

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
MINAS**



**“PROYECTO DE PROFUNDIZACION DEL PIQUE
INCLINADO MINA LIMPE CENTRO TERCERA ETAPA
UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ”**

TRABAJO PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

WAGNER JAYO ACUÑA

Ayacucho - Perú

2008

**“PROYECTO DE PROFUNDIZACION DEL PIQUE
INCLINADO MINA LIMPE CENTRO TERCERA ETAPA
UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ.”**

Recomendado : 16 de abril de 2008

Aprobado : 18 de abril de 2008



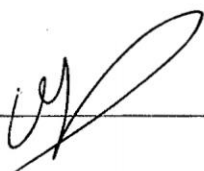
Ing. Carlos Prado Prado

Miembro




Ing. Grover Rubina Salazar

Miembro



Ing. Andrés Portugal Paz

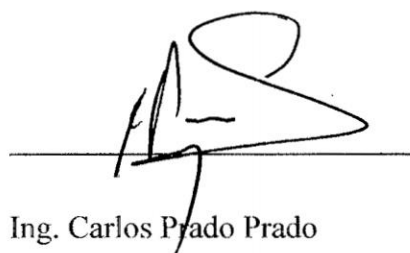
Miembro



Ing. Jaime Huaman Montes

Presidente

Según el acuerdo constatado en el acta el 18 de abril de 2008, en la sustentación de Trabajo Profesional del Bachiller en Ingeniería de Minas, **Wagner JAYO ACUÑA**, del trabajo de Investigación titulado **PROYECTO DE PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO MINA LIMPE CENTRO TERCERA ETAPA UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ**", fue calificado con la nota 14 (Catorce) por lo que se da la respectiva aprobación.



Ing. Carlos Prado Prado

Miembro



Ing. Grover Rubina Salazar

Miembro



Ing. Andrés Portugal Paz

Miembro



Ing. Jaime Huaman Montes

Presidente

DEDICATORIA

*A la memoria de mi padre;
Tomas Jayo Mendoza y mi
madre Julia Acuña Ayuque.*

*A mi esposa Karina e hijo
Josué.*

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga de la Facultad de Ingeniería de Minas.

A la Empresa Especializada J&D Ingenieros, por todo su reconocido apoyo.

INTRODUCCION

La Mina Iscaycruz actualmente explota tres unidades: Limpe Centro con una producción de 1,200 TMD, Chupa con 450 TMD y Tinyag con 450 TMD, totalizando una producción de 2,100 TMD, siendo el mineral principal de explotación el zinc. La mina Limpe Centro es el que produce el 57.14% del total extraído, por lo que es unidad minera de mayor importancia.

En el caso de la Mina Limpe Centro, las actuales reservas de mineral del encima del Nivel 27 al ritmo actual de producción aseguran solamente 10 meses de vida a la mina Iscaycruz. Los sondajes hechos en la etapa de prospección han confirmado la persistencia de la mineralización en profundidad de los cuerpos Olga y Estela, ubicándose mineral económico en la cantidad de 1'879,805 TM con leyes de 18.46% de Zn, para cuya extracción luego de un análisis de los aspectos técnicos y económicos se optó por la profundización mediante la

prolongación del inclinado actual del Nivel 27 al Nivel 32, donde opera un Skip de 9.0 TM de capacidad.

La extracción del mineral a través del pique inclinado tiene ventajas como la rapidez, facilidad, flujo continuo, costo bajo comparado con la extracción del mineral mediante volquetes y con posibilidad de automatizar el izaje.

Por otro lado la construcción requiere menos tiempo y permite desarrollar los niveles y preparar los tajcos rápidamente por lo que la zona de explotación futura estará asegurada dentro del tiempo programado por el Departamento de Planeamiento de la Mina Iscaycruz.

RESUMEN

El presente trabajo está referido a la profundización de la explotación debajo del Nivel 27 de la Unidad Limpe Centro de la Mina Izcaycruz, mediante la prolongación del pique inclinado hasta el nivel 32, obteniéndose bajar 100 m. verticales.

Con este objetivo el trabajo profesional se ha dividido en 04 capítulos, conforme se resume a continuación:

El Capítulo I.- Aspectos Generales, describe los aspectos generales referidos a la Mina Izcaycruz, como su ubicación, clima, fisiografía, recursos y organización.

