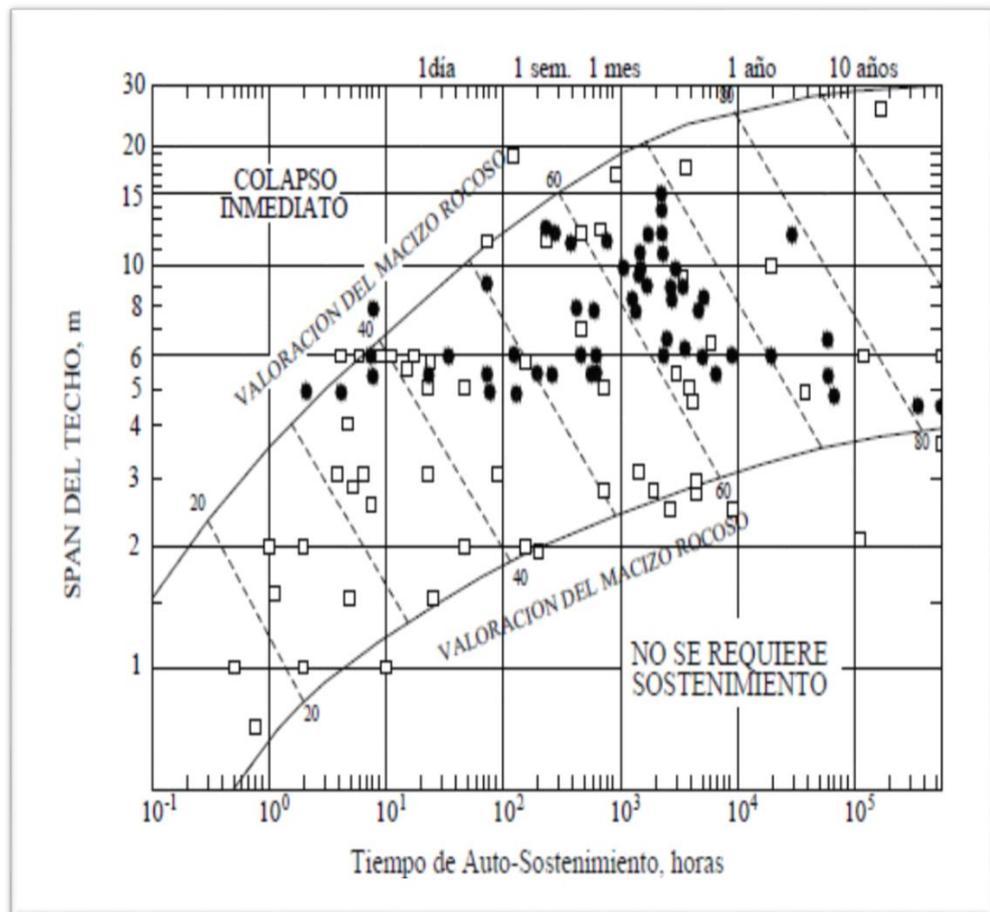
Ancho o altura de la excavación

$$DE = \frac{\text{-----}}{ESR}$$

Tiempos de auto sostenimiento

A partir del siguiente grafico N° 7.1, podemos estimar el tiempo de auto sostenimiento de una excavación.

Grafico N° 7.1: Relaciones entre el tiempo de auto sostenimiento y el ancho o abierto máximo (span) de una excavación para los diferentes tipos de roca de acuerdo al RMR.



Es necesario indicar que el gráfico presentado en la Figura, es un tanto conservador y aplicable mayormente a excavaciones permanentes. Mediante observaciones in-situ del terreno se podrán tener mejores estimados del tiempo de auto sostenimiento, ver tabla N° 7.5 y tabla N° 7.6.

Tabla N° 7.5: Aberturas y tiempos de auto sostenimiento en general

			Labor Temporal sin sostenimiento	Labores	Tiempo de Autosostenimiento	Tiempo de Autosostenimiento
Calidad de la Roca	Tipo	RMR	Abertura minima y maxima (m)	Permanentes Abierto Maximo (m)	Temporales	Permanentes
MUY BUENA	R I	81- 100	38 --90	3.5 x 3.5	45 --a 15 años	40 - 100 años
BUENA	R II	61- 80	15 --36	3.5 x 3.5	21 días a 3 años	10 --15 años
REGULAR	R III A	51- 60	10-- 14	3.5 x 3.5	8 días a 1 mes	4 --8 meses
REGULAR	R III B	41- 50	7--9	3.5 x 3.5	1 día a 7 días	4días -a 1 semana
MALA	R IV A	31- 40	4--6	3.5 x 3.5	5 horas a 8 horas	8 horas -10 horas
MALA	R IV B	21-30	3--4	3.5 x 3.5	1 hora a 4 horas	1 hora-5 horas
MUY MALA	R V	0- 20	1--2	3.5 x 3.5	menos de 1 hora	menor de 1 hora

Tabla N° 7.6: Para fines de cálculos en modelamientos - voladura

Roca	RMR min	RMR max	Q min	Q max	Tipo de roca	Ancho max estable	Densidad Kg/m3	Resistencia Compresion Mpa	Resistencia Traccion Mpa	Modulo Elasticidad Gpa	Modulo de Poisson
CALIZA	61	80	6.61	54.59	BUENA 2	36	2.7	120	6	70	0.21
CALIZA	61	80	6.61	54.59	BUENA 2	19	2.7	120	6	70	0.21
MINERAL	61	80	6.61	54.59	BUENA 2	36	3.2	130	10	80	0.21
MINERAL	61	80	6.61	54.59	BUENA 2	19	3.2	130	10	80	0.21
CALIZA	51	60	2.17	5.91	REGULAR 3A	7	2.7	90	5	40	0.25
CALIZA	51	60	2.17	5.91	REGULAR 3A	14	2.7	90	5	40	0.25
MINERAL	51	60	2.17	5.91	REGULAR 3A	7	3.2	100	7	50	0.25
MINERAL	51	60	2.17	5.91	REGULAR 3A	14	3.2	100	7	50	0.25
CALIZA	41	50	0.71	1.94	REGULAR 3B	4	2.7	80	5	40	0.25
CALIZA	41	50	0.71	1.94	REGULAR 3B	9	2.7	80	5	40	0.25
MINERAL	41	50	0.71	1.94	REGULAR 3B	4	3.2	90	7	50	0.25
MINERAL	41	50	0.71	1.94	REGULAR 3B	9	3.2	90	7	50	0.25
CALIZA	31	40	0.23	0.64	MALA 4A	3	2.6	60	5	12	0.30
CALIZA	31	40	0.23	0.64	MALA 4A	5	2.6	60	5	12	0.30
MINERAL	31	40	0.23	0.64	MALA 4A	3	3.0	40	3	10	0.30
MINERAL	31	40	0.23	0.64	MALA 4A	5	3.0	40	3	10	0.30

7.2.3 Estabilidad estructuralmente controlada

La geometría tridimensional de las excavaciones en relación a la distribución espacial de las discontinuidades (fallas, diaclasas, estratos, etc.), las cuales constituyen planos de debilidad, influyen sobre las condiciones de estabilidad. A este tipo de estabilidad se le denomina **estabilidad estructuralmente controlada**. Los

planos de debilidad, al interceptarse, podrían formar cunas o bloques rocosos en el techo y paredes de las excavaciones, presentando libertad para descolgarse, rotar o deslizar. Para evaluar esta influencia, se ha realizado análisis de estabilidad estructuralmente controlada, utilizando la información del Acápite 7.1.5. (Resistencia de las discontinuidades), y el programa de cómputo UNWEDGE (Rocscience, 2002). Se han considerado en dichos análisis los cuatro siguientes casos:

Excavaciones de 3.5 m x 3.5 m de sección, en mineral, con dirección NWW.

Excavaciones de 3.5 m x 3.5 m de sección, en calizas caja piso, con dirección NWW.

Excavaciones de 3.5 m x 3.5 m de sección, en calizas caja piso, con dirección NNE.

Excavaciones de 3.5 m x 10.0 m de sección en mineral, con dirección NWW.

Excavaciones de 2.7 m x 2.7 m de sección, en mineral, con dirección NWW.

Excavaciones de 2.7 m x 2.7 m de sección, en calizas caja piso, con dirección NWW.

Excavaciones de 2.7 m x 2.7 m de sección, en calizas caja piso, con dirección NNE.

Excavaciones de 2.7 m x 6.0 m de sección en mineral, con dirección NWW.

El primer y segundo caso podría representar a las condiciones de estabilidad de las ventanas de acceso o crucero, respectivamente en mineral y en calizas. El tercer caso representaría a posibles galerías principales, y el cuarto caso representa a las cámaras de perforación de los tajeos. Los resultados han indicado lo siguiente: En las ventanas de acceso o cruceros en mineral, transversales a los cuerpos de mineral, hay formación de cunas principalmente en el techo de las excavaciones.

Estas cuñas generalmente son pequeñas y estables, sin embargo, cuando se trata de cuñas formadas por discontinuidades mayores (fallas), estas son potencialmente inestables; su estabilización puede lograrse mediante la instalación de pernos de roca (Split sets). En las ventanas de acceso o cruceros en calizas, transversales a los cuerpos-vetas, hay formación de cuñas principalmente en el techo de las excavaciones. Estas cuñas son pequeñas y estables. En las galerías ubicadas en caliza, longitudinales respecto a los cuerpos-vetas, hay formación de cuñas en el techo, de considerable

tamaño, pero estas se presentan estables. En las cámaras de perforación de los tajeos, hay formación de cuñas grandes en el techo, cuando se trata solo de discontinuidades mayores (fallas).

Sera necesario identificar estas estructuras durante la operación, a fin de estabilizar las cuñas mediante la utilización de pernos de roca (Split sets) con mallas según tabla geomecánica. Ver sistema de sostenimiento.

7.2.4 Estabilidad controlada por esfuerzos

Los esfuerzos in-situ en nuestro yacimiento se cumplen con magnitud de una escala de baja – moderada – alta; Las magnitudes de los esfuerzos inducidos por el minado, dependerán del esquema de las excavaciones y de la secuencia de avance de las mismas.

CAPITULO VIII

PLAN DE MINADO Y SISTEMA DE SOSTENIMIENTO

8.1 PLAN DE MINADO

8.1.1 Antecedentes

La Unidad Operativa Chacua tiene como objetivos una serie de proyectos y ser más selectivos en la explotación con una producción sostenida.

Se indica que los proyectos de inversión minera se realizaran para cubicar mineral y/o convertir los recursos en reservas probadas probables con la finalidad de garantizar el futuro de la mina.

Actualmente se viene realizando una serie de perforaciones diamantinas y avances en galerías para incorporar reservas de

esta manera seguir reconociendo nuevas vetas y ramales que en este año se han descubierto.

Dentro del plan de perforaciones diamantinas y avances en exploración se programaron como objetivo de UEA.

Uchucchacua:

Sondajes Largos,

Sondajes Cortos.

Exploración y Desarrollo.

Por tales razones nuestro plan de minado es selectivo y sostenido con la finalidad de aprovechar la coyuntura del mercado en el buen comportamiento del precio de los metales.

8.1.2 Descripción de Mina

Actualmente los accesos principales para acceder a la Mina Huantajalla a las estructuras como veta Esmeralda, cpo Edith, veta Vania, cpo Esperanza, veta 4A, veta 3A, Eugenia, Melina es por la Boca Mina del Nv 4450 con dirección al Pique Master cuya sección es 3.5x3.5 con 0.5% de gradiente y por la Rampa Fernando hasta el Nv 4180 cuya sección es 4.0 x 4.0 metros y gradiente negativa de -13.

Siendo la Rampa Fernando de acceso principal. La extracción de mineral y desmonte así como el transporte de personal se realiza por dos piques (Pique Luz y Master) con skips de 7 y 4 toneladas de capacidad desde los niveles inferiores hasta el Nv 4450 del cual se extraen vía carros mineros con locomotoras para alimentar a la planta de procesos por la Boca Mina del Nv 4450.

Asimismo, se tiene las Rampas Positivas con sección 3.0 x 3.0, 2.7x2.7 metros con gradiente +15% que sirven de acceso a los diferentes tajos en actual explotación.

8.1.3 Métodos de Explotación – Mina Huantajalla

El método de explotación Corte y Relleno Ascendente Mecanizado, con relleno hidráulico y detrítico, su acceso es por rampas de 3.0 x 3.0 m. con +15% de gradiente, ventanas negativas -17% de gradiente a la veta para batir hasta 30m de encampane.

La limpieza y extracción de mineral se realiza utilizando scoops diesel de capacidad nominal de 2.2, 3.5, 4 yardas cúbicas de cuchara y en los tajos angostos scoops eléctricos de 1.5 y 3 de capacidad.

El método de explotación Corte y Relleno Ascendente Convencional, con relleno hidráulico, su acceso es por chimeneas de acceso sección 2.1 x 2.1.

La limpieza y extracción de mineral se realiza utilizando scoops diesel hacia el ore pass y es extraído por un nivel inferior por carros mineros y en algunos tajos por Dumpers de 15 tn.

El Método de Explotación por Subniveles Ascendentes con Taladros Largos, consiste en arrancar el mineral a partir de subniveles de explotación mediante disparos efectuados en planos verticales, con taladros positivos paralelos, rellenándolos en forma ascendente.

La preparación consiste en ejecutar una rampa central de acceso a los subniveles de perforación, que tienen una altura de banco de 10 metros. La limpieza de mineral se realiza con scoop con telemando mediante echaderos comunicados en la longitud del tajo.

Este método de explotación tiene impacto favorable en la seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo bajo techo seguro.

