

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE  
HUAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y  
CIVIL  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE  
MINAS



**TESIS**  
**“OPTIMIZACIÓN DEL MINADO USANDO EL  
BREASTING, EN LA UNIDAD MINERA  
ORION - 2013”**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Nicéforo Quispe Alvinagorta

**PARA:**

Optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

**AYACUCHO – PERÚ**

**2015**

Tests  
M756

Orion

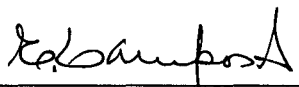
“OPTIMIZACIÓN DEL MINADO USANDO EL BREASTING, EN LA UNIDAD  
MINERA ORION - 2013”

RECOMENDADO : 07 DE JULIO DEL 2015

APROBADO : 14 DE JULIO DEL 2015



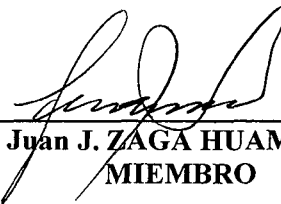
MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO  
PRESIDENTE



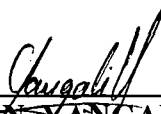
Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO  
MIEMBRO



Ing. Grover RUBINA SALAZAR  
MIEMBRO

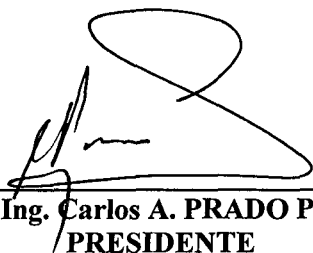


Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN  
MIEMBRO



Ing. Flor N. YANGALI GUERRA  
SECRETARIO DOCENTE

Según el acuerdo constatado en el Acta, levantada el 14 de julio 2015, en la Sustentación de Tesis Profesional presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas Sr. Nicéforo QUISPE ALVINAGORTA, con la Tesis Titulado "OPTIMIZACIÓN DEL MINADO USANDO EL BREASTING, EN LA UNIDAD MINERA ORION - 2013", fue calificado con la nota de QUINCE (15) por lo que se da la respectiva APROBACIÓN.



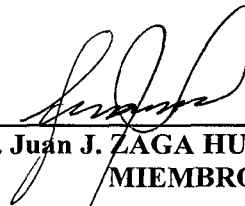
MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO  
PRESIDENTE



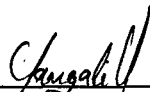
Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO  
MIEMBRO



Ing. Grover RÚBINA SALAZAR  
MIEMBRO



Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN  
MIEMBRO



Ing. Floro N. YANGALI GUERRA  
SECRETARIO DOCENTE

## **DEDICATORIA**

A mis padres Pedro y Genoveva,  
hermanos Adolfo, Alejandro, Martha,  
Alcibíades y Renán por su apoyo  
incondicional en mi desarrollo personal y  
profesional.

Con el Cariño que se merecen; a mi  
esposa Jeaneth, mis hijos Lionel y Jordan  
por ser fuente inagotable de estímulo y  
superación, apoyo moral durante la  
elaboración del presente trabajo.

**NICÉFORO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por guiar mis pasos diariamente, permitiéndome aprender de mis errores con entereza y aplomo; a mis padres Pedro y Genoveva que con su amor, perseverancia y comprensión apoyaron a que sea consecuente con mis ideales y firme con mis decisiones; a mis hermanos Adolfo, Alejandro, Martha, Alcibíades y Renán por su amor y amistad.

Agradecer a todas las personas que me apoyaron en esta tesis con sus ideas y comentarios, gracias al Dr. Ing. Niversión Hugo Gutiérrez Orosco, y a todos mis profesores, que sin su ayuda no hubiese sido posible el desarrollo correcto de esta tesis. No puedo dejar de mencionar a la Empresa Minera Analytica Mineral Services S.A.C. U.E.A Orión S.A, en especial al Ingeniero Génesis Máximo Gómez Romani quienes me proporcionaron gratos días laborales y facilitaron recursos para poder llevar a cabo el trabajo de tesis.

Finalmente agradecer de manera especial al Ingeniero Edmundo Campos Arzapalo quien con sus sabios consejos y grata amistad permitieron expandir mis horizontes personales.

NICÉFORO QUISPE ALVINAGORTA

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente tesis está enfocado en la Unidad Minera Orión se trata de una mina subterránea de vetas angostas (0.30-0.80m) que produce oro ubicada en la zona sur del Perú.

En este contexto, la empresa minera UEA Orión, también reorienta sus operaciones a la explotación racional y económica del yacimiento, para el cual se planea un diseño de explotación de las labores de producción y optimización de la producción de la mina, de acuerdo a las características geomecánicas y geológicas del yacimiento, para trabajar con mayor eficiencia y productividad. La mina orión explota dos grandes zonas de vetas auríferas: **veta Bonanza** y **veta Francia**.

**Veta Falla Francia:** Rumbo de N30°-60°W, buzamiento 40°-75°NE, potencias variables de 20 cm hasta 10 m que no están totalmente mineralizados, presenta un relleno de óxidos de hierro, hematina, jarosita y en algunos casos crisocola y atacamita en niveles superficiales, también hay calcosita, psilomelano y neotocita en el nivel 725 (veta Almacén), estos óxidos profundizan hasta unos 200 a 400 m seguidos por ensambles de sulfuros primarios pirita, magnetita y calcopirita con valores altos en oro como se observa en los niveles 690 y 650 en las vetas Almacén y Vaduz donde se tiene un menor desarrollo de labores y por lo tanto un escaso conocimiento de las estructuras. La alteración asociada a esta veta está dada por una seritización intensa a moderada en la estructura, seguida por una caolinización y cloritización moderadas en las cajas de algunos centímetros a metros, finalmente

una propilitización de moderada a débil mucho más extensa, caracterizada por un ensamble de cloritas, pirita y carbonatos (propilitización).

**Veta Falla Bonanza:** La estructura tiene un rumbo de  $N20^{\circ}-60^{\circ}W$ , buzamiento  $40^{\circ}-65^{\circ}NE$ , potencias variables de 0.80 a 1.20 m en algunos casos, la potencia promedio sería de 0.6 m, presenta relleno de óxidos de hierro, hematita, jarosita y en muy poca proporción sílice masiva (sílice jasperode) en los niveles superiores, todavía no se han encontrado los ensambles de sulfuros primarios, solo en el nivel 2020 se ha visto por sectores algunos ensambles de pirita -cuarzo lechoso (zona mixta).

En esta mina se ha implantado el área de control de calidad (supervisado por el Departamento de Geología y Mina), con fines de mejorar la calidad de extracción del mineral aurífero, y así poder cumplir con el planeamiento de la cuota de las onzas Oro, para lo cual se ha implementado estándares, cuadros, etc., y poder llegar a la eficiencia "Tonelaje - Ley".

## RESUMEN

El tema “Optimización del Minado, usando el Breasting en las labores de producción en Mina Orión” es el resultado de la experiencia profesional, el cual es propicio presentar a consideración de los señores miembros de jurado.

Mina Orión S.A.C., desarrolla sus operaciones dentro del complejo de Bella Unión, involucra la explotación de vetas con buzamiento entre 60°, se ejecutan labores de exploración y desarrollo en 300ms/mes, la explotación produce 150 TMS/día; con un ritmo de producción de 2000 TM/mes, la Planta de Beneficio trata 150 TMS/día, con ley de cabeza de 12.50 gr Au/ TM.

Las zonas de enriquecimiento están determinadas por varias vetas, las cuales tienen sus propias características que hacen de la explotación un reto muy importante, debido a la irregular geometría y distribución de valores, más aun por la Geomecánica y sus efectos.

La explotación implica no solo hacer económico el yacimiento, sino reducir la dilución consiguiendo ello con un adecuado trabajo en perforación y voladura por el tipo Breasting para conseguir el ancho de minado óptimo para cumplir con los objetivos de la empresa,

Es importante la aplicación de la Geomecánica, para el diseño de la voladura y las aberturas permisibles, siendo el soporte definitivo el relleno detrítico y como sostenimiento temporal la madera.

Los rendimientos están en relación directa a la eficiencia de la voladura llegando a 3.94 TMS/h-g.

# ÍNDICE

	<b>Pág</b>
- Dedicatoria	
- Agradecimiento	
- Introducción	
- Resumen	

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

1.1 Ubicación	1
1.2 Accesibilidad	5
1.3 Recursos Naturales	6
1.3.1 Topografía y Geomorfología	6
1.3.2 Clima	6
1.3.3 Hidrografía	6
1.4 Antecedentes de la Mina	7
1.5 Planteamiento del Problema	8
1.6 Objetivo del trabajo	8
1.7 Metodología del Estudio	9
1.8 Justificación	9
1.9 Organización de la Mina Orión	10

## **CAPITULO II GEOLOGIA**

2.1 Geología General	11
2.2 Estratigrafía	13
2.2.1 Formación chocolate (ji-vch)	13
2.2.2 Formación guaneros (js-gu)	13
2.2.3 Formación Yauca (ki-ya)	13
2.2.4 Rocas hipabisales: complejo bella unión	13
2.2.5 Rocas plutónicas: batolito de la costa	13

2.2.6	Volcánicos recientes	14
2.3	Geología local	16
2.4	Aspectos Estructurales	16
2.5	Tipo de Yacimiento	18
2.6	Vetas	19
2.6.1	Descripción de las Principales Vetas	19
2.7	Geología económica	22
2.7.1	Mineralización	22
2.8	Reservas minerales	24
2.8.1	Cálculo de promedio de canal de muestreo	25
2.8.2	Longitud del bloque de cubicación	25
2.8.3	Separación de bloques de cubicación	25
2.8.4	Valores Altos “Altos Erráticos”	25
2.8.5	Promedio diluido y Ancho Mínimo de Minado	26
2.8.6	Cálculo de áreas	26
2.8.7	Peso Específico y Tonelajes	27
2.8.8.	Clasificación de los Bloques de Cubicación en base a su certeza continuidad de Mineralización	27
2.8.9	Clasificación de los Bloques de Cubicación por Accesibilidad	27
2.8.10	Mineral fuera de reservas	28
2.8.11	Resumen de reservas Minerales	28
2.8.11.1	Total de reservas minerales de la mina Orión	29
2.8.11.2	Reservas de minerales por niveles de las Vetas Francia y Bonanza	30

## **CAPITULO III**

### **OPERACIONES MINERAS**

3.1	Generalidades	34
3.2	Labores Mineras	36
3.2.1	Desarrollo y Preparaciones	36
3.2.2	Labores de Explotación	37
3.3	Descripción de las Operaciones	37

3.3.1	Minado de Vetas Auríferas	38
3.3.2	Método de Explotación	38
3.3.2.1	Corte y Relleno Ascendente	38
3.3.2.2	Explotación Selectivo “Circado”	39
3.4	Operaciones Unitarias	40
3.4.1	Perforación	40
3.4.2	Voladura	48
3.4.3	Limpieza y acarreo	55
3.4.4	Relleno	60
3.4.5	Sostenimiento	61
3.4.5.1	Tipos de sostenimiento empleado	61
3.4.5.2	Sostenimiento pasivo con madera	61
3.4.5.3	Sostenimiento activo con Split set	64
3.4.5.4	Sostenimiento con malla Electrosoldada	65
3.4.6	Extracción y Transporte de Mineral	66
3.5	Servicios Auxiliares	67
3.5.1	Ventilación	67
3.5.2	Seguridad	67
3.5.2.1	Metas y objetivos	68
3.5.2.2	PETS.	70

## **CAPITULO IV**

### **“OPTIMIZACION DEL MINADO POR EL PROCESO BREASTING EN LABORES DE PRODUCCION”**

4.1	Planeamiento de minado	72
4.1.1	Aplicación del modelo matemático al programa de producción	73
4.1.2	Determinación de la Ley de corte	74
4.1.3	Formulación del Problema	76
4.1.4	Selección del método de explotación	79
4.1.5	Parámetros de diseño de los Tajeos	80
4.1.6	Estimado de rendimientos	83

4.2 Operaciones del Ciclo de minado	85
4.2.1 Perforación	85
4.2.2 Voladura	85
4.2.3 Limpieza de Mineral	85
4.2.4 Relleno	85
4.2.5 Carguío y acarreo	86
4.3 Cálculo de rendimientos de perforación y voladura en Breasting en labores de producción	87
4.3.1 resumen de los índices de rendimiento calculados	89
4.4. Precios unitarios	90
4.4.1 Cálculo de precios unitarios en Breasting	90
4.4.2 Precios unitarios en realce	92
4.4.3 Resumen de costos unitarios (Breasting-Realce)	94
4.4.4 Comparación de precios unitarios	94

## **CAPITULO V**

### **ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA UEA ORION**

5.1 Introducción	95
5.2 Costos de inversión o de capital	95
5.2.1 Capital Fijo	95
5.2.2 Capital Circulante	96
5.3 Costos de Operación	96
5.3.1 Costos Directos	96
5.3.2 Costos Indirectos	96
5.4 Gastos Generales	97
5.4.1 Tabla de costos de producción enero 2013	97
5.5 Costo de Producción por 1 TM en el echadero más cercano	103
Conclusiones	104
Recomendaciones	105
Referencias Bibliográficas	106
Anexos	107

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 UBICACIÓN**

La Mina Orión se encuentra ubicada en el Distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa, y dentro de las coordenadas UTM 8'276,000 N – 578,000 E, comprendido dentro de la zona 18. Este distrito forma parte de la Franja Aurífera Nazca (Palpa)-Ocoña perteneciente a la sub provincia cuprífera de la costa.

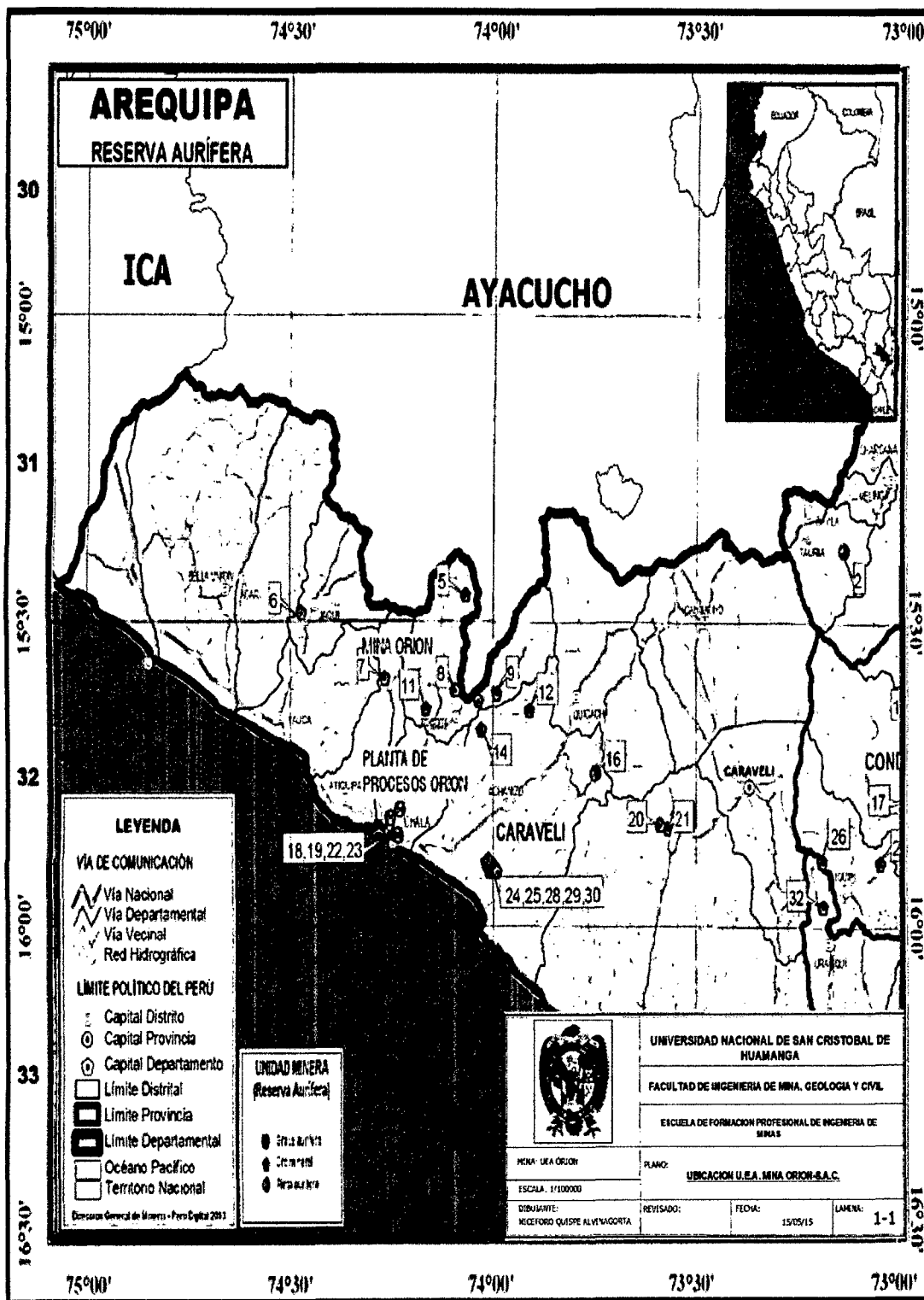
La mina se encuentra encerrada dentro de los vértices de coordenadas UTM:

**Tabla N°1:** Coordenadas de la Concesión Mina Orión

<b>VERTICE</b>	<b>LADO (mts)</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
1		8273957	579468.45
	999.42		
2		8274950	579576.85
	499.71		
3		8274896	580073.61
	1998.85		
4		8276883	580290.41
	999.43		
5		8276991	579296.88
	999.43		
6		8277985	579405.28
	2498.56		
7		8278256	576921.46
	3997.69		
8		8274282	576487.86
	2998.28		
9		8273957	579468.45

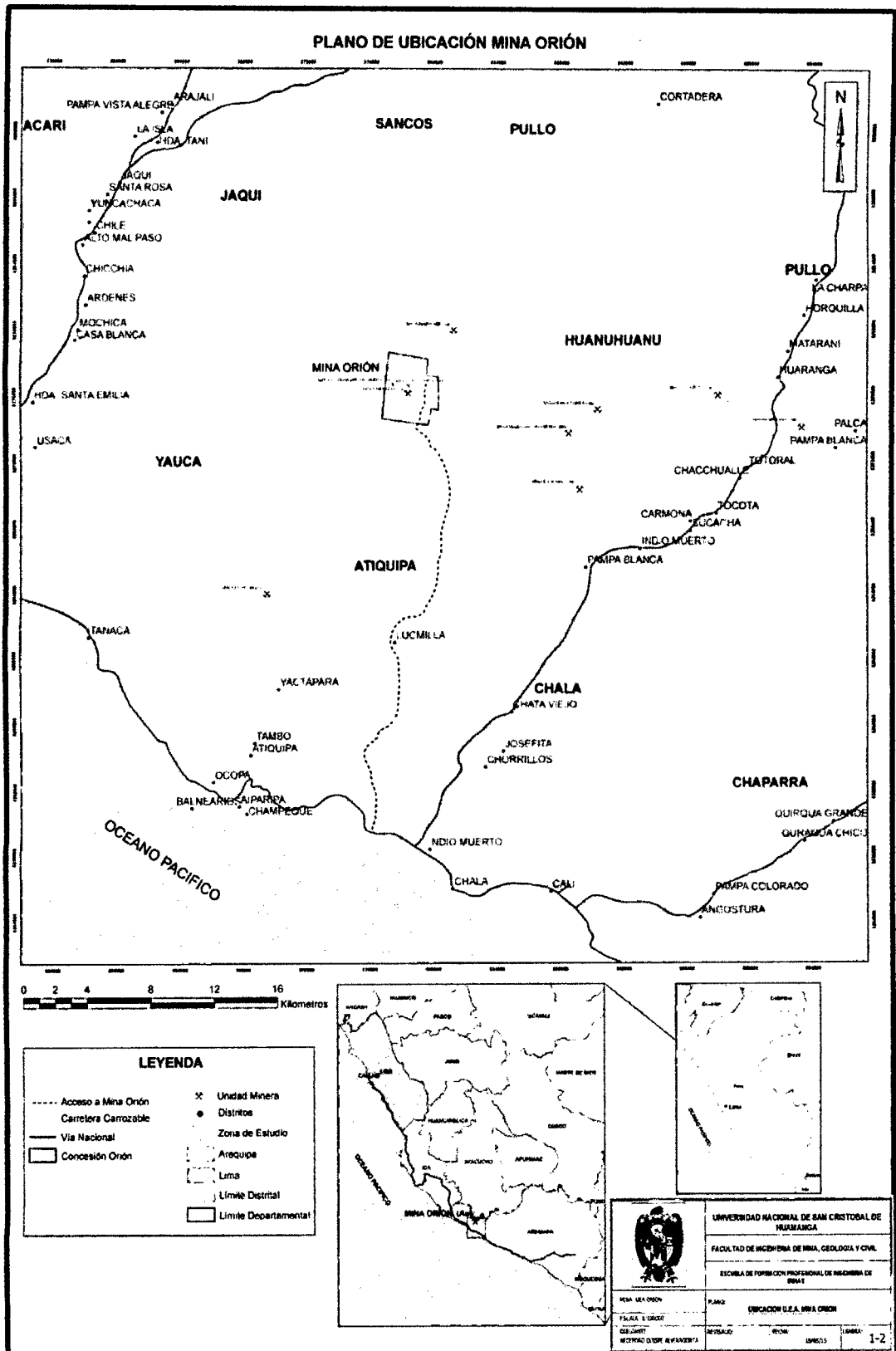
**Fuente:** Departamento de Geología

PLANO N°1-1: Plano de Ubicación de la U.E.A. Mina Orión



Fuente: Departamento de Geología

## PLANO 1-2: Plano de Ubicación de Mina Orión.



Fuente: Departamento de Geología

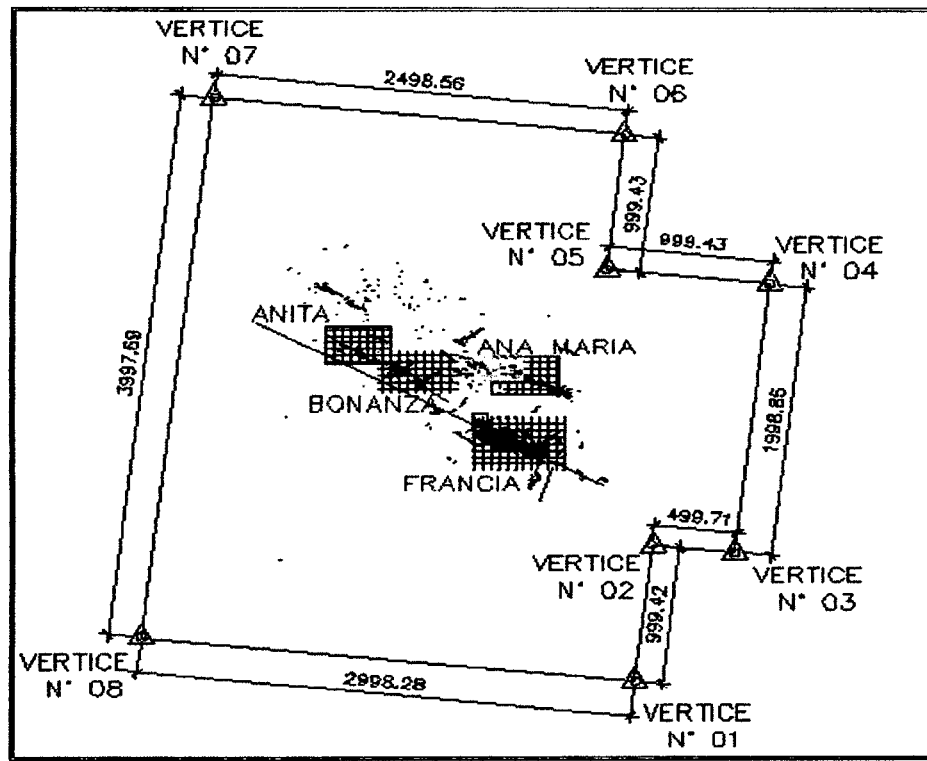
De acuerdo a los datos que encierra dicho polígono la concesión contaría con los siguientes datos:

**Tabla N° 02: Concesión de la mina Orión**

CONCESION	
AREA	1,248.56 Has
PERIMETRO	14,991.36 ml.

De esto se puede concluir, que las operaciones actualmente ocupan un área aproximada de 80 Has superficiales que hacen un total de 6.5% aproximadamente; como se observa en el siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 01: Área de Ubicación de trabajo de la Mina Orión**



**Fuente:** Mina Orión

## 1.2 ACCESIBILIDAD

El acceso a la Mina Orión es por vía terrestre desde la ciudad de Lima hasta la Mina por la carretera Panamericana Sur a la altura del Km. 600 en el distrito de Chala, tomando las siguientes rutas:

**Tabla N° 03: Acceso a la Mina Orión.**

<b>TRAMO</b>	<b>DISTANCIA (Km)</b>	<b>TIEMPO (Hras)</b>	<b>VIA</b>
Lima – Panamericana Sur (Chala)	600	08:00	Asfaltado
Panamericana Sur (Chala) – Desvío Coracora	30	01:30	Afirmado
Desvío Coracora – Mina Orión	6	00:30	Afirmado
Arequipa – Chala	400	07:00	Asfaltado

La mina orión es perfectamente accesible por una carretera afirmada de 60km desde la ciudad de chala, el trayecto toma aproximadamente 2 horas de viaje en camioneta.

### **1.3 RECURSOS NATURALES**

#### **1.3.1 TOPOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA**

Esta unidad está disertada por valles transversales y por numerosas quebradas en forma de “V”, que han modificado totalmente la antigua superficie de erosión, entre las que destaca la quebrada denominada Francia dentro de una zona de desierto árido y muy accidentado con pendientes de 40 a 60% .

Debido a que la topografía de la zona es agreste, presenta muy pocas laderas aprovechables, estando afectadas principalmente por erosión natural y la escasez de agua.

El área que comprende la mina y sus alrededores corresponde a la zona geomorfológica denominada cadena costanera, al este de la faja litoral y a partir de 400 m.s.n.m. el perfil de los cerros se va haciendo cada vez más empinado y por lo tanto la topografía es más accidentada. La altitud que alcanzan los cerros es variada, encontrándose elevaciones que alcanzan hasta los 2,500 m.s.n.m. en la mina Orión.

#### **1.3.2 CLIMA**

La clasificación climática de la región es árida a semi-cálida, con temperaturas medias anuales que tienen un máximo de 24 a 27 °C y un mínimo de 16 a 17 °C y que tiene características de estepa zona carente de lluvias. La precipitación pluvial es nula de Abril a Diciembre y muy esporádica durante los meses de Enero a Marzo. Las escasas precipitaciones y presencia de neblina que eventualmente ocurren, se debe al trasvase de las nubes desde la Cordillera Occidental y a la condensación de la humedad del Pacífico.

Según la estación meteorológica de Acarí (zona similar al área del proyecto), la precipitación anual es de 2.1 mm. Es importante mencionar que en la región ocurren sequías prolongadas y que esporádicamente se pueden presentar lluvias extraordinarias que solo duran algunas horas.

Los vientos predominan en las partes bajas de las quebradas y tienen una dirección Nor-Este en las partes altas, con intensidades que varían según la época del año.

#### **1.3.3 HIDROGRAFIA**

El área de la zona de mina, se emplaza dentro de la sub-cuenca de la quebrada Francia que confluye a la quebrada Lucmilla Seca y otras secundarias de menor área de captación, emplazadas en colindancia con las sub-cuencas hidrográficas de la

quebrada de Chala por el sector Sur y de la quebrada Lagunillas por el sector Norte, pertenecientes todas ellas a la Cuenca Hidrográfica del Pacífico.

En el área no existe la presencia de escorrentías, tratándose de un zona cercana las estibaciones de la cordillera cuyas micro cuencas presentan reducidas áreas de captación de precipitaciones y drenaje, en donde la característica climática es de desierto desecado Sub-tropical, con registros de precipitación pluvial total anual promedio de 2.1 mm.

#### **1.4 ANTECEDENTES DE LA MINA.**

Inicialmente la mina Orión fue explotada por mineros informales de la zona sin ninguna orientación técnica ni profesional, ya a partir del año 2000 se establece como empresa siendo la razón social Sociedad Minera Orduz hasta el año 2006; y a partir del 2007 pasa a ser ANALYTICA MINERALS SERVICES SAC., siendo los dueños desde el inicio la familia Álvarez Calderón.

Actualmente ANALYTICA MINERALS SERVICES SAC., se ha establecido como una empresa dedicada a la exploración, explotación y tratamiento de minerales, siendo la U.E.A Orión la principal unidad productora de oro.

La U.E.A Orión es una mina convencional de oro, que se encuentra en una etapa de implementación y crecimiento progresivo, en base a metas y objetivos claramente identificados y teniendo un potencial considerable de reservas, la oportunidad de crecimiento está dada.

## **1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El método de explotación aplicado por la mina ORION, es el **CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL**, utilizando la perforación vertical /inclinada y en Breasting en las labores de producción.

En la actualidad se presentan inconvenientes en las labores de producción por la variación de la condición del terreno.

Con la perforación vertical o en realce empleado se tiene como resultado después de la voladura el incremento de altura de la labor, una inestabilidad de las cajas por el buzamiento pronunciado de la veta de 60°, techo escabroso, dilución del mineral por el exceso rotura de las cajas y creando finalmente un ambiente potencialmente peligroso para el trabajador minero. (Ver Imagen 2)

Por consiguiente existe interrupciones en el ciclo normal de minado, incumplimiento del plan de producción y generando el incremento del costo de operación.

Ante estos indicadores negativos se tuvo la necesidad de modificar el sistema de perforación vertical por el tipo de perforación en Breasting en las labores de producción que ameritan el uso según la condición del terreno.

## **1.6 OBJETIVO DEL TRABAJO**

El presente trabajo tiene por objetivo:

- 1.-Optimizar la producción de mineral de reservas de Mena probada y probable de la mina Orión.
- 2.- Para elevar eficiencia, disminuir costos y mejorar el ciclo de minado.
- 3.-Estandarizar la altura del tajeo, manteniendo un promedio de 2.00m. de altura. Mediante el tipo de perforación en **Breasting** se llegara a controlar la estabilidad de las cajas (techo) y la corona del tajo.
- 4.-Controlar el factor dilución del mineral de las labores de producción.
- 5.-Se ofrecerá un ambiente de trabajo seguro al trabajador minero con fines de seguridad e incrementar su rendimiento respectivo.
- 6.- Aplicando este tipo se tendrá el normal desarrollo del ciclo de minado y el cumplimiento del plan de producción.