El capítulo II.- Geología, trata de la geología regional, geología local y la geología económica, tendientes a detallar los aspectos geológicos del yacimiento para luego mostrar las reservas minerales explotables y sus posibilidades futuras de este depósito..

El capítulo III.- Minería, describe el sistema y método de explotación que se aplica en base a las características del yacimiento y del tipo de mineral que se explota y que el proyecto de profundización contempla el empleo del mismo método de subniveles ascendentes con relleno consolidado..

El capítulo IV.- Reconocimiento Geológico Zona Sur de Profundización Mina: trata sobre el programa de sondajes diamantinos realizados en la zona sur y debajo del Nivel 2430 y los resultados positivos como es el mineral hallado y que respalda el proyecto de profundización.

El Capítulo V.- Proyecto de Profundización: elegido la profundización del pique inclinado III Etapa, en este capítulo se diseña el pique considerando su: longitud, sección, ángulo de inclinación y los componentes de izaje como también la estructura requerida. En la etapa de construcción indica las etapas a seguir, los equipos, mano de obra y servicios requeridos.

El Capítulo VI.- Evaluación Económica Financiera, aquí se determina el monto de inversión necesitado para la ejecución del pique inclinado, accesos e instalaciones. Se hace una evaluación económica-financiera bajo los indicadores del VAN y TIR, que demuestran al proyecto ser de alta rentabilidad y justifica su ejecución.

INDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
INTRODUCCION
RESUMEN

CAPITULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	1
1.2. CLIMA Y VEGETACION.....	2
1.3. FISIOGRAFIA.....	2
1.4. ANTECEDENTES.....	3
1.5. RECURSOS.....	4
1.6. OBJETIVO DEL TRABAJO.....	5
1.7. ORGANIZACION.....	5
CAPITULO II.....	6
GEOLOGIA.....	6
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	6
2.1.1. ESTRATIGRAFIA.....	7
2.1.2. ROCAS IGNEAS.....	11
2.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	11
2.3. GEOLOGIA LOCAL.....	12
2.4. TIPO DE YACIMIENTO.....	13
2.5. MINERALIZACION.....	13
2.6. CUERPOS MINERALIZADOS.....	14
2.6.1. CUERPO ESTELA.....	14
2.6.2. CUERPO OLGA.....	15
2.7. GEOLOGIA ECONOMICA DE LIMPE CENTRO.....	16
2.7.1. TIPO DE YACIMIENTO.....	16
2.7.2. ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL YACIMIENTO.....	16

2.7.3.	POSIBLE SECUENCIA DE FORMACION DE MINERALES.....	17
2.7.4.	ALTERACIONES Y MINERALIZACION.	17
2.7.5.	CONTROLES DE MINERALIZACION.	18
2.7.6.	PARAGENESIS Y SECUENCIA DE FORMACION.	18
2.7.7.	RESERVAS MINERALES.....	19
2.8.	POSIBILIDADES DEL YACIMIENTO.	20
CAPITULO III.....		21
MINERIA		21
3.1.	CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO.	21
3.2.	METODO DE EXPLOTACION DE SUBNIVELES ASCENDENTES CON RELLENO CONSOLIDADO.	22
3.2.1.	PREPARACION DE CRUCEROS.....	22
3.2.2.	EXPLOTACION.	23
3.2.3.	LIMPIEZA DE MINERAL.....	25
3.2.4.	RELLENO.....	26
3.2.5.	SOSTENIMIENTO.	26
3.3.	COSTOS DE EXPLOTACION.	27
CAPITULO IV.....		28
PROYECTO DE PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO TERCERA ETAPA		28
4.1.	PROFUNDIZACION MEDIANTE PIQUE INCLINADO.-.....	28
4.2.	UBICACIÓN.....	29
4.3.	EVALUACION GEOMECANICA DE LA ZONA DEL PIQUE INCLINADO.....	29
4.4.	DISEÑO DEL PIQUE INCLINADO.....	30
4.4.1.	DIMENSIONES DEL INCLINADO.....	30
4.4.2.	DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE IZAJE.....	30
	WINCHE:	30
4.4.3.	SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE IZAJE.....	33
4.5.	PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO.	39
4.5.1.	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	39
4.5.1.1.	EXCAVACIÓN DEL INCLINADO.....	40