Detalles de Diseño

A partir de la rampa de profundización se preparan cruceros de acceso a la veta mineralizada, siendo la altura entre niveles de 60 mts. Al llegar a la veta se dimensiona y preparan galerías para la explotación.

Como labores de preparación a partir de las galerías se hacen chimeneas, caminos y chimeneas de ventilación; luego se preparan ventanas de extracción hacia el Ore Pass de mineral, distancia de 10 m, con una sección de 3.0 x 3.0 m.

Se utilizan perforadoras jackleg en los avances lineales y stoper para perforaciones verticales en la explotación y taladros de 6 pies de profundidad. Después de los disparos se limpia el mineral roto y luego se procede con el relleno hidráulico hasta obtener una altura de perforación de 2.40.

Se construyen chimeneas de acceso para los tajeos, a fin de facilitar la ventilación. Después del disparo, la evacuación de gases es por las chimeneas que conectan de nivel a nivel hasta superficie manteniendo con aire fresco los caminos de tránsito de personal.

Asimismo, se tiene chimeneas Raise Climber de 3.0mx3.0m, 2.1mx2.1m para superficie e interior mina, exclusivamente para ventilación de la mina.

Después de la ventilación, ingresan los scoops a efectuar la limpieza, el mineral es transportado con scoops directamente a los ore pass, o a buzones de mineral para luego ser extraído y cargado en camiones de bajo perfil (Dumper) hasta los bolsillos del Pique para luego transportarlo con carros mineros de 10tn cada uno accionados por locomotoras a Planta Concentradora.

8.1.4 Planeamiento de Minado

El planeamiento de minado a corto plazo para la Mina Huantajalla, se define de la siguiente manera.

a. Objetivos

- Cumplir con los compromisos de la empresa, financieros, tributarios, ambientales, sociales y compromisos asumidos en la política.
- Proteger la vida y la salud de nuestros colaboradores, la propiedad y medio ambiente.
- Asegurar el tonelaje, las onzas finas y calidad del mineral a ser tratado.
- Permitir la recuperación de las inversiones.
- Asegurar la rentabilidad mínima.

b. Estrategias

- El plan de minado a corto plazo está programado en forma mensual, de acuerdo a las reservas probadas y probables.
- De acuerdo al plan de producción se ha considerado a partir del mes de enero hasta el mes de diciembre explotar 3,080 Tcs/día durante todo el año que hacen un acumulado de 1'124,200 Tcs de mineral de cabeza.
- Preparación de la mina en forma sostenida, de modo que nos permita reemplazar el mineral explotado.
- Optimización de operaciones mineras.
- El diseño de la mina se realiza con software geológico minero Minesight y la estimación de reservas se realizará con el método tradicional cubicación en planos (Secciones Longitudinales, Secciones Transversales en base a sondajes y muestreos por canales).

Asimismo; el programa de producción a corto plazo se establece mes a mes y para un año de operaciones, además se cuenta con planes de minado semanales donde el jefe de sección determina las metas con su equipo de trabajo; apoyado en los siguientes factores:

- a. Reservas de minerales accesibles.
- b. Reserva de minerales eventualmente accesibles para el caso que sea requerido
- c. Información geológica y leyes de los últimos cortes.
- d. Labores de preparación requeridos para conectar los bloques de explotación.
- e. Dentro de este programa se indica el tonelaje y ley de mineral que saldrá de las tres minas.

También; En el nivel 4600 se exploró la continuidad de mineral económico del cuerpo Sara, siendo confirmada con la galería 999NE y la chimenea 999 que conecto a material cuaternario a 14m de iniciada esta labor. También se reconoció mineral con valores de plata en la veta Vania con la galería 998NE, actualmente se encuentra realizando la chimenea 998 para confirmar la continuidad de la estructura mineralizada. En el nivel 4550 se exploró con la galería 894NE a la veta Jackie, se registró mineral con valores de plata. Con la galería 974NE, se exploró a la veta Vania como una estructura con valores de plata, confirmada con chimeneas y sondajes cortos.

Asimismo, se exploró la continuidad de la veta Esperanza, solo se registró brechas de calcita sin valores. Sondajes diamantinos cortos realizados desde este nivel, en busca de la continuidad de la veta Vania permitieron identificar a la veta Paula con leyes económicas de plata, dicha veta se explorará con el crucero 972NW. En el nivel 4500 se continuó la exploración de la veta Vania con la chimenea 843-855, confirmando los valores de plata registradas en el nivel. Con la galería 962SW, se exploró al cuerpo Sara como una estructura de calcita sin valores. Asimismo, se continúa explorando a la veta Plomopampa 2, registrado como una estructura de calcita con núcleos de sulfuros, sin valores interesantes hasta el momento. En el nivel 4450, se exploró a las vetas: Vania, Esperanza, Angélica y Plomopampa 2 con valores bajos de plata, se iniciarán chimeneas para ver su comportamiento en altura. En el nivel 4180, se retomó, la exploración de las vetas: 3 A y 4 A con el crucero 517SW, registrando a la veta Rosalinda con leyes económicas de plata. Sondajes diamantinos 89 confirmaron la continuidad de las vetas: 3A y 4A con valores de plata plomo. Con perforación diamantina se pudo comprobar la prolongación de las vetas del sistema Mariana asociadas a la falla Marión, las cuales continúan siendo explotadas.

MINA HUANTAJALLA

La producción de la Mina Huantajalla fue de 171,121.78 TCS de un programado de 164,906.80 TCS con un 103.77% de cumplimiento, la mina Huantajalla representa un 19.61 % de la producción total de la UEA Uchucchacua, con una ley promedio de 16.70 Oz-Ag, 0.98 %Pb, 1.65 %Zn, 6.44 %Mn con un cumplimiento de 95.35 % de lo programado en la entrega de leyes. Ver cuadroN° 8.1

Cuadro N° 8.1: Planeamiento en Huantajalla

	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	Promedio	Total
TCS Planeado	16,819.00	15,169.00	16,819.00	16,271.80	16,821.80	16,271.80	16,821.80	16,819.00	16,271.80	16,821.80	16,490.68	164,906.80
TCS Ejecutado	16,574.66	17,025.93	17,937.84	5,004.35	19,067.00	18,610.00	20,310.00	20,228.00	19,664.00	16,700.00	17,112.18	171,121.78
Ley Ag Planeado	14.01	14.09	13.98	13.58	12.82	12.64	13.07	12.77	11.25	11.44	12.96	
Ley Ag Ejecutado	13.80	14.92	15.35	17.35	18.28	17.63	18.08	17.30	16.37	17.79	16.70	
%Mn Planeado	7.65	7.74	6.96	6.09	5.51	5.21	5.24	4.99	4.04	4.11	5.74	
%Mn Ejecutado	6.92	7.00	7.37	5.56	5.88	6.06	6.45	6.08	6.20	6.45	5.44	
%Pb Planeado	1.34	1.34	1.43	1.45	1.56	1.59	1.61	1.50	1.50	1.53	1.46	
%Pb ejecutado	1.07	1.20	1.04	1.00	0.96	1.00	0.91	0.78	0.91	1.02	0.98	

c. Proyectos

- Desarrollar proyectos en veta 4A, veta 3 - Huantajalla

d. Explotación

Mina Huantajalla

- veta Esmeralda
- cuerpo Edith
- veta Vania
- cuerpo Esperanza
- veta 4A
- veta 3A
- veta Eugenia
- veta Melina.

8.1.5 Relleno

Origen: El material de relleno está constituido por roca estéril, procedente de las labores de preparación de la mina las que se distribuyen sobre la superficie de los tajos de producción.

También es usado el material de relleno de relaves (desechos de plantas de concentración de minerales) Este relleno debe ser lo más barato posible, tanto en su obtención como en su Abastecimiento. Según el caso se viene usando:

a. Relleno Hidráulico: Consiste en transportar un relleno constituido por material de grano fino, suspendido en una pulpa en base a agua, que se deja decantar en el tajeo.

b. Relleno detrítico: De las labores de desarrollo de galerías y cruceros asimismo de la preparación de las rampas y accesos a dichos tajos de explotación, transportados por medio de equipos mecanizados por medio de scoops, camiones de bajo perfil y locomotoras, es decir:

Considerando la gran cantidad de material a transportar, este aspecto representa un porcentaje considerable del costo total de explotación. Desde el punto de vista de transporte se distinguen dos tipos de rellenos: rellenos secos y relleno húmedos.

Rellenos secos: Se transporta de manera idéntica que el mineral, es decir, se empleara el mismo equipo empleado en el transporte del mineral. De esta manera, el relleno llega a los tajeos por la galería superior y es vaciado en las echaderos (Ore Pass).

Rellenos Hidráulicos o Húmedos: *Es un caso especial en que la pulpa es transportada por gravedad a través de una red de cañerías con varios terminales que se introducen en los caserones desde la galería superior por una chimenea o bien por hoyos de sondajes entubados.*

8.2 SISTEMA DE SOSTENIMIENTO

8.2.1 Labores permanentes

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.

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 súper Split set de 47mm de diámetro x 2.10 m de longitud espaciados a 1.20 m de perno a perno y una capa shotcrete de 5cm de espesor, en algunos casos reforzado con malla intermedio (con controles calidad).

8.2.2 Labores temporales

Sostenimiento en (Tajos de producción, ventanas y labores de acceso), en la mina Socorro, que se encuentran en los niveles superiores con secciones que van desde 2.70m x 2.70m hasta 3.50m x 3.50m de sección.

Del nivel 4300 al nivel 4500 Mina Socorro, 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 1.20m , 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 1.50m 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 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 mas riguroso en calidad el sostenimiento con súper Split set de 47mm 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 5cm de espesor si este fuere necesario. Además de los estándares establecidos para las diferentes labores y casos especiales con los diseños respectivos. Ver tabla 8.1, figuras 8.2 y 8.3.

Tabla N° 8.1: Geomecánica - Uchucchacua

<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>Roca Regular</td> <td>4 Horas</td> <td>CADA TALADERO PERFORADO.</td> <td>58 m.</td> <td>5m. con Jambó</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Roca Mala</td> <td>4 Horas</td> <td>CADA TALADERO PERFORADO.</td> <td>5 m.</td> <td>5m. con Jambó</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Roca Muy Mala</td> <td>6 Horas</td> <td>ROCA PULCRANO DE SHOTCRETE PREVENTIVO.</td> <td>6 m.</td> <td>3m. con Muestra Claca</td> </tr> </table>	2	Roca Regular	4 Horas	CADA TALADERO PERFORADO.	58 m.	5m. con Jambó	4	Roca Mala	4 Horas	CADA TALADERO PERFORADO.	5 m.	5m. con Jambó	6	Roca Muy Mala	6 Horas	ROCA PULCRANO DE SHOTCRETE PREVENTIVO.	6 m.	3m. con Muestra Claca					
2	Roca Regular	4 Horas	CADA TALADERO PERFORADO.	58 m.	5m. con Jambó																		
4	Roca Mala	4 Horas	CADA TALADERO PERFORADO.	5 m.	5m. con Jambó																		
6	Roca Muy Mala	6 Horas	ROCA PULCRANO DE SHOTCRETE PREVENTIVO.	6 m.	3m. con Muestra Claca																		
EMPUJES Y TAJOS (SEPARAR UNO)		EMERGENCIAS (TALON)																					
PERFORACION Y VOLADURA CONTROLADA																							
GATAS Y USO DE BASTIDORES PARA MALA			ARMADO DE WOOD PACK																				
OTROS ESTÁNDARES COMO: EMPUJES																							
<p>- Trabajo de mallas electrolíticas a 2.11 cm (3 circadas) con split set de 2" para maquinaria a 5. split set de 2.5 para jumbo solo en labores de avance.</p> <p>- En tajos cuando el disparo es con jumbo - percutido con jumbo o sceler - sostenimiento con jumbo o con electrolítico (según caso).</p> <p>Para labores con presencia de altos coeficientes (deformación, lapicamiento - acollamiento, carga de mallas): EL SPAN (longitud máxima permitida con sostenimiento INICIAL solo pernos/split set - mala)</p>																							
EL ROCK BETA 3 + 30m		EL ROCK BETA 3 + 30m		EL ROCK BETA 3 + 30m																			
<p>De acuerdo a evaluación, se aplicará como norma de sostenimiento "1" (Escudo a 3" circular)</p>																							
<p>*PROHIBIDO INGRESAR A LAS LABORES ANTES DE LAS 4 HORAS COMO BARRIO DEL TRAZADO DE SECTORES.</p> <p>*Cuando la labor presente condiciones de explosividad (chapas, coque/tajas), evaluar de inmediato.</p>																							
U.E.A. - UCHUCCHACUA				U.E.A. - UCHUCCHACUA																			
Tabla Geomecánica (V) de 2014				Tabla Geomecánica (V) de 2014																			
EMERGENCIAS				EMERGENCIAS																			
SECURESA				SECURESA																			
GEOMECANICA				GEOMECANICA																			
CONTROL DE OPERACIONES				CONTROL DE OPERACIONES																			

BUENAVENTURA U.E.A. - UCHUCCHACUA		TIPO DE Roca Y SOSTENIMIENTO RECOMENDADO		RECOMENDACIONES DE SOSTENIMIENTO Y CONTROL DE RIESGOS			
CATEGORÍA DE RIESGO	CATEGORÍA DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SOSTENIMIENTO PARA EXCAVACIONES		RECOMENDACIONES DE SOSTENIMIENTO Y CONTROL DE RIESGOS		
			LABORES DE RIESGO BAJO (GRUPPO 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)	LABORES DE RIESGO ALTO (GRUPPO 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)			
1	ES - 100	Roca Muy Buena	1. Roca Muy Buena o más. 2. Roca fractura (C a 1 por metro lineal) 3. Tallas y pernos como función	No aplica sostenimiento	No aplica sostenimiento	No aplica sostenimiento	No aplica sostenimiento
2	ES - 80	Roca Buena	1. Roca Buena o más. 2. Roca fractura (C a 1 por metro lineal) 3. Tallas y pernos como función	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere
3	ES - 60	Roca Regular	1. Roca Regular o más. 2. Roca fractura (C a 1 por metro lineal) 3. Tallas y pernos como función	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere
4	ES - 40	Roca Mala	1. Roca Mala o más. 2. Roca fractura (C a 1 por metro lineal) 3. Tallas y pernos como función	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere
5	ES - 20	Roca Muy Mala	1. Roca Muy Mala o más. 2. Roca fractura (C a 1 por metro lineal) 3. Tallas y pernos como función	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere	Sostenimiento cuando se requiere

Figura N° 8.1: Diseño de sostenimiento para labores permanentes

Sección 2.7 x 2.7 m.