## 1.7 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

Este trabajo ha sido elaborado con la colaboración del Departamento de Planeamiento, en coordinación con la Superintendencia de Mina y el jefe de Productividad, siguiendo el procedimiento:

**Consulta bibliográfica.-** Se han acudido a las siguientes fuentes de información:

- Informes internos.
- Bibliografía del tema.
- Contribución personal.

**Trabajos de campo.-** Se ha realizado los trabajos de:

- Datos sobre la influencia de la optimización del minado por el tipo Breasting en el interior mina.
- La Evaluación de la contribución de los rendimientos de las operaciones por el tipo Breasting en la mina, con la optimización de minado
- Datos sobre los rendimiento óptimos en perforación y voladura

**Trabajo de gabinete.-** Llevados a cabo en las oficinas de la mina la Empresa, realizando los siguientes trabajos, en base a las informaciones recogidas del campo y de bibliografía consultada:

- Desarrollo de planos y diseños que se adjuntan.
- Elaboración de las mallas de perforación que incluye la zona FRANCIA Y BONANZA
- Desarrollo de la integridad del estudio.

## 1.8 JUSTIFICACION

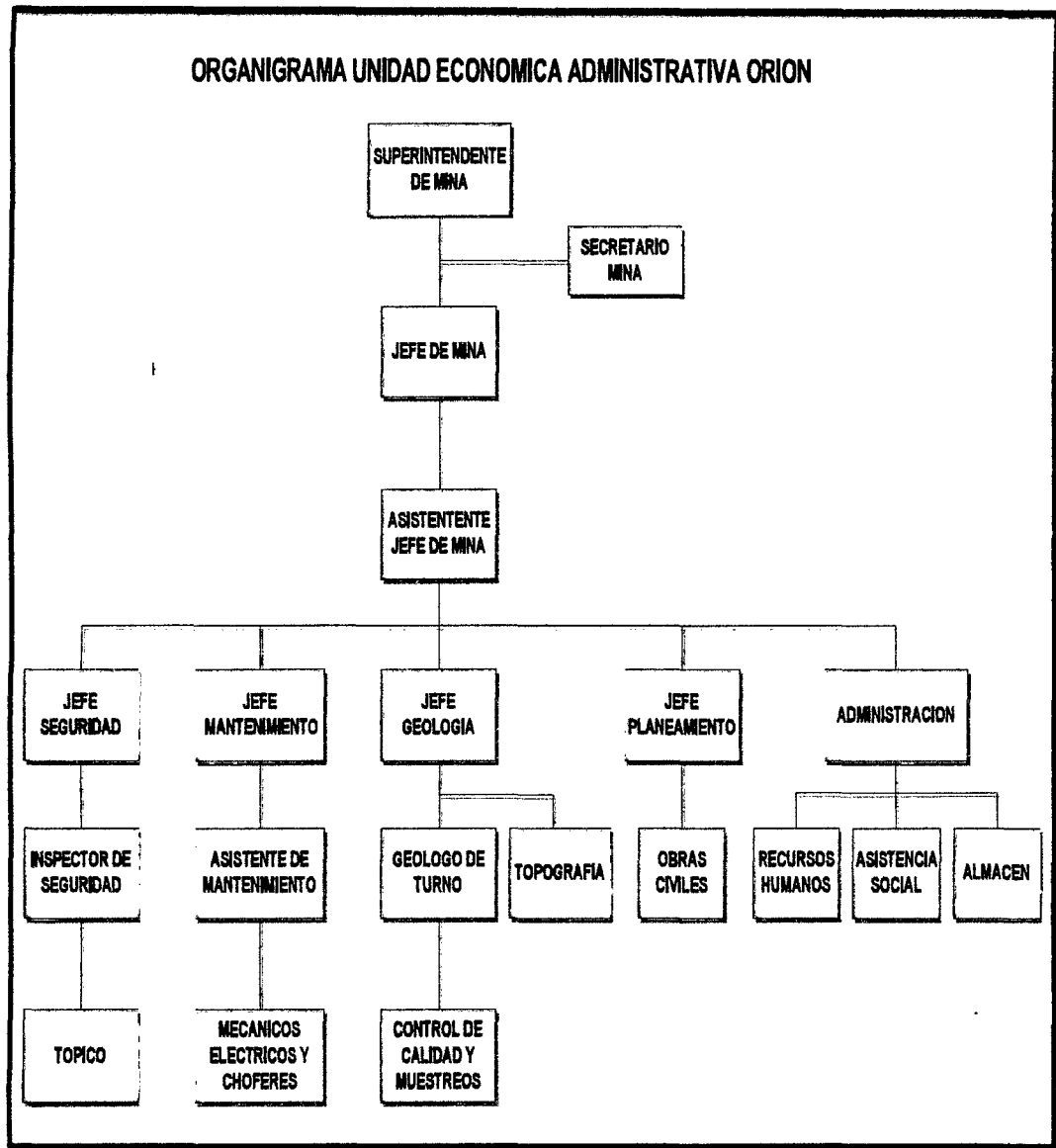
Siendo su política de la Empresa Analytica Mineral Services S.A.C,UEA ORION, el proveer al mercado productos de alta calidad que estén acorde con los requerimientos del cliente, se viene implementando y mecanizando cada vez todas sus operaciones unitarias acorde con la tecnología actual. Esta visión exige realizar el planeamiento del sistema de ventilación de la mina desde corto a largo plazo que garantice la seguridad operacional de la mina y simultáneamente se dé cumplimiento con las exigencias legales del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera. Esta forma de

accionar de la mina garantiza ser una empresa competitiva porque las expectativas de inversión de la empresa para los próximos años son particularmente alentadoras.

### 1.9 ORGANIZACIÓN DE LA MINA ORION.

La Unidad cuenta con 224 trabajadores, entre empleados y obreros y con 324 a nivel de Planta y Laboratorio. Cuenta con una sola contrata para los trabajos de mina, distribuidos en dos principales zonas de trabajo: Francia y Bonanza.

Tabla N° 04: Organigrama de la UEA Orión



## **CAPITULO II**

### **GEOLOGIA**

#### **2.1 GEOLOGIA GENERAL.**

En el área de las operaciones mineras proyectadas y en el ámbito regional afloran rocas volcánicas, ígneas, sedimentarias y sedimentos consolidados constituyendo la masa montañosa, donde se alojan las estructuras mineralizadas auríferas de la región. Regionalmente afloran rocas de edad Jurásica (Formación Chocolate), Cretácica (Formación Guaneros, Formación Yauca), Terciaria (Volcánicos Sencca) y reciente material de cobertura.

Las rocas que afloran en la mina Orión y alrededores son rocas volcánicas del complejo Bella Unión que se presentan sub horizontales y bien fracturadas constituyendo la roca caja de las vetas. En las partes altas se encuentra algunas intercalaciones de cuarcitas-areniscas de la Formación Yauca con dirección N-S y suave buzamiento al Oeste. Asimismo, se puede observar algunos afloramientos de intrusitos monzoníticos a granodioríticos en algunas zonas vecinas.

Dado las características áridas de la región (escasa precipitaciones pluviales) y a que las fracturas están rellenas de mineral y arcillas se considera que no se producen filtraciones, no observándose en el campo evidencias de afloramientos de capas freáticas en las partes bajas de los cerros.

Los sedimentos no consolidados, constituyen principalmente depósitos coluviales, conos de deyección aluviales y pluviales. Los depósitos coluviales, son de dimensiones reducidas por localizarse en las laderas de fuerte pendiente de los

cerros. Los conos defectivos, se localizan a la salida de las quebradas pequeñas. Los pluviales corresponden a los depósitos de la quebrada Lucmilla. Estos sedimentos son heterogéneos, los clastos son de granulometría media a gruesa, angulosos a subredondeados compuesto mayormente por rocas volcánicas del complejo Bella Unión.

Estructuralmente el área de la mina, está controlada por un fallamiento regional E-W, siendo la falla principal conocida como Falla Cateador y por fallas menores con dirección Nor-Este que cruzan la zona mineralizada.

El principal tipo de vetas de la mina Orión tiene rumbo N 50-60 W y buza 50° al NE, en las principales vetas como Ana María, Vaduz, Burra Muerta Francia, Bonanza, Qorilazo, Chinchilico y Tauro. Las Vetas menores tienen ligeramente dirección E-W, debida principalmente a fallamiento en bloques.

La mineralización está compuesta por óxidos de hierro (hematinas y limonitas) como resultado de la oxidación de la pirita que es el principal mineral asociado al oro. El cuarzo es otro componente importante sobre las rocas del Complejo Bella Unión se expande la formación cuaternaria formando una cobertura de material más o menos fino que es escaso en las partes altas y delgadas en las partes de pendiente.

El área que ocupa el proyecto es de topografía con característica abrupta y está conformado por suelo rocoso compuesto por afloramiento de roca fresca o por depósitos coluviales (fragmentos rocosos que se producen por erosión intempérica, acumulados ya sea insitu o transportados por efecto de la gravedad), en cuya superficie no existe vegetación. No hay área de cultivos cercanos al lugar de la zona de mina.

A continuación se presenta el Perfil y Descripción del suelo:

- Grupo de Suelos: Grupo dominante (Lítico, no suelo)
- Fase Climática: Árido Mésico
- Material medio: Aluvio, coluvio local
- Vegetación natural: No existe
- Fauna: No existe.

Con mayor detalle se muestra en el plano adjuntado en el anexo 03(plano 01).

## **2.2 ESTRATIGRAFIA**

La mina Orión se encuentra emplazado dentro de rocas hipabisales pertenecientes al complejo Bella Unión, intruidas por rocas del Batolito de la Costa. Regionalmente se puede resumir la estratigrafía en las siguientes unidades:

### **2.2.1 FORMACION CHOCOLATE (ji-vch)**

Son rocas que afloran al Sur, a unos 10 Km. de la mina y están caracterizadas por ser rocas volcánicas de color gris verdoso, alteradas a marrón por intemperismo e intercaladas con sedimentos horizontes, todos con suave buzamiento. Se les correlaciona con el volcánico Chocolate de Arequipa, de la edad Jurásico Inferior.

### **2.2.2 FORMACIÓN GUANEROS (js-gu)**

Descansan en discordancia erosional sobre la formación Chocolate y se caracterizan por presentar intercalaciones volcánicas de andesitas gris oscuras, porfiríticas, en paquetes medianos a gruesos, a veces como brecha volcánica intercalada con areniscas verdes conglomerádicas. Son de la edad Jurásico Superior.

### **2.2.3 FORMACIÓN YAUCA (ki-ya)**

Se encuentran en contacto fallado con las rocas anteriores (falla Cateador) y a su vez son intruidas por las rocas hipabisales del Complejo Bella Unión y de los intrusivos del Batolito de la Costa.

Corresponden a un conjunto de areniscas blancas intercaladas con limonitas gris oscuras, ligeramente plegadas en capas de 20 cm. a 80 cm. Se les considera de la edad Cretáceo Inferior.

### **2.2.4 ROCAS HIPABISALES: COMPLEJO BELLA UNION**

Estas rocas son importantes porque en ellas se encuentran emplazadas las principales vetas de la mina Orión.

Son cuerpos intrusivos subvolcánicos, formados por brechas con bloques angulosos a subangulosos de composición andesítica. Ocupan una posición marginal con rocas del Batolito de la Costa y son intruidas por éstas. A su vez cortan a rocas Jurásico-Cretáceas.

El Complejo Bella Unión se le asigna una edad Cretáceo medio.

### **2.2.5 ROCAS PLUTONICAS: BATOLITO DE LA COSTA**

Son rocas intrusivas, correspondientes principalmente a la Súper Unidad Linga del Batolito de la Costa, La litología es monzonita con variaciones a tonalita y

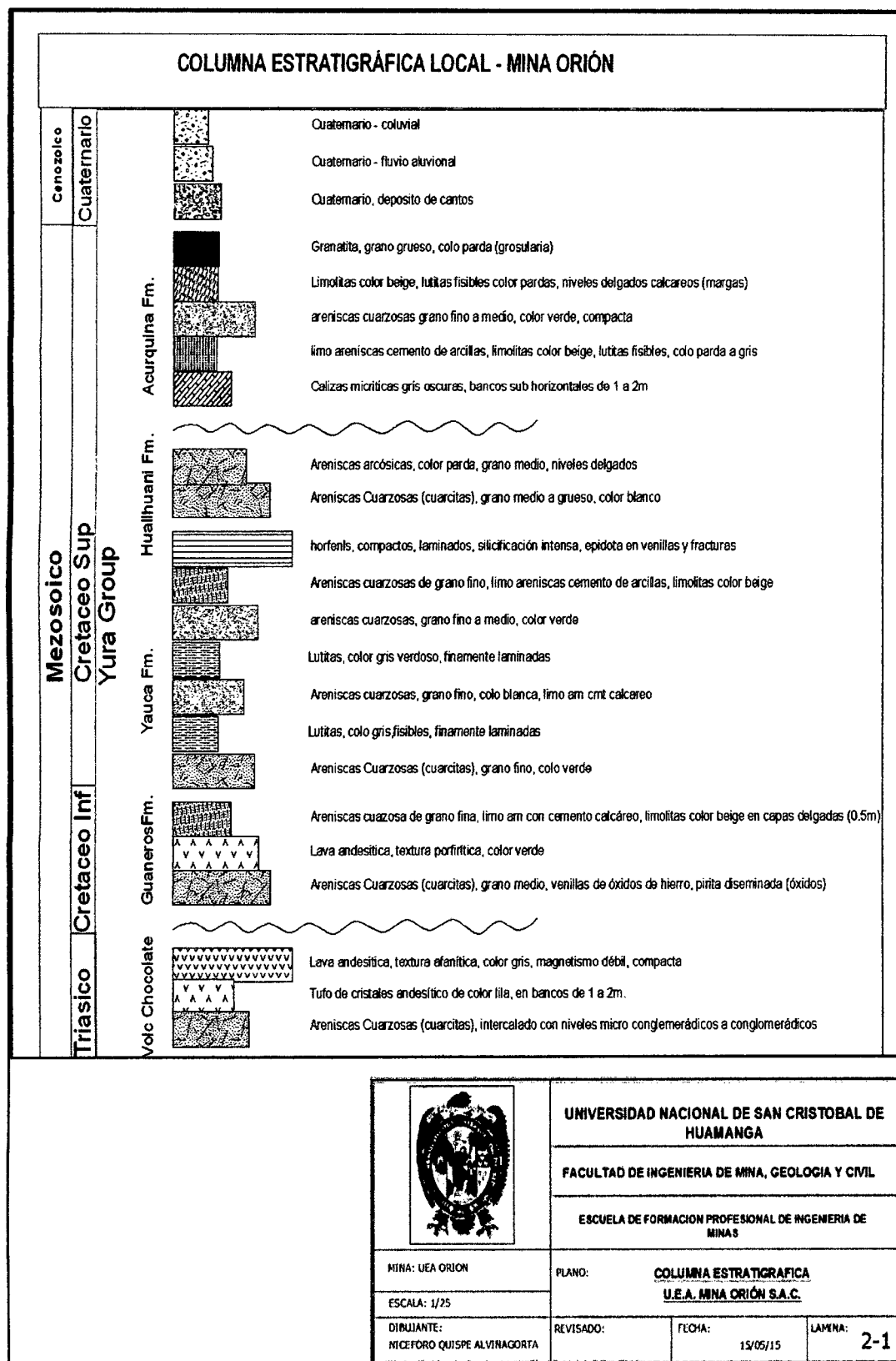
granodiorita.

Estas rocas instruyen al Complejo Bella Unión y dentro de ellas se presentan también algunas de las vetas de la mina Orión, por lo que es una unidad litológica muy importante. Se relaciona a esta súper unidad como asociada al emplazamiento de mineralización de oro y cobre. Se le considera de una edad de emplazamiento de 97 m.a. (Cretáceo medio).Hacia el Noreste se presentan también rocas del Batolito, de composición tonalita a granodiorita.

#### **2.2.6 VOLCANICOS RECIENTES**

Depósitos volcánicas recientes, cubriendo pequeñas localidades sobre superficies erosionadas de las rocas anteriores, se presentan al norte de la mina, Corresponden a los volcánicos Sencca, de edad terciario superior, formadas por tobas dacítico-riolíticas de color blanco-rojizo a rosado.

## Plano N° 2-1: Columna Estratigráfica- Mina Orión



Fuente: Departamento de Geología

### **2.3 GEOLOGIA LOCAL**

Localmente, las rocas presentes en los alrededores de la mina Orión son rocas volcánicas del Complejo Bella Unión, sub horizontales y en las partes altas con algunas intercalaciones de cuarcitas-areniscas de la formación Yauca con dirección N-S y suave buzamiento al Oeste de 20° a 30°.

Las vetas se presentan dentro de estas rocas, Así mismo se puede observar algunos afloramientos de intrusivos monzoníticos a granodioríticos en algunas zonas vecinas. Se puede observar también, un fracturamiento intenso y paralelo a las principales vetas.

### **2.4 ASPECTOS ESTRUCTURALES**

La mina está controlada estructuralmente por un fallamiento regional E-W conocido como falla Cateador (a unos 3 Km. al Sur de la mina). Fallas menores de rumbo Noreste, cruzan la zona mineralizada y las vetas están relacionadas a este fallamiento y la mineralización se encuentra emplazada en ellas.

Posterior a la mineralización y transversales a las principales vetas, de dirección N-S a N15°E, se presentan fallas de desplazamiento sub horizontal, en bloques, las mismas que desplazan a las vetas, en algunos casos hasta unos 80 metros horizontales.

El control de estas estructuras es importante para la ubicación de la continuidad de las vetas.

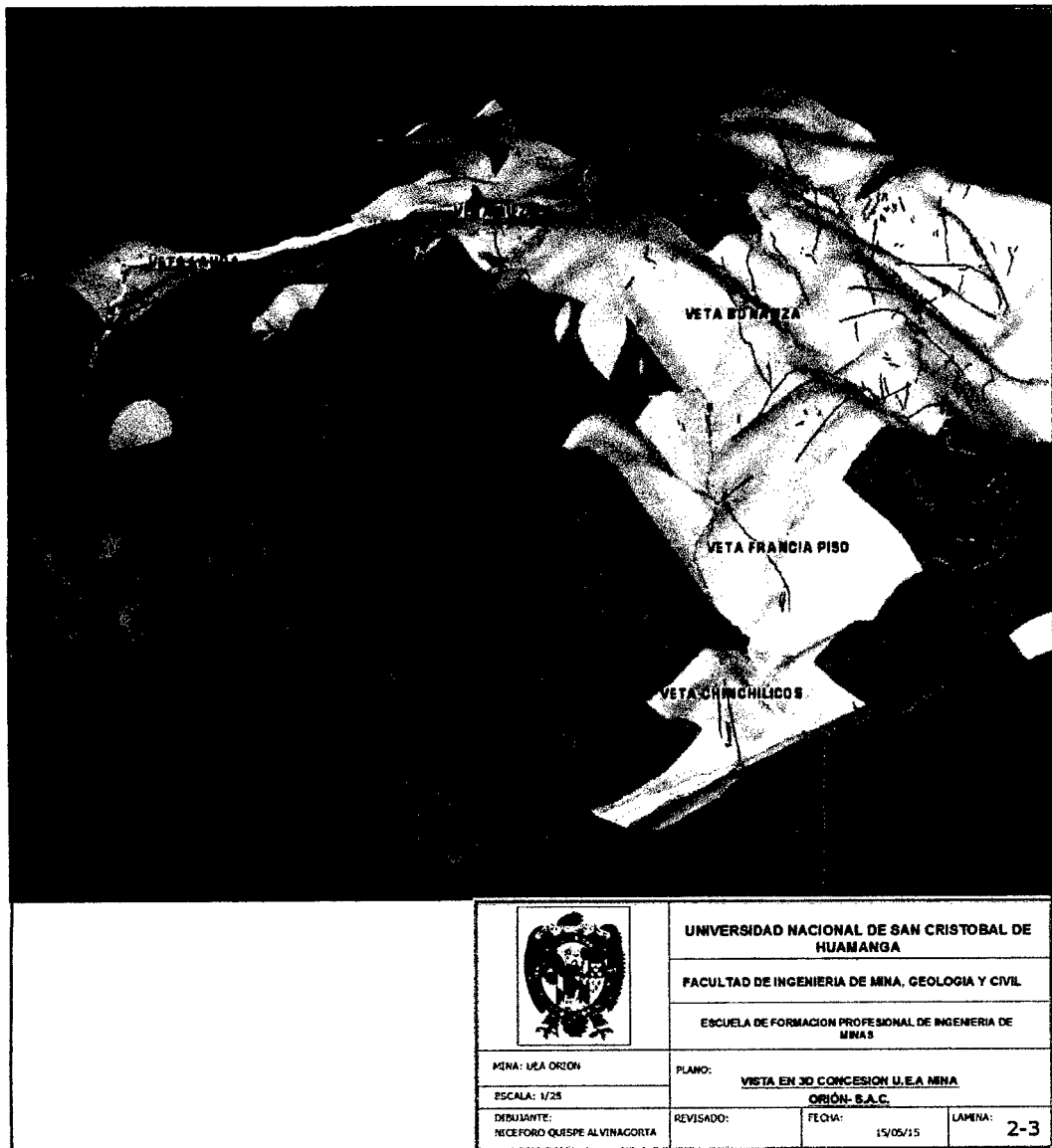




## 2.5 TIPO DE YACIMIENTO

La mina Orión donde se ubica la Veta Francia, desde el punto de vista estructural es un depósito FILONIANO con mineralización de Au, PRIMARIO por encontrarse “in-situ” y porque no ha sufrido transporte ni cambio posterior, DE ORIGEN HIDROTHERMAL mesotermal - epitermal, porque en su formación y/o concentración han participado soluciones hipóginas calientes, EPIGENETICO por cuanto que la mineralización es posterior al emplazamiento de la roca caja y a la formación de estructuras.

Plano N° 2-3: Vista en 3D de la concesión Orión



Fuente: Departamento de Geología

## **2.6 VETAS:**

Estructuralmente, se definen como una mineralización relleno de tipo de fracturas, se tiene las siguientes vetas:

Veta Chinchillico  
Veta Francia Techo  
Veta Francia Techo (Ramal Piso)  
Veta Francia Piso  
Veta Bonanza  
Veta qorilazo  
Veta Luz  
Veta Patty  
Veta Jenny  
Veta Sthefany  
Veta Futuro  
Veta Burra Muerta

### **2.6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES VETAS**

#### **VETA BONANZA**

Veta compuesta por óxidos y pirita con trazas de epidota y calcita, controlado por falla longitudinal al piso de la veta. La roca caja está compuesta por microdiorita.

- Rumbo promedio: N 45°-60° W
- Buzamiento: 55°-65°NE.

#### **VETA FRANCIA PISO**

Es una veta falla algo lenticular, la mineralización es errática en contenido metálico con presencia de óxidos y trazas de epidota, calcita. La roca caja está compuesta por microdiorita algo fracturada.

- Rumbo promedio: N 35°-45° W
- Buzamiento: 60°-65°NE

#### **VETA FRANCIA TECHO**

Es una veta de óxidos y pirita, con buenos valores de oro. La roca caja está compuesta por microdiorita.

- Rumbo promedio: N 45°-55°W

- Buzamiento: 60°-70°NE

### VETA FRANCIA TECHO (RAMAL PISO)

Veta lenticular hacia el norte se une con la veta principal (Francia Techo) y hacia el sur se bifurca y tiende a disminuir en valores metálicos. Mineralógicamente se presenta como una vera silicificada con presencia de piritita y óxidos.

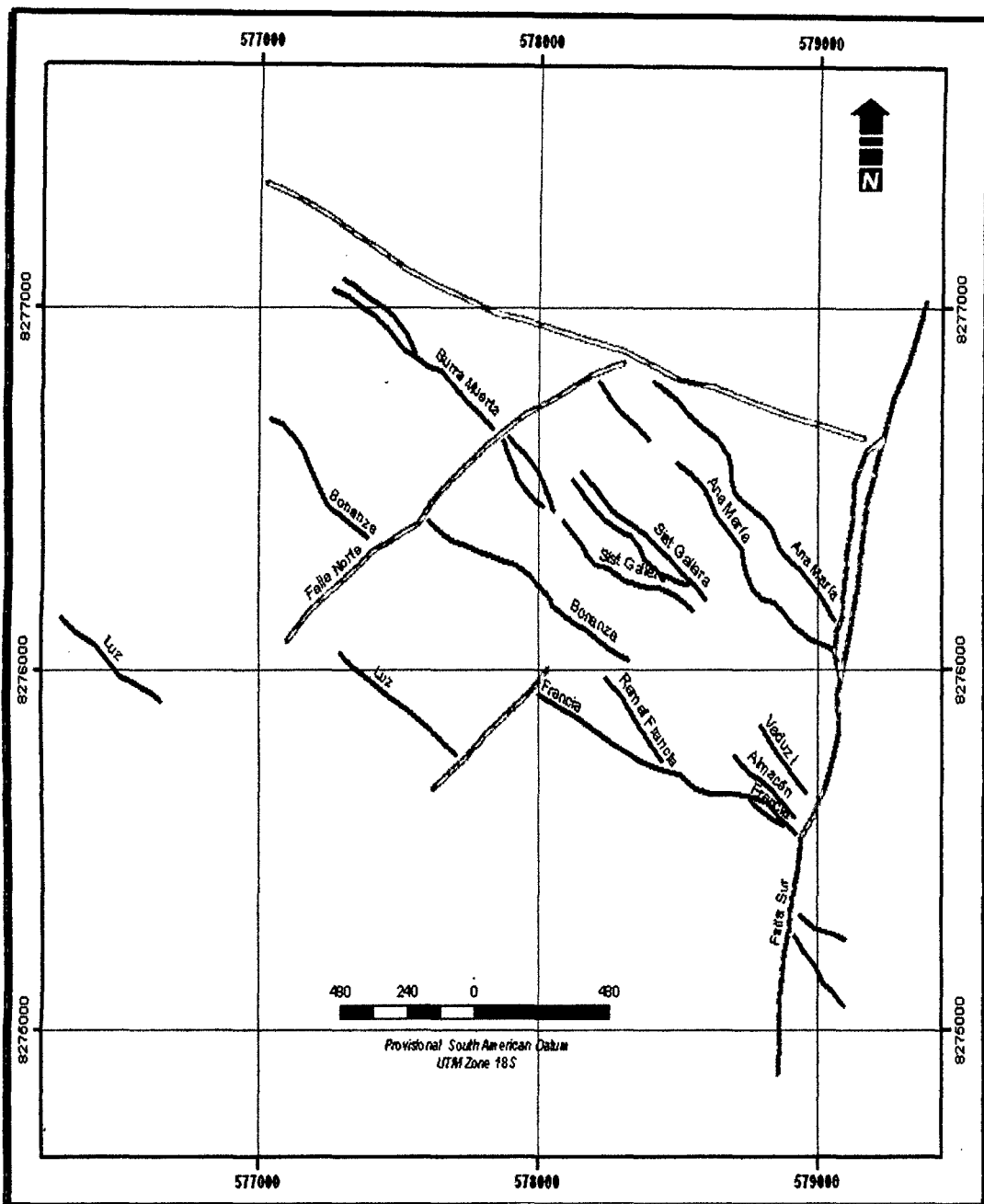
- Rumbo promedio: N 40°-50° W
- Buzamiento: 50°-65°NE.

**Tabla N° 05: Tipo de Vetos - Mina Orión**


VETA	Bz	Aleramiento Longitud (mts)	Observación
Chinchilico	55	200	Tipos vetas paralelas
	55	200	
Vaduz	68	100	Tipos vetas paralelas
	68	150	
María	68	150	Tipo Rosario
Gallera	73	150	Tipos vetas paralelas
	70	200	
Los Gatos	75	100	Tipos vetas paralelas
	72	100	
Carmen	70	200	Tipo Rosario
Ana María	70	280	Tipo Rosario
Voladora	55	230	Tipo Rosario
Españolita	55	130	Tipo Rosario
Cristina	70	150	Tipo Rosario
Burra Muerta	55	300	Tipos vetas paralelas
	55	300	
Luz	70	140	Tipo Rosario
Dauphine	84	150	Tipo Rosario
Karen	70	100	Tipo Rosario
Rosario	70	100	Tipo Rosario
Francia	60	200	Tipo Rosario
Bonanza	60	250	Tipo Rosario

**Fuente:** Departamento de Geología

**Plano N° 2-4: Tipos de Fallas-Mina Orión.**



Vista en planta de las estructuras mineralizadas, mostrando lasos y ramificaciones tipo rosario, Mina Orión.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b>		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA, GEOLOGIA Y CIVIL		
	ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
MINA: UEA ORION	PLANO: <b>TIPOS DE FALLAS U.E.A.MINA ORIÓN-S.A.C.</b>		
ESCALA: 1/25	REVISADO:	FECHA: 15/05/15	PLANO: 2-4
DIBUJANTE: NICEFORO QUISPE ALVINAGORTA			

**Fuente:** Departamento de Geología.

## 2.7 GEOLOGÍA ECONOMICA

La mineralización en la mina Orión, hasta ahora conocida, está relleno de fracturas paralelas. Estas vetas tienen individualmente potencias variables (0.10 cm. a 1.20 m.). A veces separadas entre sí por unos cuantos centímetros.

El rumbo general promedio de las vetas conocidas es N50°-60°W y el buzamiento de 45° a 60° NE.

Se encuentran emplazadas principalmente dentro de rocas volcánicas andesíticas del Complejo Bella (Unión y también dentro de rocas intrusivas o stocks pertenecientes al Batolito de la Costa. Probablemente en las partes altas cruzan también a las rocas sedimentarias de la formación Yauca.