4.5.1.2. SOSTENIMIENTO.....	44
4.5.1.3. EQUIPAMIENTO.....	44
4.5.1.4. ESTACION DE CARGA.....	44
4.5.1.5. EXCAVACION DEL ORE PASS Y WASTE PASS.....	45
4.6. VENTILACION.....	45
4.7. BOMBEO.....	46
4.8. MANO DE OBRA.....	46
4.9. COSTOS UNITARIOS DE CONSTRUCCION.....	46
CAPITULO V.....	49
EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA.....	49
5.1. COSTO DE PRODUCCION.....	49
5.2. DEPRECIACION DE ACTIVOS.....	50
5.3. VALOR DE LA PRODUCCION.....	50
5.4. INVERSIONES.....	50
5.5. CRONOGRAMA DE INVERSIONES.....	52
5.6. FINANCIAMIENTO.....	52
5.7. ESTADOS FINANCIEROS.....	53
CONCLUSIONES:.....	56
RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	61

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La Unidad Minera Iscaycruz se encuentra ubicada en el flanco oeste de la cordillera occidental de los andes centrales en la zona alta de la cuenca del río Huaura a 317 Km. de Lima. Políticamente se halla en el distrito de Pachangará, provincia de Oyón, departamento de Lima, entre las coordenadas geográficas siguientes (ver plano N° 1).