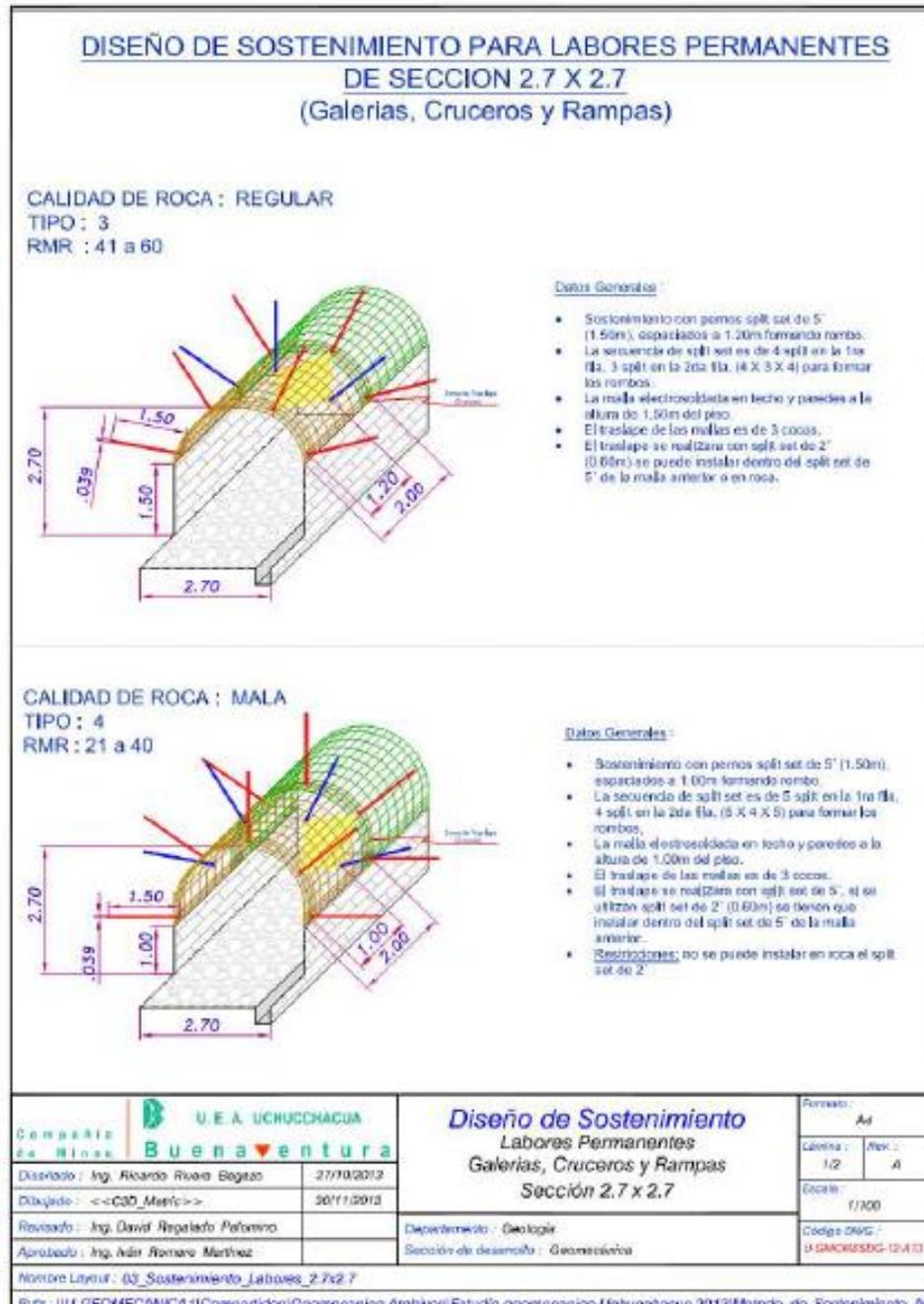


Figura N° 8.2: Diseño de sostenimiento para labores permanentes

Sección 3.5 x 3.5m

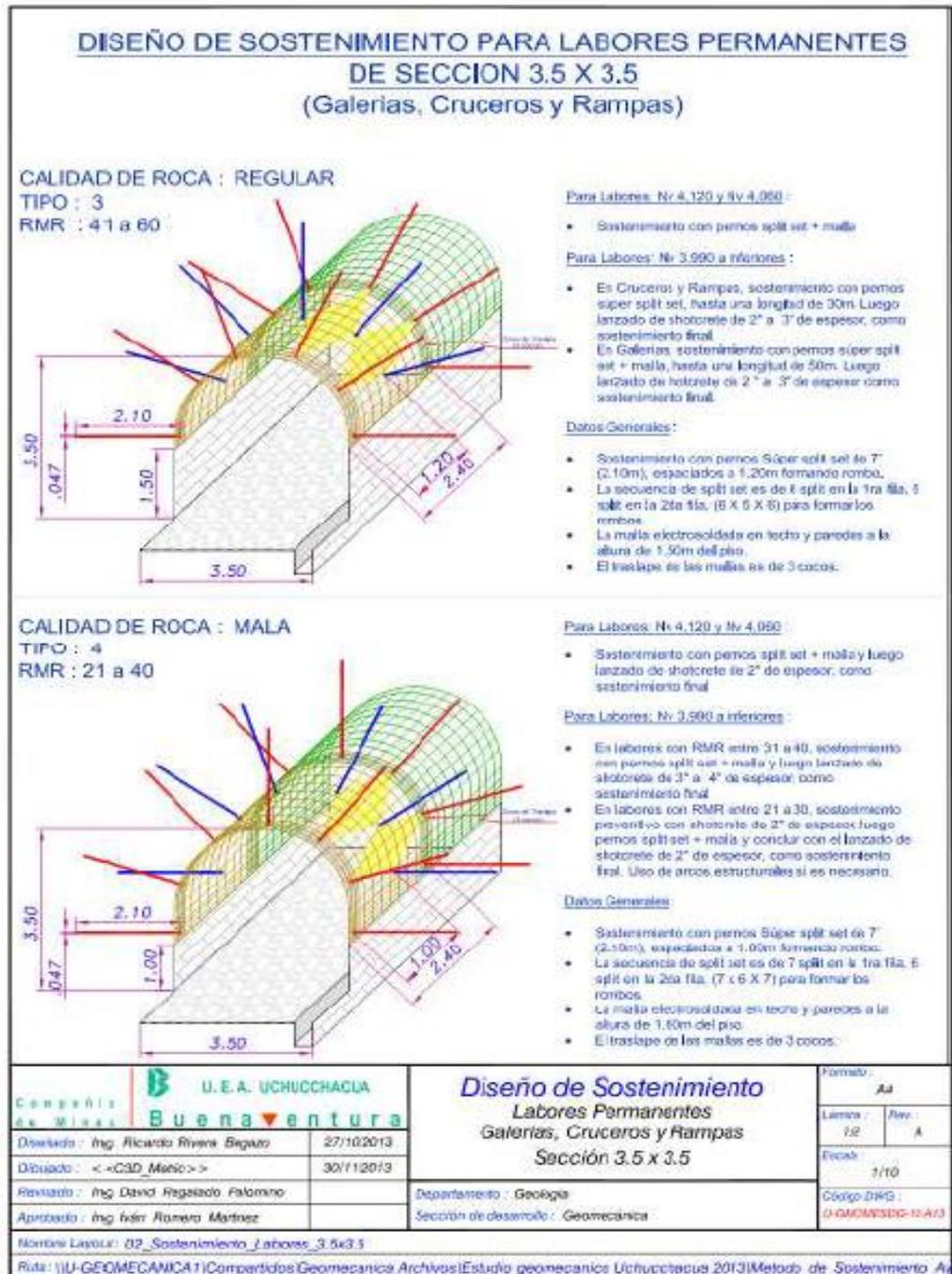
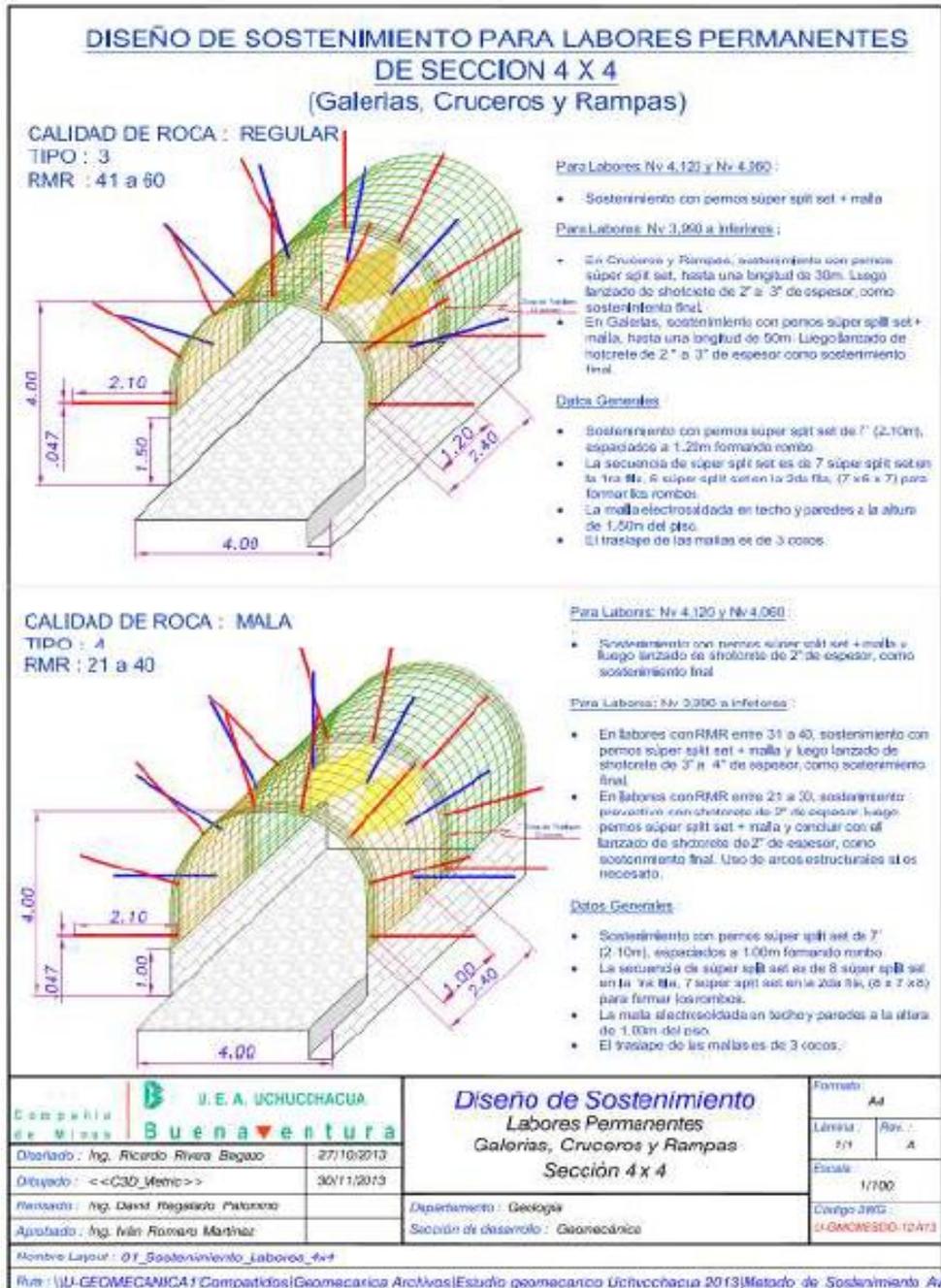


Figura N° 8.3: Diseño de sostenimiento para labores permanentes

Secciones de 4x4 m



8.3 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 y sostenimiento en las labores mineras, de acuerdo a la siguiente determinación:

A través 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 – UEA. Chacua.

Tabla N° 7.8: Factores de ajuste para 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 N°7.9: Propiedades de la resistencia de la masa rocosa

PROPIEDADES DE LA RESISTENCIA DE LA MASA ROCOSA										
DOMINIO	CALIDAD DE ROCA	GSI	σ_c	m_i	σ_{cmr}	σ_{tmr}	Coh.	Phi	Emr	Poisson
			MPa		MPa	kPa	KPa	(°)	MPa	ν
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

En cuanto a planeamiento, se determinaron el plan de las perforaciones dimantinas, descripción de la mina Huantajalla, su método de explotación, detalles de diseño, planeamiento de minado, sus objetivos y estrategias. En el sistema de sostenimiento se determinaron, el sostenimiento en las labores permanentes así como en las labores temporales.