### 2.7.1 MINERALIZACION

Todos los tipos de vetas de la mina Orión están formados por óxidos de Fe (hematitas y limonitas) como resultado de la oxidación de la pirita, que es el principal mineral que contiene el oro. El cuarzo es otro componente importante en estas vetas, junto con las limonitas y hematitas forman las vetas de textura bandeada. El cuarzo normalmente es gris blanquecino a lechoso. La mineralización de oro se encuentra concentrada en las hematitas como sucede en Bonanza; las limonitas con cuarzo fracturado presentan también valores de oro, con menores tenores. No se observa minerales de cobre importantes. A la altura de los niveles 3 y 2 de la veta Francia se observa la presencia de carbonatos de Cu, pero por las proporciones de mineral observado, el cobre no es importante en esta mina.

La mineralización aurífera en la veta Francia, se presenta en dos formas diferentes, la primera ubicada en la parte alta del yacimiento, zona de oxidación y el segundo ubicado en las partes más profundas del yacimiento, zona de sulfuros primarios

**Zona de Oxidación.-** Resultado de la alteración supérgena de los sulfuros primarios, abarca la zona lixiviada y oxidada del yacimiento, que comprende desde la superficie actual hasta el nivel CERO aproximadamente, en ciertos tramos hasta el nivel 725, en esta zona la estructura presenta textura bandeada que consta de sílice oquerosa acompañado de abundante óxido de Fe y Mn, hematita, goethita, limonita, pirolusita, jarosita, calcita, baritina y micas; en ciertos tramos hay presencia de malaquita y

crisocola. En esta zona el Au se encuentra libre finamente diseminado en los óxidos a veces visible microscópicamente

**Zona de Sulfuros Primario.-** En la parte más profundo del yacimiento, gradualmente está pasando de la zona de oxidación hacia la zona de sulfuros primarios, inicia aproximadamente desde el nivel CERO, porque en la Gal. 605-N del nivel 725 se está comprobando que la mineralización consta de pirita aurífera en forma de cristales de dodecaedros pentagonales y octaedros de tamaños milimétricos hasta 2 centímetros, hay segregación de pirita con pátina acaramelada de color marrón y brechado donde la masa piritosa se presenta en forma de clastos dentro de una matriz de gauge verde o rojiza, el brechamiento observado en la Gal. 605-N indica claramente que las bandas mineralizadas de pirita aurífera fueron brechados y removidos por tectonismo post-mineral.

### **Descripción Mineralógica**

**ORO;** Es el metal precioso económico fundamental observado, este elemento valioso corresponde predominantemente a la composición de oro dentro de la serie isomórfica Au.

El oro presenta los siguientes tipos de ocurrencias:

Como relleno de microfracturas de la Pirita, ocupando espacios intergranulares cercano a la Pirita.

Como inclusiones en el Cuarzo cercano a la Pirita.

Como relleno de microfracturas del Cuarzo.

Como disseminaciones en la roca alterada hidrotermalmente (sericitizada) que se encuentra cerca de la pirita y al cuarzo del relleno de veta.

Como inclusiones anhedrales en la esfalerita (que se encuentra reemplazando parcialmente a la pirita) y como inclusiones anhedrales en la arsenopirita (que se halla en las inmediaciones de pirita y cuarzo).

**PIRITA;** Es un sulfuro hipógino más abundante y ampliamente distribuido, esto lo encontramos macro y microfracturado y es muy quebradizo. La pirita aurífera presenta a menudo una textura porosa y generalmente contiene diminutas inclusiones en Chalcopirita individual granular.

**ARSENOPIRITA;** Presenta las siguientes características mineralógicas. Se encuentra en las inmediaciones de la pirita. Exhibe cierto micro fracturamiento. Su granulometría es relativamente fina.

**CHALCOPIRITA;** Texturalmente una se distingue en finas ex soluciones y la otra individualmente, se encuentra con frecuencia como inclusiones en la pirita (granular anhédrica).

**BORNITA;** Sulfuros supergénicos que se hallan en cantidades muy bajas.

**LIMONITA;** Oxido hidratado supergénico presentándose en delgadas películas sobre la pirita.

**CALCITA;** Este carbonato se encuentra ocupando espacios intergranulares de los sulfuros en forma de venillas; asimismo, se debe indicar que el contenido de oro disminuye cuando las proporciones de Calcita incrementan.

**SERICITA;** Se distinguen partes del relleno de veta que corresponde a la roca de caja con alteración hidrotermal (sericitización), en estas playas de roca alterada exhiben diseminaciones de oro.

## **2.8 RESERVAS MINERALES.**

Para el cálculo de tonelaje, es necesario conocer el volumen del cuerpo mineralizado y el peso específico. Cuando el cuerpo mineralizado tiene formas conocidas y sus límites son definidos, no hay dificultad en encontrar el volumen, pero cuando el cuerpo es irregular y sus límites insuficientemente reconocidos, se utilizaría el método más adecuado para hacer la estimación volumétrica. El caso de la mina Orión, está comprobado por los trabajos de exploración y explotación actual, y las potencias de las vetas son relativamente definidas.

En lo relativo a la ley promedio del mineral, se ha obtenido en base al muestreo sistemático que se realizan durante los trabajos de exploración y explotación del yacimiento y considerando el ancho mínimo de minado.

Para el cálculo de reservas de mineral, se ha tenido en cuenta los siguientes criterios de cubicación.

### **2.8.1 CÁLCULO DE PROMEDIO DE CANAL DE MUESTREO.**

Para cada canal de muestreo, cuando se tiene más de una muestra tomada por canal, se ha procedido a definir la banda mineralizada correspondiente, teniendo en cuenta el ancho, la ley de oro y la continuidad de la mineralización; luego se procedió a promediar la ley de Oro con el ancho total de la veta en el canal respectivo.

### **2.8.2 LONGITUD DEL BLOQUE DE CUBICACIÓN.**

Una vez promediado cada canal de muestreo, se procedió a separar tramos de ley de Oro y anchos de vetas similares, de tal manera que permitan tener un promedio representativo del tramo total considerado en la cubicación del bloque.

### **2.8.3 SEPARACIÓN DE BLOQUES DE CUBICACIÓN.**

Se considera como bloque de cubicación a una longitud mayor a 6 metros, de tal manera que como mínimo para un bloque de cubicación con tres canales de muestreo si éstos tienen una separación cada 2m.

Cuando se tiene más de tres canales seguidos con leyes de bajo valor, se procedió a separar el block de cubicación. El tramo de la veta con leyes bajas de los extremos no se consideran dentro del bloque cubicado y las leyes no se toman en cuenta para el cálculo del bloque al que no pertenecen.

En tramos de vetas mayores a 10 m. de longitud, donde los anchos promedio son sustancialmente diferentes a un tramo vecino, aunque las leyes de Oro sean similares, se han procedido a separarlos en bloques de cubicación diferentes.

En tramos de veta donde la ley de Oro es en promedio diferente, también se ha procedido a separar los bloques de cubicación, de tal manera que el promedio sea representativo.

### **2.8.4 VALORES ALTOS Y “ALTOS ERRÁTICOS”.**

Son valores altos aquellos que se presentan notoriamente continuos en un tramo mineralizado y por lo tanto son considerados dentro del cálculo promedio del bloque respectivo. El promedio final del bloque es representativo del mismo.

Existen algunos valores, generalmente solitarios dentro de un tramo de veta cubicado, que son considerados “altos erráticos”; es decir, son aquellos que se presentan con altos valor de Oro y que distorsionan el promedio de la ley de bloque cubicado y no son representativos del mismo. Para Orión hemos considerado como “alto errático”, aquella ley de oro que es mayor al triple del promedio del bloque. Estos valores altos erráticos son corregidos, para lo cual se utiliza el método de McKinstry que consiste en reemplazar el valor por la ley del tramo mineralizado, considerando el porcentaje de influencia del alto valor errático.

Así mismo, también dentro tramo mineralizado se presentan algunos valores bajos, los mismos que han sido utilizados en el promedio del bloque respectivo. Podrían considerarse como “bajos erráticos”, pero no se corrigen porque permiten dar seguridad al promedio del bloque cubicado.

#### **2.8.5 PROMEDIO DILUIDO Y ANCHO MÍNIMO DE MINADO.**

Cada canal de muestreo ha sido diluido a un mínimo de 0.10 m hacia las cajas de la veta, considerando como ancho mínimo de minado 0.70 m. La ley de oro diluida, para los casos en que se tienen anchos y leyes de muestreo de las cajas de la veta, se ha considerado el promedio ponderado de ley; y para los casos en que las cajas no han tenido muestreo, se considera como ley de cajas con valor cero.

Así mismo, en anchos donde la veta es irregular, se ha considerado un ancho mayor a 0.10 m como dilución de alguna de las cajas, considerando las leyes de las bandas mineralizadas y una mayor regularidad promedio en el ancho diluido del bloque, que está de acuerdo a la regularidad en el ancho de las labores de explotación. Indudablemente que el control de calidad es una práctica que se está dando al momento de explotar estas vetas.

#### **2.8.6 CÁLCULO DE ÁREAS:**

Las áreas han sido calculadas de acuerdo a la superficie del bloque cubicado en sección longitudinal. Para el área corregida se ha tomado en cuenta el ángulo de buzamiento promedio de la veta en el tramo cubicado, ya que en la sección longitudinal el bloque está proyectado.

### **2.8.7 PESO ESPECÍFICO Y TONELAJES.**

Para el cálculo de tonelajes se considera el peso específico con valor de 2.5 TM/m<sup>3</sup>. Los tonelajes de cada bloque de reservas cubicado están dados en Toneladas Métricas Secas (T. M. S.).

### **2.8.8 CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES DE CUBICACIÓN EN BASE A SU CERTEZA O CONTINUIDAD DE MINERALIZACIÓN.**

Los diferentes bloques se les clasifican por su certeza en minerales probados y probables.

**Mineral Probado:** Son aquellos cuyo mineral ha sido reconocido por lo menos con una o más labores mineras de exploración y /o desarrollo, y ha sido muestreado sistemática y convenientemente, cuyo valor promedio representa al tramo de mineral conocido. El riesgo de continuidad de la mineralización es mínimo y su coeficiente de certeza es 1.0.

**Mineral Probable:** Cuando el mineral no ha sido reconocido por ninguna labor; sin embargo, por criterio geológico tiene seguridad de su continuidad por encontrarse adyacente a un block probado, pero tiene menor área y se asume que tiene las mismas leyes de oro. El riesgo es mayor que en bloques probados. Su coeficiente de certeza será 0.75 al tonelaje.

**Mineral prospectivo y/o potencial:** Es el mineral cuya presencia se estima en base a las características geológicas del yacimiento, exposición de afloramientos, asociación litológica, etc.

### **2.8.9 CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES DE CUBICACIÓN POR ACCESIBILIDAD.**

Por accesibilidad, se ha clasificado a los bloques en reservas accesibles y eventualmente accesibles.

**Mineral Accesible:** Son bloques de mineral que se encuentran sobre las labores mineras de exploración, desarrollo y explotación actuales; así tenemos los bloques

sobre los niveles accesibles como: 2070, 2020, 1960, 1910 y 1600. Su preparación y explotación está en ejecución o puede realizarse al corto plazo.

**Mineral Eventualmente Accesible:** Cuando no se encuentra expeditos para su inmediata explotación, requiriéndose la apertura de labores mineras que serán consideradas dentro del depósito. En caso nuestro estos bloques se encuentran debajo del nivel 1600, 1650, 1690, 1725, 1910, 1960, 2020 y 2070 que está siendo desarrollado por el nivel 1960. Su preparación y explotación requiere de la realización de labores mineras previas de acceso, como galerías y chimeneas.

**Minerales inaccesibles.** Son bloques de mineral que queda fuera del alcance de las actuales labores de explotación y/o desarrollo, y para llegar a ellas se necesita mayor desarrollo y preparación, y su extracción es considerada mediata.

#### 2.8.10 MINERAL FUERA DE RESERVAS.

Como mineral fuera de reservas, se considera en esta cubicación el **Mineral Submarginal**, aquel que tiene Cut off con ley de Au mayor a 5.00 g/TM Au y menor a 8.00 g/TM Au. Este mineral informativo no suma al total de las reservas para el presente inventario.

#### 2.8.11 RESUMEN DE RESERVAS MINERALES.

En el presente Cálculo de Reservas Minerales de la Mina Orión, al 31 de Diciembre del 2013, se ha considerado las vetas que actualmente se viene trabajando y son vetas de área Bonanza y área Francia, que son:

**Tabla N° 06: Vetas de las zonas Bonanza y Francia**

AREA NV 2020	AREA NV 1600
Veta Bonanza.	Veta Francia.
Veta Qorilazo.	Veta Ana María.
Veta Luz.	Veta chinchillico.
Veta Tauro.	Veta Vaduz.

**Fuente:** Departamento de Geología.

En los siguientes cuadros se presenta la reserva total de la mina, así como las reservas minerales de la veta Bonanza y Francia, motivo del presente trabajo.

**2.8.11.1 Total de reservas minerales de la mina ORION.**

**RESUMEN DE RESERVAS POR ACCESIBILIDAD**

Fecha: al 31 de diciembre del 2013

**Tabla N° 07: Mineral de mena + mineral marginal**

<b>MINERAL DE MENA</b>						
<b>VETA</b>	<b>ACCESIBLE</b>			<b>EVENTUALMENTE ACCESIBLE</b>		
	<b>ANCHO</b>	<b>gr Au/TM</b>	<b>TMS</b>	<b>ANCHO</b>	<b>gr Au/TM</b>	<b>TMS</b>
FRANCIA	0.80	14.70	1025.00	0.75	12.85	189.50
BONANZA	0.95	14.98	1125.00	1.15	12.90	149.55
CHINCHILICO	1.20	15.80	1075.00	0.68	15.30	199.60
ANA MARIA	1.15	14.95	1210.00	1.06	12.75	249.10
QORILAZO	1.10	15.60	438.40	0.90	12.80	159.10
VADUZ	1.02	14.26	1106.00			
TAURO	1.10	15.58	1301.00			
LUZ	0.70	12.65	205.00			
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1.04</b>	<b>12.62</b>	<b>7485.40</b>	<b>0.92</b>	<b>13.06</b>	<b>946.85</b>

<b>MINERAL MARGINAL</b>						
<b>VETA</b>	<b>ACCESIBLE</b>			<b>EVENTUALMENTE ACCESIBLE</b>		
	<b>ANCHO</b>	<b>gr Au/TM</b>	<b>TMS</b>	<b>ANCHO</b>	<b>gr Au/TM</b>	<b>TMS</b>
FRANCIA	0.70	13.28	1115.00	0.91	8.65	189.90
BONANZA	1.10	12.21	1285.00	0.65	10.26	169.50
CHINCHILICO	0.74	12.25	1125.00	0.80	9.01	159.70
ANA MARIA	0.65	10.02	1270.00	0.85	8.12	89.65
QORILAZO	0.80	10.55	1195.00	0.75	8.45	28.94
VADUZ	0.55	13.25	1215.00			
TAURO	0.70	10.05	310.00			
LUZ	0.75	10.12	1050.00			
<b>SUB TOTAL</b>	<b>0.76</b>	<b>10.51</b>	<b>8565.00</b>	<b>0.80</b>	<b>9.08</b>	<b>637.69</b>

<b>RESERVAS MINERALES A LA FECHA</b>	<b>ANCHO</b>	<b>gr Au/TM</b>	<b>TMS</b>	<b>OZ/AL</b>
Total mineral (MENA + Marginal)	0.92	13.20	16050.40	5,931
Total mineral (MENA + Marginal)	0.86	11.63	1584.54	592
<b>TOTAL MINERAL</b>	<b>0.92</b>	<b>13.06</b>	<b>17634.940</b>	<b>6,523</b>

**2.8.11.2 Reservas de minerales por Niveles de las Vetas FRANCIA Y  
BONANZA**

**Tabla N° 08: Mineral (Probado y Probable)**

Nivel	Block	Sin Elucion		MS	Promedio Eluido		Certeza
		Ancho	gr/AU/m		Ancho	gr/AU/m	
1910	5	0.75	12.04	320	0.88	10.05	PROBADO
1910	9	0.70	11.02	310	0.96	11.02	PROBADO
1910	12	0.68	12.10	212	0.80	10.10	PROBADO
2020	10	0.76	13.78	311	1.00	11.78	PROBADO
2020	12	0.60	13.81	205	0.80	11.81	PROBADO
2020	32	0.86	11.84	315	0.60	9.84	PROBADO
1960	35	0.76	13.87	225	0.94	11.87	PROBADO
2020	61	0.84	12.02	312	0.90	9.02	PROBADO
1960	55	0.81	12.20	300	0.80	9.20	PROBADO
1960	60	0.93	12.23	203	0.88	10.23	PROBADO
2070	65	0.95	12.26	202	1.00	9.26	PROBADO
2070	76	0.98	12.40	220	0.71	11.29	PROBADO
2070	80	1.00	12.32	214	0.96	10.32	PROBADO
2070	90	1.10	13.05	201	1.10	8.35	PROBADO
2070	95	1.02	12.38	242	0.98	12.38	PROBADO
		<b>0.85</b>	<b>12.44</b>	<b>3792</b>	<b>0.89</b>	<b>10.42</b>	

1910	18	0.60	12.84	220	0.94	9.02	PROBABLE
1910	20	0.86	13.87	100	0.91	9.05	PROBABLE
2020	25	0.76	10.90	104	1.05	10.08	PROBABLE
2020	35	0.78	11.93	100	0.93	10.11	PROBABLE
2020	30	0.79	11.96	105	0.80	10.14	PROBABLE
1910	20	0.81	13.99	120	1.23	11.17	PROBABLE
1910	35	0.82	12.02	125	0.78	10.20	PROBABLE
2070	20	0.84	13.05	100	0.71	10.80	PROBABLE
2070	25	0.85	12.08	200	0.96	10.87	PROBABLE
1960	30	0.87	13.11	205	1.07	9.93	PROBABLE
1960	35	0.89	12.14	210	1.28	10.00	PROBABLE
		<b>0.81</b>	<b>12.54</b>	<b>1589</b>	<b>0.97</b>	<b>10.08</b>	

2070	25	0.78	12.84	223	0.93	9.87	PROBADO
1960	35	0.79	13.87	240	0.97	8.48	PROBADO
1960	30	0.81	10.90	205	0.80	7.03	PROBADO
1960	20	0.82	11.93	220	0.75	9.77	PROBADO
2020	35	0.84	11.96	215	0.86	8.31	PROBADO
2020	20	0.85	10.99	220	0.71	9.46	PROBADO
2020	25	0.87	12.02	215	0.96	9.60	PROBADO
2020	30	0.89	13.05	205	1.07	8.73	PROBADO
2020	45	0.90	12.08	210	1.28	10.56	PROBADO
		0.84	12.21	1953	0.93	9.10	

2070	30	0.79	11.10	150	0.93	9.87	PROBABLE
1960	20	0.81	12.78	130	0.97	10.48	PROBABLE
2020	35	0.82	10.81	240	0.90	9.03	PROBABLE
2020	20	0.84	11.84	235	0.75	10.77	PROBABLE
2020	25	0.85	10.93	212	0.85	10.31	PROBABLE
1910	20	0.87	11.96	122	0.81	9.46	PROBABLE
1910	25	0.80	10.93	120	0.96	12.60	PROBABLE
1910	30	0.70	11.96	115	0.87	9.73	PROBABLE
1910	35	0.92	11.62	115	0.65	8.56	PROBABLE
		0.82	11.47	1439	0.85	10.07	

Probado		0.82	12.44	3792	0.89	10.42	
Probable		0.81	12.54	1589	0.97	10.08	
<b>Subtotal</b>		0.81	12.47	5381	0.93	10.3	
Probado		0.84	12.21	1953	0.93	9.10	
Probable		0.82	11.47	1439	0.85	10.07	
<b>Subtotal</b>		0.83	11.89	3392	0.89	9.51	
<b>TOTAL MENA</b>		0.83	12.25	8773	0.91	10.01	

**Tabla N° 09: Mineral (Probado y Probable)**

Nivel	Block	Sin Dilución		FMS	Promedio Diluido		Graveza
		Ancho	gr Au/TM		Ancho	gr Au/TM	
1910	5	0.60	13.10	150	0.81	10.05	PROBADO
1910	18	0.95	13.68	200	0.70	11.02	PROBADO
1910	24	0.75	13.51	140	0.71	10.10	PROBADO
1910	30	0.86	11.49	315	0.96	10.12	PROBADO
1910	37	0.70	13.35	265	0.94	11.32	PROBADO
1910	45	0.74	12.24	125	0.91	10.98	PROBADO
1910	47	0.67	12.32	145	0.80	12.32	PROBADO
1910	51	0.69	12.50	175	1.00	12.42	PROBADO
1960	58	0.69	12.44	395	0.89	10.98	PROBADO
1960	60	0.76	12.54	235	0.96	12.21	PROBADO
1960	63	0.68	12.60	220	0.91	12.39	PROBADO
2020	28	0.70	12.24	300	0.76	11.78	PROBADO
2020	75	0.83	13.87	150	0.78	11.81	PROBADO
2020	80	0.80	10.20	125	0.73	11.78	PROBADO
2020	85	0.95	12.23	205	0.76	12.32	PROBADO
2020	87	0.80	12.18	215	0.89	11.78	PROBADO
2020	88	0.75	12.05	150	0.80	12.32	PROBADO
		<b>0.76</b>	<b>12.49</b>	<b>3510</b>	<b>0.84</b>	<b>11.47</b>	

1960	15	0.46	11.10	100	0.71	10.11	PROBABLE
2020	47	0.67	10.22	145	0.80	12.32	PROBABLE
2020	28	0.70	11.24	300	0.76	11.78	PROBABLE
2070	15	0.66	10.24	124	0.78	10.20	PROBABLE
2070	40	0.71	12.47	155	0.87	10.80	PROBABLE
1960	45	0.83	11.02	135	0.73	10.20	PROBABLE
2070	48	0.76	11.27	100	0.76	10.20	PROBABLE
1910	49	0.68	12.02	110	0.89	10.00	PROBABLE
1910	50	0.60	12.30	220	0.80	10.20	PROBABLE
		<b>0.76</b>	<b>11.38</b>	<b>1389</b>	<b>0.79</b>	<b>10.61</b>	

2070	15	0.65	9.10	110	0.73	9.80	PROBADO
2070	18	0.85	8.78	120	0.71	9.20	PROBADO
2020	20	0.64	10.31	110	0.71	10.20	PROBADO
2020	15	0.67	9.84	110	0.78	10.00	PROBADO
2020	40	0.65	10.27	145	0.77	10.47	PROBADO
2020	45	0.85	10.02	160	1.35	10.65	PROBADO
1910	48	0.68	10.81	115	0.89	10.45	PROBADO
1910	42	0.60	11.02	100	0.80	11.72	PROBADO
		<b>0.70</b>	<b>9.97</b>	<b>970</b>	<b>0.84</b>	<b>10.31</b>	

2070	15	0.65	9.10	125	0.73	8.18	PROBABLE
2070	20	0.80	9.78	130	0.71	8.12	PROBABLE
2020	25	0.64	8.51	126	0.71	7.13	PROBABLE
2020	28	0.66	9.44	100	0.78	8.15	PROBABLE
2020	30	0.77	8.27	135	0.77	7.35	PROBABLE
1960	31	0.90	9.02	175	1.35	9.00	PROBABLE
1910	35	0.65	9.37	130	0.89	7.50	PROBABLE
1910	50	0.60	8.10	120	0.80	7.02	PROBABLE
		<b>0.71</b>	<b>8.94</b>	<b>1041</b>	<b>0.84</b>	<b>7.85</b>	

Probado	0.76	12.49	3510	0.84	11.47	
Probable	0.67	11.38	1389	0.79	10.81	
<b>Subtotal</b>	<b>0.72</b>	<b>12.18</b>	<b>4899</b>	<b>0.82</b>	<b>11.28</b>	
Probado	0.70	9.97	970	0.84	10.31	
Probable	0.71	8.94	1041	0.84	7.85	
<b>Subtotal</b>	<b>0.70</b>	<b>9.44</b>	<b>2011</b>	<b>0.84</b>	<b>9.04</b>	
<b>TOTAL RESERVAS</b>	<b>0.71</b>	<b>11.38</b>	<b>6910</b>	<b>0.82</b>	<b>10.63</b>	

## **CAPITULO III**

### **OPERACIONES MINERAS**

#### **3.1. GENERALIDADES**

Las operaciones mineras están orientadas, a la extracción de mineral a ritmo de producción de 2 000 TMS/mes con una ley promedio de 12.50 gr. Au/TMS de los diferentes tajeos de producción, con que cuenta la mina Orión. El laboreo minero es netamente convencional, debido a la irregularidad de la geometría del yacimiento como a la distribución de sus valores.

El procedimiento del minado actual, es de acuerdo al ciclo clásico de perforación, voladura, limpieza, relleno, ventilación, regado, desatado de rocas y sostenimiento.

La Mina Orión cuenta con dos vetas principales las cuales son Francia y Bonanza de las cuales se extrae el mineral aurífero para luego llevarlo a la planta para su proceso.

El procedimiento del minado actual, se ejecuta con el ciclo normal de perforación, voladura, limpieza, sostenimiento y relleno.

La mina Orión cuenta con los siguientes niveles:

Nivel 2070	Zona Bonanza
Nivel 2020	Zona Bonanza
Nivel 1960	Zona Bonanza
Nivel 1910	Zona Bonanza
Nivel 3	Zona Bonanza

Nivel 1	Zona Bonanza
Nivel 725	Nivel principal de extracción
Nivel 690	Zona Francia
Nivel 650	Zona Francia
Nivel 600	Zona Francia

### **DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE LA VETA FRANCIA**

El nivel principal de extracción de la veta Francia es por el Nv – 725, de donde se extrae el mineral y desmante de los distintos niveles.

Nv – 690 el acarreo de mineral y desmante en carros tipo U- 35 de lado norte y de lado sur el acarreo se realiza en carros tipo Z -20 que son labores antiguos Gal de sección 6’X7’ a una tolva tipo bolsillos construidos en el mismo Pique vertical de donde sube por el winche ubicado en el pique vertical 722, hasta la tolva de almacenamiento que está en el nivel 725.

Nv 3 el mineral y desmante que se extrae de este nivel es transportado en carros tipo U-35 y una locomotora acumulador a batería, el mineral va a una tolva y el desmante a otra así como también el mineral de pallaqueo va a una tolva distinta y todas desembocan al Nv -1.

Nv 1 el mineral extraído va a la tolva 804 y el desmante va a la tolva 749 en este nivel se cuenta con carros mineros tipo U-35 los cuales son impulsados por una locomotora, esta locomotora jala un total de 03 carros mineros.

Nv 725 es el nivel principal de extracción por ello tenemos una locomotora de mayor capacidad de 12 carros tipo U-35, lo cual es transportado a superficie a una tolva principal con capacidad de 200 TM en caso de ser mineral, de lo contrario es llevado a una cancha en superficie estratégicamente ubicada para su acumulación.

### **DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE LA VETA BONANZA**

El nivel principal de extracción de la veta Bonanza es por el Nv – 1910, de donde se extrae el mineral y desmante de los distintos niveles así como se detalla:

Nv 2070 en este nivel se utilizan para la extracción de mineral y desmante los carros mineros tipo U-35 los cuales son empujados a pulso hacia Buzón 1490 lo que es desmante y mineral Buzón 1440.

El Nv 2020 cuenta con carros U-35 para su extracción tanto de mineral como desmonte. El mineral es acumulado en una tolva ubicada en superficie.

El transporte del mineral hacia la planta “procesos Orión” se realiza mediante volquetes con capacidades de 25 TM y 35 TM, recorriendo una distancia aproximada de 30 Km. de la Mina Orión.

**Adjuntamos el plano Sección Longitudinal Zona Francia Bonanza de Mina Orión en el anexo (Plano N° 02)**

### **3.2. LABORES MINERAS**

#### **3.2.1. DESARROLLO Y PREPARACIONES**

- **Galerías.-** Las galerías están desarrolladas a lo largo del yacimiento, con una sección de 7' x 8' y sostenidas con cuadros de madera de 8" x 10' y se realiza a cada 50 m de desnivel, que nos permite mantener las operaciones en forma óptima y segura.

Para labores horizontales como galerías, cruceros y cortadas se tiene los siguientes estándares principales:

1. Sección del frente: 7' x 8' ó 2.1 m x 2.40 m.
2. Gradiente de salida a superficie: 5 por 1000
3. Cuneta: 0.25 m de profundidad y 0.30 m de ancho (en la caja piso)
4. Taladros de 2' de profundidad en los hastiales para servicios, cada 3 metros de avance:
  - Para tuberías de aire y agua en la caja piso, a 1.3 m de altura.
  - Para cable de energía en la caja techo, a 1.5 m de altura.
  - Para manga de ventilación en la corona de la sección.

**Chimeneas.-** Se realizan a cada 40 m de distancia con sección de 4' x 8' los cuales van delimitar la veta en blocks o tajos, y es de doble compartimiento (Buzón-Camino) hasta los 35 m y de un solo compartimiento hasta su comunicación.

El ciclo de trabajo inicia con el sellado de la labor, una vez cuadrada la sección y limpiada la carga del piso de la galería que fue utilizada como piso de operación

hasta cierta altura, se procede al armado de tolva y camino; posterior a esto el ciclo de minado estará en función al tipo de terreno.

**Subniveles.-** Los subniveles se ejecutan con una sección de 4' x 5' a partir de la chimenea dejando un puente de 3 metros, hacia ambos extremos aproximadamente de 20 m a 25 m. Según la mineralización, estos subniveles son de sección 3' x 6' y a los extremos se levanta chimeneas que nos va servir para el abastecimiento de relleno y madera. etc. El ciclo de avance es muy similar a las galerías. La ventilación se realiza con aire comprimido ya que las distancias máximas de los subniveles son de 30 metros. El regado y desatado de las rocas sueltas, es la primera obligación de todo tipo de labor minera utilizando barretillas de 4 pies.

La Limpieza se hace con carretillas depositando la carga en los buzones o tolvas ubicadas a cada 25 metros, si el terreno amerita sostenimiento se utiliza elementos como los puntales de seguridad y en casos extremos se fortifican con cuadros de madera.

### **3.2.2. LABORES DE EXPLOTACIÓN**

- **Tajeos.-** Los tajeos de explotación están delimitados por las chimeneas de ventilación y relleno, así mismo por las galerías superior e inferior que hacen un block de 20 m x 50 m, las labores preparatorias básicas a la galería consiste en preparar un subnivel sobre veta dejando un puente de 3m , la explotación se realiza por corte y relleno ascendente, y se inicia desde el subnivel base en el ciclo de minado con cortes (Breasting ó en realce) y cuadros de madera posteriormente, si el minado es en Breasting. El rendimiento está en relación directa a la potencia de las vetas variando de 1,5 – 2.5 TM/hombres-guardia.