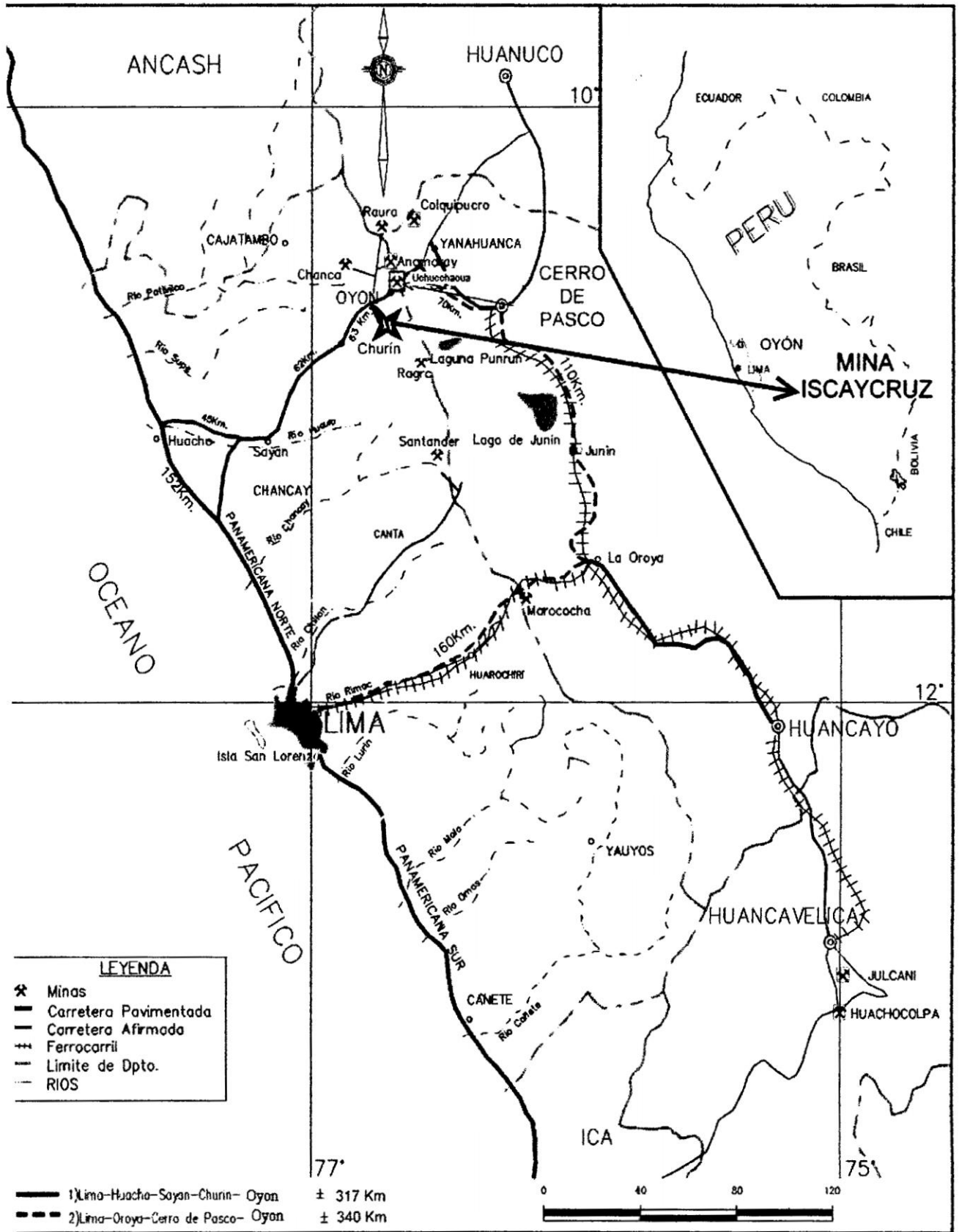
Longitud 76° 43' 48" Oeste

Latitud 10° 48' 00" Sur

Y en las coordenadas UTM:

Norte 8818845 Este 3623530

A una altura comprendido entre 4,200 a 4.900 m.s.n.m.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL
 ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

**PLANO DE UBICACIÓN
 MINA ISCAYCruz**

FECHA: Enero 2008
 DIBUJO: Wagner Jayo.

ESCALA: INDICADA

PLANO Nº 1

El acceso a la mina es por vía terrestre desde la ciudad de Lima siguiendo la carretera Panamerica Norte, conforme al detalle siguiente:

Ruta	Tipo Carretera	Distancia Km.	Tiempo Horas
Lima – Huaura	Asfaltada	153	3
Huaura – Sayán	Asfaltada	45	1
Sayán – Churín	Afirmada	61	2
Churín- Oyón	Afirmada	32	1
Oyón Mina	Afirmada	26	1
Total:		317	8

1.2. CLIMA Y VEGETACION.

En esta parte de la cordillera de los andes centrales occidentales, se tiene dos estaciones bien marcadas. El invierno ocurre entre los meses de mayo a octubre, donde el clima es frígido con temperaturas de 10° C durante el día, descendiendo debajo hasta – 10°C durante la noche. El verano comprende los meses de noviembre a abril, donde hay precipitación de lluvia, nieve y granizo, donde la temperatura durante el día alcanza hasta 20°C y en la noche desciende a 0°C.

A causa del clima cordillerano, la vegetación es escasa, constituido por gramíneas e ichu, en las quebradas más bajas existe pequeños arbustos como los quecuales.

1.3. FISIOGRAFIA.

La zona presenta una geomorfología típica glacial, como consecuencia de la actividad glacial en épocas pasadas y como producto se tiene lagunas escalonadas y acumulación de morrenas y valles en “U”. El paisaje es

montañoso, con presencia de numerosas quebradas y laderas algo empinadas que hacia la parte baja es de cause estrecho formando un valle en “V”, dando en general un relieve bastante accidentado.

1.4. ANTECEDENTES.

El yacimiento de Iscaycruz es explorado entre los años 1979 a 1981 con ayuda del gobierno japonés mediante sus instituciones Japan Internacional Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (M.M.A), donde participó el Ingemmet por parte del gobierno peruano. Como resultado de esta exploración se encontró las zonas mineralizadas de Iscaycruz y Cochaquillo.

La segunda exploración se llevó a cabo el año 1984, trabajo que consistió en perforaciones diamantinas y construcción de dos túneles que cortaron a los cuerpos Limpe Sur y Olga, estimándose reservas de 3'250,900, con leyes de 18.99 % de Zn, 1.59% Pb, 0.13 % de Cu y 48 gr /TM de Ag.

El año 1985 Minero Perú S.A asumió la titularidad de los derechos especiales de Iscaycruz y Cochaquillo y en los años siguientes realizó exploraciones de las estructuras mineralizadas del Cuerpo estela y Olga en el área de Limpe, ejecutando galerías, cruceros y chimeneas en ambos cuerpos.