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 e 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 socorro – 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.
- Se Calculó 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

Ploteando 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.

- Realizado la caracterización de la roca y a los análisis de sostenimiento se diseñó la cartilla geomecánica, con términos de fácil entendimiento para que todo el personal pueda hacer uso de dicha cartilla y estimar el tipo de sostenimiento a usar de acuerdo a los factores influyentes.
- El planeamiento de minado a corto plazo para la Mina Huantajalla, se define por sus objetivos, estrategias de acuerdo a las reservas probadas y probables. De acuerdo al plan de producción se ha considerado a partir del mes de enero hasta el mes de diciembre explotar 3,080 Tcs/día durante todo el año que hacen un acumulado de 1'124,200 Tcs de mineral de cabeza.

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.
- Continuar con el plan de minado, para cumplir con la producción de mineral propuesto.
- 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. Inventario de Reservas –Uchucchacua –enero 2011. Departamento de geología.
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 – Mayo2006.

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 a simple investigation in a staff-testing machine. Fundacja Nauta I traducie Górnicze 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.
20. Escalante, Christian. 2000. Evaluación del Peligro Sísmico en el Sur del Perú (13°- 18.5° S). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 53p
21. Krzyszton, Danuta. 2007. Susceptibility of rocks bumps. Fundacja Nauta I traduje Górnicze. 102p
22. Minaya, Armando. 1986. Actividad Sísmica en el Sur del Perú y su Probabilidad de Ocurrencia. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 89p

ANEXOS

ANEXO - 1

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).



Fig. Laboratorio de la universidad de Cracovia – Polonia

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. Ver figuras.



Fig. Mineral



Fig. Caliza

DIAMETRO 48mm							DIAMETRO 48mm				La Roca es susceptible al estallido ?
MUESTRA N°	Mina	HDD	Profundidad	DISTANCIA (m)	TIPO	NIVEL msnm	Uniaxial compressive strength σ_c Mpa	Elasticity modulus E Gpa	Poisson's ν	Indice de energía potencial elástica PES kJ/m ³	
(26-1)	Carmen	Ly- 34-16-06	880	18-20	Caliza	4120	279.59	100.86	0.28	388.28	muy susceptible
(27-1)	Carmen	Ly- 34-15-06	640	10	Caliza	4360	246.99	96.88	0.38	318.15	muy susceptible
(28-1)	Huantañalla	Ly-34-18-08	640	34	Caliza	4360	136.59	77.98	0.49	119.84	considerablemente
(29-1)	Huantañalla	Ly-262-08-06	640	80	Caliza	4360	186.8	83.08	0.23	212.27	muy susceptible
(30-1)	Huantañalla	Ly-262-08-06	640	139	Caliza	4360	167.75		0.14		
(30-2)	Huantañalla	Ly-262-08-07	640	139	Caliza	4360	240.8	77.4	0.18	374.80	muy susceptible
(30-3)	Huantañalla	Ly-262-08-08	640	139	Caliza	4360	250.63	73.08	0.14	429.80	muy susceptible

DIAMETRO 30mm						DIAMETRO 30mm				La Roca es susceptible al estallido ?
MUESTRA N°	MINA	VETA	Profundidad (m)	NIVEL	TIPO	Uniaxial compressive strength σ_c Mpa	Elasticity modulus E Gpa	Poisson's ν	Indice de energía potencial elástica PES kJ/m ³	
(32-1)	Carmen	Veronica	880	4120	Mineral	183.5	54.8	0.4	244.93	muy susceptible
(33-1)	Carmen	Veronica	880	4120	Mineral	51.1	7.1	0.3		
(34-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	162.5	66.8	0.2	192.10	considerablemente
(35-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	84.7	64	0.2	56.12	susceptible
(36-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	129.5	86.4	0.2	120.91	considerablemente
(37-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	82.7	52.6	0.2	65.00	susceptible
(38-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	102.7	82.5	0.4	84.36	susceptible
(39-1)	Socorro	Lesly	780	4240	Mineral	125.9	50.4	0.2	157.06	considerablemente

Tabla 7: Resultados de las pruebas de laboratorio en maquina Cervo Controlada.

Laboratorio de mecánica de rocas Universidad Nacional de Ingeniería

A fin de verificar estos resultados de campo, se llevaron a cabo ensayos de compresión uniaxial en el Laboratorio de mecánica de rocas sobre muestras rocosas representativas de las diferentes litologías. Los resultados de estos ensayos se presentan en un resumen en los siguientes cuadros:

Propiedades físicas de la litología de mina Uchucchacua resultado de muestras, ver siguiente Tabla.

Litología	Densidad (gr/cm ³)	P.A. (%)	Absorción (%)	P.E.A. (KN/m ³)
Mineral	3.83	5.69	1.49	37.55
Caliza de cajas	2.76	0.73	0.26	27.10
Mineral	3.29	1.66	0.51	32.23
Caliza de cajas	2.70	0.36	0.13	26.50
Mineral	3.51	2.65	0.75	34.48
Mineral	3.44	4.82	1.40	33.74
Caliza de cajas	2.68	0.26	0.09	26.31
Caliza de cajas	2.63	1.75	0.67	25.83

Resistencia compresiva uniaxial, ver siguiente Tabla:

Litología	σ_c' (MPa)
Mineral	126
Caliza de cajas	58
Mineral	136
Caliza de cajas	65
Mineral	73
Mineral	183
Caliza de cajas	93
Caliza de cajas	126

Tabla 4

Ensayo de compresión triaxial, ver siguiente Tabla:

Litología	m_i	Cohesión (MPa)	Angulo de fricción (Φ^0)
Mineral	10.7	27.9	45.0
Mineral	17.6	29.5	53.2
Mineral	18.7	27.1	52.8
Caliza de cajas	18.3	19.4	51.7
Caliza de cajas	17.1	20.1	50.8

Tabla 5

Ensayos de constantes elásticas, ver siguiente Tabla:

Litología	Modulo de deformación E (GPa)	Relación de Poisson (ν)
Mineral	13.11	0.22
Caliza de cajas	15.16	0.19
Mineral	14.01	0.28
Caliza de cajas	11.61	0.23
Mineral	17.28	0.33
Mineral	15.76	0.21
Caliza de cajas	14.65	0.29
Caliza de cajas	14.56	0.30

ANEXO – 2

FORMATO PARA MAPEO

GEOMECANICO

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO
CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
 U. P. UCHUCHA CUA

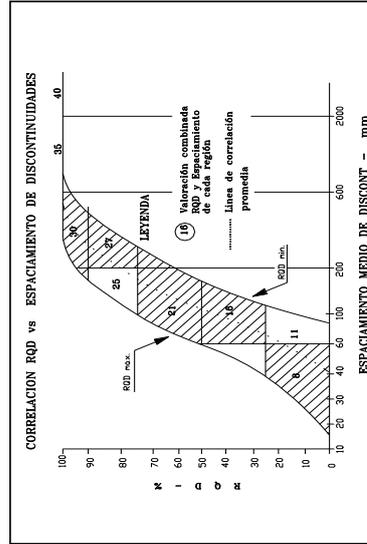
LUGAR: _____
 LABOR: _____

FOR: _____
 FECHA: _____

N°	ESTACION		ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO		VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)	VALORACION
	RUMBO	AZIMUT	DIR	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA		
A	%	B	%	C	%			
TIPO	ORIENTACION			RELLENO		COMENTARIOS	RANGO DE VALORES	VALOR ESTIMADO
	ESTRUC.	RUMBO	AZIMUT	DIR	BUZAMIENTO			
PARAMETRO		R. COMPRESION UNIAIXIAL (Mpa)		R.D. %		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
CONDICION DE JUNTAS		PERSISTENCIA		ESPAZAMIENTO (m)		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
RUGOSIDAD		APERTURA		CERRADA		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
RELLENO		LIMPIA		DURA < 5mm		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
INTERPERIZACION		SANA		LIG. INTIMP.		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
AGUA SUBTERRANEA		SECO		HUMEDO		RANGO DE VALORES		VALOR ESTIMADO
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoracion 1 a 5) =								
CLASE DE MACIZO ROCOSO		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21
DESCRIPCION		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA
DESCRIPCION								V MUY MALA

GRADO	INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COM.P. Mpa
R1	Delzable con golpes firmes con la punta de martillo de geologo se descomcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se descomcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni descomcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquinas de la muestra con el martillo	> 250

GRADO	INDICE DE INTERPERIZACION DESCRIPCION
I SANA	Ningun signo de interperismo en el material rocoso. Quizás lig. De coloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II LIGERO	La decoloracion indica interper. de material rocoso y superf. de disc. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condicion sana.
III MODERADA	Menos de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso.
IV MUY INTERM.	Más de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discont como nucleo rocoso.
V DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.



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

ABREVIATURA	TIPOS DE RELLENO
Ox	OXIDOS
Sul	SULFATO
Piz	PANIZO
Arc	ARCILLA
Bx	BRECHA
Ser	SERICITA
MI	MINERAL
Py	PIRITA
Cil	CALCITA

ABREVIACION	TIPO DE ROCA
MI	MINERAL
Cz	CALIZA
Vo	VOLCANICO

ABREVIATURAS	TIPOS DE ESTRUCTURAS
D	SISTEMA DE DIACLASA
Fh	SISTEMA DE FALLAS
C	CONTACTO
E	ESTRATOS
MF	MICRO FALLA

COMENTARIOS ADICIONALES

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA: “CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LA ZONA HUANTAJALLA - COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA – UEA. UCHUCCHACUA”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MODALIDAD DE OBTENCIÓN DE DATOS	FUENTE DE INFORMACION
<p>Problema general ¿Cómo determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa para la ejecución del plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla?</p> <p>Problemas específicos • ¿Cómo determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa en la zona Huantajalla - Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.?</p> <p>• ¿Cómo ejecutar el plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua?</p>	<p>Objetivo general Determinar la caracterización de la masa rocosa para la ejecución del Plan de minado y sostenimiento en la Zona Huantajalla en la Compañía de Minas Buenaventura UEA.</p> <p>Objetivos específicos • Determinar la caracterización geomecánica de la masa rocosa en la zona Huantajalla - Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.</p> <p>• b. Ejecutar el plan de minado y sostenimiento de la zona de producción Huantajalla Compañía de Minas Buenaventura – UEA. Uchucchacua.</p>	<p>Contando con la caracterización geotécnica, tendremos datos precisos para efectuar un control del macizo rocoso, que permitirá mejorar el factor de seguridad y realizar el plan de minado, en todas las labores de desarrollo y producción de la ZONA DE HUANTAJALLA - COMPANÍA DE MINAS BUENAVENTURA - UEA.</p>	<p>Hipótesis general Si realizamos la caracterización Geomecánica, para obtener la clasificación geomecánica entonces se efectuará un plan de minado y sostenimiento en la ZONA DE HUANTAJALLA - COMPANÍA DE MINAS BUENAVENTURA - UEA. UCHUCCHACUA..</p>	<p>V. Indep. : Caracterización Geomecánica de la masa rocosa. V. Depend. : Planeamiento de minado y sostenimiento V. Interv.: Estabilidad de la masa rocosa en el estudio del plan de minado.</p>	<p>De la V. Indep. Indicadores Geología estructural de la masa rocosa. Tipo de roca. Resistencia de la masa rocosa. Índice geológico Calidad de roca.. De la V. Depend. Plan perforaciones diamantinas. Método de explotación Detalle de diseño. Estrategias. Sostenimiento. Labores temporales Labores permanentes.</p>	<p>Técnicas de Recolección de Datos. Las principales técnicas que utilizaré en la investigación es: -Análisis Documental -Observación. Instrumentos -Guía de Análisis Documental -Guía de Observación -Registro de evaluación (Mapeo Geomecánico). -Análisis y resultados de laboratorio. Técnica de Procesamiento y Análisis de Datos se hará uso de calculadoras, computadoras y softwares para el análisis respectivo, hasta la culminación de la misma..</p>	<p>Fuente de información: Libros geomecánica y mecánica de rocas. Informes técnicos: Oficina mina Oficina geología Oficina Seguridad Oficina Geotécnica Trabajos geomecánica realizados en mina. Trabajo de tesis de algunas Universidades.</p>

ANEXO – 4

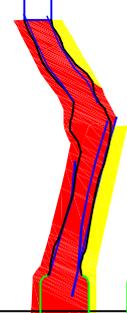
PLANOS

ROCA DE MALA CALIDAD EN LA ESTRUCTURA Y CAJA, FRACTURAMIENTO PARALELOS A LA ESTRUCTURA GENERANDO PLANCHONEO.