### **3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES**

El nivel de producción actual es de 2 000 TMS/mes con ley promedio de 12.50 gr. Au/TM, las operaciones están distribuidas en 10 niveles, actualmente sólo se operan en 06 niveles.

### **3.3.1. MINADO DE VETAS AURÍFERAS**

El minado de mineral cumple tres requisitos: Dinámico, Seguro y Económico; y a la vez debe tener una alta recuperación que nos permita reducir costos, en cada una de las fases del minado.

### **3.3.2. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN**

El objetivo principal es diseñar un sistema apropiado, bajo las características del yacimiento explorado y esto es el camino para alcanzar la máxima utilidad de la operación, para ello debemos tener en cuenta muchos factores técnicos como la alta productividad y la extracción total del mineral, dando una condición segura a nuestros trabajadores. Los métodos de explotación que se emplean son: Corte y Relleno Ascendente convencional con relleno detrítico, con su variante de Explotación Selectiva “Circado” para vetas angostas (potencia menor a 0.5m) y una ley de veta por encima de 8.0 gr.au/tms.

#### **3.3.2.1. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE**

El método de explotación empleado es **CORTE Y RELLENO ASCENTE CONVENCIONAL (OVER CUT AND FILL)**. El método consiste en cortar mineral en tajadas horizontales comenzando del fondo del tajo avanzando hacia arriba.

El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo. Cuando toda la tajada ha sido disparado, el volumen extraído es rellenado con material estéril proveniente de las labores de desarrollo y es distribuido mecánicamente sobre el área tajada.

El mineral arrancado se carga y se extrae en su totalidad del tajo a través de carretillas hacia las tolvas, durante todo este proceso se realiza sostenimiento con puntales de seguridad y cuadros de madera. El cual garantiza una adecuada estabilidad de las cajas, selectividad y una buena fragmentación del mineral. Todos los trabajos se realizan convencionalmente.

A este método empleado en la mina Orión lo caracteriza, el uso de relleno detrítico como medio de sostenimiento de los espacios abiertos.

**Ver (Plano N°4.1).**

### **3.3.2.2. EXPLOTACIÓN SELECTIVO “CIRCADO”**

Es empleado como una explotación que tiene la particularidad de ser muy selectivo para los casos de vetas muy angostas e irregulares en potencia y mineralización; Se aplica este método para zonas mineralizadas con potencia de vetas angostas ( $< 0,5$  m) y altos valores de mineral, por lo que se debe arrancar primero la parte mineralizada y luego la parte del desmonte, pudiendo invertir esta secuencia de operación considerando las condiciones de dureza del mineral y del desmonte.

o

### **3.4. OPERACIONES UNITARIAS.**

#### **3.4.1. PERFORACIÓN**

Para realizar la perforación en primer lugar se hace el pintado del punto de dirección, gradiente, contorno de la sección y (malla de perforación); del frente a continuación se realiza la perforación siguiendo la malla pintada. Los taladros son perforados controlando el paralelismo y la profundidad de los taladros, sobre todo del arranque que es lo más importante para lograr una buena voladura. Para la perforación se utiliza Máquina perforadora Jack/Leg Marca RNP con un juego de barrenos integrales de 4 y 6 pies de longitud, con brocas de 38mm y 36mm. Generalmente se utiliza corte quemado de 1 y 2 taladros de alivio, dependiendo de la calidad de roca que se tiene.



**Imagen N° 1: Perforación en Breasting en una labor de tajeo**



**Imagen N° 2: Perforación en Realce en una labor de tajeo**

### **MALLA DE PERFORACION (TRAZO).**

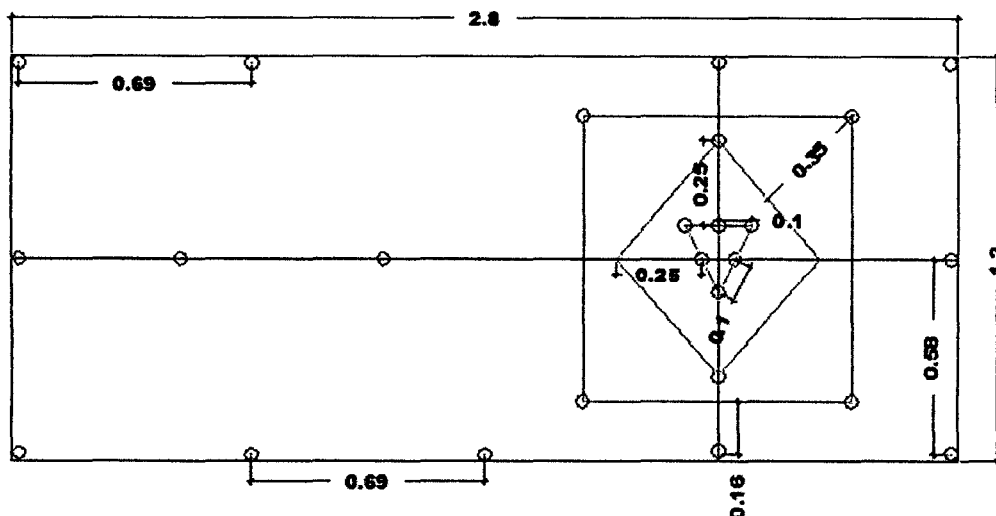
Conjunto de taladros, que se perforan en un frente que tienen ubicación, dirección, inclinación, diámetros y profundidades determinados. Lo cual presenta numerosas alternativas de acuerdo al tipo de roca, al equipo de perforación, al tamaño de la sección a disparar y capacidad y habilidades de los operadores.

Los trazos de perforación empleados son Lineales, Zig- Zag, alternado y en forma de pares. (Ver gráfico N° 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5)



Grafico N°3.2: Malla de Perforación de una Chimenea.

## MALLA DE PERFORACIÓN CHIMENEA SECCIÓN 2.80 m X 1.20 m




### DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO MALLA 2.80 m x 1.20 m - DURO

CON DINAMITA					
TALADROS Ø 38 mm	NUMEROS DE TALADROS	CARTUCHOS POR TALADRO	DIMEN. DE CARTUCH.	TOTAL DE CARTUCHOS SEMEXA 65%	TOTAL DE CARTUCHOS EXADIT 45 %
		6 PIES		6 PIES	6 PIES
ARRANQUE	3	8	7/8" x 7"	24	
AYUDAS	10	7	7/8" x 7"	70	
CUADRADORES	12	6	7/8" x 7"	60	12
<b>TOTAL CARGADOS</b>	<b>25</b>			<b>154</b>	<b>12</b>

ALAMOS DE ARRANQUE                      3  
ALAMOS DE PERIMETRO

FACTORES		
DATOS	UNIDAD	6 PIES
AVANCE EFECTIVO	METROS	1.5
FACTOR DE CARGA	Kg/m	8.92
FACTOR DE POTENCIA	Kg/m <sup>3</sup>	2.66

**LEYENDA**      ○ Taladro Vacio  
                         ○ Taladro cargado

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL</b>		
	<b>ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS</b>		
MINA: <b>ORIÓN</b>	DESCRIPCIÓN: <b>MALLA DE PERFORACIÓN SECCIÓN 2.80mx1.20m CHIMENEA</b>		
ESCALA: <b>1/20</b>	REVISADO:	FECHA: <b>15/05/15</b>	LÁMINA: <b>3-2</b>
DISEÑO: <b>NICÉFORO QUISEP ALVINOORTA</b>			

**Gráfico N° 3.3: Mallas de Perforación en Tajeos – Realce zigzag.**

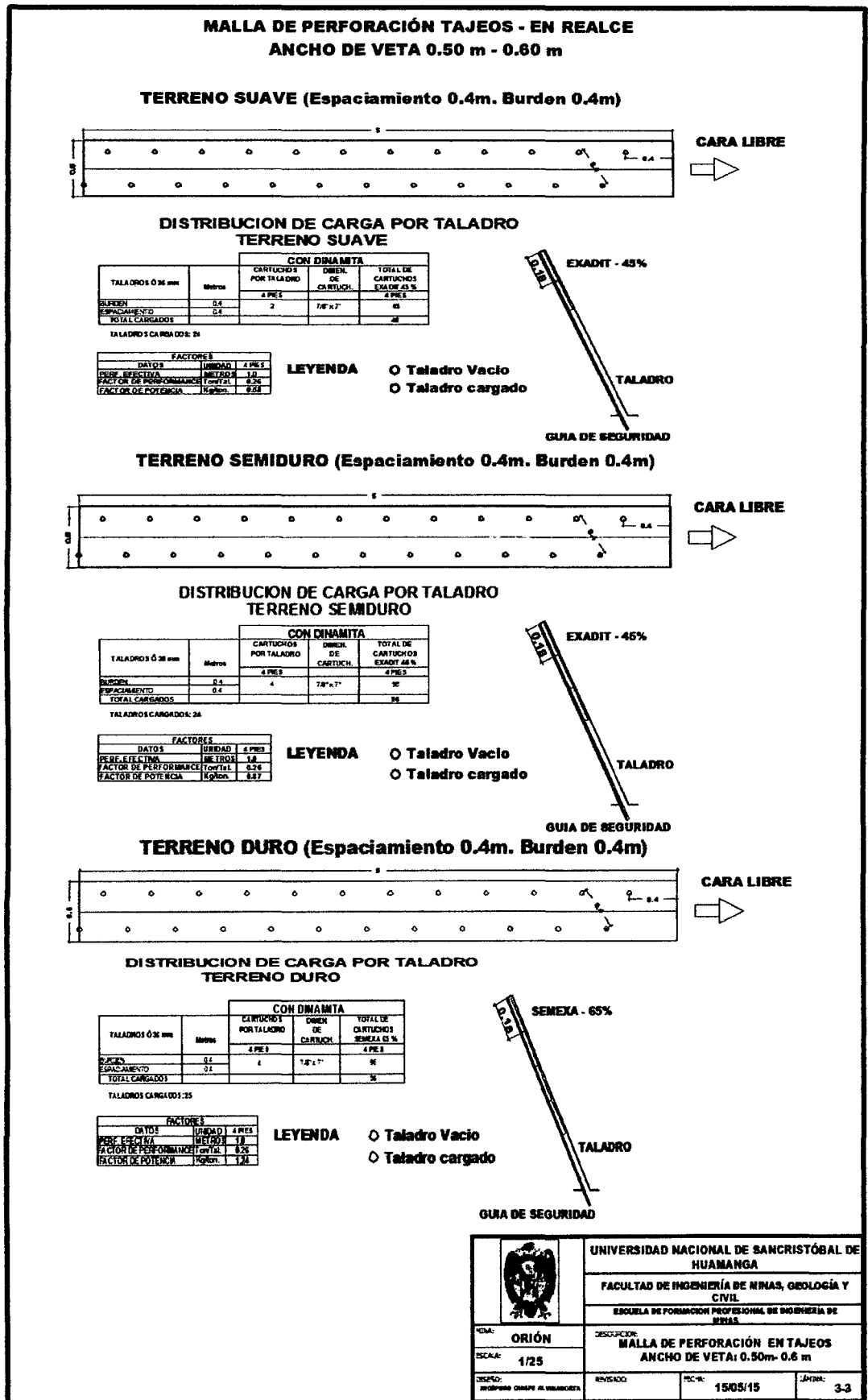


Grafico N° 3.4: Mallas de Perforación en Tajeos-Realce. Alternado

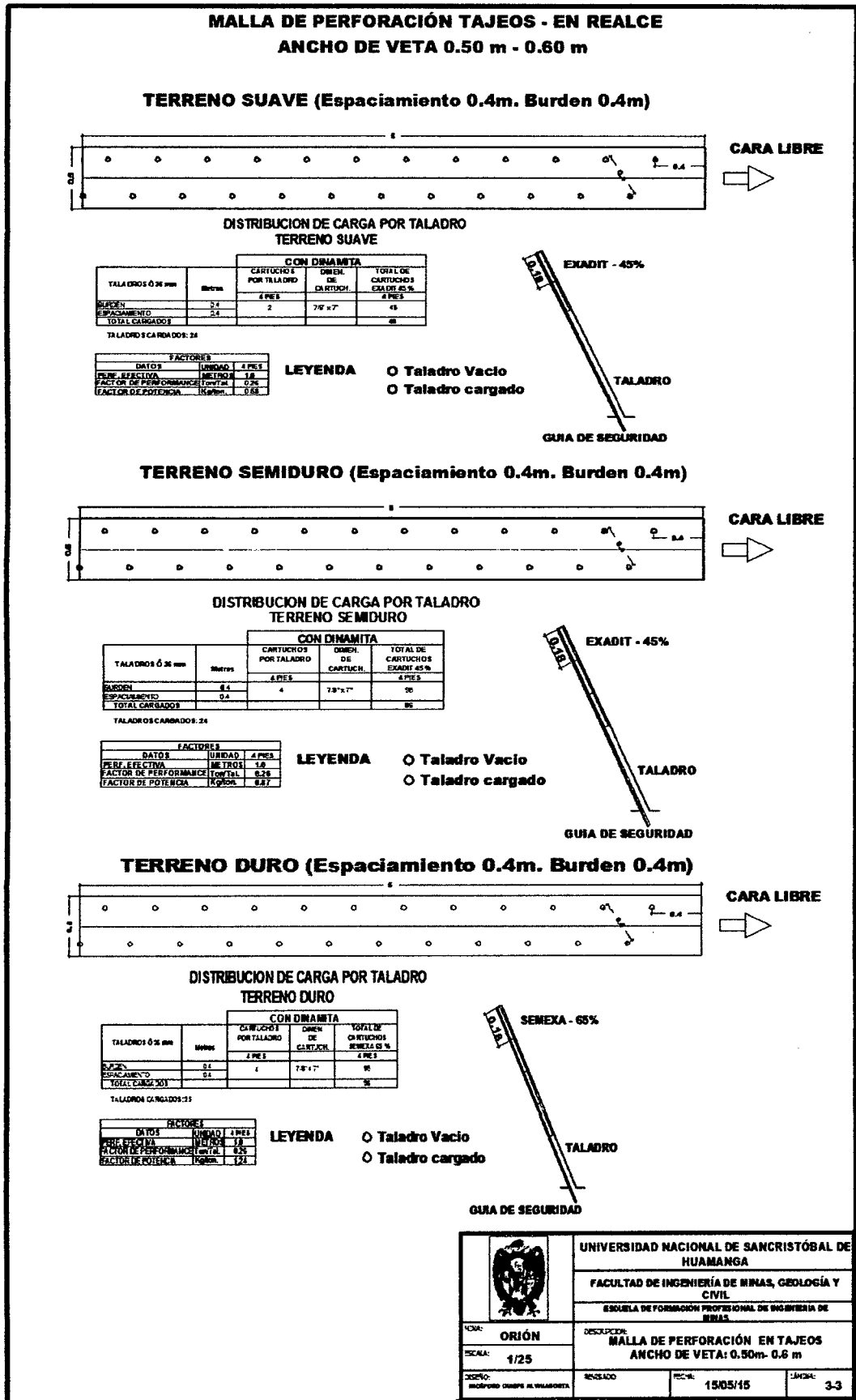
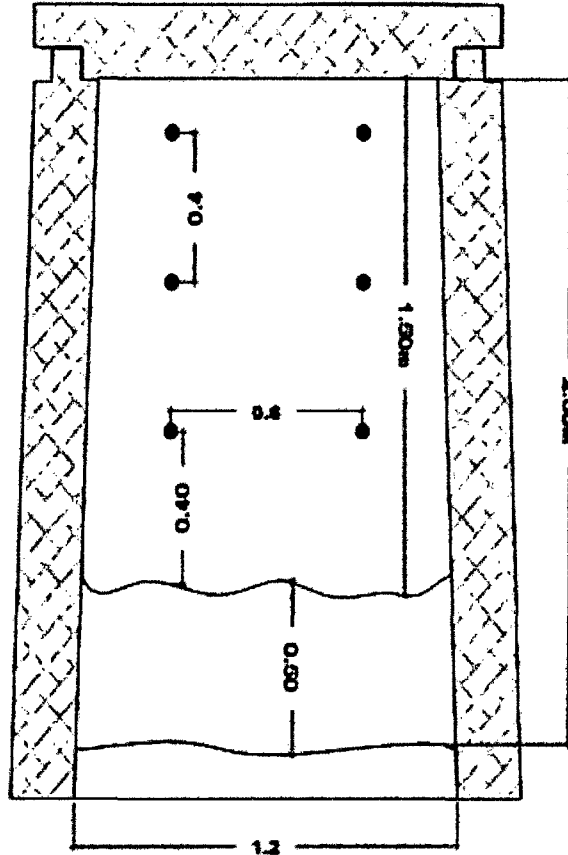


Grafico N° 3.5: Mallas de Perforación en Tajeos-Breasting.

**MALLA PARA TAJEOS  
EN BREASTING  
ANCHO DE VETA 1.0m - 1.20 m**



**DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO  
BURDEN 0.4 m ESPACIAMIENTO 0.6 m  
ROCA SUAVE**

TALADROS Ø 38 mm	NUMEROS DE TALADROS	CARTUCHOS POR TALADRO	DIMEN. DE CARTUCH.	TOTAL DE CARTUCHOS EXADIT 45%
		5 PIES		5 PIES
PRIMERA SALIDA	2	4	7/8" x 7"	8
SEGUNDA SALIDA	2	4	7/8" x 7"	8
TERCERA SALIDA	2	4	7/8" x 7"	8
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>			<b>24</b>

FACTORES		
DATOS	UNIDAD	5 PIES
PERF. EFECTIVA	METROS	1.5
FACTOR DE PERFORMANCE	Ton/Tal.	1.01
FACTOR DE POTENCIA	Kg/ton.	0.30

**LEYENDA**

- Taladro Vacio
- Taladro cargado

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL		
	ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
MINA: <b>ORION</b>	DESCRIPCIÓN: <b>MALLA DE PERFORACIÓN EN TAJEOS ANCHO DE VETA: 1.0m-1.20 m</b>		
ESCALA: <b>1/15</b>	REVISADO:	FECHA: <b>15/05/15</b>	LÁMINA: <b>3-5</b>
DISÑO: MICAFORO QUISEP ALVAREZ			

o

### **Cálculo de Número de taladros (NT):**

Es muy importante tener en cuenta el ancho, alto de la sección, punto de dirección y la gradiente; de manera que no se alteren los estándares establecidos y se optimice el avance lineal. Para labores horizontales como galerías, cruceros y cortadas se tiene los siguientes estándares principales:

- 1 Sección del frente: 7' x 8' ó 2.10 m x 2.40 m.
- 2 Gradiente de salida a superficie: 5 por 1000
- 3 Cuneta: 0.25 m de profundidad y 0.25 m de ancho (en la caja piso)
- 4 Taladros de 2' de profundidad en los hastiales para servicios, cada 3 m de avance:
  - Para tuberías de aire y agua en la caja piso, a 1.3 m de altura.
  - Para cable de energía en la caja techo, a 1.5 m de altura.
  - Para manga de ventilación en la corona de la sección.
  - Para manga de ventilación en la corona de la sección.

### **Cálculo de Número de taladros (NT):**

Para determinar el número de taladros para un frente cualquiera sea la sección, se toma el método más común:

$$NT = \frac{P}{C} + (K * S); \text{Unid.}$$

Dónde:

NT = N° de taladros

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

S = Sección del frente o cara libre (m<sup>2</sup>)

K = Coeficiente o factor de roca

C = Distancia entre los taladro periféricos (m)

o

**Tabla N° 3.1: Valores de K y C**

Tipo de roca	C (m)	K
Friables	0.70- 0.75	1
Semi-dura	0.60 – 0.65	1.5
Competentes	0.50 – 0.55	2

#### **Distancia entre Taladros:**

Las distancias se determinan como consecuencia del número de taladros y el área del frente.

Normalmente las distancias varían de:

- 15 cm a 30 cm para arranques
- 60 cm a 90 cm para ayudas
- 50 cm a 70 cm para cuadradores

Los taladros como cuadradores y alzas en un frente normalmente se perforan a unos 20 cm a 30 cm del límite de las paredes, para evitar la sobre rotura.

#### **3.4.2 VOLADURA**

Después de la perforación se realiza el carguío de los taladros para la voladura, utilizando dinamita Semexa 65% ,Exadit 45 % y mecha rápida, tratando de obtener una buena voladura y una mejor fragmentación También se utiliza Fulminante No 8 y Mecha Lenta, dependiendo de la calidad de la roca y con la finalidad de realizar una limpieza rápida de la carga.

En las operaciones de Mina Orión se emplean explosivos SEMEXA 65% Y EXADIT DE 45%

**SEMEXA 65%** de la que indicaremos algunas de sus características.

- Peso neto/caja =25 kg.
- Numero de cartuchos por caja = 308unidades
- Densidad = 1.2 g/cc
- Velocidad de detonación = 4200 m/s.

o

- Presión de detonación = 70Kbar
- Calor = 932 Kcal/Kgr.
- Dimensiones = 7/8" x 7".

**EXADIT 45%** de la que indicaremos algunas de sus características.

- Peso neto/caja =25 kg.
- Numero de cartuchos por caja = 328unidades
- Densidad = 1.12 g/cc
- Velocidad de detonación = 3400 m/s.
- Presión de detonación = 44Kbar
- Dimensiones = 7/8" x 7".

En cuanto a los accesorios de voladura se utilizan productos FAMESA como son:

1. Mecha de seguridad o guía lenta.
2. Mecha rápida.
3. Fulminante N° 8
4. Conectores.

El carguío de taladros en la UEA Orión es de forma manual, con la ayuda de atacadores; el chispeo en labores de reducida sección es únicamente con guía lenta o mecha de seguridad pero cuando las condiciones de la labor requieran mayor seguridad se utilizan guía rápida y conectores.

#### **Cantidad y Distribución de Carga:**

La cantidad de carga depende de la dureza de la roca, de la dimensión de sección, número, diámetro y longitud del taladro, tipo de explosivo e iniciador a emplearse. Se debe tener muy en cuenta que la cantidad de explosivo utilizada por m<sup>3</sup> de roca volada disminuye cuando más grande sea la sección y aumenta cuanto es más dura la roca.

**Tabla N° 3.2: Relación de Explosivo y Área de Excavación**

Área Taladro (m <sup>2</sup> )	Explosivo Estimado (Kg/m <sup>3</sup> )		
	Dura	Inter-medio	Blanca
De 1 a 5	2.6 a 3.2	1.8 a 2.3	1.2 a 1.6
De 5 a 10	2.00 a 2.6	1.4 a 1.8	0.9 a 1.2
De 10 a 20	1.65 a 2.0	1.1 a 1.4	0.5 a 0.9

Fuente: Exsa

**EJEMPLO APLICATIVO:**

Determinar la cantidad de carga por taladro considerando los siguientes datos técnicos:

**Datos:**

Labor	: Cx 590
Tipo de roca	: Semi-dura
Sección	: 7' x 8'(2.1mx2.4m)
Longitud Taladro	: 6 pies
Avance por disparo	: 1.60 m
Área del frente	: 5.04 m <sup>2</sup>
Fact. Esponjamiento	: 1.5-2.5

**a.- Cálculo de Número de taladros:**

Aplicamos la fórmula siguiente:

$$NT = \frac{P}{C} + (K * S); \text{Unid.}$$

Dónde:

NT = N° de taladros

P =  $\sqrt{(S)} \times 4$

S = Sección del frente o cara libre (m)

K = Coeficiente o factor de roca

C = Distancia entre los taladro periféricos (m)

o

Dando valor a las variables de la fórmula:

$$S = 5.04\text{m}^2$$

$$4.60\text{M}^2$$

$$K = 1.5 \text{ (ver cuadro 3-1)}$$

$$C = 0.60\text{m} \text{ (ver cuadro 3-1)}$$

Reemplazamos la fórmula:

$$NT = \frac{\sqrt{(2.1\text{m} \times 2.4\text{m}) \times 4 + (1.5 \times 2.1\text{m} \times 2.4\text{m})}}{0.6\text{m}}$$

$$NT = 22,5 = 23 \text{ taladros}$$

**b.- Cálculo de pies perforados por disparo:**

$$\text{Pies perf. /disp.} = 6 \times 0.90 \times 23$$

$$= 124\text{pies}$$

**c.- Cálculo del volumen por disparo en situ:**

$$\text{M}^3 \text{ /disp.} = 2.1\text{m} \times 2.4\text{m} \times 1.60\text{m}$$

$$= 8.064\text{m}^3$$

**d.- Cálculo del volumen arrancado por disparo:**

$$\text{M}^3 \text{ /disp.} = 2.1\text{m} \times 2.4\text{m} \times 1.60\text{m} * 1.5$$

$$= 12\text{m}^3$$

**e.- Cálculo de cantidad de carga (Kg)/disp. Para el frente:**

Según el cuadro 3-2, se tiene la siguiente relación matemática:

$$5 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad 1,4 \text{ Kg/m}^3$$

$$5.04 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad x$$

$$10 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad 1.8 \text{ Kg/m}^3$$

Luego:

$$5.04 - 5 \quad \quad X - 1.4$$

$$\text{-----} \quad = \quad \text{-----}$$

$$10 - 5 \quad \quad 1.8 - 1.4$$

$$\Rightarrow x = 1.40 \text{ Kg/m}^3$$

Aplicamos la relación matemática, para estimar la cantidad de carga explosiva necesaria por disparo:

$$QF = V \times Kg/m^3$$

Dónde:

QF = Carga requerida para el frente (Kg)

V = Volumen de material a mover (m3)

Kg/m<sup>3</sup> = Carga requerida por m3 de material

Luego:

$$QF = 5.04 \text{ m}^2 \times 1.60 \text{ m} \times 1.4 \text{ Kg/m}^3$$

$$QF = 11.32 \text{ Kg de Dinamita}$$

f.- Calculo de cantidad de carga (Kg) por taladro:

$$Qt = QF / (NT - NA)$$

Dónde:

Qt = Carga requerida por taladro (Kg)

QF = Carga estimada para el frente (Kg)

NT = Número total de taladros (und)

NA = Número de tal. como alivios (und)

Luego se tiene:

$$Qt = 11.32 \text{ Kg} / (23-1) \text{ tal.}$$

$$Qt = 0,51 \text{ Kg/tal.}$$

Tabla N° 3.3: Distribución de Carga en Malla Para Roca Semi Dura

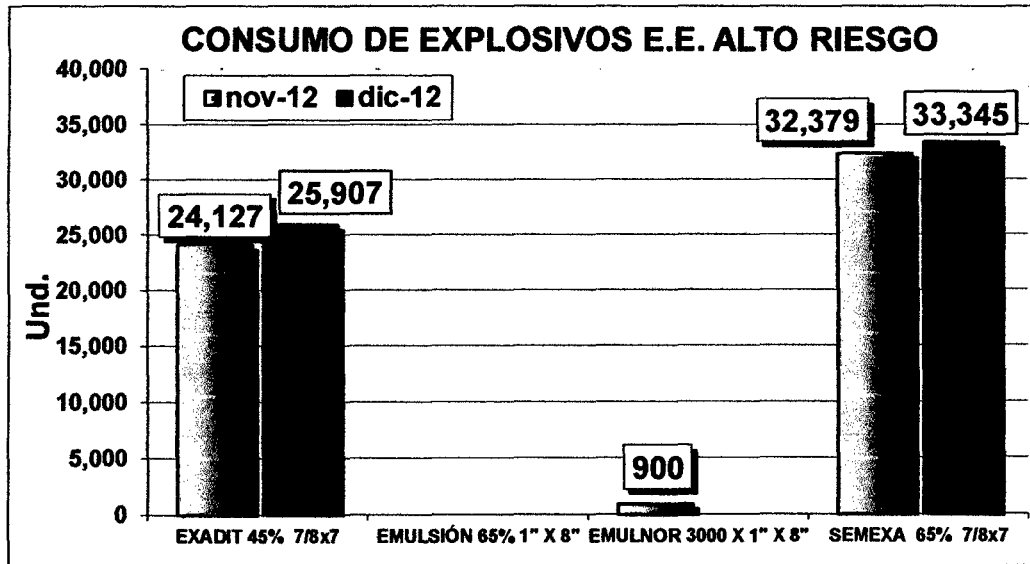
N° Tal	Datos	Kg/m <sup>3</sup>	N° Carros	N° Carros	Kg Dinamita
4	Arranque	0.648	8	32	2.592
4	1er Ayuda	0.567	7	28	2.268
4	2da Ayuda	0.486	6	24	1.944
4	Cuadradores	0.324	4	16	1.296
4	Arrastre	0.648	8	32	2.592
2	Alza	0.324	4	8	0.648
	<b>TOTAL</b>				<b>11.32</b>

**Tabla N° 3.4. Distribución de carga en la malla de perforación**

N° Tal.	Dates	Diámetro Taladro	Kg/tal	Carga/tal	N° Car.	Kg Dinamita
1	Alivio	0.039	-	-	-	-
4	Arranque	0.039	0.648	8	32	2.592
4	1er. Ayuda	0.039	0.567	7	28	2.268
4	2da. Ayuda	0.039	0.486	6	24	1.944
4	Cuadradores	0.039	0.324	4	16	1.296
4	Arrastres	0.039	0.648	8	32	2.592
2	Alzas	0.039	0.324	4	8	0.648

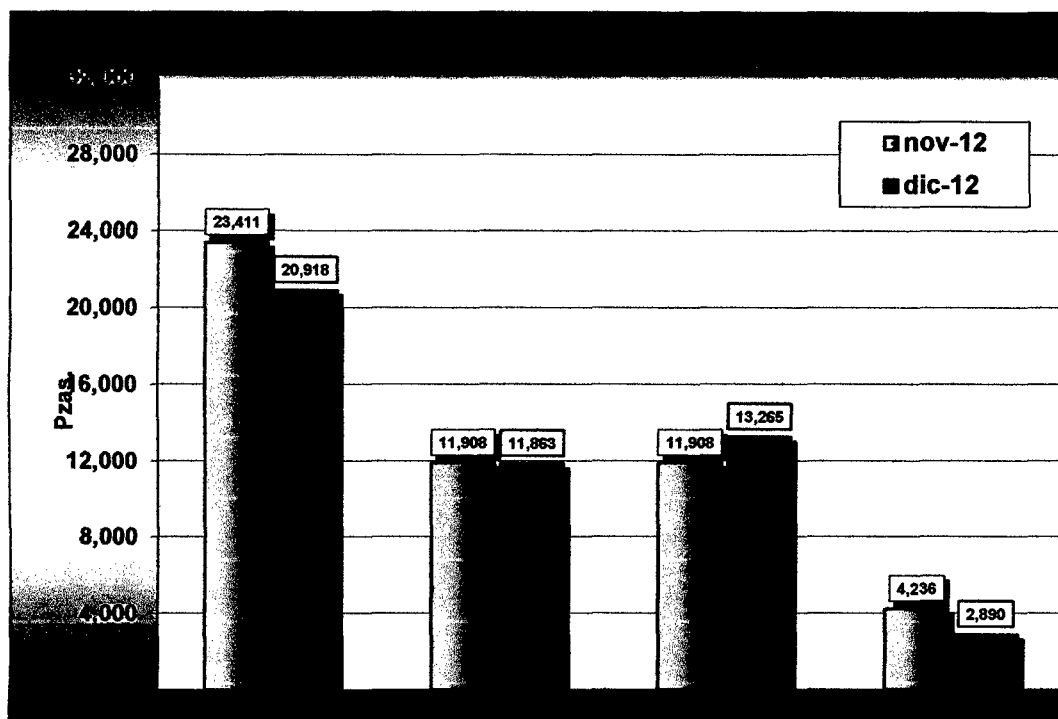
Al resultado para los taladros de arranque dar un incremento de 1.378 a 1,6 veces de carga promedio y disminuir en dicha proporción los taladros de ayuda, cuadradores y alzas según condiciones como calidad de roca o resultados de disparo anterior.