El año de 1990 se constituye la Empresa Minera Especial Iscaycruz S-A (EMEISA) y recibe como aporte de capital por parte de Minero Perú ejercer todo tipo de actividades mineras en los Derechos Especiales Iscaycruz y Cochaquillo. Esta empresa realiza comprobación de reservas, cubicando 1'500,000 TM de mineral (reservas probado-probables) con una ley de 21% de Zinc.

En el año de 1992 se constituye la Empresa Minera Iscaycruz S.A, que

luego de preparar y desarrollar mina inicia su explotación el año 1993 con una producción de 1,000 TM, paralelamente construye el mineraducto hasta la localidad de Churín aumentando su producción a 2,000 TM el año 2005. El accionario de la empresa minera Iscaycruz está constituida por los siguientes accionistas:

- Glencore Finance = 45%.
- Perú Bar = 30%
- Mincro Perú = 25%.

1.5. RECURSOS.

RECURSOS NATURALES:

El mineral existente y cubicado en el yacimiento, constituye el principal recurso natural y que es explotado actualmente por la empresa.

RECURSOS HIDROENERGETICOS:

En la zona se cuenta con la presencia de lagunas como: Mancacuta, Quellaycocha y Tinyac. La laguna de Quellaycocha almacena 1'000,000 m³ por años y que es captado para los trabajos de mina. Para la planta concentradora, el agua es captada del río Huaura y conducida mediante canales hasta la planta concentradora.

La zona debido a su potencial hidroenergético es propicia para proyectos de instalación de centrales hidroeléctricas, que abarataría los costos energéticos.

RECURSOS HUMANOS:

El recurso humano es abundante en la zona y tienen experiencia en trabajos de mina, así el 52% del personal es de las zonas adyacentes (Oyón, Churin, Pachangara y Rapáz) y el 48% restante proviene de otros lugares del país.

1.6. OBJETIVO DEL TRABAJO.

Objetivo específico: constituir un modelo de profundización de la explotación mediante la construcción de un inclinado hasta la zona mineralizada que se halla debajo del nivel 2750.

Objetivo general: servir al suscrito como tema para la obtención del Título de Ingeniero de Minas, vía trabajo profesional.

1.7. ORGANIZACION.

La Empresa Minera Los Quenuales S.A, en su Unidad Minera Iscaycruz está organizada siguiendo los lineamientos de una administración moderna, conforme puede apreciarse en el organigrama mostrado en la lámina N° 1