Sn Ch 969

ROCA MALA 4



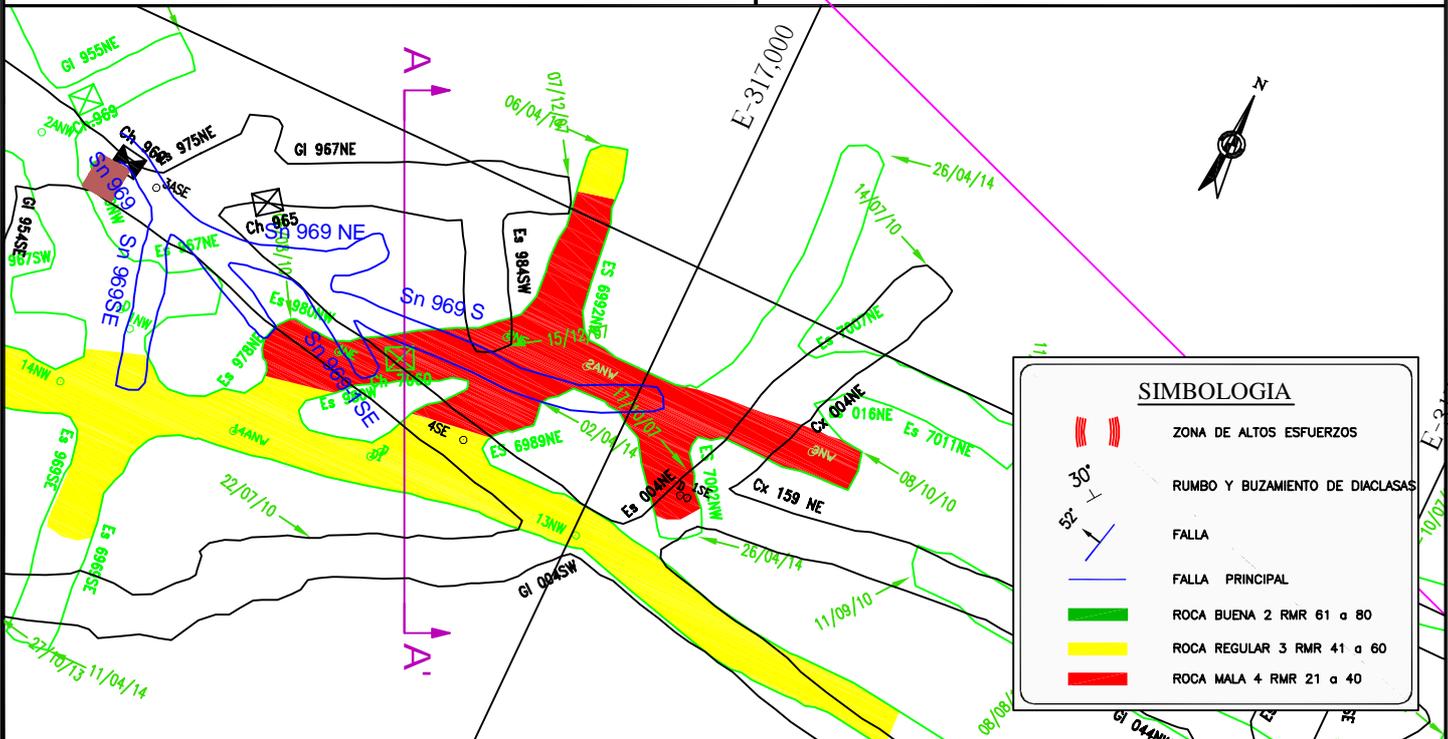
Elev,4420.00

ES 980NW ES 980 W

Elev,4420.00

ES 980W GL 315NW

A



SIMBOLOGIA

- ZONA DE ALTOS ESFUERZOS
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE DIACLASAS
- FALLA
- FALLA PRINCIPAL
- ROCA BUENA 2 RMR 61 a 80
- ROCA REGULAR 3 RMR 41 a 60
- ROCA MALA 4 RMR 21 a 40

Compañía de Minas Buena Ventura
U. E. A. UCHUCCHACUA

CHIMENEA 7060

Formato : A4

NV-4400

Lámina : 1/1 Rev. : A

Diseñado : Ing. Roy Molina Marquez Mayo - 2014

Dibujado : <<C3D_Imperial>> 08/05/2014

Escala : 1:500

Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva

Aprobado : Ing. Iván Romero Martinez

Departamento : Geología
 Sección de desarrollo : Geomecanica

Código DWG : U-

Nombre Layout : V4

Ruta : Z:\06. Roy Molina\Planos\IMAYO\CH 7060_NV 400.dwg

ESTANDARES GEOMECANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3, Mala 4
- R.M.R. : 45 - 48, 38 - 40

ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS

- Herramientas : Barretillas de barreno de 4' y 6'
- : Barretillas de tubo de 8' y 10'
- Formas : En avanzada en techo y paredes

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.5m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECANICOS

- Altura Máxima : 2.7 m
- Ancho Máximo : 2.7m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : Si
- Factor de seguridad : 1.5

Notas.-

- En la zona de mala calidad presencia de fallas con relleno de material suave y filtración de agua.
- Formación de cuñas en la corona.

ROCA REGULAR MUY FRACTURADA, FORMACION DE PEQUEÑAS CUÑAS EN LA CORONA Y HASTIALES, SE DEBE DE REALIZAR DESATE CONSTANTE Y DESCARGA DE MALLAS.

SIMBOLOGIA

ZONA DE ALTOS ESFUERZOS

RUMBO Y BUZAMIENTO DE DMLASAS

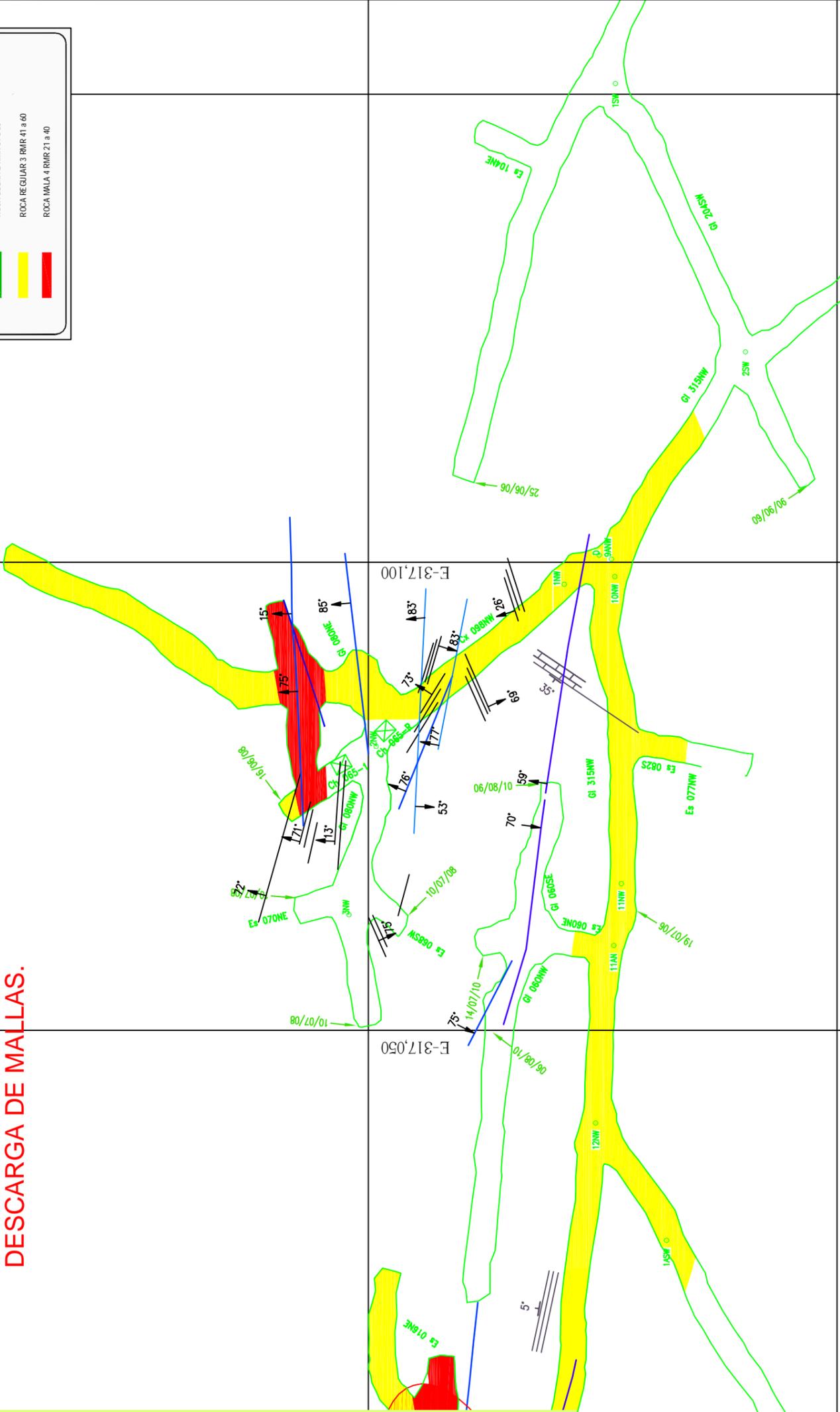
FALLA

FALLA PRINCIPAL

ROCA BUENA 2 RMR 61 a 80

ROCA REGULAR 3 RMR 41 a 60

ROCA MALA 4 RMR 21 a 40



U. E. A. UCHUCCHACUA

Compañía de Minas Buenaventura

Diseñado : Roy Molina M.

Mayo-2014

Dibujado :

Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva

Aprobado : Ing. Iván Romero M.

Nombre Layout :

Ruta :

PLANO GEOMECANICO CX 060

NIVEL 4400

Mina Huantajalla

Departamento : Geología

Sección de desarrollo : GEOMECANICA

Formato : A3

Lámina : 1/1

Rev. : A

Escala : 1/500

Código DWG : U

Es 7375NW Es 7375SE



LA FRECUENCIA DE DESATADO SERA CUANTAS VECES SEA NECESARIO, HASTA ELIMINAR TODAS LAS ROCAS SUELTAS, ADEMAS DE CONSTANTE DESCARGA DE MALLAS.

Recomendación:
Sostenimiento sistemático con split set de 5 pies mas malla electrosoldada, seguir los procedimientos de desatado de roca.

ESTANDARES GEOMECANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3
- R.M.R. : 43-45
- ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS**
- Herramientas : Barretilas de barrenado de 4', 6' y 8'
- : Barretilas de tubo de 10'
- Formas : En techo y paredes, mín. 3 veces x turno

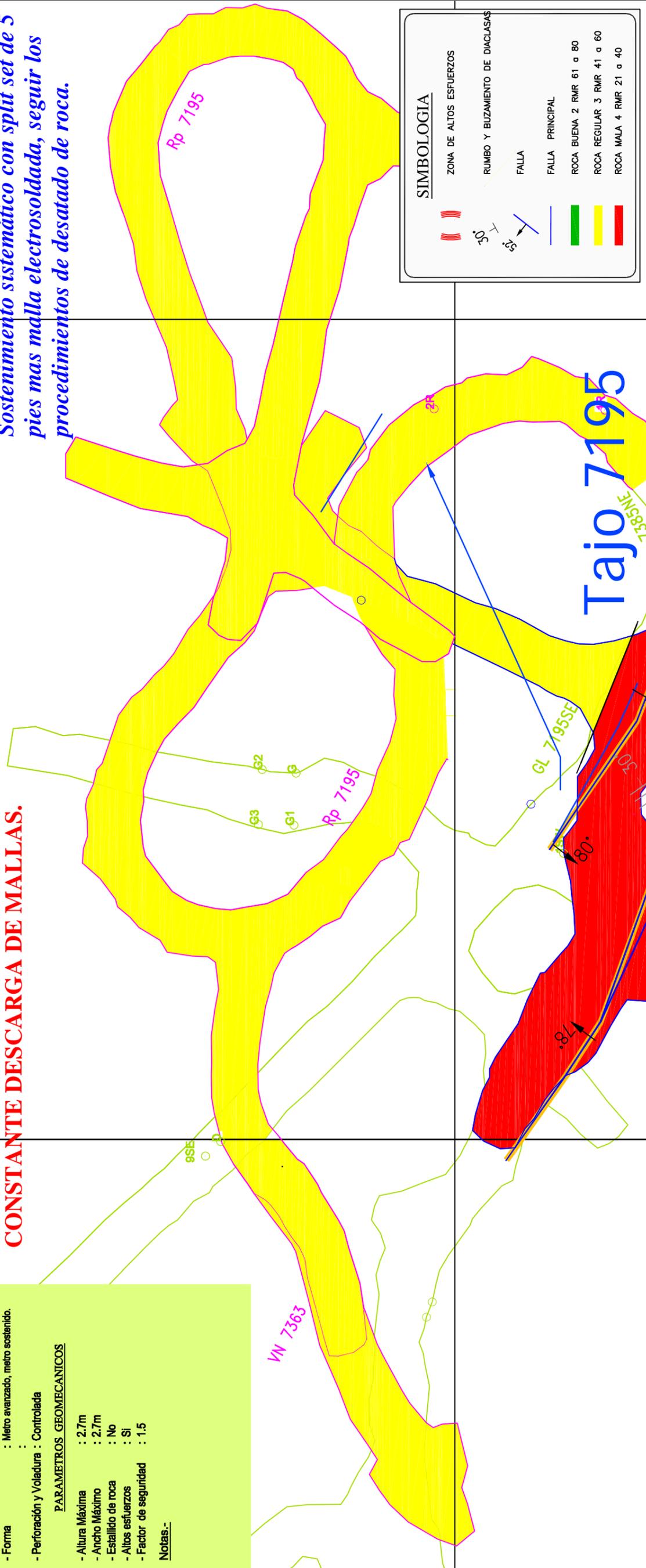
ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.5m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECANICOS

- Altura Máxima : 2.7m
- Ancho Máximo : 2.7m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : Si
- Factor de seguridad : 1.5