**Tabla 3.5: Consumo de Explosivos.**



o

**Tabla 3.6: Consumo de Accesorios de Voladura.**



### CONTROL DE AVANCES

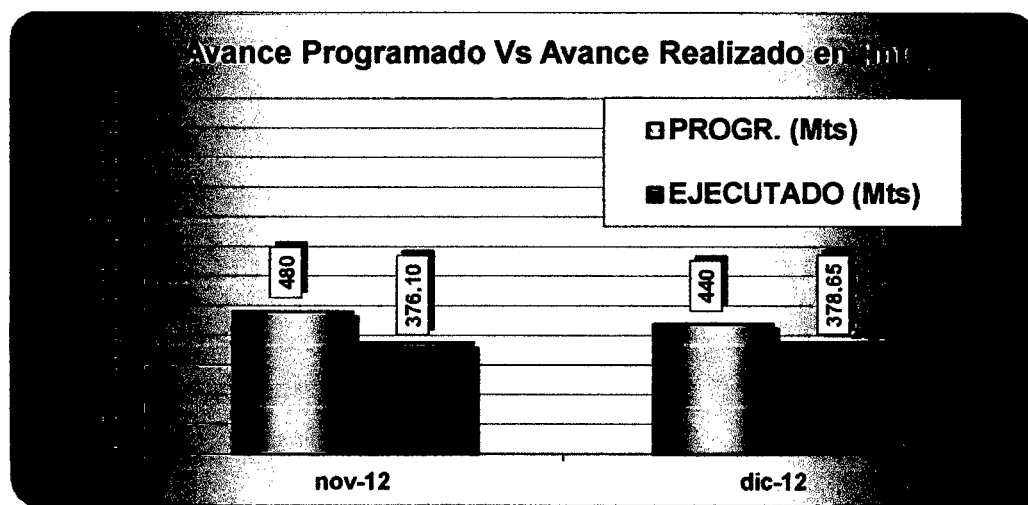
Los avances de las labores de exploración, Desarrollo y Preparación es necesario controlar por:

- Cumplimiento de metas programadas.
- Prioridad operacional o geológica.

El control de avances se realiza generalmente en base a las mediciones, semanales y mensuales programadas según el pre y el planeamiento mensual. Así mostramos el Tabla N° 3.7 que indica el metraje programada de avance mensual y el porcentaje de cumplimiento según lo programado.

Según el indicador estadístico obtenido se hará el análisis respectivo para las correcciones respectivas de la funcionabilidad de los estándares de la mina.

**Tabla N° 3.7: Programado Vs Ejecutado**



### **3.4.3. LIMPIEZA Y ACARREO**

La limpieza y acarreo de mineral en los tajeos, hacia los buzones se realiza a mano (paleando) directamente a la tolva o carretilla, la limpieza y relleno se realiza a base de carretilla, en algunos casos se emplea winche de arrastre para el relleno. Esto nos permite una mejor selectividad y un mayor porcentaje de recuperación, así mismo la extracción de buzones de las chimeneas en cada nivel se realiza a base de locomotoras.

Una vez ventilado, regado y desatado la labor, se empieza con la operación de limpieza. Para lo cual contamos con palas neumáticas EIMCO 12B y ATLAS; el material a limpiar es llenado a los carros mineros U-35 con capacidades de 1.43 TM respectivamente y es jalado por locomotora hasta los echaderos y a tajos para relleno cuando se requiere. Si estamos corriendo galerías si la ley de veta justifica es trasladado a buzones de mineral que en cada nivel tenemos implementado.

Una vez dejado limpio el frente se para la collera de riel de ser necesario y se coloca cuadros de sostenimiento si el terreno lo amerita antes de la perforación.

### **GRADIENTE Y PUNTO DE DIRECCIÓN**

En labores horizontales como cruceros, galerías, etc. La gradiente se lleva a un metro con respecto a la cabeza de la riel en ambos hastiales, se hace con la finalidad de controlar la pendiente de la labor, en Orión la pendiente con que trabajamos es de 5

o

por 1000, esto quiere decir que por cada 10 metros que avanzamos debemos subir 5 cm. con respecto a la horizontal; Los puntos de dirección son dos puntos fijos que se colocan en la corona de la labor acercándose al tope de acuerdo al avance del frente, desde estos puntos se suspenden cuerdas para alinearlos y marcar en el frente la línea que se proyecta a través de esos puntos y tomarlo como eje central de la labor.

### **COLOCACIÓN DE DURMIENTES Y RIELES**

Se colocan los durmientes en forma transversal al eje de la labor a 0.70m de luz con profundidades de 0.25 m. y sobre ellos las rieles con una luz de aproximadamente 0.501 m. siempre tomando en consideración la gradiente, en caso de correr labores con punto de dirección, la colocación de rieles de hace mucho más dinámica mientras que en las galerías se hace más compleja por las deflexiones y caprichos en el rumbo de nuestras vetas y requieren santiagarlas

En los frentes donde la sección es 7' x 8' ó 2.10 m. x 2.40 m. se emplean los equipos de limpieza convencionales como palas neumáticas EIMCO 12B ,ATLAS Y carros mineros tipo U-35 de volteo lateral tipo balancín, con una capacidad teórica de 1 m<sup>3</sup> (35 pies<sup>3</sup>) y un peso de 1.6 TM. Estos carros son propulsados por una locomotora de acumuladores, a continuación especificaremos las características de las palas neumáticas que se operan en Orión.

### **PALAS CARGADORAS SOBRE VÍA**

Son equipos de limpieza por volteo posterior, simples que van sobre rieles durante la operación, es accionado por energía neumática, son fáciles de operar en la limpieza de mineral y desmonte en labores de avance como cruceros y cortadas. Estas palas cargadoras están diseñadas para usarlas con carros mineros jalados por locomotoras. En el Trabajo la pala se introduce en el material suelto, luego la máquina retrocede y al mismo tiempo la cuchara se levanta y vuelca hacia atrás la carga al carro minero, el cuerpo del operador puede girar con la pala en ángulo de 45°. La Palas más usada en esta empresa son las EIMCO 12-B y ATLAS COPCO LM-36, todas accionadas con aire comprimido de 80 Psi, sus características se describen a continuación:

**Tabla 3.8. Características de las Palas Mecánicas**

<b>EQUIPO</b>	<b>EIMCO 2B</b>
Capacidad de cuchara(m <sup>3</sup> )	0.14
Motor de tracción (hp)	8.7
Motor de cuchara (hp)	9.8
Velocidad de marcha (m/min)	60
Ancho de la vía(m)	0.50
Consumo de aire (cfm)	210
Presión de trabajo (psi)	85
peso riel (lb/yd(	30/45
Area de trabajo (mxm)	> 1.8x2.10
Nivel de trabajo	1960- 2020



**Imagen N° 3: Pala Eimco 12b**

**CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA PALA Y  
TIEMPO DE ABASTECIMIENTO DE AIRE.**

Labor : CX 590  
Sección : 7' x 8'.  
Nivel : 2020  
Pala : EIMCO  
Carros Mineros : U-35  
Capacidad teórico de la pala (CTP) : 0,14 M3  
Capacidad teórico del carro (PTC) : 1m3  
Factor de llenado al carro (fl) : 80 %  
Ciclo de pala (carguío-descarga de cuchara (t1)): 35 s → 0.58 min  
Tiempo promedio cambio carro llenado por vacío (t2): 2,50 min  
Factor de esponjamiento (fe): 1,50

Determinar:

**Rendimiento de la pala:**

$$RP = \frac{CRC}{T_{carro}}; m3 / h$$

Dónde:

**RP** = Rendimiento de la pala

**CRC** = Capacidad real del carro

**CRC** = (CTP x fl)/fe; m3

**CTP** = Capac. Teórica de la pala (0,14 m3)

**fl** = Factor de llenado; depende del grado de fragmentación, pericia del operador, estado de máquina, oscila de 0,50 a 0,80.

**fe** = Factor del esponjamiento (fragmentación), oscila de 1,10 a 2,50.

o

$$\text{CRC} = (1\text{m}^3 \times 0,8)/1,5 = 0,53 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Tcarro} &= \text{Tiempo de carga a cada carro} \\ &= ((\text{CRC}/\text{CRP}) \times t_1) + t_2; \text{ min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CRP} &= \text{Capacidad real de pala} \\ &= (\text{CTP} \times \text{fl})/\text{fe}; \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{CTP} = \text{Capacidad teórica de pala}$$

$$\text{CRP} = (0,14 \text{ m}^3 \times 0,8)/1,5 = 0,07 \text{ m}^3$$

$$t_1 = \text{Duración del ciclo de carguío-descarga de la cuchara} = 0.58 \text{ min.}$$

$$t_2 = \text{Tiempo prom. del cambio del carro llenado por el vacío} = 2.5 \text{ min}$$

Dónde:

$$0,53 \text{ m}^3$$

$$\text{Tcarro} = \left( \frac{\text{-----}}{0,07 \text{ m}^3} \times 0.58 \text{ min} \right) + 2.5 \text{ min}$$

$$\text{Tcarro} = 6.89 \text{ min}$$

Así mismo se tiene:

$$\text{RP} = \frac{0,53\text{m}^3}{6.89 \text{ min}} = 0,08 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{RP} = 4.6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

De aquí calculamos el tiempo de paleo total en el crucero 590 para el abastecimiento de aire comprimido.

La sección de la labor es de 7' x 8' y el avance es de 1.60 m.

$$\text{Volumen total disparado: } A \times H \times Av. \times fe$$

$$2.1 \text{ m} \times 2.4 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} \times 1.5 = 12 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$12 \text{ m}^3$$

$$\text{-----} \rightarrow 2.5 \text{ horas} = 2 \text{ horas } 30 \text{ min.}$$

$$4.8 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

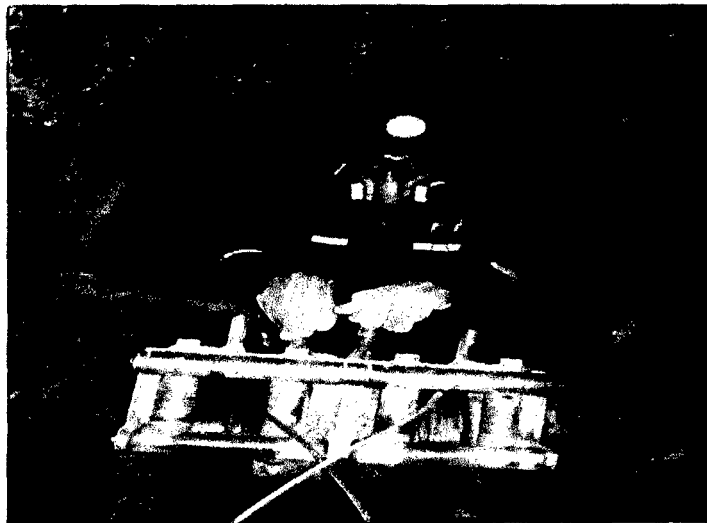
o

Concluimos que el tiempo mínimo requerido de abastecimiento de aire para la pala es de 2 horas y media.

#### **3.4.4. RELLENO**

El relleno utilizado en la mina es el detrítico, producto del desmonte, resultado de los avances de exploraciones y desarrollos mina. El material estéril es trasladado en carros mineros tipo U35, jalados por locomotoras, hasta las chimeneas de relleno de los tajos. En el tajo es tendido mediante el rastrillo del Winche eléctrico sistemáticamente hasta quedar con la altura adecuada para realizar el carguío y disparo del siguiente corte.

El tipo de corte, ocasiona una pequeña variación en la secuencia de minado que es la siguiente:



**Imagen N° 4: Rastrillo de 10Hp**

**BREASTING:** Limpieza – Sostenimiento – Perforación – voladura y relleno (al final del corte).

**REALCE:** Limpieza – Sostenimiento – Perforación – Relleno – Voladura (al final del corte).

o

### **3.4.5. SOSTENIMIENTO**

La estabilidad de la roca circundante a una excavación simple como un tajeo, una galería, un crucero, un By pass, etc. depende de los esfuerzos y de las condiciones estructurales de la masa rocosa detrás de los bordes de la abertura. Las inestabilidades locales son controladas por los cambios locales en los esfuerzos por la presencia de rasgos estructurales y por la cantidad de daño causado a la masa rocosa por la voladura. En esta escala local, el sostenimiento es muy importante porque resuelve el problema de la estructura de la masa rocosa y de los esfuerzos, controlando el movimiento y reduciendo la posibilidad de falla en los bordes de la excavación.

Se emplean Split set de 5 pies, cuadros de madera, malla Electrosoldada; todos estos elementos son utilizados para minimizar las inestabilidades de la roca alrededor de las aberturas.

#### **3.4.5.1 TIPOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEADO**

##### **1. Sostenimiento Pasivo:**

- Cuadro completo ( rectos y cónico)
- Cuadro cojo
- Puntal de seguridad.

##### **2. Sostenimiento Activo:**

- Sostenimiento con Split set.
- Sostenimiento con mallas electro soldadas.

#### **3.4.5.2 SOSTENIMIENTO PASIVO CON MADERA**

En los tajeos de producción a medida que se va realizando un corte, paulatinamente se sube los caminos y buzones, para el cual se realizan trabajos de madera que consiste en el colocado de Puntales de Línea y caras enrejadas y entabladas en caso de ser buzón camino y puntales de línea y caras enrejadas cuando son buzones, cuando el terreno o cajas son maso menos consistentes. En terrenos o cajas incompetentes se colocan cribenes de luz 1x1 Mt en caminos y 1x0.70 Mts en

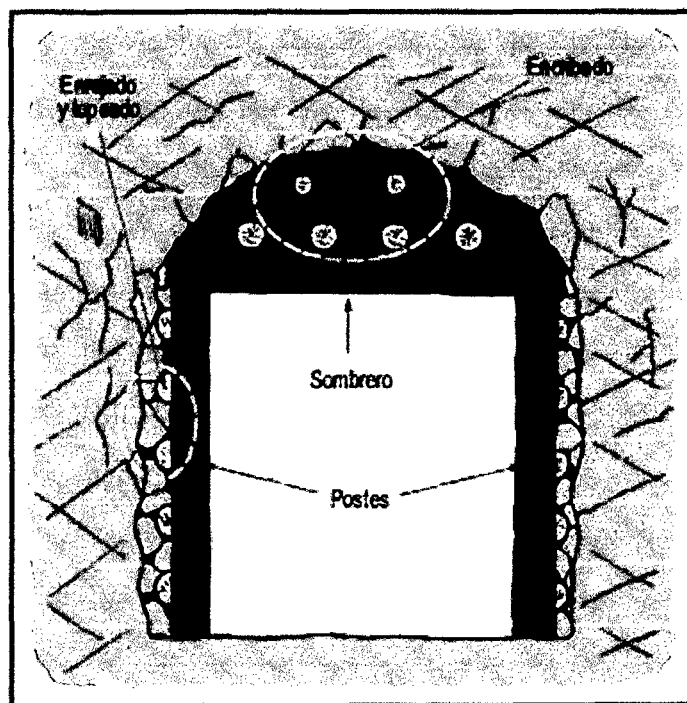
o

buzones. La madera que se emplea es Eucalipto con diámetro de 6” a 8” para los puntales de Línea., Muchas veces se combinan con cuadros completos y cojos y se pueden pasar de puntales de línea a encribados, dependiendo de la competencia de las cajas.

- **CUADROS RECTOS**

Son usados cuando la mayor presión procede del techo. Están compuestos por tres piezas: un sombrero y dos postes, asegurados con bloques y cuñas, en donde los postes forman un ángulo de 90° con el sombrero. En ciertos casos los postes van sobre una solera. Estos cuadros están unidos por los tirantes, los cuales determina el espaciamiento de los mismos, que varía de 2 a 6 pies, según la calidad del terreno. Para completar el sostenimiento se adiciona encribado en el techo, generalmente madera redonda y el enrejado en los hastiales con madera redonda, semi redonda o entablado.

En labores de avance horizontal o sub horizontal, los postes instalados verticalmente en labores con buzamiento (mineral), los postes son instalados en forma paralela al buzamiento, de tal manera que el sombrero quede perpendicular a las cajas.



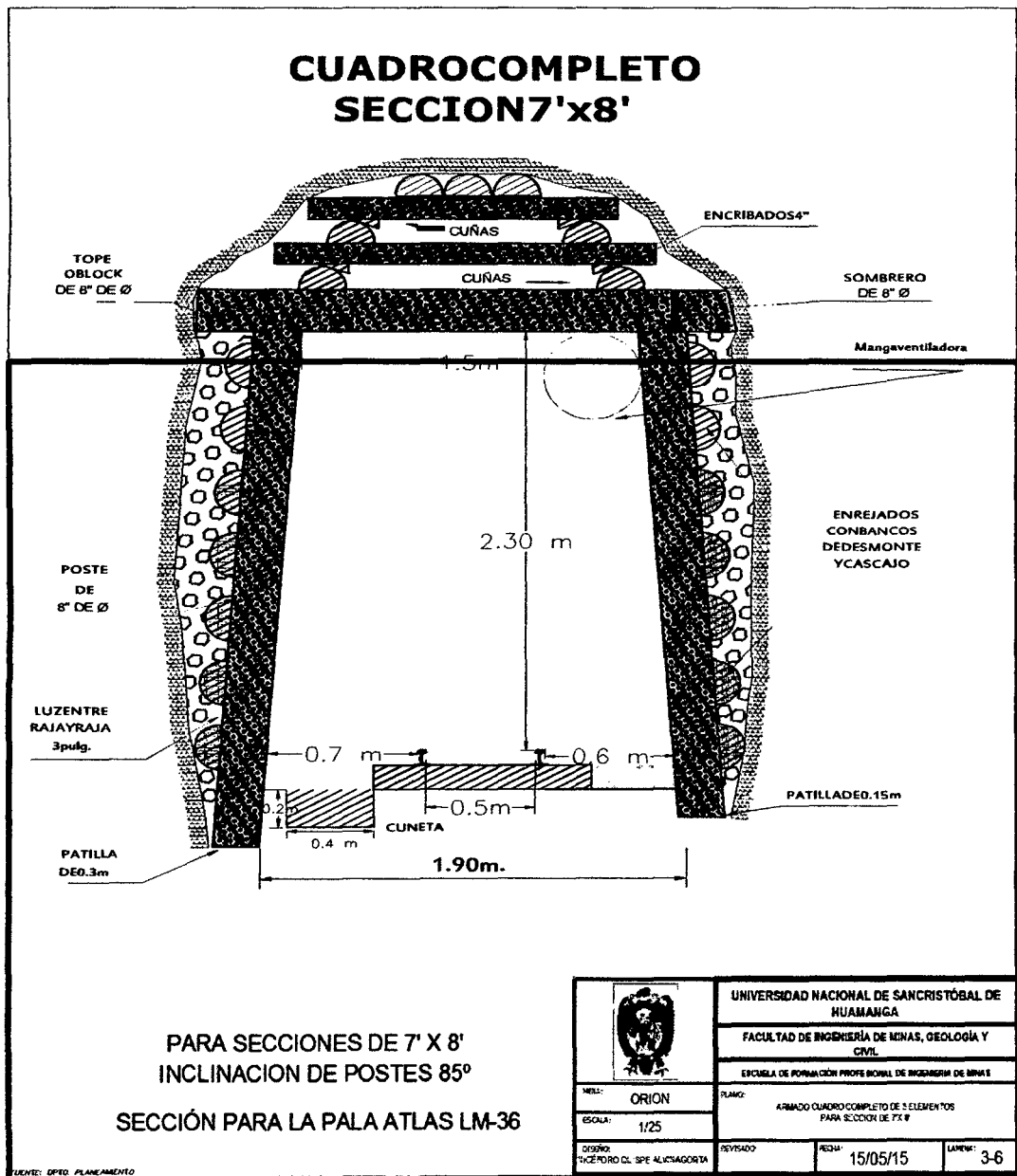
**Imagen N° 5: Cuadro recto**

o

• **CUADROS CÓNICOS**

Son usados cuando la mayor presión procede de los hastiales. La diferencia con los cuadros rectos, solo radica en el hecho de que en los cuadros cónicos se reduce la longitud del sombrero, inclinando los postes, de tal manera que se forme ángulos de 78° a 82° respecto al piso, quedando el cuadro en forma trapezoidal.

**GRAFICO N° 3.6 Cuadro completo para una sección de 7' x 8'**



**Fuente:** Planeamiento- mina orión

o

### CUADROS COJOS

Estos están compuestos por un solo poste y un sombrero. Se utilizan en vetas angostas menores de 3 m de potencia. Su uso permite generar espacios de trabajo. Pueden ser verticales o inclinados según el buzamiento de la estructura mineralizada. Estos cuadros deben adecuarse a la forma de la excavación para que cada elemento trabaje de acuerdo a las presiones ejercidas por el terreno.

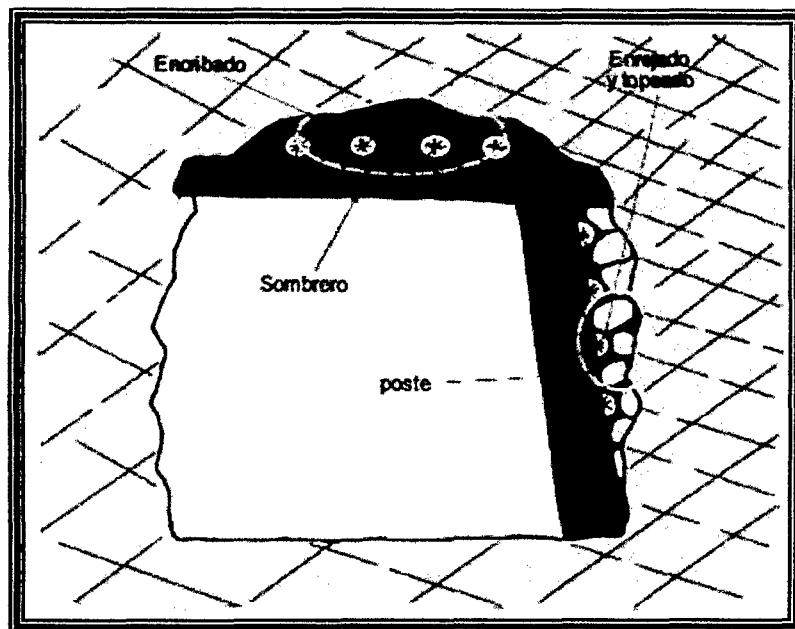


Imagen N°06: Cuadro cojo

Tabla N° 3.9: Características de la Madera.

Madera	Diámetro x longitud (Pulg. x pie)	Uso
Redondos	8" x 10'	Cuadros
Redondos	8" x 8'	Cuadros
Redondos	7" x 8'	Cuadros
Redondos	6" x 8'	Puntales
Redondos	5", 4", 3" x 8'	Cribbing
Tablas	2" X 8" X 8'	Entablados
Tablas	3" X 8" X 8'	Entablados

### 3.4.5.3 SOSTENIMIENTO ACTIVO CON SPLIT SET

El Split set consiste en un tubo rasurado a lo largo de su longitud, uno de los extremos es ahusado y el otro lleva un anillo soldado para mantener la platina. Al ser

o

introducido el perno a presión dentro de un menor diámetro, se genera una presión radial a lo largo de toda su longitud contra las paredes del taladro, cerrando parcialmente la ranura durante este proceso. La fricción en el contacto con la superficie del taladro y la superficie externa del tubo rasurado constituye el anclaje, el cual se opondrá al movimiento o separación de la roca circundante al perno, logrando así indirectamente una tensión de carga.

Estos son utilizados para sostener galerías, cruceros y otros trabajos de desarrollo, en condiciones de roca fracturada a intensamente fracturada y/o débil, de calidad mala a muy mala y en condiciones de altos esfuerzos. Si las labores son conducidas en mineral, el enmaderado debe ser más sustancial para mantener la presión y el movimiento de la roca en los contornos de la excavación.

El diámetro de los tubos ranurados varía de 35 a 46 mm, con longitudes de 5 a 12 pies. Pueden alcanzar valores de anclaje de 1 TM a 1,5 TM por pie de longitud. Los Split sets son usados mayormente para reforzamiento temporal, usualmente conformando sistemas combinados de refuerzo en terrenos de calidad regular a mala. En roca intensamente fracturada y débil no es recomendable su uso.

Su instalación es simple, solo se requiere de máquinas jackleg. Proporciona acción de refuerzo inmediato después de su instalación y permite una fácil instalación de la malla.

El diámetro del taladro es crucial para su eficacia, el diámetro recomendado para los Split sets de 39 mm es de 35 a 38 mm, con diámetros más grandes se corre el riesgo de un anclaje deficiente y con diámetros más pequeños es muy difícil introducirlos. Son susceptibles a la corrosión en presencia de agua, a menos que sean galvanizados.

#### **3.4.5.4 SOSTENIMIENTO CON MALLA ELECTROSOLDADA**

La malla electrosoldada consiste en una cuadrícula de alambres soldados en sus intersecciones, generalmente de N° 10/08, con cocadas de 4" x 4", construidas en material de acero negro que pueden ser galvanizadas. La malla viene en rollos o en planchas. Los rollos tienen 25 m de longitud por 2 m de ancho y las planchas usualmente tienen 3 m de longitud por 2 m de ancho. (Imagen N°07).

o



**Imagen N° 07: Sostenimiento con Split Sets y Malla**

### **3.4.6. EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE MINERAL**

El mineral depositado en tolvas de los tajos es trasladado a los echaderos principales, a través de locomotoras a batería hacia las tolvas superficiales y desde este punto es transportado hacia planta mediante volquetes para su tratamiento y beneficio final.



**Imagen N° 08: Carros Mineros U-35**

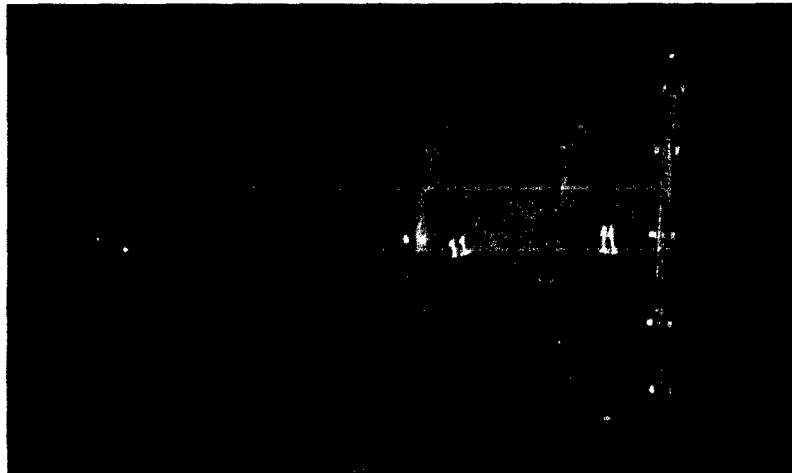
**Imagen N° 09: Transporte de mineral**

### **3.5 SERVICIOS AUXILIARES**

#### **3.5.1 VENTILACION**

Con la finalidad de mantener una labor limpia y saludable se implementó ventiladores eléctricos de 5,000 CFM con una potencia de 10 HP ubicados estratégicamente en el Nv – 3, Nv-1, Nv-1690, Nv 1650, Nv 1960 Nv-2020 y Nv – 2070 con ductos de mangas de polipropileno de 18” de diámetro que nos permitan evacuar los gases de la voladura en forma total y mantener la labor fresca y limpia

Adicionalmente utilizamos el aire comprimido especialmente en Chimeneas como tercera línea con Ys invertidos a cada 5 metros para evacuar gases desde el tope de la labores y para complementar la ventilación tenemos ventiladores de tipo pito de 1.5HP exclusivamente para chimeneas y sub niveles de exploración es para evacuar gases desde el tope de las labores



**Imagen N° 10: ventilador 5, 000 CFM**

#### **3.5.2 SEGURIDAD**

ANALYTICA MINERAL SERVICES, de la U.E.A. Orión S.A.C. dedicada a la explotación de mineral de oro, consecuente con su estrategia de desarrollo sostenible. Está comprometida a producir con el máximo grado de seguridad y salud ocupacional preservando el medio ambiente, con calidad y promoviendo el fortalecimiento de sus relaciones con la comunidad.

o

Creemos en el valor de la persona humana como eje central de la Empresa y que todos los accidentes pueden ser prevenidos con la participación activa de los trabajadores a todo nivel.

Declaramos nuestro compromiso de cumplir con los principios contenidos en la presente Política, que a continuación se exponen:

1.- contar con los recursos y condiciones necesarias para mejorar la Gestión de Riesgos y garantizar condiciones de trabajos seguros saludables y ambientalmente adecuados.