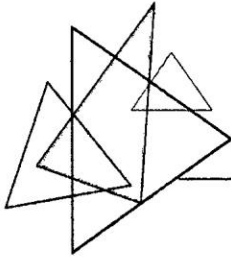
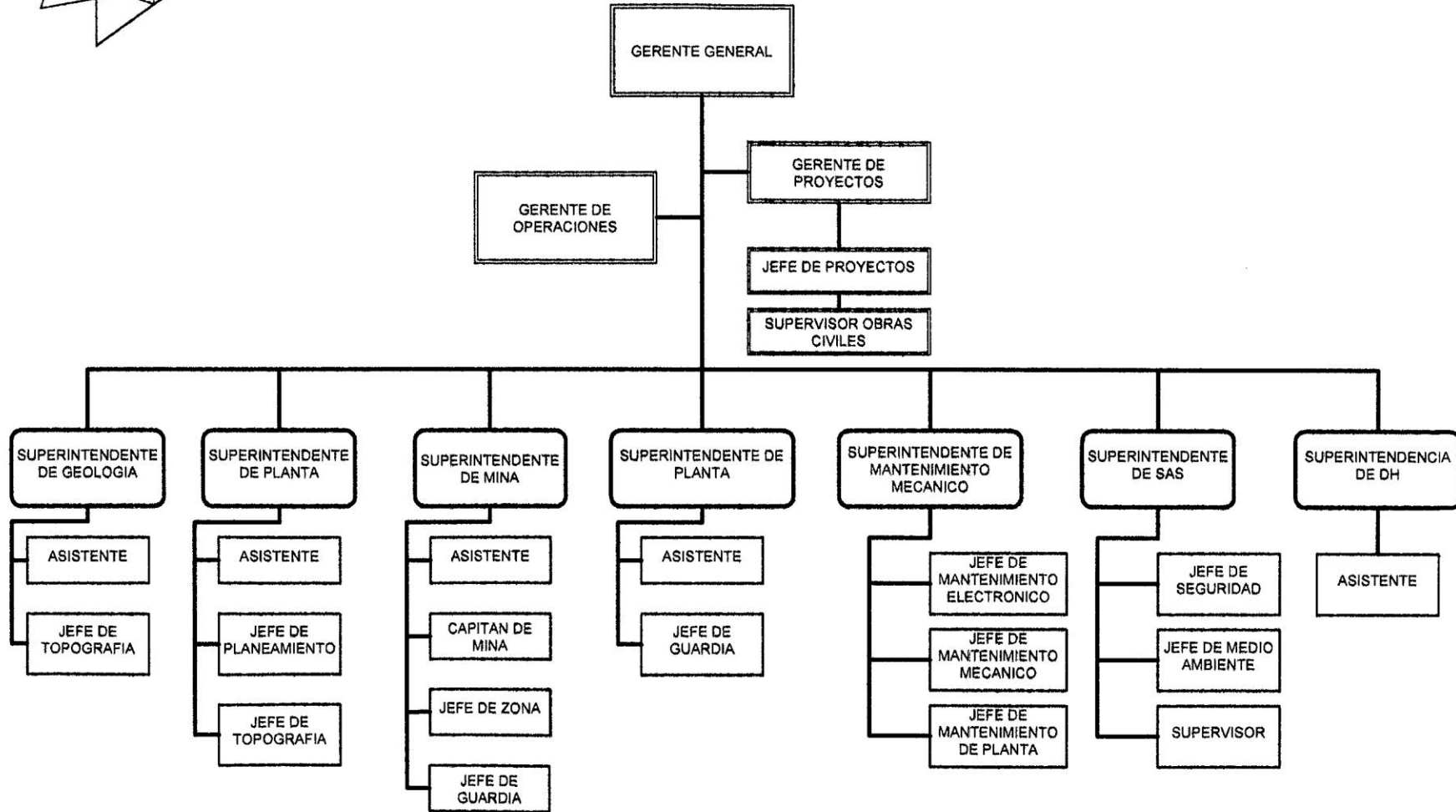


Lámina N° 01: Organigrama de la Empresa

Mina Iscaycruz



CAPITULO II

GEOLOGIA

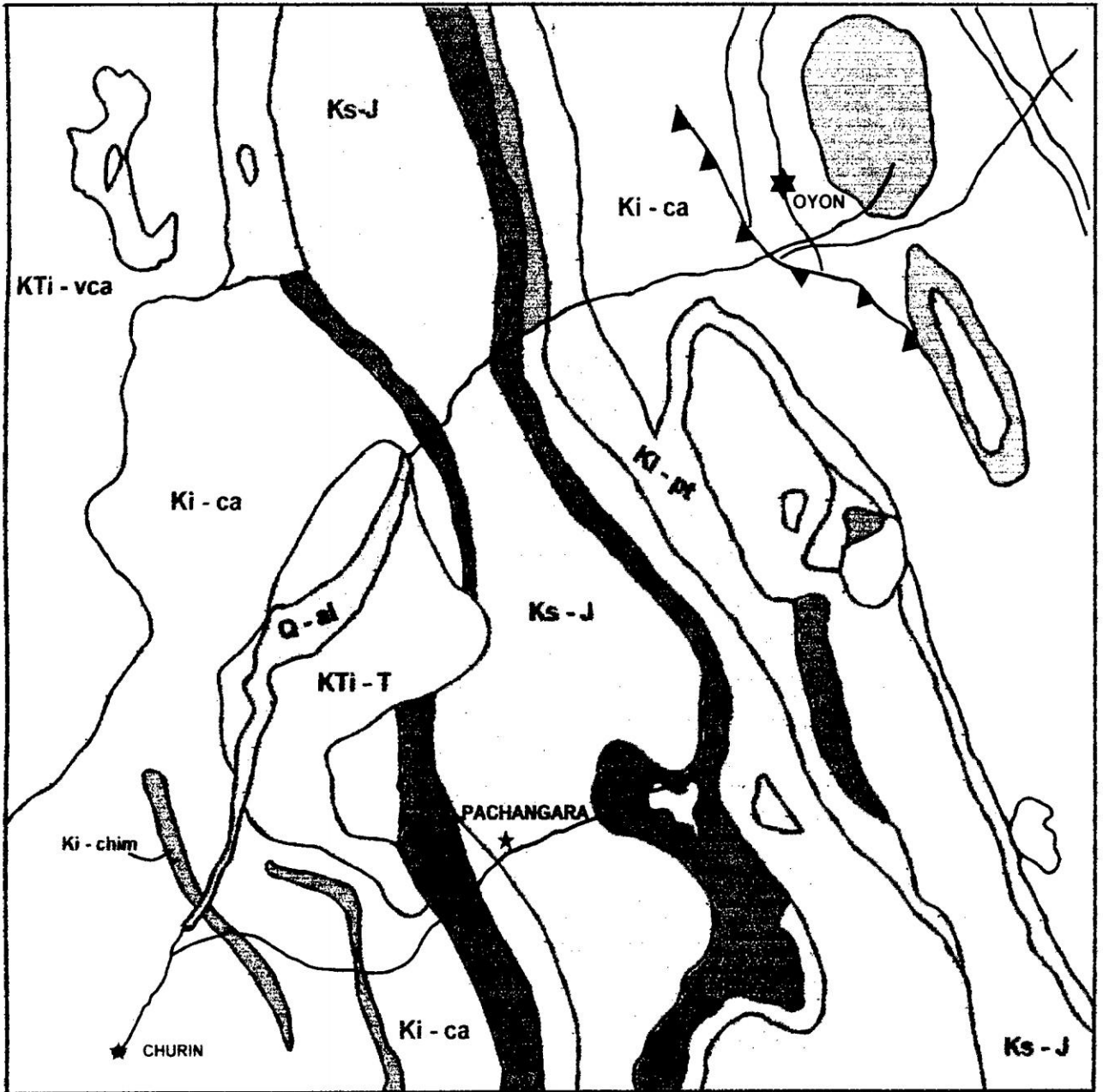
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL.