Notas.-



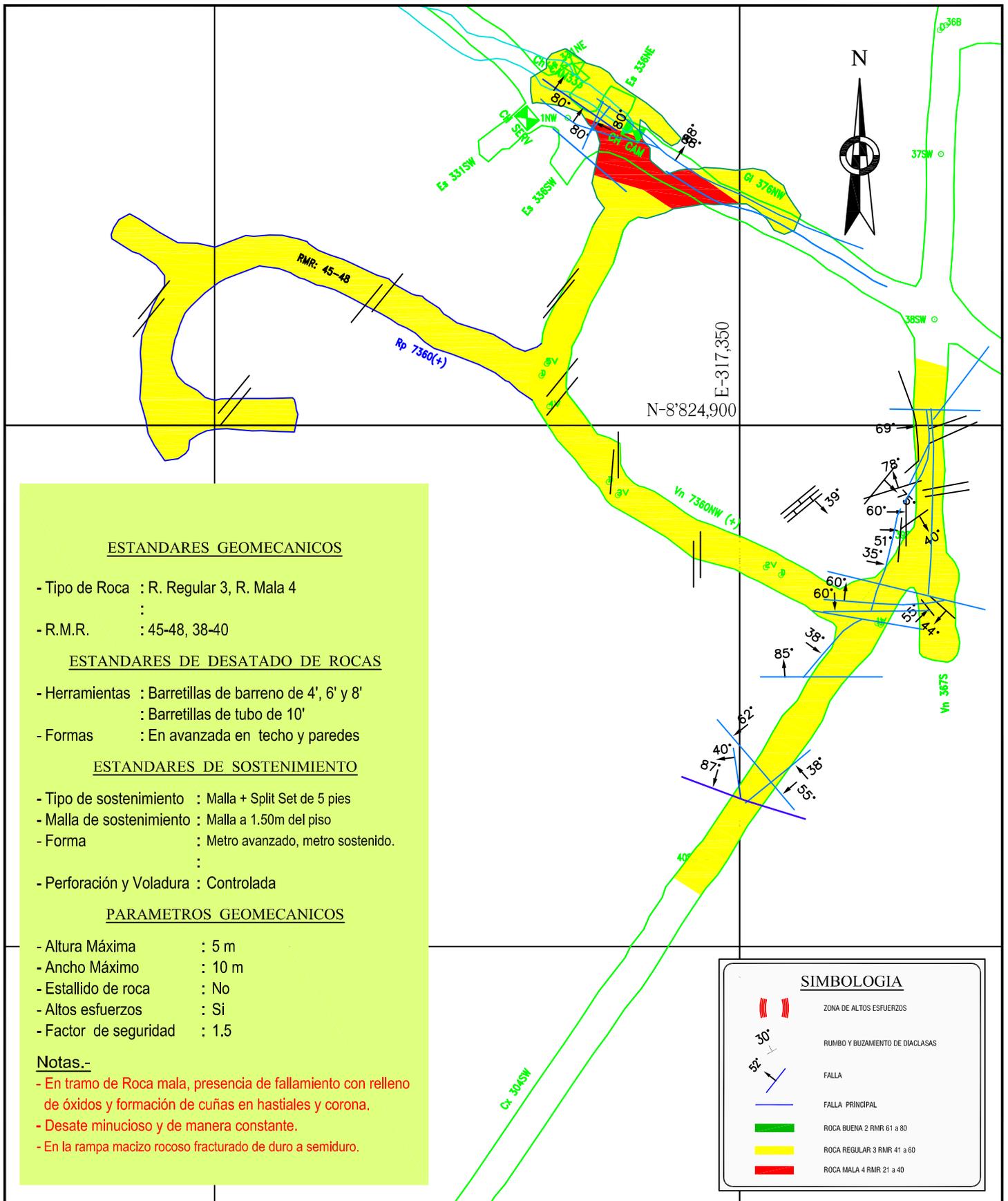
SIMBOLOGIA

	ZONA DE ALTOS ESFUERZOS
	RUMBO Y BUZAMIENTO DE DIACLASAS
	FALLA
	FALLA PRINCIPAL
	ROCA BUENA 2 RMR 61 a 80
	ROCA REGULAR 3 RMR 41 a 60
	ROCA MALA 4 RMR 21 a 40

ASPECTOS GEOMECANICOS

-Macizo rocoso con dos familias de discontinuidades que forman pequeñas cuñas. Desate constante y descarga de mallas.

Compañía de Minas Buena Ventura Diseñado : Roy Molina M. Dibuñado : <<C3D_Imperial>> Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva Aprobado : Ing. Ivan Romero M. Nombre Layout : Rp 7195 Ruta : Z:106. Roy Molina/Planos/MAYO/Tjo 7195.dwg	U.E.A. UCHUCCHACUA MAYO/2014 07/05/2014	PLANO GEOMECANICO RP 7195 NIVEL 4550 Mina Huantajalla	Formato : A3 Lámina : 1/1 Rev. : A Escala : 1/250 Código DWG : U
	Departamento : Geología Sección de desarrollo : GEOMECANICA		



Compañía de Minas Buena Ventura

U. E. A. UCHUCCHACUA

Diseñado : Roy Molina M. Set-2014

Dibujado : AutoCAD 04/09/2014

Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva

Aprobado : Ing. Ivan Romero Martinez

Nombre Layout : Tj 300

Ruta : \\U-geomecanica1\Compartidos\06. Roy Molina\Planos\SETIEMBRE\CX 3020_GA 315_Tj 300_Nv 400.dwg

PLANO GEOMECAVICO

TJ 300_Rp 7360

Nv 4440

MINA HUANTAJALLA

Departamento : Geomecanica

Sección de desarrollo : Mina

Formato : A4

Lámina : 1 Rev. : A

Escala : 1:500

Código DWG : U

Rp 7436

ESTANDARES GEOMECHANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3
- R.M.R. : 45
- ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS
- Herramientas : Barretilas de barro de 4', 6' y 8'
- Formas : En techo y paredes, en avanzada

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

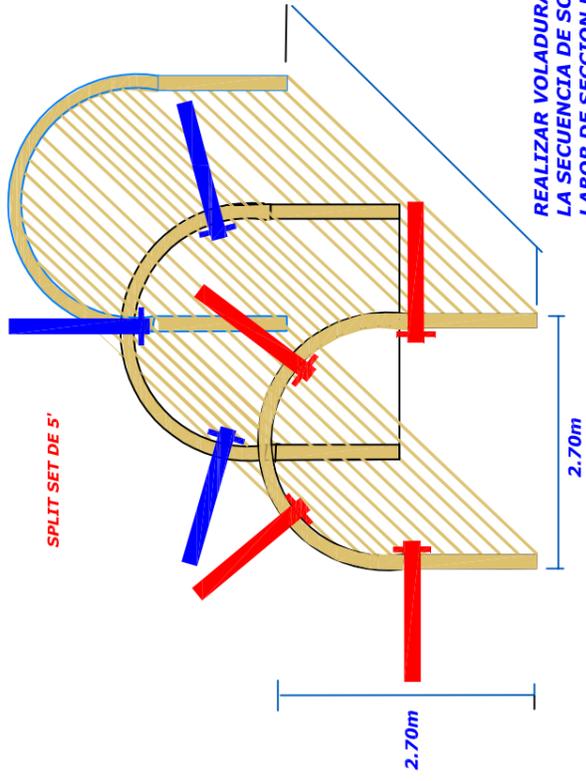
- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1,50m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECHANICOS

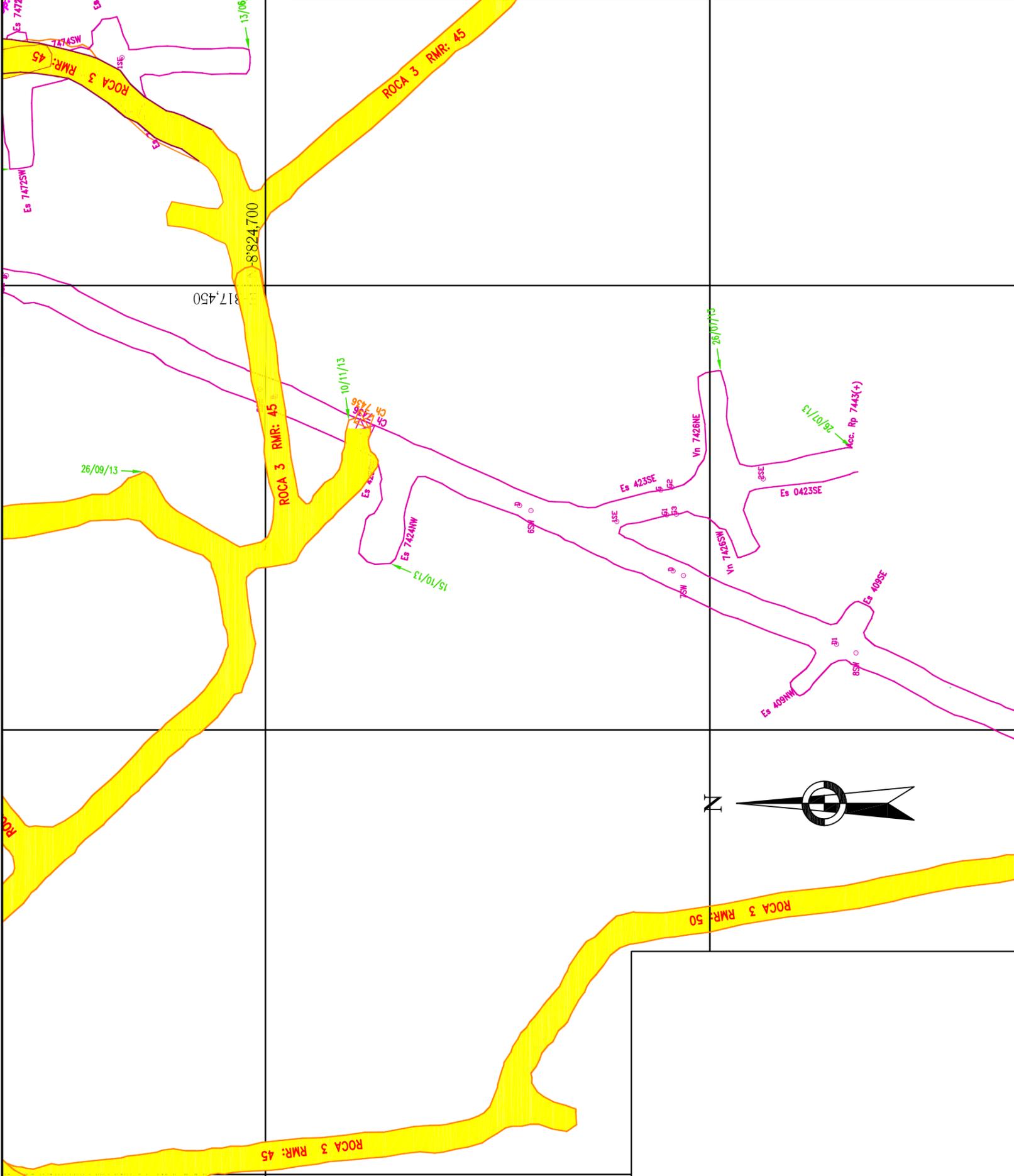
- Altura Máxima : 2.7 m
- Ancho Máximo : 2.7 m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : No
- Factor de seguridad : 1.5

Notas:-

Secuencia de split set 4 x 3 x 4



REALIZAR VOLADURA CONTROLADA,
LA SECUENCIA DE SOSTENIMIENTO PARA
LABOR DE SECCION DE 2.7 x 2.7 ES DE 4
SPLIT SET EN LA 1era. LINEA Y 3 EN LA
SEGUNDA LINEA



U.E.A. UCHUCCHACUA Compañía de Minas Buenaventura		PLANO GEOMECHANICO Rp 7436 Nv 4,120 Mina Huantajalla	
Diseñado : Ricardo Rivera Begazo Dibuñado : AutoCAD	Enero 2014 03/01/2014	Formato : A3 Lámina : 1/1 Escala : 1:500	Rev. : A Código DWG : U
Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva Aprobado : Ing. Ivan Romero Martinez	Departamento : Geología Sección de desarrollo : Geomecánica	Nombre Layout : Hor_A-3_Rp 7436 Ruta : \\U-si-srvareas\areas\Geomecánica\Control Geomecánica\Minas HUANTAJALLA\04. Planos\01. Ene\Autocad\Nv 4120.dwg	

TJ 7382

ESTANDARES GEOMECANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3
- R.M.R. : 44 - 48

ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS

- Herramientas : Barretillas de barrenos de 4', 6', 8', 10'
- Formas : En techo y paredes, en avanzada

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.50m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.

- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECANICOS

- Altura Máxima : 5.0 m
- Ancho Máximo : 10.0 m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : No
- Factor de seguridad : 1.5

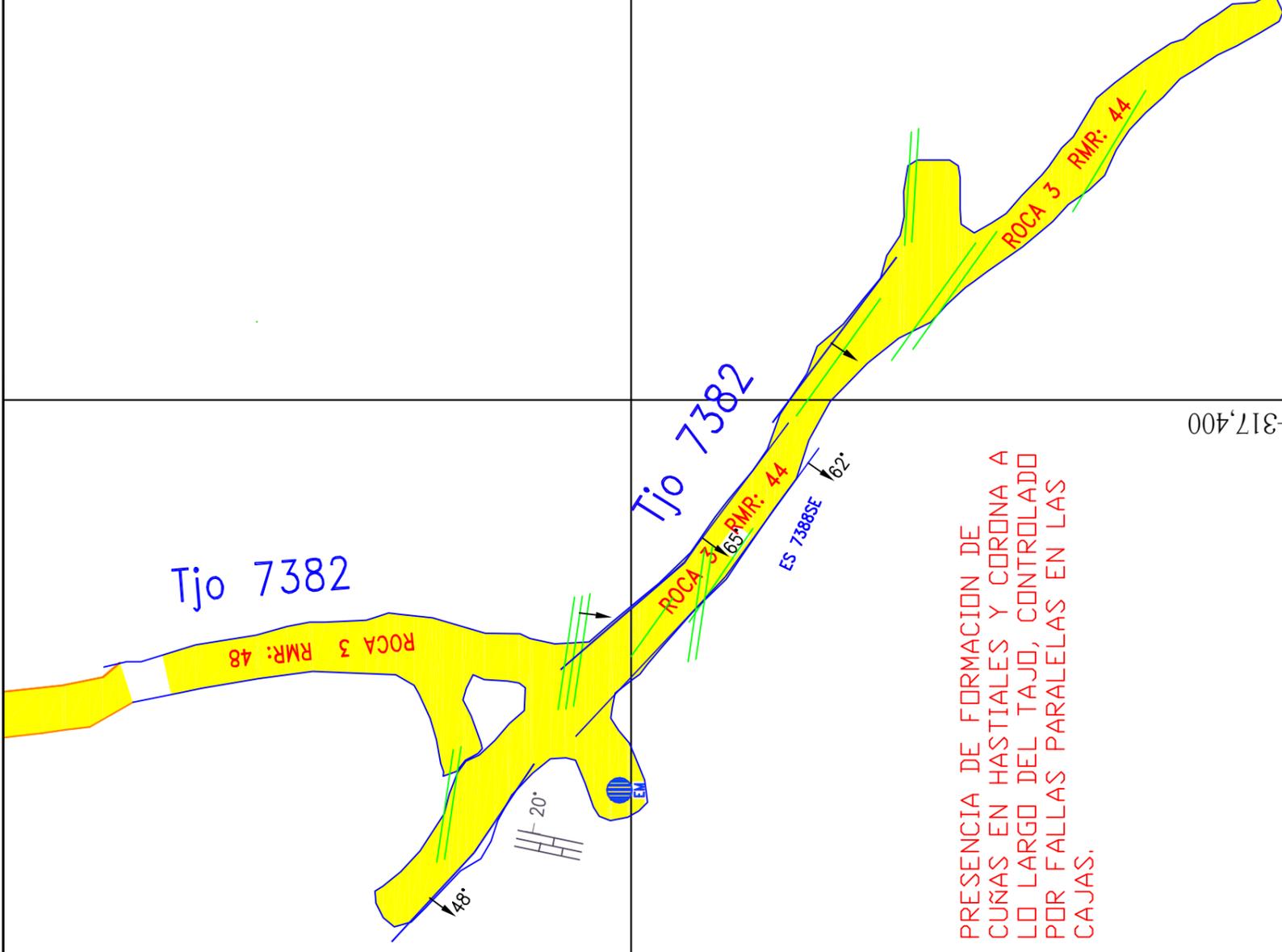
Notas-

- El sostenimiento se debe de realizar ha 1.5 mts del piso y la malla no debe quedar colgado.
- Formación de cuñas en los hastiales por presencia de fallas paralelas al talp.

SIMBOLOGIA



N-8'824,600



PRESENCIA DE FORMACION DE CUÑAS EN HASTIALES Y CORONA A LO LARGO DEL TAJD, CONTROLADO POR FALLAS PARALELAS EN LAS CAJAS.

E-317,400

05/03/13

Compañía de Minas

U.E.A. UCHUCCHACUA

B u e n a v e n t u r a

Diseñado : Roy Molina M. Mayo 2014

Dibujado : < C3D Imperial > 07/05/2014

Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva

Aprobado : Ing. Ivan Romero Martinez

Nombre Layout : Hor_A-3_TJ 7365

Ruta : Z:\06. Roy Molina\Planos\MAYONv 4120.dwg

PLANO GEOMECANICO

TJ 7382

Nv 4,120

Mina Huantajalla

Departamento : Geología

Sección de desarrollo : Geomecánica

Formato : A3

Lámina : 1/1

Rev. : A

Escala : 1:350

Código DWG : U

E-317,350

Rp 7419 -Tj 7419

ESTANDARES GEOMECHANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3 - R. Mala 4
- R.M.R. : 45 - 38

ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS

- Herramientas : Barretilas de barrenos de 4', 6' y 8'
- Formas : En techo y paredes, en avanzada

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.50m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.

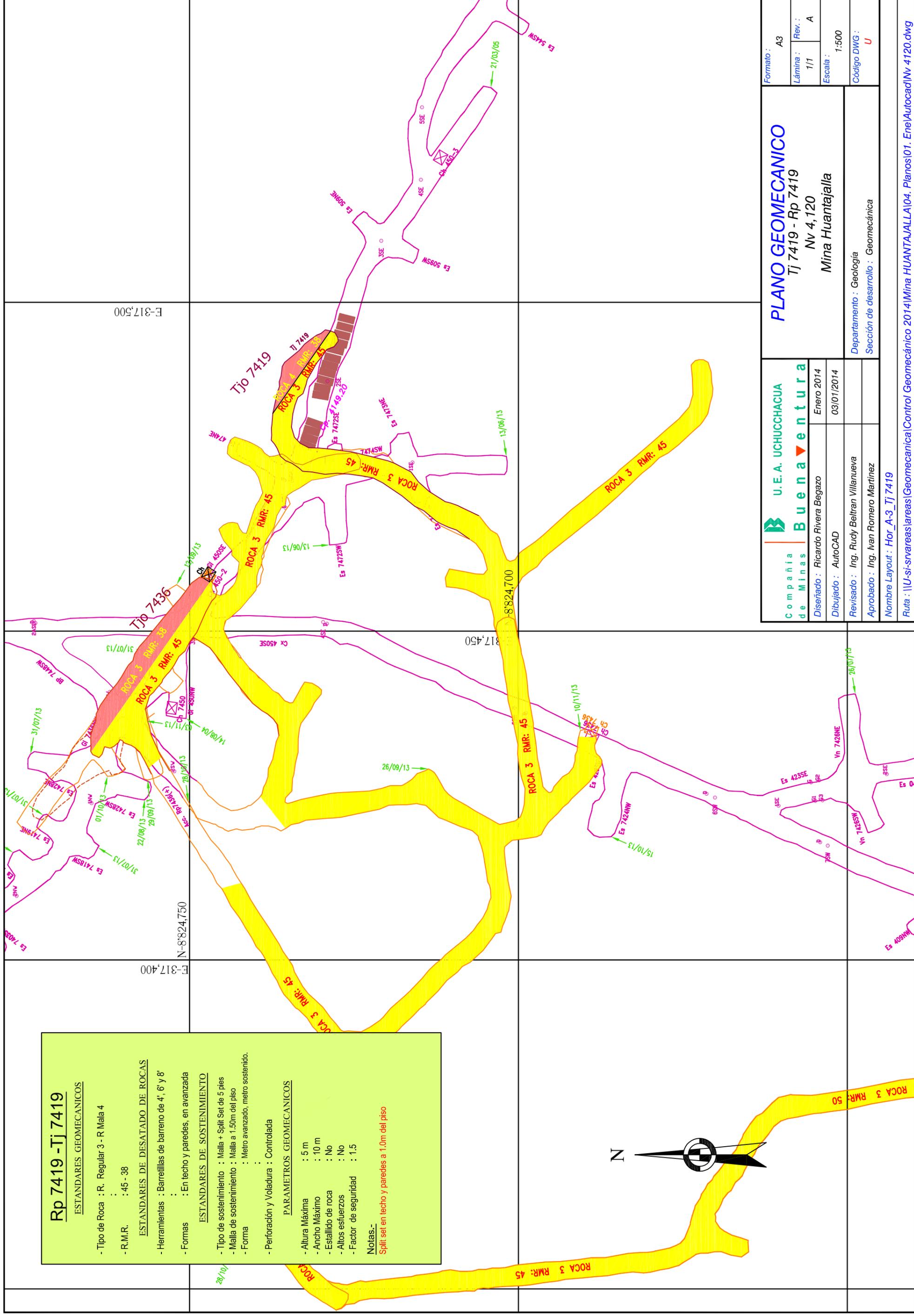
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECHANICOS

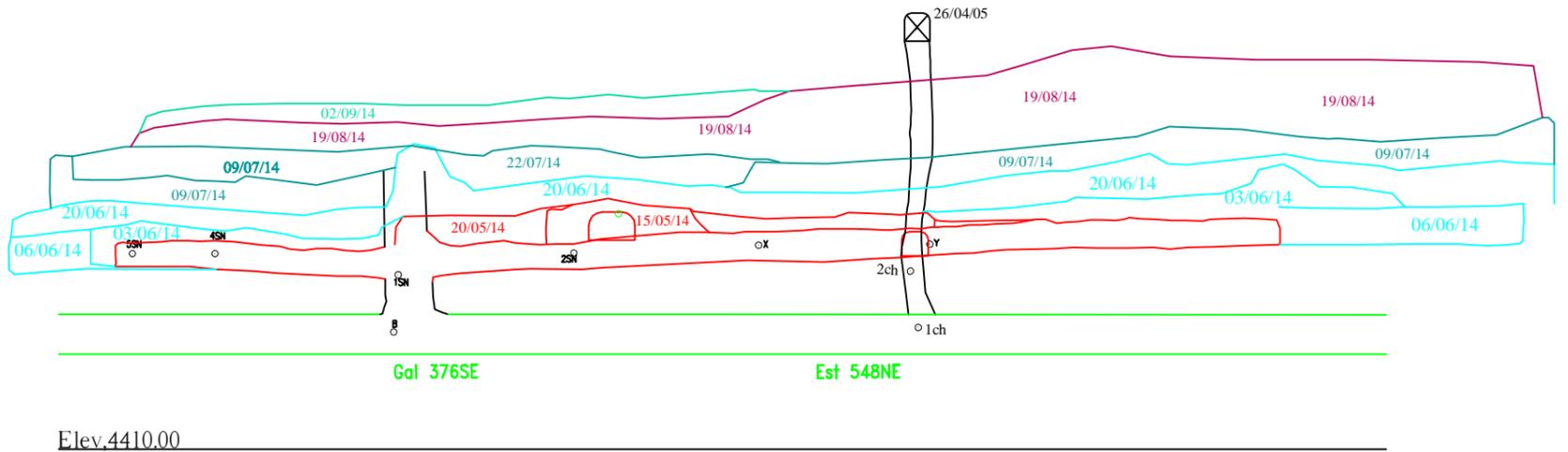
- Altura Máxima : 5 m
- Ancho Máximo : 10 m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : No
- Factor de seguridad : 1.5

Notas:-

Split set en techo y paredes a 1.0m del piso



U.E.A. UCHUCCHACUA Buenaventura		PLANO GEOMECHANICO Tj 7419 - Rp 7419 Nv 4, 120 Mina Huantajalla	
Formato : A3 Lámina : 1/1 Rev. : A Escala : 1:500 Código DWG : U	Diseñado : Ricardo Rivera Begazo Enero 2014 Dibujaado : AutoCAD 03/01/2014 Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva Aprobado : Ing. Ivan Romero Martinez	Departamento : Geología Sección de desarrollo : Geomecánica	Nombre Layout : Hor_A-3_Tj 7419 Ruta : \\U-si-srvareas\areas\Geomecánica\Control Geomecánico 2014\Mina HUANTAJALLA\04. Planos\01. Ene\Autocad\Nv 4120.dwg



Elev.4410.00



TAJO 7520

ESTANDARES GEOMECHANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3, Mala 4
- R.M.R. : 43-45, 36-38

ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS

- Herramientas : Barretillas de barreno de 4', 6' y 8'
: Barretillas de tubo de 10'
- Formas : En avanzada en techo y paredes

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 y 7' pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.00m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- Perforación y Voladura : Controlada

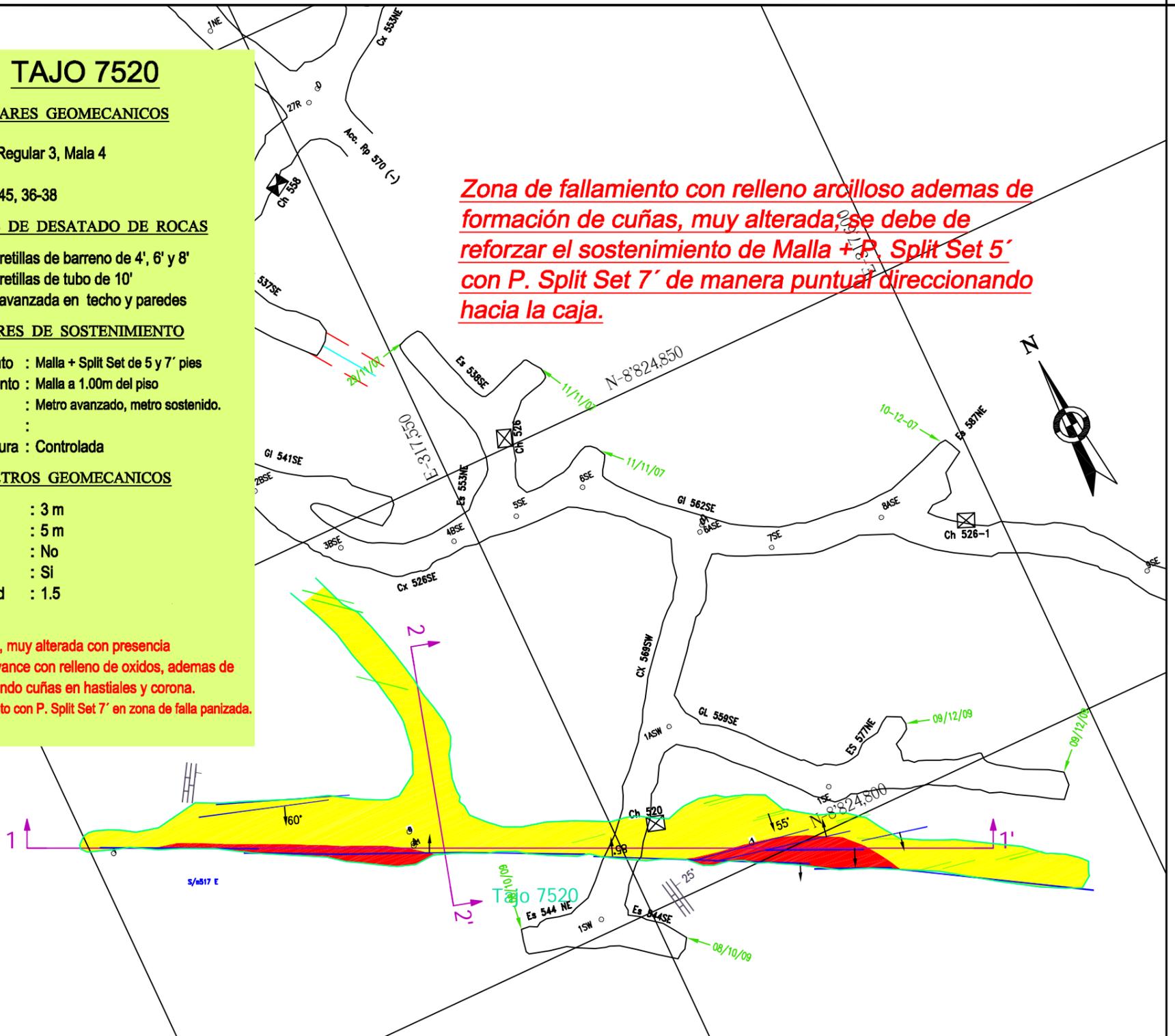
PARAMETROS GEOMECHANICOS

- Altura Máxima : 3 m
- Ancho Máximo : 5 m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : Si
- Factor de seguridad : 1.5