2.- identificar peligros y gestionar los riesgos de seguridad salud ocupacional y ambiental en aplicación del principio básico de prevención. En todas las fases de nuestra actividad minera.

3.- promover el mejoramiento continuo de los procesos de modo que garantice la seguridad y salud Ocupacional del trabajador, en un entorno ambiental adecuado buscando obtener el producto y servicio que requiera el cliente.

4.- cumplir con todas las leyes y reglamentos aplicados y otras normas aceptadas por la organización.

5.- formar integralmente el trabajador buscando mejorar su calidad de vida y su desarrollo profesional, técnico y productivo, ejecutando programas de formación, capacitación entrenamiento. Motivación y cambio de actitud.

6.- promover la participación activa de todos los trabajadores en el logro de los objetivos de seguridad, cuidado de la salud y protección del medio ambiente, generando conciencia de sus derechos y responsabilidad de sus obligaciones.

### **3.5.2.1 METAS Y OBJETIVOS**

#### **A.- METAS DEL 2013**

1.- Minimizar los accidentes en nuestras operaciones mineras durante el año 2013. Alcanzar como valores a nivel de Compañía y Empresas Especializadas los siguientes:

#### **Índices de seguridad:**

Índice de frecuencia	2.0
Índice de severidad	30
Índice de accidentabilidad	06
Accidentes fatales	00

o



2.- propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad salud y medio ambiente de trabajo, a fin de evitar y prevenir daños a la salud de los trabajadores como consecuencia de la actividad laboral.

## **B.- OBJETIVOS EN SEGURIDAD**

1. Elaborar el reglamento interno de seguridad e higiene minera de la unidad.
2. Reducir el número de accidentes por caída de rocas a cero, efectivizando el cumplimiento del cronograma de la campaña de desate de rocas en forma semestral.
3. Identificar y controlar posibles peligros en incendios al 100%.
4. Entrenar a la cuadrilladle Rescate Minero al 80%
5. Mejorar el control de las inspecciones.
6. Hacer más funcional los comités de Seguridad al 100%
7. Capacitar a los trabajadores
8. Elaboración de Estándares y PETS.
9. Identificación de peligros y control de riesgos de las actividades al 70%
10. Mejora los procedimientos mediante el OPT.
11. Cumplir con las disposiciones legales relacionadas con las operaciones de la empresa reglamentos internos que permitan regular el comportamiento frente a las actividades globales y específicas
12. Preparación y respuesta para emergencias ambientales dos simulacros al año.

3.5.2.2 PETS:

Tabla N° 3.10: PETS de desate de rocas en labores horizontales

	<b>PETS N° 003</b> <b>DESATE DE ROCAS EN</b> <b>LABORES HORIZONTALES</b>			
	Área: Mina	Versión: 1		
	Código: MI-3	Página: 3		

OBJETIVO:	REFERENCIA NORMATIVA:	RESPONSABILIDAD:
Prevención de accidentes por caída de roca	-D.S.055-2010.EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería -Reglamento interno de Seguridad	Trabajadores, supervisor de turno, Ing. jefe de guardia, Jefe de operaciones, jefe de mina.

**EPP:** Mameluco con cintas reflectivas, protector de cabeza tipo sombrero con barbiquejo, lentes de protección, respirador anti polvo, guantes de cuero o jebe, correa porta lámpara, botas con punta de acero, tapones de oído. El personal debe ser calificado y entrenado.  
**HERRAMIENTAS :** Barretillas de 4', 6' y 8'

Ítem	Pasos Críticos	Riesgos	Medidas de Seguridad
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar las condiciones del área de trabajo al ingreso a la labor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desprendimiento de roca</li> <li>Intoxicación por gases</li> <li>Caída de personas</li> <li>Contraer enfermedades ocupacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la ventilación del área. Ventilar como mínimo una hora. Utilizar fósforo para verificar la presencia de oxígeno, si la labor no este bien ventilado, retírese de la labor.</li> <li>Ubicarse siempre en lugar seguro.</li> <li>Regar la carga existente, el techo y paredes para identificar fisuras y grietas además de eliminar el polvo y los gases tóxicos.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar las herramientas para el desatado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desprendimiento de rocas.</li> <li>Intoxicación por gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar el juego de barretillas necesarios: 4', 6' y 8'</li> <li>En caso de encontrar una barretilla inadecuada (doblada, sin filo, sin punta, etc) cambiarlo inmediatamente.</li> <li>Verificar el estado del techo donde se encuentra la portabarretilla</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desatado de la labor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño personal y/o al equipo por desprendimiento de roca.</li> <li>Lesión a la vista por proyección de partícula de roca.</li> <li>Lesión por explosión de tiros cortados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar durante el desatado el antejo de seguridad.</li> <li>Utilizar la barretilla adecuada, con posicionamiento a 45 grados y con labor ordenada.</li> <li>El desate de rocas debe iniciarse desde la entrada de la labor (área segura) y avanzar hacia el frente o fondo de la misma en forma pareja sin dejar rocas sueltas detrás. Desate techo y cajas o hastiales</li> <li>El desatador de la labor identificará la estabilidad de la roca mediante el sonido de la barretilla contra la roca y se realizará hasta tener el área segura.</li> <li>Si el sonido es hueco como un bombo, necesita desatar y si es agudo significa solidez.</li> <li>Personal debe estar capacitado para identificar cajas falsas e incompetentes</li> <li>Si el banco colgado no cayera con el desatado se procederá inmediatamente a plastearlo tomando las medidas del caso.</li> <li>De persistir la inestabilidad del terreno se comunicará al supervisor para decidir el tipo de sostenimiento a aplicar.</li> <li>No realizar simultáneamente el desatado y la limpieza.</li> <li>Eliminar los tiros cortados de acuerdo al procedimiento.</li> </ul>

4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durante la jornada de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desprendimiento de roca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durante la jornada de trabajo, constantemente el maestro y el ayudante harán evaluaciones del estado del área de trabajo, realizando el desatado correspondiente. El desate es constante.</li> </ul>	
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ubicación de barretillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perdida de herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guardar las barretillas en su respectiva portabarretilla</li> <li>▪ El líder de la labor dejará una constancia en el checklist, indicando la hora de la conclusión del desatado y firmando.</li> </ul>	
PREPARADO POR:		REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor del área y trabajadores Fecha de elaboración: Enero-2013		SUPERINTENDE DE MINA Ing. Rene Quispe Beltrán	JEFE DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD Ing. Saúl Chipana Huamán	GERENTE GENERAL Ing. Bernardo Álvarez Calderón

## **CAPITULO IV**

### **“OPTIMIZACION DEL MINADO POR EL PROCESO BREASTING EN LABORES DE PRODUCCION”**

#### **4.1 PLANEAMIENTO DE MINADO.**

El planeamiento de mina, implica establecer lineamientos técnico-económicos en la explotación de la mina, con la utilización óptima de recursos y medios de producción.

En el establecimiento de planeamiento para mina Orión, se han tomado en cuenta varios factores:

- La ley que se desea obtener.
- Capacidad de explotación.
- Áreas de producción.
- Profundidad del yacimiento.

**El plan de minado incluye:**

- Ciclos de operación.
- Número de tajeos requeridos para cumplir con la producción.
- Selección equipos de la mina y servicios auxiliares.

o

Permitirá además, explotar blocks de diferentes calidades como reservas de mena y marginales para luego efectuar mezclas de mineral, cuidando que esté dentro de los límites de control.

#### 4.1.1 APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO AL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.

##### A) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema consiste en la formulación de un modelo matemático de programación lineal que sea aplicable en el programa de producción mensual, con miras a obtener un programa de mezcla entre las reservas de MENA y MARGINAL; para el cual se tiene los siguientes parámetros a considerar:

#### 1.- RESERVAS MINERALES

##### RESUMEN GENERAL PROMEDIO DE RESERVAS

Fecha: Al 31 de diciembre del 2013

Tabla N° 4.1: Resumen de reservas Minerales

RESERVAS MINERALES A LA FECHA	ANGHO	REGUP MEDAL	34/165	111	OZ/AU
Mineral Económico +marginal	0.71	0.90	11.38	6910.00	2528.48
Mineral Económico +marginal	0.83	0.90	12.25	8773.00	3455.60
Mineral Económico +marginal	0.92	0.90	13.06	17634.94	7405.54
<b>TOTAL GENERAL DE RESERVAS</b>	<b>0.85</b>	<b>0.90</b>	<b>12.50</b>	<b>33317.94</b>	<b>13389.63</b>

o

#### 4.1.2. DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE.

La vida de la mina está determinada por la cantidad de reservas minerales existentes; sin embargo, no es posible determinar qué minerales constituyen reservas si no se conoce cuál es la ley mínima de explotación; es decir cuál es la ley del mineral que permite cubrir todos los costos y gastos de la empresa. Por otro lado, las reservas minerales no es una cantidad constante en el tiempo, sino varía de acuerdo a los factores internos y externos que afectan a la empresa.

El objetivo de una empresa es minimizar las pérdidas y maximizar el valor presente de sus proyectos mineros; para el cual sus proyectos deberán tener un valor actual neto  $\geq 0$ . En consecuencia tenemos la siguiente ecuación:

$$VAN = I_0 + \frac{(B - C)}{(1 + K)^n}$$

Dónde:

VAN = Valor actual neto.

$I_0$  = Inversiones del proyecto.

B = Ingresos del proyecto.

C = Costos del proyecto

n = Horizonte del proyecto.

Esta ecuación puede ser expresada de la siguiente manera:

$$VAN = 0 \Leftrightarrow \sum (B - C) = 0 \quad (1)$$

Asimismo los ingresos de un proyecto minero pueden determinarse con una buena aproximación por la fórmula siguiente:

$$B = L * P * R \quad (2)$$

Dónde:

B = Ingresos del proyecto.

L = Ley de explotación.

P = Precio neto pagable.

R = Recuperación metalúrgica del mineral.

o

En consecuencia, combinando las fórmulas (1) y (2) se obtiene la Ley mínima de explotación (denominada también ley de corte o cut-off), que puede expresarse por:

$$\text{Ley de corte} = \frac{\text{Costos}}{\text{Precio} * \text{Recuperación}}$$

El precio se refiere al precio neto del mineral.

Esta ecuación nos permite apreciar que la ley de corte mínima de explotación es directamente proporcional a los costos de la empresa e inversamente proporcional al precio de los metales y a la recuperación metalúrgica. Esto quiere decir, que si los costos de la empresa se elevan, la ley de corte se incrementará y por lo tanto las reservas minerales disminuirán. Cuando hablamos de costos de la empresa, nos referimos a todos los costos y gastos que afectan a la empresa. Existen algunos costos que no son controlables por la empresa, tales como la carga impositiva y la cotización internacional de los metales.

**Calculamos la ley cut-off:** se desea saber cuál es la ley mínima de explotación de la mina Orión cuyos costos ascienden a US\$145.00/TCS (ver pág. 108 y 110) el cuadro de costos de producción del año 2013) y la recuperación metalúrgica es 90.00%.

El precio de oro promedio y proyectado para el año 2015 es US\$ 1200 y factor liquides = 0.85 costo social ambiental.

Aplicando la fórmula de ley de corte, obtenemos:

$$\text{Ley de corte} = \frac{145.00 * 2400 \text{US} / \text{TCS}}{2400 \text{TCS} * 1200 * 0.90 * 0.85} = 0.1579 \text{ onz/TCS}$$

$$0.1579 \text{ onz/TCS} * 31.10 \text{gr/onz} = 4.91069 \text{ gr/TCS} = 5.7522 \text{ gr/TMS}$$

$$\text{Ley de corte} = 5.413 \text{ gr Au/TM}$$

o

#### 4.1.3-FORMULACION DEL PROBLEMA

En la Unidad minera UEA Orión se desea optimizar la producción del mineral con las siguientes estadísticas:

Producción diaria en los 03 Tajeos de las Zonas Francia y Bonanza; con 150TCS/día de yacimiento Aurífero y con 60 tareas/gdia. Capacidad Nominal de la Planta; 150TCS con una Recuperación Metalúrgica de 90%.

- ✓ **Tajo-1:** 60TCS; Ley: 11.38 gr/TCS; 48 tareas; 1.25TCS/tarea;0.45Kg/TCS
- ✓ **Tajo-2:** 50TCS; Ley: 12.25 gr/TCS; 40 tareas; 1.25TCS/tarea;0.40Kg/TCS
- ✓ **Tajo-3:** 40TCS; Ley: 13.06 gr/TCS; 42 tareas; 1.25TCS/tarea;0.35Kg/TCS
- ✓ Cotización promedio a Mayo- 2015: 1200U\$/onza Au
- ✓ Precio de venta/gr de Au : 38.58U\$/gr Au
- ✓ Producción diaria: 150TCS

1.-Contenido fino de Au:  $60\text{TCS} \times 11.38\text{gr/TCS} \times 0.90 = 614.52\text{grAu}$

- ✓ Ingreso Tajo-1:  $614.52\text{grAu} \times 38.58\text{U\$/grAu} = 23708.18\text{U\$Au}$

**Ventas: 395.14U\\$/TCS.**

$CT1 = CV1 + CF1;$

- ✓  $CV1 = 47.30\text{U\$/TCS}; CF1 = 35.50\text{U\$/TCS}$

- ✓  $CT1 = 47.30\text{U\$/TCS} + 35.50\text{U\$/TCS} \rightarrow CT1 = 82.80\text{U\$/TCS}$

$MEA1 = 395.14\text{U\$/TCS} - 82.80\text{U\$/TCS}$

**MEA1 = 312.34U\\$/TCS**

2.- Contenido fino de Au:  $50\text{TCS} \times 12.25\text{gr/TCS} \times 0.90 = 551.25\text{grAu}$

- ✓ Ingreso Tajo-2:  $551.25\text{grAu} \times 38.58\text{U\$/grAu} = 21267.22\text{U\$Au}$

**Ventas: 425.34U\\$/TCS.**

- ✓  $CT2 = CV2 + CF2 ;$

- ✓  $CV2 = 49.60\text{U\$/TCS}; CF2 = 38.20\text{U\$/TCS}$

- ✓  $CT2 = 49.60\text{U\$/TCS} + 38.20\text{U\$/TCS} \rightarrow CT2 = 87.80\text{U\$/TCS}$

- ✓  $MEA2 = 425.34\text{U\$/TCS} - 87.80\text{U\$/TCS}$

**MEA2 = 337.54U\\$/TCS**

3.-Contenido fino de Au:  $40\text{TCS} \times 13.06\text{gr/TCS} \times 0.90 = 470.16\text{grAu}$

- ✓ Ingreso Tajo-3:  $470.16\text{grAu} \times 38.58\text{U\$/gr Au} = 18138.77\text{U\$Au}$

**Ventas: 453.47U\\$/TCS.**

- ✓  $CT3 = CV3 + CF3 ;$

o

- ✓  $CV1 = 51.80\text{US}/\text{TCS}; CF3 = 40.30\text{US}/\text{TCS}$
- ✓  $CT3 = 51.80.30\text{US}/\text{TCS} + 40.30\text{US}/\text{TCS} \rightarrow CT3 = 92.10\text{US}/\text{TCS}$
- ✓  $MEA3 = 453.47\text{US}/\text{TCS} - 92.10\text{US}/\text{TCS}$

$$MEA1 = 361.37\text{US}/\text{TCS}$$

## B) DEFINICIÓN DE VARIABLES.

La construcción del modelo matemático se inicia definiendo las variables de decisión. Lo que se quiere determinar es el tonelaje que se debe extraer de las reservas de mena y marginales, con lo que se debe obtener una mezcla óptima, así tenemos:

$X_1$  = Tonelaje que producirá el Tajo-1

$X_2$  = Tonelaje que producirá el Tajo-2

$X_3$  = Tonelaje que producirá el Tajo-3

## C) FUNCIÓN OBJETIVO.

El objetivo del modelo matemático es la obtención de un programa óptimo de producción de mineral de las reservas de MENA y MARGINAL; para el cual se toma el valor de mineral de cabeza, el programa de producción.

Función Objetivo: Z

$$\text{Max (Z)} = 312.34X_1 + 337.54X_2 + 361.37X_3$$

## D) RESTRICCIONES.

**Restricciones de volumen de producción:** se ha tomado el promedio de producción

Sujeto a:

1.- Con respecto al contenido fino Au:

$$✓ 60 \text{ TCS} * 11.38\text{gr}/\text{TCS} * 0.90 = 614.52\text{grAu}$$

$$✓ 50 \text{ TCS} * 12.25\text{gr}/\text{TCS} * 0.90 = 551.25\text{grAu}$$

$$✓ 40 \text{ TCS} * 13.06\text{gr}/\text{TCS} * 0.90 = 470.16\text{grAu}$$

$$\text{Ecuación 1: } 11.38X_1 + 12.25X_2 + 13.06X_3 \geq 1635.93\text{grAu}$$

2.- Con respecto a Factor de Potencia:

$$✓ 60 \text{ TCS} * 0.45\text{gr}/\text{TCS} = 27\text{gr}$$

$$✓ 50 \text{ TCS} * 0.40\text{gr}/\text{TCS} = 20\text{gr}$$

$$✓ 40 \text{ TCS} * 0.35\text{gr}/\text{TCS} = 14\text{gr}$$

$$\text{Ecuación 2: } 0.45x_1 + 0.40x_2 + 0.35x_3 \leq 61\text{gr}$$

3.- Con respecto a tareas usadas para la producción traducidas en horas- hombre:

o

**Tajo-1:** 48 Tareas\*8hr-h = 384 hr-h

**Tajo-2:** 40 Tareas\*8hr-h = 320 hr-h

**Tajo-3:** 32 Tareas\*8hr-h = 256 hr-h

$$60TCS \rightarrow 384 \text{ hr-h}$$

$$1TCS \rightarrow x$$

$$X1 = 6.4 \text{ hr-h}$$

$$50TCS \rightarrow 320 \text{ hr-h}$$

$$1TCS \rightarrow x$$

$$X2 = 6.4 \text{ hr-h}$$

$$40TCS \rightarrow 256 \text{ hr-h}$$

$$1TCS \rightarrow x$$

$$X3 = 6.4 \text{ hr-h}$$

$$\text{Ecuación 3: } 6.4x1+6.4x2+6.4x3 \leq 960 \text{ hr-h}$$

**Resumen del modelo matemático de programación lineal:**

$$1.-\text{Max (Z)} = 312.34 X_1 + 337.54X_2 + 361.37 X_3$$

Sujeto a:

$$2.-11.38X_1 + 12.25X_2 + 13.06X_3 \geq 1635.93$$

$$3.- 0.45X_1 + 0.40X_2 + 0.35X_3 \leq 61$$

$$4.- 6.4X_1 + 6.4X_2 + 6.4X_3 \leq 960$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

**Solución:** Aplicando el software de súper lindo.

Función objetivo: US\$ 54205.50

$$X_1 = \text{Contenido fino Mineral Au} = 49.03 \text{ U\$/Tajo.}$$

$$X_2 = \text{Consumo de Explosivos} = 23.83 \text{ U\$/Tajo}$$

$$X_3 = \text{Cantidad de Horas-hombre} = 150.00 \text{ Hr-h}$$

o

#### 4.1.4 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN.

En el pasado, la selección de un método de explotación para trabajar un yacimiento de mineral nuevo, se basaba en la revisión de las técnicas y las experiencias operacionales de otros yacimientos con características similares, dentro de un entorno próximo. Con esto no se descarta la experiencia y el juicio de los ingenieros, más por el contrario continuará contribuyendo para una selección más cuidadosa y realista buscando métodos de explotación más rentables.

Hoy en día, para abrir una mina o cambiar el método de explotación es de suma importancia tener presente en primer término el **monto de la inversión** requerido, porque son montos muy altos y tienen una influencia sobre los costos de extracción; por otro lado, el proceso de selección debe responder a un análisis sistemático y global de todos sus parámetros específicos del yacimiento como: **geometría del depósito y distribución de leyes, propiedades geomecánicas del mineral y rocas encajonantes, factores económicos, limitaciones ambientales, condiciones sociales, etc.**

La variabilidad de estos parámetros y las dificultades de su cuantificación total de los mismos, han impedido el desarrollo de reglas rígidas y esquemas precisos de explotación aplicables a cada yacimiento particular. No obstante, los avances tecnológicos logrados en las diferentes ramas de la ciencia, han permitido establecer unos métodos generales de explotación y unos procesos numéricos de selección válidos durante la etapa de viabilidad de un proyecto minero.

Para la realidad de nuestra mina Orión, los frecuentes cambios económicos y tecnológicos exigen la revisión de los métodos actuales de explotación, con la finalidad de minimizar los costos operativos y optimizar la productividad y la seguridad.

En caso de la mina Orión, el método seleccionado mediante el cual venimos trabajando tiene 4 etapas de explotación: perforación, voladura, limpieza y relleno; el sostenimiento es en base a puntales y cuadros de madera cada vez que exige las condiciones de la labor; en cambio el sostenimiento en las labores horizontales es en base de cuadros y pernos de anclaje, split set con malla electrosoldada.

o

#### **4.1.5 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS TAJEOS.**

Para una explotación racional y normal de una operación minera, se debe planificar que un nivel debe estar en plena producción, el siguiente nivel en preparación y el último nivel en exploración y desarrollo. Este principio es aplicable cuando el yacimiento se extiende tanto en profundidad como horizontalmente. Asimismo, el tonelaje de mineral que se extrae debe ser repuesto mediante la cubicación, para mantener la vida de la mina.

El diseño de las labores de explotación, incluye los parámetros siguientes:

##### **A.- Condiciones de diseño y operación:**

- Dimensiones del Block: 40m x 60m.(ver plano 4.1)
- Ancho mínimo de minado: 0.85m.
- Sección galería: 7' x 8'
- Sección chimenea de desarrollo es 9' x 7' de doble compartimiento y el relleno de 5' x 5'
- Subnivel: 4' x 6'.
- Acarreo de mineral por gravedad.

##### **B.- Datos de operación:**

- Días de trabajo por año: 300
- Guardias por día: 02
- Horas por guardia: 10
- Horas efectivas de trabajo: 08.

##### **C.- Propiedades de mineral:**

- Densidad mineral roto 2.5 Tn/m<sup>3</sup>
- Factor de esponjamiento 0.80 (80%).
- Abrasiva

o

#### **PREPARACION:**

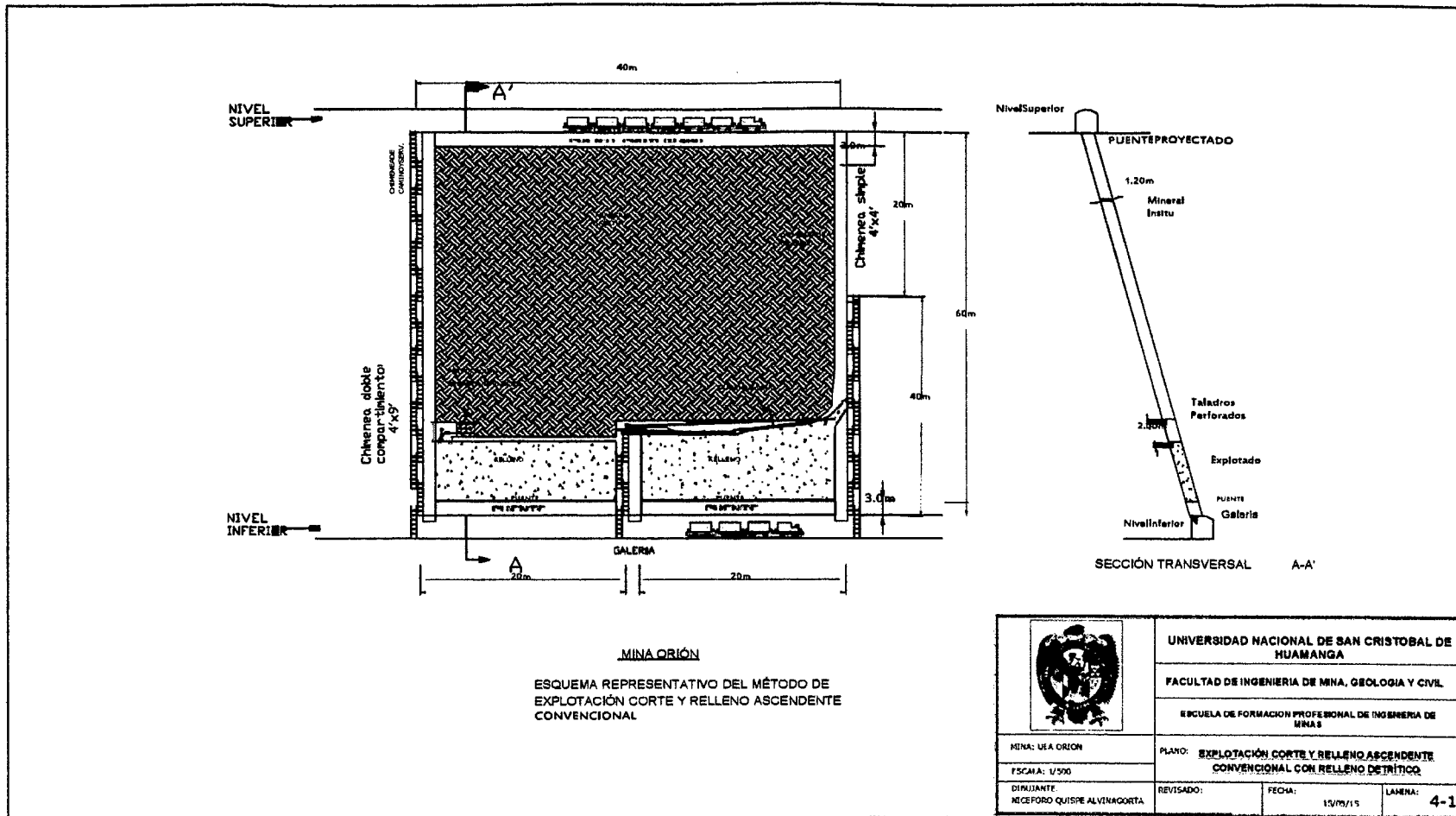
Para la explotación se requiere que el block se encuentre, entre dos galerías desarrolladas con una diferencia de nivel de 60m y entre dos chimeneas laterales. Los trabajos de preparación como un conjunto de operaciones preliminares para explotar las reservas minerales, consisten en los siguientes pasos (ver plano 4.1):

- a) **Construcción de buzón/camino.** Se construye en el punto medio del block a partir de la galería de nivel hasta una altura de 3 a 4 m, con sistema de cuadros similar a las chimeneas de bloqueo.
- b) **Perforación del subnivel.** A partir del buzón/camino, a ambos lados, se corre el subnivel de 4' x 6' sobre veta a lo largo del block dejando un puente de 3m de altura, hasta comunicar a las chimeneas laterales.

#### **EXPLOTACION:**

Consta de dos etapas: rotura y extracción o acarreo de mineral (ver plano 4.1)

Plano 4.1: "corte y relleno Ascendente convencional" "Over Cut and Fill"



Fuente: Ingeniería mina Orión

**Rotura.** Comprende: perforación y disparo a partir del subnivel de preparación en Breasting y/o en Realce, según las condiciones del terreno.

Cuando la perforación es en **realce** se perfora y se dispara todo el ala del tajeo, que duran entre 2 a 3 días, luego se realiza la limpieza. Los trazos de perforación varían según el ancho de la veta ver Gráfico N° (3.3-3.4) La perforación se realiza utilizando perforadoras Jack leg o Stoper, con barrenos de 5 pies de longitud. Para la voladura se usan dinamitas 45% x 7/8''x7''.

Tonelaje por disparo y por ala:

$$= 20\text{m} \times 0.85\text{m} \times 1.30\text{m} \times 2.5 \text{ TM/m}^3 = 55.25 \text{ TM.}$$

Cuando la perforación es en **Breasting**, el ciclo de trabajo es perforación y disparo + sostenimiento con puntales + limpieza. La altura de corte es de 2.00 m

#### **4.1.6 ESTIMADO DE RENDIMIENTOS.**

El rendimiento depende de una serie de factores, entre ellos:

- Gasto total mínimo de explotación.
- Producción máxima por unidad.
- Empleo necesario de mano de obra.
- Gastos mínimos de sostenimiento y mantenimiento de labores.
- Mantenimiento mínimo de equipos.
- Costo de inversión mínima.
- Porcentaje de extracción de mineral.
- Seguridad máxima.

**Tabla 4.2: Distribución de personal en Mina**

DESCRIPCION	CIA	EMPRESAS ESPECIALIZADAS			TOTAL
		AYTO RIESGO SAC	JIBO SAC	OTROS	
<b>Ingenieros</b>					
Ing. de Compañía - Mina	3				3
Ing. de geología	3				3
Ing. de seguridad	2				2
Ing. de Contrata - Mina		3			3
Ing. de seguridad - Contrata		1			1
Empleados	2				2
<b>Sub Total ingenieros</b>	<b>10</b>	<b>4</b>			<b>14</b>
<b>Obreros:</b>					
Explotación		50	20		70
Exploracion/desarro./prepar.		20	22		42
Piques					0
Servicios auxiliares	18	20	13		51
Rehabilitac. (gal., cruceros)	2	6	4		12
Accidentados		2	3		5
Vacaciones	2	4	3		9
Otros servicios					0
<b>Sub Total ingenieros</b>	<b>22</b>	<b>102</b>	<b>65</b>		<b>189</b>
Medio Ambiente			2		2
Seguridad mina	1	2	2		5
Mantenimiento mina	2		1		3
Geología	8	2	1		11
<b>Sub total otros obreros</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>21</b>
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>110</b>	<b>74</b>	<b>0</b>	<b>224</b>

Para esta operación el rendimiento de la secc. Mina será:

$$\text{Rendimiento} = \frac{150\text{TM} / \text{día}}{224 \text{ hombres}} = 0.67 \text{ TM/H.G.}$$

La producción del tajeo por ala:  $20\text{m} \times 0.85\text{m} \times 1.30\text{m} \times 2.5\text{TM}/\text{m}^3 = 55.25 \text{ TM}$

Considerando todo el ciclo de trabajo, este tonelaje de un corte es extraído durante una semana, que trabajan 2 hombres por día, o sea:  $2 \times 7 = 14$  tareas:

$$\text{Rend./tajo} = \frac{55.25\text{TM}}{14 \text{ hombres}} = 3.94 \text{ TM/H.G}$$

## 4.2 OPERACIONES DEL CICLO DE MINADO

Las operaciones son programadas de tal forma que permitan un ciclo (perforación-voladura – limpieza y relleno), que se realiza por guardia y por labor (ala), acompañado de un control sistemático.

En los frentes, las operaciones básicas consistirán en perforación-voladura-limpieza. En tanto el carguío y acarreo se harán a pulso hasta el primer buzón, para su mejor selección.

### 4.2.1 Perforación

El trazo a emplearse en los tajeos, de acuerdo a la potencia de la veta son: **trazo lineal, trazo en pares, en zig-zag y alternado** (ver pág. 45 Grafico 3.3). En cambio, en las chimeneas y galerías se usarán corte quemado con 6 taladros, 3 de ellos cargados y otros 3 vacío. La velocidad de penetración para la roca de ORION es de 1.5 pies/min.

### 4.2.2 Voladura

La voladura es convencional utilizando dinamitas de 45% y 65%. El carguío es manual mediante un atacador de madera, se utiliza Carmex de 6', 7', 8' y el encendido es con mecha rápida.

Para la determinación de la cantidad de carga por disparo y tipo de labor, se han utilizado las siguientes relaciones matemáticas:

Parámetros de perforación y disparo:

### 4.2.3 Limpieza de mineral.

La limpieza de mineral continuará igual, a pulso con 02 trabajadores para garantizar la selectividad. En **breasting**, el avance por disparo es de 1.50 m, y la limpieza se realiza después de cada disparo, que representan un promedio de 07 carros equivalente a 12 toneladas. En **realce**, una vez disparado toda el ala se realiza la limpieza de mineral toda la guardia produciendo aproximadamente 10 carros mineros que equivalen a 17 toneladas.

### 4.2.4 Relleno

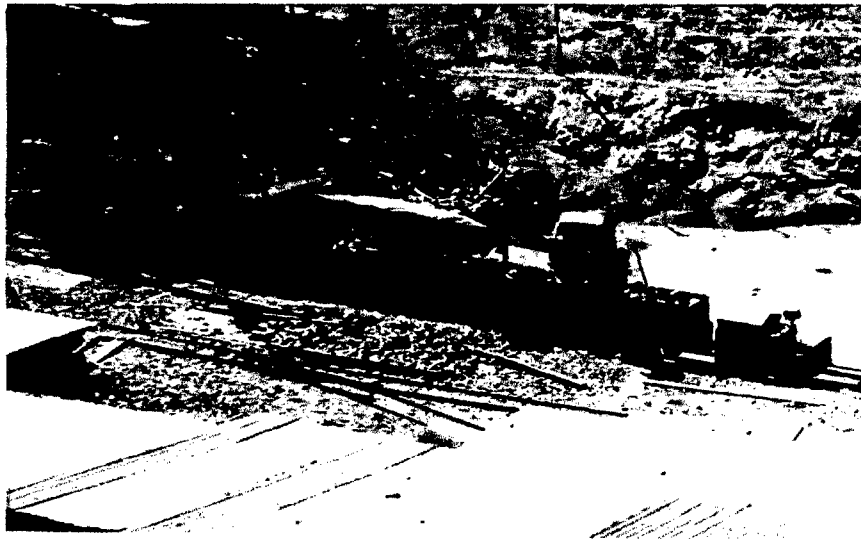
El relleno es otro de los ciclos de minado, que se realiza después de la limpieza del mineral. El material de relleno es detrítico desde la superficie y los materiales de

desmante producto del escogido y de las labores de desarrollo. En algunos tajeos se tiene instalado el equipo de rastrillaje.

El ciclo continuará hasta alcanzar el límite superior, concluyendo el laboreo del block de explotación.

#### **4.2.5 Carguío y acarreo**

La mina ORION explota en varios niveles. La extracción tanto de desmante y/o mineral se realiza en el Nv. 725, nivel de extracción principal con una locomotora CLAYTON de 2.5TON (ver foto 4-1), que jala aproximadamente 6 carros mineros de U-35.



**Imagen N° 4-1:** Locomotora de 2.5Ton en el Nv-725  
(Nivel principal de extracción)

Consecuentemente, el sistema de transporte en interior mina, está compuesto básicamente en dos partes:

- Las unidades de producción son los tajeos.
- Acarreo en galerías y/o cruceros hacia las chimeneas de extracción.

### 4.3 CALCULO DE RENDIMIENTOS DE PERFORACION Y VOLADURA EN BREASTING EN LABORES DE PRODUCCION (PROPUESTA TECNICA).

#### DATOS TECNICOS:

Dimensión del block	: 50x40m
P.E. mineral	: 2.5Tm/m <sup>3</sup>
Área por disparo	: 1.20m x 1.50m
Avance por disparo	: 1.50m
Altura de corte	: 1.50m
Nº tal. Por disparo	: 6
Nº de trabaj. Por tarea	: 2

#### ACEROS:

Barra cónico (eff.= 0.90)	: 5'
Vida útil (pies)	:1200
Broca (diámetro) mm	: 38
Vida útil (pies)	: 400

#### EXPLOSIVOS:

Dinamita (Exadit)	: 7/8" x 7" x 45%
Densidad(Tm/m <sup>3</sup> )	: 1.12gr/cc
Carmex	: 7' de longitud.
Fulminante	: Nº 08
Mecha rápida	: 5 m
Cebo (cartucho + fulminante)	

#### CALCULOS.

##### PRODUCCION:

$$\begin{aligned} \text{m}^3/\text{disp.} &= 1.20 \times 1.50 \times 1.50 \\ &= 2.70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tm}/\text{disp.} &= 2.70 \times 2.5 \\ &= 6.75 \end{aligned}$$

##### PERFORACION:

##### Barreno 5'

$$\begin{aligned} \text{Pies perf. /disp.} &= 5 \times 0.90 \times 6 \\ &= 27.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pies perf. / TM} &= \frac{27.00}{6.75} \\ &= 4.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de Utiliz.} &= \frac{27.00}{1200} \\ &= 0.02 \end{aligned}$$

**Broca  $\phi$  38mm**

$$\begin{aligned} \text{Pies perf./disp..} &= 5 \times 0.90 \times 6 \\ &= 27.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de Utiliz.} &= \frac{27.00}{400} \\ &= 0.06 \end{aligned}$$

**VOLADURA:**

- N° Taladro/disp. : 6
- N° cartucho/disp. : 22
- Kg/disp.. : 1.67
- Kg/m<sup>3</sup> : 0.62
- Kg/Tm : 0.25
- Carmex : 7'
- Conectores : 6 pzas
- Mecha rápida : 5m
- Fulminante(N°8) : 6pzas

### 4.3.1 Resumen de los Índices de rendimiento calculados

(Propuesta Técnica)

Tabla N°4.3: índices de Rendimiento

PRODUCCION	UNIDAD	RENDIMIENTO
Volumen/disparo	m <sup>3</sup> /disp.	2.70
Tonelaje/disparo	Ton/disp.	6.75
Factor de performance (Ton/tal)	Ton/tal.	1.13
PERFORACION	UNIDAD	RENDIMIENTO
Longitud de Barreno	pies	5.00
Long. Promedio taladro Eff. = 90%	pies	4.50
Numero de taladros/disparo	Tal/disp.	6.00
pies perforado/disparo	Pies/disp	27.00
Factor de Perforacion especifica	Pp/Ton	4.00
Diámetro de la Broca	mm	38.00
Diámetro de taladro	mm	38.00
VOLADURA	UNIDAD	RENDIMIENTO
Numero de cartuchos	Cart/disp.	22.00
Kilogramo de explosivo por disparo	(Kg/Tm)	1.67
Factor de Carga	(Kg/Tm)	0.62
Factor de potencia	(Kg/Tm)	0.23

Tabla N° 4.3: Comparación de los índices de Rendimiento del trabajo Técnico mina Orión

DESCRIPCION	RENDIMIENTOS		VARIACION	
	PROPUESTA TÉCNICA	ESTANDARES MINA	A	UNIDAD
SECCION	BREASTING	REBLICE		
TIPO DE ROCA	Slave	Slave		
Producción	1.29	1.42	-0.13	ton/tarea
Factor de Potencia	0.23	0.36	0.13	Kg/Ton
Factor de Perf. Especifica	4.00	4.88	0.88	Pp/Tal
Factor de Performance	6.75	7.45	0.70	Ton/disp
	1.13	0.74	0.39	Ton/tal

#### 4.4 PRECIOS UNITARIOS.

##### 4.4.1 CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS EN BREASTING.

<b><u>ROTURA EN MINERAL CON PERFORACION HORIZONTAL.</u></b>						
<b><u>(BREASTING)</u></b>						
<b><u>suave</u></b>						
<b><u>DATOS DE LA LABOR</u></b>						
N° Taladros por guardia				6	Tal.	
Longitud de barreno				5	Pies	
Eficiencia de Perforación				90.0%		
Avance				1.50	m.	
Ancho de Minado				1.2	m	
Altura				1.5	m	
Burden:				0.40	m.	
Espaciamineto				0.60	m	
<b>VOLUMEN ROTO/DISPARO</b>				<b>2.70</b>	<b>m3.</b>	
					T.C. =	<b>2.6</b>
<b>1.- MANO DE OBRA</b>						
Obreros	Cant.	Tareas	Jornal \$/.	Jornal \$	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Perforista	1.00	0.35	45.00	17.31	6.04	
Ayte Perforista	1.00	0.35	42.00	16.15	5.64	
<b>Sub- total</b>	<b>5.59</b>	<b>0.70</b>			<b>11.68</b>	
<b>L.S</b>	<b>95.80%</b>				11.19	
<b>Total Obreros</b>					<b>22.87</b>	<b>8.47</b>
<b>2.- ACCESORIOS DE PERFORACION</b>						
Descripción	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Manguera de 1/2"	ml	30	1.89	150	0.38	
Manguera de 1"	ml	30	4.26	150	0.85	-
Barra Conica de 5'	pp	27	77.94	1500	1.40	-
Broca de 38 mm	pp	27	26.36	600	1.19	-
Aceite de perf.	Gln	0.08	8.86	1	0.71	-
<b>Total mangueras y accesorios</b>					<b>4.53</b>	<b>1.68</b>

**3.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD**

Descripción	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Protector	Pza.	0.70	9.50	540.00	0.01	
Tafílete	Pza.	0.70	10.00	180.00	0.04	
Barbiquejo	Pza.	0.70	0.60	180.00	0.002	
Guantes de Cuero	Par	0.70	4.69	30.00	0.11	
Correas portalampara	Pza.	0.70	3.30	540.00	0.00	
Botas de jebe	Par	0.70	16.53	180.00	0.06	
Mameluco	Pza.	0.70	17.19	180.00	0.07	
Respiradores 3M	Pza.	0.70	8.16	180.00	0.03	
Filtro de respirador	Pza.	0.70	4.07	15.00	0.19	
Tapón de oídos	Par	0.70	1.52	90.00	0.01	
Lentes de Seg. UVEX	Pza.	0.70	6.59	150.00	0.03	
Ropa de jebe	Pza.	0.70	18.90	90.00	0.15	
Lámpara de batería	Pza.	0.70	108.10	720.00	0.10	
<b>Total Implementos de Seguridad</b>					<b>0.81</b>	<b>0.30</b>

**4.- HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES**

Materiales	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Atacadores	Pza.	1.00	2.00	30	0.066	
Barretillas	Pza.	2.00	3.00	30	0.200	
Cucharillas	Pza.	1.00	2.00	60	0.033	
Pintura	Gln.	0.05	5.00	120	0.250	
<b>Total herramientas</b>					<b>0.549</b>	<b>0.20</b>

**5.- EQUIPO DE PERFORACION**

Descripción	P.U. \$/.	Precio \$	V. Util	pp	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Máquina Perforadora	10730.00	4126	100,000	27.00	1.11	
<b>Total costo del Equipo</b>						<b>0.41</b>

<b>6.- MATERIALES VOLADURA:</b>						
<b>Explosivos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tal.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Costo \$/Disp</b>	<b>Costo \$/m3</b>
Exadit 45% 7/8 x 7"	Cartuchos	6	22	0.200	4.40	-
Fulminante N° 8	Pza.	6	6	0.16	0.96	
Carnex 7pies	Pza.	6	6	0.73	4.38	
Mecha Rapida	ml	5	2	0.36	0.72	
Guia blanca	ml	0	0.00	0.00	0.00	
<b>Total Explosivos</b>					<b>10.46</b>	<b>3.87</b>
<b>SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						<b>14.94</b>
<b>Utilidad 10%</b>						<b>1.49</b>
<b>COSTO ROTURA / m<sup>3</sup></b>						<b>\$ 16.43</b>

#### 4.4.2 PRECIOS UNITARIOS EN REALCE.

<b><u>ROTURA EN MINERAL CON PERFORACION INCLINADA.</u></b>						
<b><u>REALCE</u></b>						
<b><u>suave</u></b>						
<b><u>DATOS DE LA LABOR</u></b>						
N° Taladros por guardia			40	Tal.		
Longitud de barreno			4	Pies		
Eficiencia de Perforación y Voladura			80%			
Factor de Inclinacon			87%			
Altura de corte			0.82	m.		
Burden:			0.40	m.		
Espaciamineto			0.60	m		
<b>VOLUMEN ROTO/DISPARO</b>			<b>7.92</b>	<b>m3.</b>		
					T.C. =	2.6
<b>1.- MANO DE OBRA</b>						
<b>Obreros</b>	<b>Cant.</b>	<b>Tareas</b>	<b>Jornal \$/.</b>	<b>Jornal \$</b>	<b>Costo \$/Disp</b>	<b>Costo \$/m3</b>
Perforista	1.00	0.50	45.00	17.31	8.65	
Ayte Perforista	1.00	0.50	42.00	16.15	8.08	
<b>Sub- total</b>	<b>5.59</b>	<b>0.70</b>			<b>16.73</b>	
<b>L.S</b>	<b>95.80%</b>				<b>16.03</b>	
<b>Total Obreros</b>					<b>32.76</b>	<b>4.14</b>
<b>2.- ACCESORIOS DE PERFORACION</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio \$</b>	<b>V. Util</b>	<b>Costo \$/Disp</b>	<b>Costo \$/m3</b>
Manguera de 1/2"	ml	30	1.89	150	0.38	
Manguera de 1"	ml	30	4.26	150	0.85	-
Barra Conica de 4'	pp	134.4	77.94	1500	6.98	-

Broca de 38 mm	pp	134.4	26.36	600	5.90	-
Aceite de perf.	Gln	0.133	8.86	1	1.18	-
<b>Total mangueras y accesorios</b>					<b>15.30</b>	<b>1.93</b>

### 3.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

Descripción	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Protector	Pza.	0.70	9.50	540.00	0.01	
Tafílete	Pza.	0.70	10.00	180.00	0.04	
Barbiquejo	Pza.	0.70	0.60	180.00	0.002	
Guantes de Cuero	Par	0.70	4.69	30.00	0.11	
Correas						
portalampara	Pza.	0.70	3.30	540.00	0.00	
Botas de jebe	Par	0.70	16.53	180.00	0.06	
Mameluco	Pza.	0.70	17.19	180.00	0.07	
Respiradores 3M	Pza.	0.70	8.16	180.00	0.03	
Filtro de respirador	Pza.	0.70	4.07	15.00	0.19	
Tapón de oídos	Par	0.70	1.52	90.00	0.01	
Lentes de Seg.						
UVEX	Pza.	0.70	6.59	150.00	0.03	
Ropa de jebe	Pza.	0.70	18.90	90.00	0.15	
Lampara de bateria	Pza.	0.70	108.10	720.00	0.10	
<b>Total Implementos de Seguridad</b>					<b>0.81</b>	<b>0.10</b>

### 4.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Materiales	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Atacadores	Pza.	2.00	2.00	30	0.130	
Barretillas	Pza.	2.00	3.00	30	0.200	
Cucharillas	Pza.	2.00	2.00	60	0.066	
Pintura	Gal.	0.05	5.00	120	0.660	
<b>Total herramientas</b>					<b>1.056</b>	<b>0.13</b>

### 5.- EQUIPO DE PERFORACION

Descripción	P.U. \$/.	Precio \$	V. Util	pp	Costo \$/Disp	Costo \$/m3
Máquina Perforadora	10730.00	4126	100,000	134.40	5.55	
<b>Total costo del Equipo</b>						<b>0.70</b>

<b>6.- MATERIALES VOLADURA:</b>						
<b>Explosivos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tal.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Costo \$/Disp</b>	<b>Costo \$/m3</b>
Exadit 45% 7/8 x 7"	Cartuchos	40	120	0.200	24.00	-
Fulminante N° 8	Pza.	40	40	0.16	6.40	
Carmex 7pies	Pza.	40	40	0.73	29.20	
Mecha Rapida	ml	40	17	0.36	6.12	
Guia blanca	ml	0	0.00	0.00	0.00	
<b>Total Explosivos</b>					<b>65.72</b>	<b>8.30</b>
<b>SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						<b>15.30</b>
<b>Utilidad 10%</b>						<b>1.53</b>
<b>COSTO ROTURA / m<sup>3</sup></b>						<b>\$ 16.83</b>

#### 4.4.3 RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS (Breasting-Realce)

Tabla N°19: Resumen de Costos

RESUMEN DE COSTOS	UNID.	PROPUESTA TÉCNICA	PRECIOS UNITARIOS
		(BREASTING)	(REALCE)
Mano de Obra	(\$/m <sup>3</sup> )	8.47	4.14
Acces. de Perforación	(\$/m <sup>3</sup> )	1.68	1.93
EPPS	(\$/m <sup>3</sup> )	0.30	0.10
Herram. y Materiales	(\$/m <sup>3</sup> )	0.20	0.13
Equipo de Perf.	(\$/m <sup>3</sup> )	0.41	0.70
Explos. y Accesorios	(\$/m <sup>3</sup> )	3.87	8.30
Utilidad 10%		1.49	1.53
<b>TOTAL</b>	<b>(\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>16.42</b>	<b>16.83</b>

#### 4.4.4 Comparación de Precios Unitarios

Descripción	Unid.	Precios Unitarios	
		Breasting	Realce
Diferencia en costo	\$/m <sup>3</sup>	16.42	16.83

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN EN LA UEA ORION**

#### **5.1 INTRODUCCION**

La estructura de costos en minería, para el cálculo del costo de minado, tiene que responder a las diversas operaciones, y se dividen en:

- 1 Costos de Inversión o de Capital.
- 2 Costos de operación.
- 3 Gastos Generales.

#### **5.2 COSTOS DE INVERSIÓN O DE CAPITAL**

Los costos de inversión son necesarios en la etapa de puesta en marcha de un proyecto como en el proceso productivo de la mina, para la adquisición de los activos. Estos activos tienen dos componentes: **capital fijo y capital circulante.**

##### **5.2.1 Capital Fijo**

Los costos de capital fijo sirven para:

- Adquisición de terrenos.
- Estudios e investigaciones.
- Desarrollo de pre-producción.
- Estudios ambientales y permisos.
- Equipos mineros, instalaciones y servicios.

- Equipos de planta, instalaciones y servicios.
- Infraestructura (accesos, comunicaciones, energía eléctrica, agua, etc.)
- Construcciones y montajes.
- Contingencias e imprevistos.

### **5.2.2 Capital Circulante**

El capital circulante, es el dinero necesario para la operación normal de la industria minera. Este capital normalmente lo estiman, que debe ser igual a costos de operación equivalente a cuatro meses. También pueden estimarse como 30% de los ingresos anuales por ventas y/o el 15% de la inversión del capital fijo.

## **5.3 COSTOS DE OPERACIÓN**

Son aquellos costos generados, en forma continua, durante el funcionamiento de la mina, y se subdividen en tres categorías: **costos directos, indirectos y generales.**

### **5.3.1 Costos directos**

También se conocen como costos variables, y se consideran como costos primarios de una operación. Consiste básicamente en las aportaciones siguientes:

- 1.-Personal.
- 2.-Materiales.
- 3.- Obligaciones (Canon minero, regalías, etc.)
- 4.-Preparaciones y desarrollos (Área de producción).

### **5.3.2 Costos indirectos.**

Denominados también costos fijos, son gastos que se consideran independientemente de la producción. Pueden variar en función del nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida. Sus componentes son:

1. Personal: administrativo, seguridad, técnicos, servicios, almacén, talleres y otras cargas salariales.
2. Seguros: de propiedad y de responsabilidad.
3. Amortizaciones.
4. Intereses.
5. Impuestos.
6. Restauración de terrenos.

7. Viajes, reuniones, congresos, donaciones.
8. Gastos de oficina y servicios.
9. Relaciones públicas y publicidad.

#### 5.4 GASTOS GENERALES

Los costos generales incluyen:

- 1 **Comercialización:** vendedores, estudios de mercado, viajes y gastos de representación.
- 2 **Administración:** Gerencia, contabilidad y auditoría, departamento jurídico y financiero, Relaciones públicas, etc.

La empresa minera UEA Orión, tiene una estructura de costos de producción que se muestra en el siguiente cuadro, donde están incluidas los costos directos, indirectos y gastos generales.

##### 5.4.1 TABLA DE COSTOS DE PRODUCCION ENERO 2013

	MINA (\$)
Costos Fijos	126,680.40
Costos Variables	95,158.21
<b>COSTO PRODUCCION :</b>	<b>221,838.61</b>
<b>\$/TCS</b>	<b>145.00</b>

#### ANEXO 1

##### COSTOS FIJO

	MINA (\$)
<b>Mano de Obra</b>	
- Mano de Obra - Cia.	71,945.55
- Alto Riesgo	20,418.22
- Analytica	51,527.33
- Mano de Obra - Alto Riesgo (mina)	16,608.41
<b>Sub Total :</b>	<b>88,553.96</b>
<b>Gastos Generales</b>	
- GG - Cia. (asist. social, caja chica y viáticos)	1,500.00
- GG - Alto Riesgo	4,007.51
<b>Sub Total :</b>	<b>5,507.51</b>

<b>Servicios Auxiliares</b>	
- Alquiler de Equipos	0.00
- Transportes de Personal	5,879.31
- Seguridad	1,771.98
- Alimentacion	24,967.64
<b>Sub Total :</b>	<b>32,618.93</b>
<b>TOTAL COSTO FIJO :</b>	<b>126,680.40</b>

## ANEXO 2: COSTOS VARIABLES

	MINA (\$)
Prospección	0.00
Exploración y Desarrollo	21,030.84
Preparacion	9,247.78
Explotacion	18,395.86
Extracción de Mineral	419.14
Servicios Auxiliares mina	162.57
Desquinches	627.76
Tareas cuenta Cía.	1,327.04
<b>INSUMOS:</b>	
- Madera	8,705.82
- Explosivos y accesorios	13,013.05
- Otros	
<b>SERVICIOS AUXILIARES MINA:</b>	
- Rieles y accesorios	313.51
- Tuberías y accesorios	2.84
- Línea eléctrico y accesorios	102.23
- Ventilación	119.73
<b>EQUIPOS:</b>	
- Transporte de mineral (Volquetes)	4,507.82
- Traslado de personal (Camión) y movilidad (camionetas)	1,220.87
- Otros (tractorcito / cargador frontal)	386.50
<b>GENERACIÓN DE ENERGÍA Y AIRE:</b>	
- Grupos Electrógenos y Compresoras	27,045.40
<b>SERVICIOS GENERALES:</b>	
- Mantenimiento (Mantto. Equipos mineros y otros)	632.68
- Administración mina	657.95

- Obras Civiles	45.79
- Alto Riesgo (consumo de almacén)	43,331.38
- Otros (Geología, topografía, planeamiento)	206.09
<b>Total Costos Variables :</b>	<b>95,158.21</b>

#### **INVERSIÓN MINA**

	<b>MINA (\$)</b>
Mina - adquisición de 05 Perforadoras Jakc leg	18,491.24
Seguridad - SISTEMA DE PURIFICACION DE AGUA	729.74
Mina - MOTOSIERRA ELECTRICA 18" MARCA DOLMAR	269.19
<b>Total Costos Inversión mina :</b>	<b>19,490.18</b>

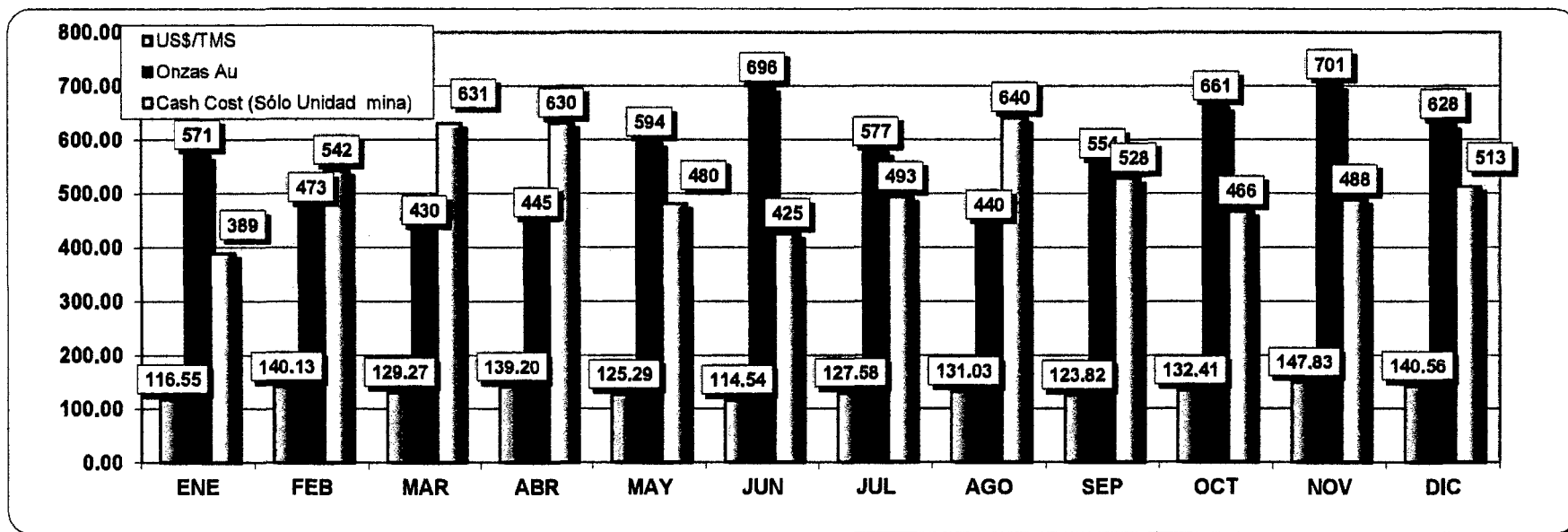
#### **BASES COSTOS:**

#### **COSTOS DE OPERACIÓN**

	<b>importe (\$)</b>	<b>US\$/TMS 1,903.33</b>
<b>MINA</b>		
Prospección	0.00	0.00
Exploración y Desarrollo	21,030.84	11.05
Preparación	9,247.78	4.86
Explotación	18,395.86	9.67
Extracción de mineral	419.14	0.22
Servic. Auxiliares mina	2,117.38	1.11
Transporte Mineral	4,507.82	2.37
<b>Insumos y Servicios Auxiliares / Generales</b>	<b>95,783.84</b>	<b>50.32</b>
<b>Total Mina :</b>	<b>151,502.64</b>	<b>79.60</b>
<b>Total Costo Producción-Mina :</b>	<b>221,838.61</b>	<b>145.00</b>

### RESUMEN DE COSTO OPERACIONAL-2012

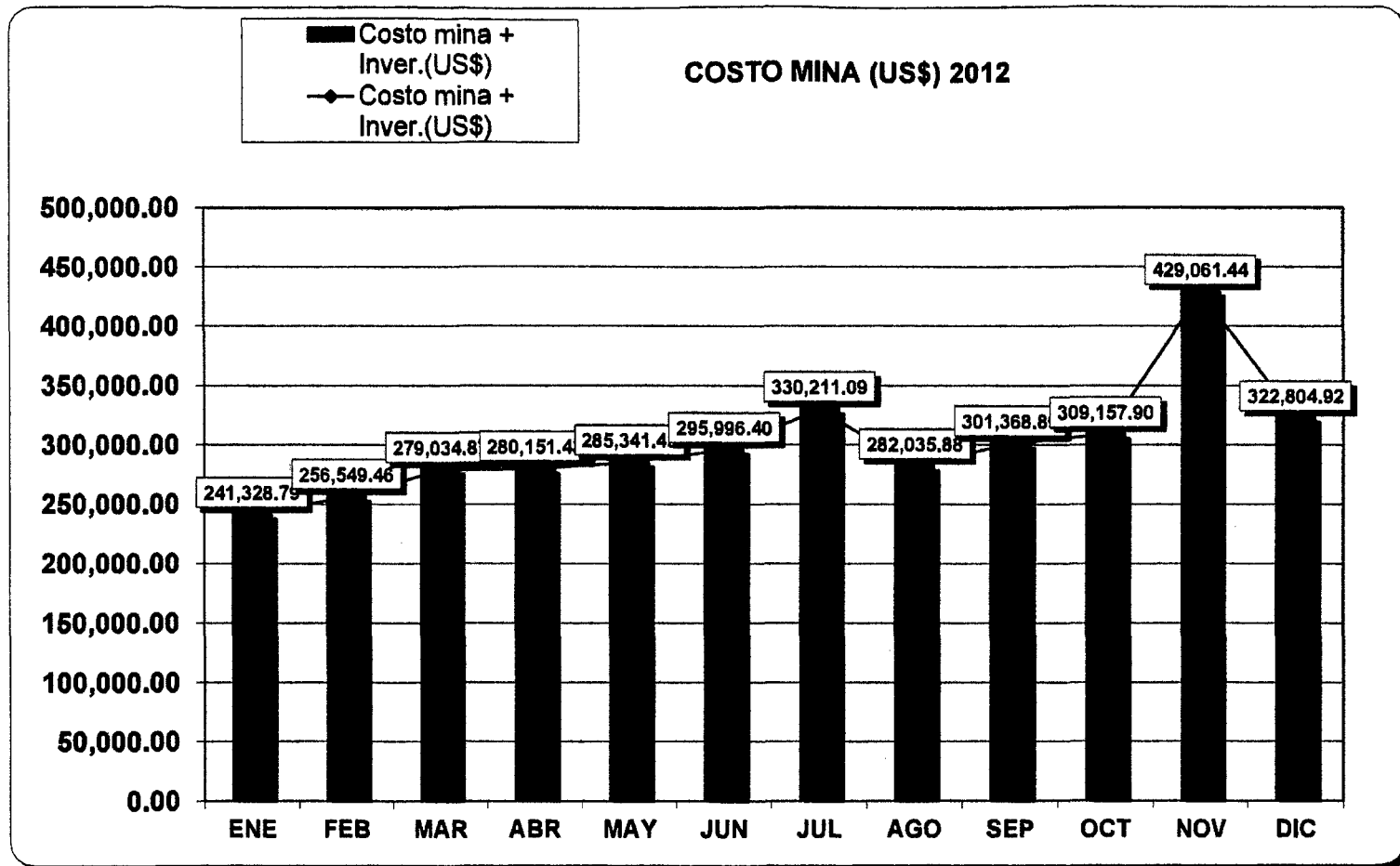
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Producción Mina	Tms	1,903.33	1,830.76	2,098.61	2,012.62	2,277.40	2,584.17	2,229.13	2,152.41	2,364.80	2,328.47	2,314.17	2,289.42	26,385.29
Costo Total(Sólo Unidad Mina)	US\$	221,838.6	256,549.4	271,289.2	280,151.4	285,341.4	295,996.4	284,394.7	282,035.8	292,808.0	308,324.1	342,111.6	321,808.2	286,887.4
Onzas Au	Oz	571	473	430	445	594	696	577	440	554	661	701	628	6,770.72
US\$/TMS		116.55	140.13	129.27	139.20	125.29	114.54	127.58	131.03	123.82	132.41	147.83	140.56	130.69
Cash Cost (Sólo Unidad mina)	S/O / Au	389	542	631	630	480	425	493	640	528	466	488	513	519