Notas.-

- Roca muy fracturada, muy alterada con presencia de falla paralela al avance con relleno de oxidos, ademas de fallas menores formando cuñas en hastiales y corona.
- Reforzar el sostenimiento con P. Split Set 7' en zona de falla panizada.

Zona de fallamiento con relleno arcilloso ademas de formación de cuñas, muy alterada, se debe de reforzar el sostenimiento de Malla + P. Split Set 5' con P. Split Set 7' de manera puntual direccionando hacia la caja.



SIMBOLOGIA

- ZONA DE ALTOS ESFUERZOS
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE DIACLASAS
- FALLA
- FALLA PRINCIPAL
- ROCA BUENA 2 RMR 61 a 80
- ROCA REGULAR 3 RMR 41 a 60
- ROCA MALA 4 RMR 21 a 40

Compañía de Minas Buena Ventura	
Diseñado: Roy Molina M.	Set/2014
Dibujado: <<C3D_Imperial>>	04/09/2014
Revisado: Ing. Rudy Beltran Villanueva	
Aprobado: Ing. Adán Rivera S.	
Nombre Layout: V3	
Ruta: Z:\06. Roy Molina\Planos\SETIEMBRETajo.7520_Nv 400.dwg	

PLANO GEOMECANICO

TJ 7520

Nv 4400

MINA HUANTAJALLA

Departamento: Geología
Sección de desarrollo: Geomecanica

Formato:	A3
Lámina:	1
Rev.:	A
Escala:	1:500
Código DWG:	U

ESTANDARES GEOMECANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3
- R.M.R. : 45- 47
- ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS**
- Herramientas : Barretillas de barreno de 4', 6' y 8'
- : Barretillas de tubo de 10'
- Formas : En techo y paredes, mín. 3 veces x turno
- ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO**
- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.5m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECANICOS

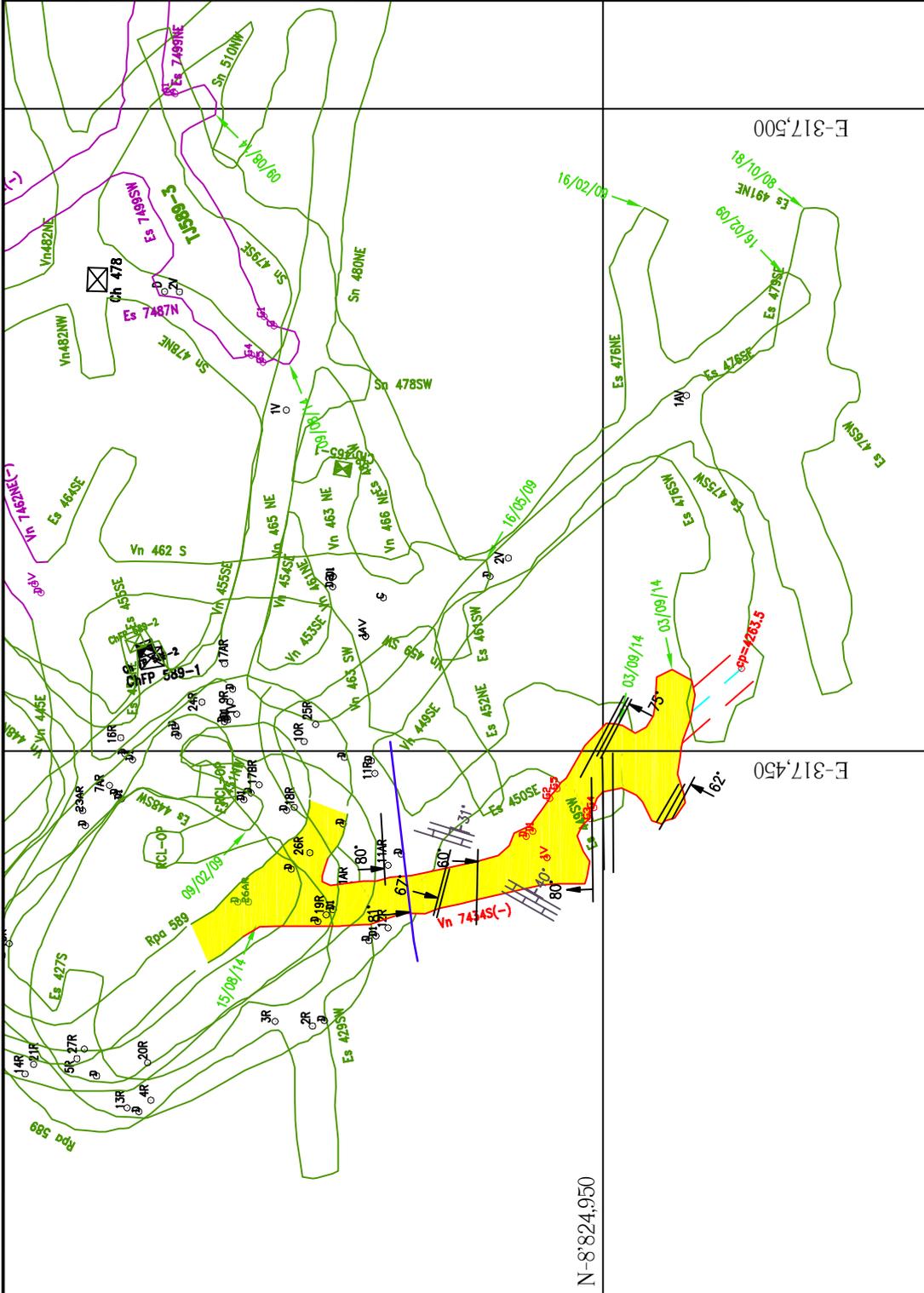
- Altura Máxima : 2.7m
- Ancho Máximo : 2.7m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : Si
- Factor de seguridad : 1.5

Notas.-

- **Sostenimiento con Malla + P. Split Set 5' esp. a 1.2mts.**
- **Realizar descarga de mallas de manera constante.**

SIMBOLOGIA

- ZONA DE ALTOS ESFUERZOS
- RIMBO Y FUDAMIENTO DE DIACLASAS
- FALLA
- FALLA PRINCIPAL
- ROCA BUENA 2 RMR 41-80
- ROCA REGULAR 3 RMR 41-60
- ROCA MALA 4 RMR 21-40



U. E. A. UGHUCCHACUA
Compañía de Minas Buenaventura

Diseñado : Roy Molina M. Set / 2014
 Dibujado :
 Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva
 Aprobado : Ing. Adán Rivera S.
 Nombre Layout :
 Ruta :

PLANO GEOMECANICO VN 7434
NIVEL 4240
 Mina Huantajalla

Departamento : Geología
 Sección de desarrollo : GEOMECANICA

Formato : A4
 Lámina : 1/1 Rev. : A
 Escala : 1/500
 Código DWG : U

Ventana 7508 w

ESTANDARES GEOMECHANICOS

- Tipo de Roca : R. Regular 3
- :
- R.M.R. : 43-45

ESTANDARES DE DESATADO DE ROCAS

- Herramientas : Barretillas de barreno de 4', 6' y 8'
- : Barretillas de tubo de 10'
- Formas : En avanzada en techo y paredes

ESTANDARES DE SOSTENIMIENTO

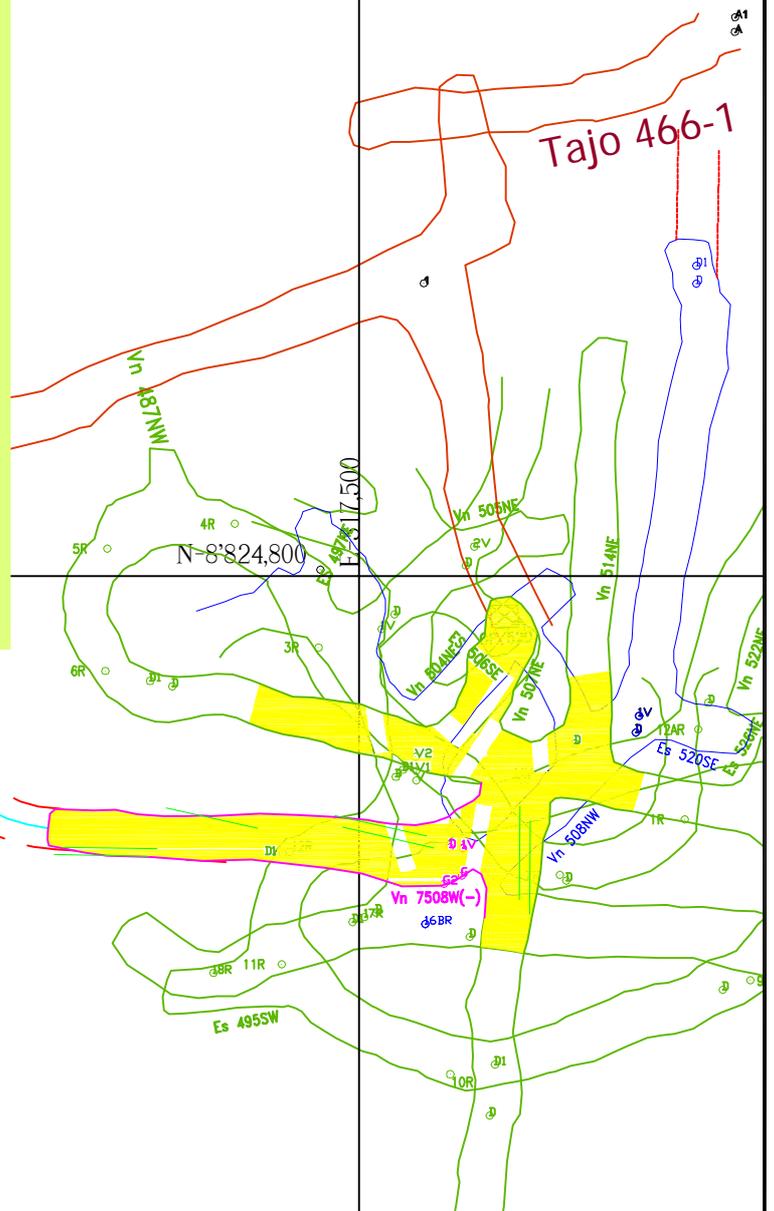
- Tipo de sostenimiento : Malla + Split Set de 5 pies
- Malla de sostenimiento : Malla a 1.50m del piso
- Forma : Metro avanzado, metro sostenido.
- :
- Perforación y Voladura : Controlada

PARAMETROS GEOMECHANICOS

- Altura Máxima : 2.7 m
- Ancho Máximo : 2.7 m
- Estallido de roca : No
- Altos esfuerzos : Si
- Factor de seguridad : 1.5

Notas.-

- Roca muy fracturada, ligeramente alterada con presencia de fallas. Formación de pequeñas cuñas en hastiales y corona.
- Descarga de mallas de manera constante.



E-317,450

SIMBOLOGIA

- ZONA DE ALTOS ESFUERZOS
- RUMBO Y BUZAMIENTO DE DIACLASAS
- FALLA
- FALLA PRINCIPAL
- ROCA BUENA 2 RMR 61 a 80
- ROCA REGULAR 3 RMR 41 a 60
- ROCA MALA 4 RMR 21 a 40

		PLANO GEOMECAÁNICO VN 7508 W Nv 4180 MINA HUANTAJALLA		Formato : A3	
Diseñado : Roy Molina M.		Mayo/2014		Lámina : 1	Rev. : A
Dibujado : <<C3D_Imperial>>		10/05/2014		Escala : 1:500	
Revisado : Ing. Rudy Beltran Villanueva		Departamento : Geomecanica		Código DWG : U	
Aprobado : Ing. Ivan Romero Martinez		Sección de desarrollo : Mina			
Nombre Layout : Ver_A-4					
Ruta : Z:\06. Roy Molina\Planos\MAYO\Vn 7508 W.dwg					