**VENTAS - ANALYTICA MINERAL SERVICES S.A.C. 2012**

	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	TOTAL
<b>PIO</b>													
<b>Estimado al cierre de mes</b>	1118.0	1095.4	1113.3	1148.7	1205.4	1232.9	1169.0	1215.8	1271.1	1342.0	1369.9	1390.6	1222.7
	\$1,062.1	\$1,040.6	\$1,057.7	\$1,091.2	\$1,145.2	\$1,171.3	\$1,110.6	\$1,155.0	\$1,207.5	\$1,274.9	\$1,301.4	\$1,321.0	\$1,161.5
	0.26	0.28	0.24	0.24	0.29	0.29	0.28	0.26	0.29	0.31	0.32	0.29	0.28
	61.4	59.1	62.0	65.8	73.5	83.4	71.9	69.4	76.3	75.1	74.7	73.9	70.5
	1,903.3	1,830.8	1,923.0	2,039.0	2,277.4	2,584.2	2,229.1	2,152.4	2,364.8	2,328.5	2,314.2	2,289.4	26,236.1
	2,342.4	1,844.8	1,945.2	1,986.3	2,221.0	2,606.9	2,266.5	1,889.6	2,110.3	2,290.0	2,391.4	2,339.3	26,233.7
	92.03%	92.47%	91.06%	92.02%	92.84%	92.13%	91.29%	91.29%	91.08%	92.50%	92.30%	91.03%	91.84%
	570.9	472.9	430.2	444.6	594.0	696.3	576.7	440.5	554.3	661.2	701.1	627.9	6,770.7
	\$606,402.9	\$492,132.	\$455,036.	\$485,201.	\$680,254.	\$815,606.	\$640,432.	\$508,756.	\$669,356.	\$842,917.84	\$912,436.13	\$829,456.62	\$7,937,989.8
	8	46	34	02	97	01	75	31	42				5
	19,490.18	0	7,745.65	0	0	0	45,816.31	0	8,560.89	833.75	86,949.78	996.69	\$170,393.25
	241,328.79	256,549.4	279,034.8	280,151.4	285,341.4	295,996.4	330,211.0	282,035.8	301,368.8	309,157.90	429,061.44	322,804.92	3,613,042.53
		6	7	3	5	0	9	8	9				

## COSTO DE MINA (US AÑO 2012)



## 5.5 COSTO DE EXTRACCIÓN POR 1 TM EN EL ECHADERO MÁS CERCANO

<b>COSTO DE EXTRACCIÓN LOCOMOTORA 2.5 Tn</b>						
Tipo de Carro:		U-35				
Volumen transportado / Gdia en 1000 mt:		125.0 M3		10 U-35 / Viaje		
# Viajes		30.8 Viajes				
Distancia máxima de acarreo ida y Vuelta		2,000.00 MI		<b>T.C. \$/t = 2.80</b>		
<b>1. MANO DE OBRA</b>						
Obreros	Nrs x Disp	Tareas	Jornal \$/.	Jornal \$	Costo \$ x Disp	Costo \$ / Mt.
Mestre Motorista	25.8	3.22	47.70	18.00	57.95	
Ayudante	25.8	3.22	41.20	15.55	50.06	
<b>Sub- total</b>	<b>51.5</b>	<b>6.44</b>			<b>108.01</b>	
<b>Leges Sociales</b>	<b>34.092</b>				<b>101.63</b>	
<b>Total Obreros</b>					<b>209.64</b>	<b>0.003</b>
<b>2. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						
Descripción	Unidad	Unidad	Precio \$	V. Util	Costo \$ x Disp	Costo \$ / Mt.
Protector	Pza.	6.44	8.50	540.00	0.10	
Tafilote	Pza.	6.44	10.58	180.00	0.38	
Barbiquejo	Pza.	6.44	1.20	30.00	0.26	
Gautes de Cuero	Par	6.44	7.20	30.00	1.55	
Correas portallámparas	Pza.	6.44	6.45	540.00	0.08	
Botas de jebe	Par	6.44	25.50	180.00	0.91	
Manchuco	Pza.	6.44	35.28	180.00	1.26	
Respiradores 3M de 2 Vías	Pza.	6.44	12.50	180.00	0.45	
Filtro de respirador	Pza.	6.44	18.80	15.00	8.07	
Tapón de oídos	Par	6.44	5.20	90.00	0.37	
Lentes de Seguridad UVEX	Pza.	6.44	15.25	150.00	0.65	
Lámpara de baterías MSA	Pza.	6.44	145.50	720.00	1.30	
<b>Total Implementos de Seguridad</b>					<b>15.38</b>	<b>0.001</b>
<b>3. HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES</b>						
Materiales	Unidad	Cant.	Precio \$	V. Util	Costo \$ x Disp	Costo \$ / Mt.
Llave Stylson 14"	Pza.	1.00	25.87	200	0.129	
<b>Total herramientas</b>					<b>0.129</b>	<b>0.000</b>
<b>SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>35.46</b>	
Utilidad	10.0%					0.1
<b>COSTO POR (VIAJE x METRO LINEAL)</b>					<b>3.55</b>	

Por lo tanto el costo de producción por 1 TM en el echadero más cercano es \$ 3.55 dólares.

## CONCLUSIONES

1. Se demuestra que el minado en Breasting genera una ventaja importante en ofrecer un ambiente de trabajo seguro para el trabajador.
2. Con la propuesta en Breasting se optimiza  $0.41\$/m^3$  de mineral arrancado, comparado con minado en realce.
3. El rendimiento es altamente selectivo que se pueden trabajar en secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja como relleno.
4. Con la aplicación del Breasting se ha logrado controlar el factor de dilución que no excede al 10%.
5. Se ha logrado reducir el daño en las cajas, por la disminución de la cantidad de taladros en el disparo y una correcta dosificación de explosivos, utilizando Exadit de 45%.
6. El factor de potencia  $0.23 \text{ Kg/Tm}$  en Breasting, es menor comparado a  $0.36 \text{ Kg/Tm}$  por realce.
7. Con la aplicación del Breasting se llega a una producción mina del 95%

## RECOMENDACIONES

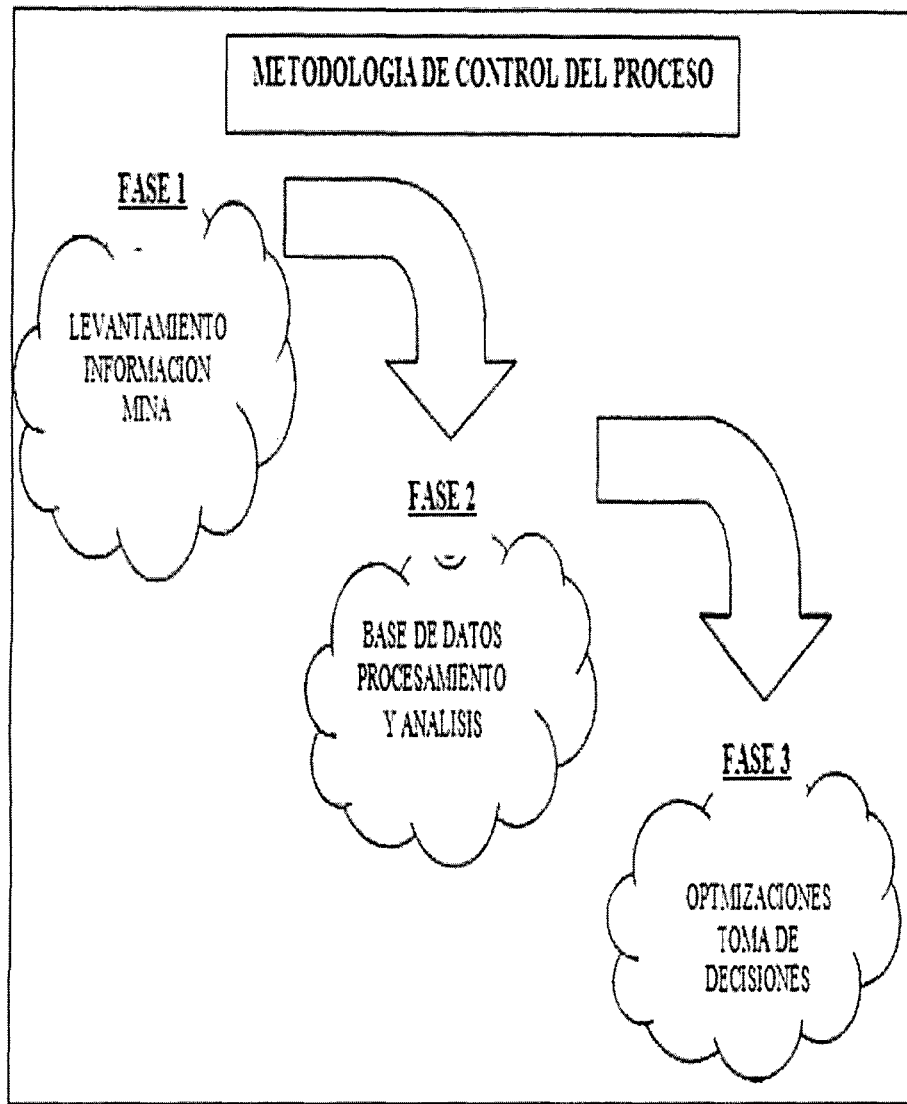
1. Las vetas menores de 0.30 metros de potencia, no es aplicable al tipo Breasting por ser económicamente no rentable.
2. Implementar el área de Geomecánica, con fines de tener actualizado el mapeo geomecánico para aplicar el tipo de sostenimiento adecuado y oportuno.
3. Implementar Winches de Izaje para el traslado de madera a los tajos para minimizar el esfuerzo físico y accidentes de los trabajadores.
4. Programar capacitaciones en trabajos de madera, con la finalidad de optimizar el ciclo de minado en los tajos por la falta de enmaderadores se pierde tiempo.
5. Se debe Implementar un mayor número de sierras eléctricas para los trabajos en madera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Carlos Agreda T** “investigación de operaciones”, Lima, Febrero - 1994
2. **Carlos Ayala Berrocal**: Análisis de estándares operacionales de mina Orión. Informe N° 45,Lima Perú -Año 2012
3. **Exsa**: Explosivos Convencionales y Accesorios para Voladura, Lima Perú, Segunda -Edición Año 2003
4. **Exsa**: Manual de Practico de Voladura, Lima Perú, Tercera Edición Año 2000
5. **Injoque j. Rodriguez.& alvarez**: Geología del Distrito Minero Aurífero de Orión, Edición Diciembre Arequipa Perú-2010.
6. **José Michael Santos Cisneros**: Controles geológicos estructurales de la mineralización aurífera en el sistema de vetas de la mina Orión, Edición -Lima Perú,Enero-2009
7. **Jorge Alvares A** “Investigación de Operaciones” UNI Edición revisada y aumentada Octubre Lima - Perú 2005
8. **López Gimeno Emilio**: Manual de Perforación y Voladura de Rocas, -Madrid. Edición Año 2003.
9. **Manual de Capacitación Exsa**. Minería subterránea: Criterios y técnicas para la explotación y voladura, Edición Febrero, Lima Perú- 2012.
10. **Manual de Capacitación Minera Poderosa**, Explotación Subterránea de Métodos y casos prácticos, Edición Agosto, Puno Perú-2010
11. **Puma Sacarías**: Calculo de reservas y evaluación de veta Francia, Informe interno N° 002,Lima Perú Año-2012
12. **Software Súper Lindo**: Versión 6.1 (12 de mayo 2003)

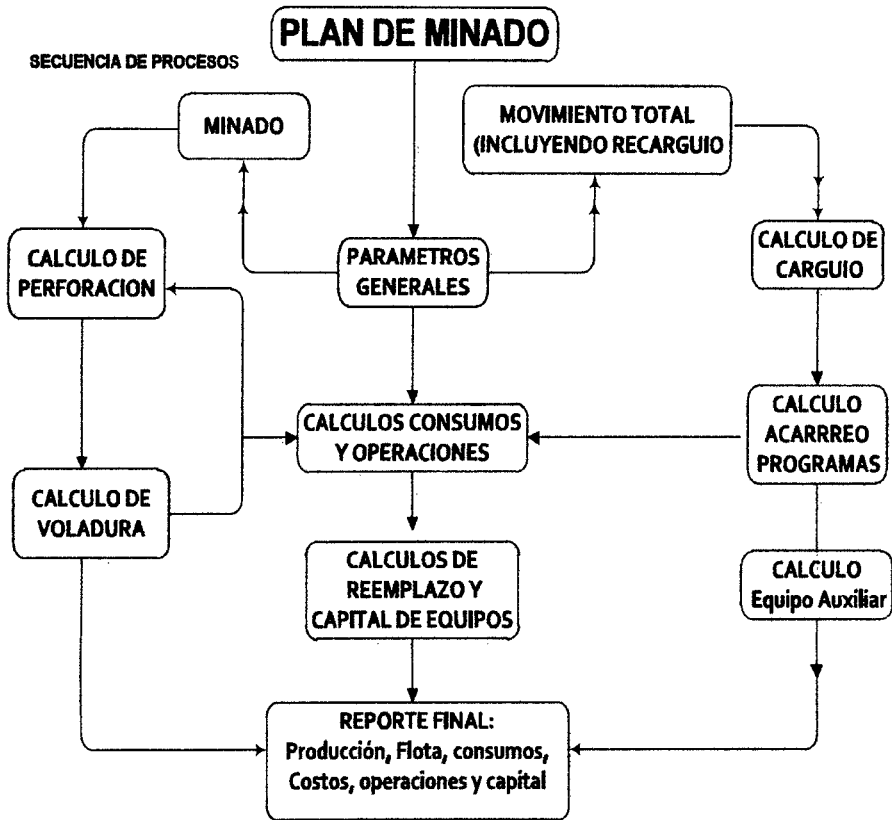
# ANEXOS

## ANEXO N° 01: DIAGRAMAS

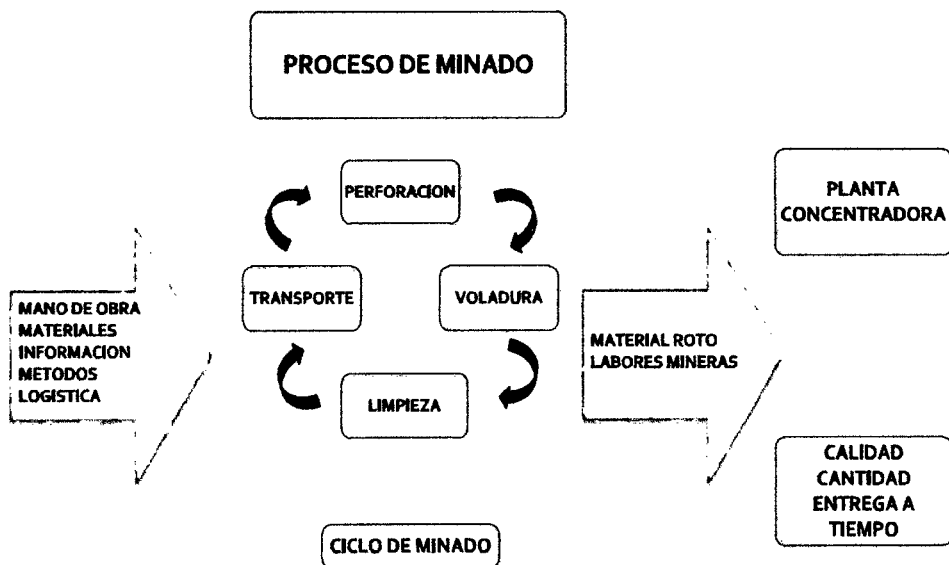


**DIAGRAMA 01:** Método de Control del proceso para la Optimización

## PLAN DE MINADO

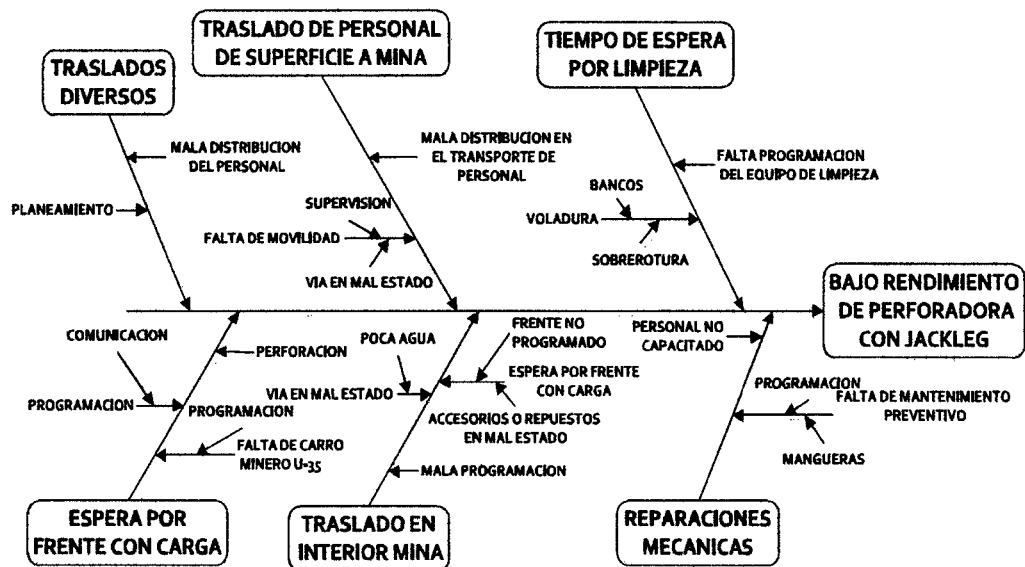


**DIAGRAMA N° 02:** Plan de Minado

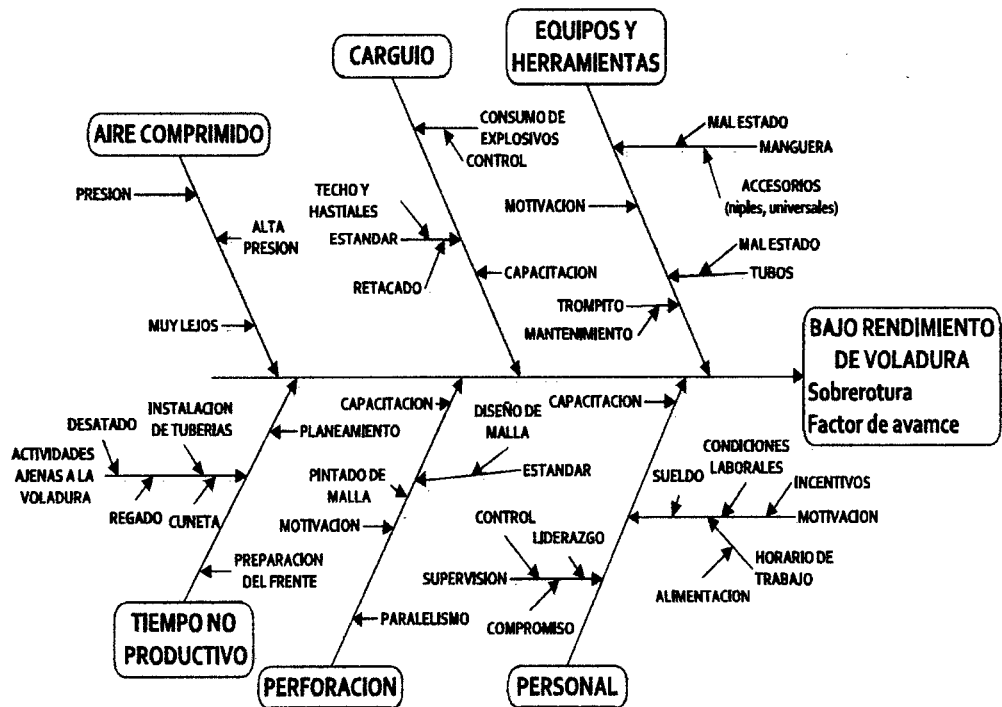


**DIAGRAMA N° 03:** Proceso de Minado

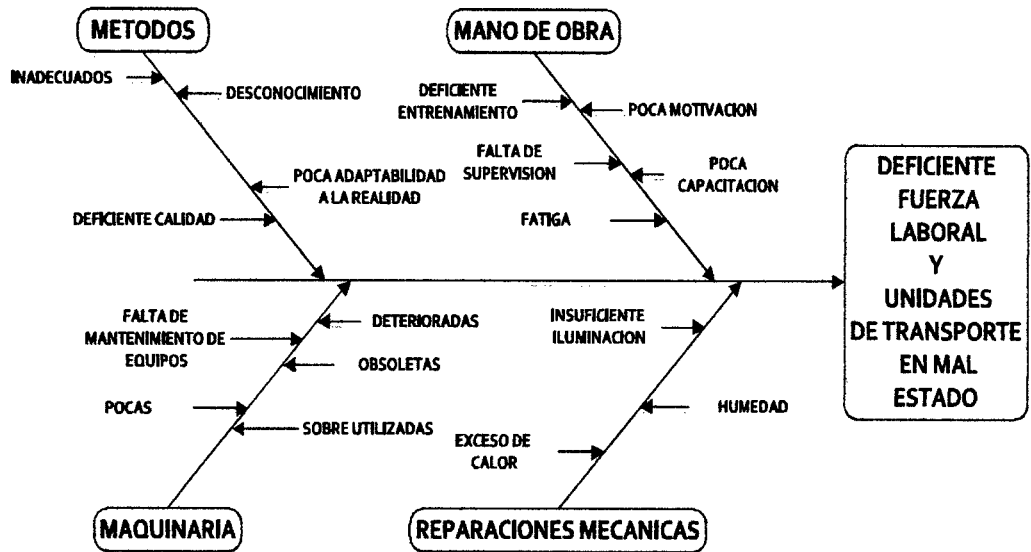
## DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO POR METODO DE ESPINA DE PESCADO DE OPERACIONES UNITARIAS



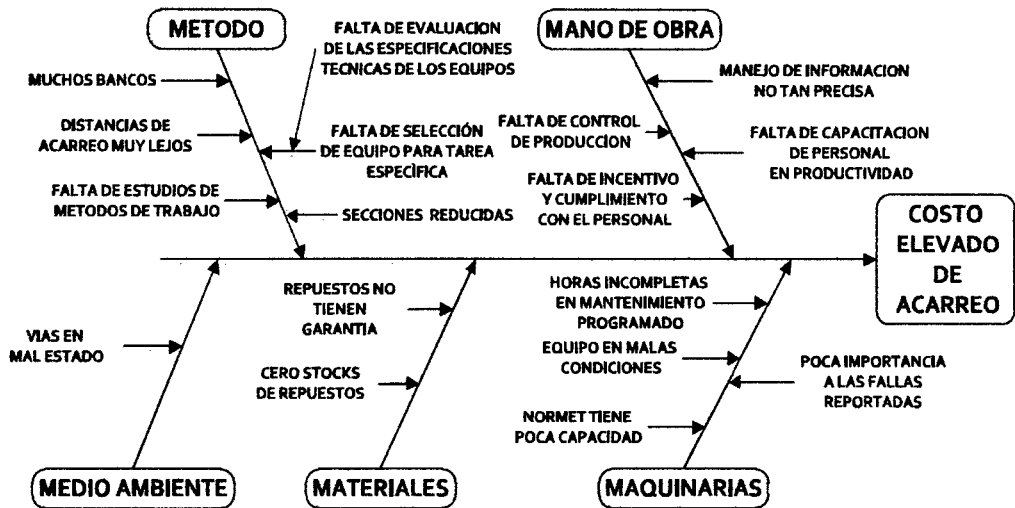
**DIAGRAMA N° 04: Causa-Efecto Perforacion**



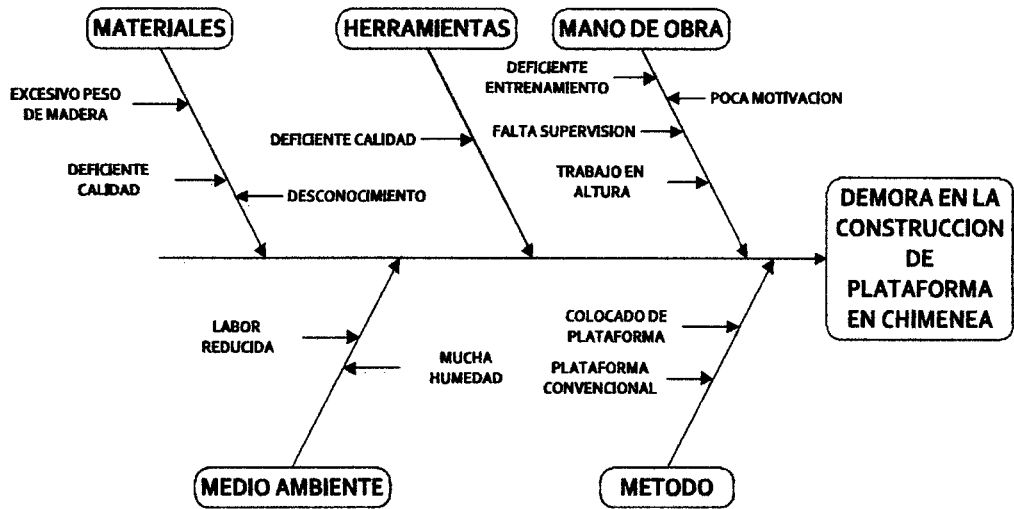
**DIAGRAMA N° 05: Causa-Efecto Voladura**



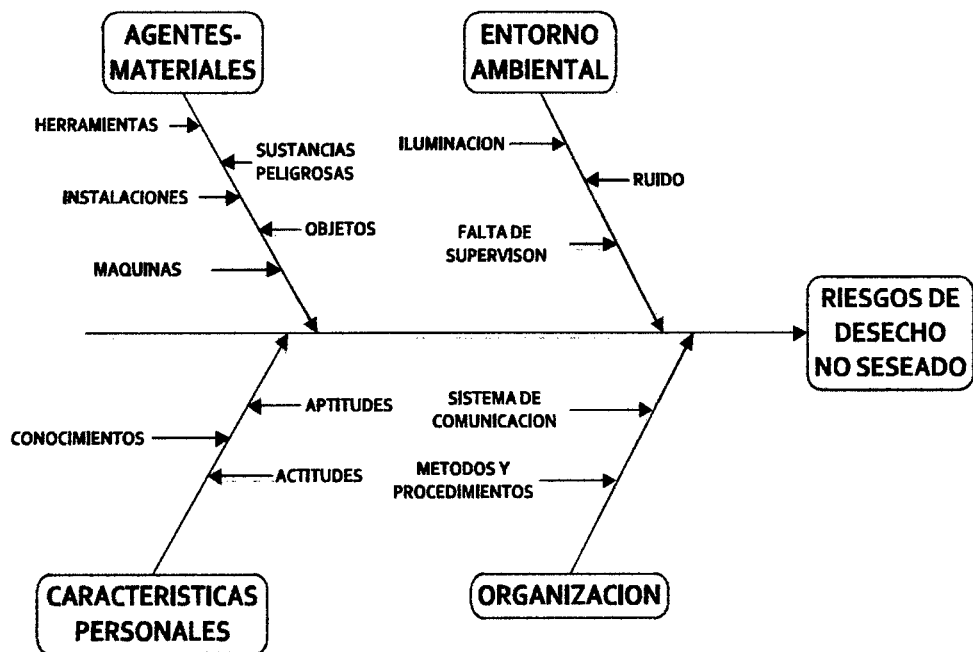
**DIAGRAMA N° 06: Causa-Efecto Fuerza Laboral y Transporte**



**DIAGRAMA N° 06: Causa-Efecto Acarreo**



**DIAGRAMA N° 07: Causa-Efecto de construccion plataforma de chimenea**



**DIAGRAMA N° 07: Causa-Efecto desechos**

## **ANEXO N°02: PANEL DE FOTOGRAFIAS**



**FOTO N° 01: Vista Panorámica de la Mina Orion**



**FOTO N° 02: Perforacion del frente en Subnivel con Jackleg**



**FOTOGRAFIA N° 03:** Trabajadores Armando un Cuadro de Madera.



**FOTOGRAFIA N° 04 :** Cuadro de 3 elementos en una sección de 7' x 8'



**FOTOGRAFIA N° 05 :Instalación de riel de 30 lbs y doblado con santiago**



**FOTOGRAFIA N° 06: Carro Minero U-35**

## **ANEXO N°03: PLANOS**

- 1.-Plano Geológico Superficial (Plano N°01)
- 2.-Plano Longitudinal Francia Bonanza (Plano N°02)
- 3.-Plano de Cubicación Zona Francia (Plano N°03)
- 4.-Plano de Cubicación Zona Bonanza (Plano N°04)