En la región donde se ubica el yacimiento de Izcaycruz, afloran rocas sedimentarias e intrusivas, de edad Cretácica Inferior al cuaternario reciente, conforme se puede observar en el plano N° 2.

Potentes sedimentos del cretáceo se encuentran ampliamente distribuidos en el área, presentando 3 unidades u horizontes bien definidos:

Parte inferior: constituida principalmente por rocas clásticas, tales como areniscas silíceas, calizas y lutitas (Formaciones: Oyón, Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat).

Parte intermedia: consiste de rocas calcáreas asociadas a dolomitas y lutitas (Formaciones: Pariahuanca, Chulce, Pariatambo, Jumasha y Celendín).



LEYENDA

	Depósito Aluvial		Formación Pariatambo		Formación Chimú
	Volcánico Galipuy		Formación Chulec		Tonalitas
	Formación Jumasha		Formación Carhuaz		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL
 ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

GEOLOGIA REGIONAL
UNIDAD MINERA IZCAYCRUZ-MINA LIMPE CENTRO

FECHA: Marzo 2008
 DIBUJO: Wagner Jayo.

ESCALA: 1/20,000

PLANO N° 2

Parte superior: conformado por capas rojas de la formación Casapalca.

Todas estas formaciones cretáceas han sido cubiertas por los volcánicos terciarios de la Formación Calipuy y luego intruídas por tonalitas, dacitas y pórfido granítico.

2.1.1. ESTRATIGRAFIA.

A).-GRUPO GOYLLARISQUIZGA:

FORMACION OYON (Ki-o):

Está conformado por una intercalación de lutitas gris oscura, areniscas y capas carbonosas antracíticos que se hallan muy disturbadas, de edad Jurásico Superior (Titoniano) Ver Lámina N° 02. La secuencia de la Formación Oyón se ha separadas en tres paquetes:

PAQUETE INFERIOR: constituido por un estrato de 10 m. Consistente de areniscas cuarzosas, débilmente cementadas con material sílico-caolinico. La roca en fractura fresca es de color crema-marrón, porosa con algunos hilos paralelos a la estratificación de origen orgánico.

PAQUETE MEDIO: con un espesor promedio de 50 m. es el más diversificado y está constituido de lutitas, con mantos de carbón e intercalaciones de esferosideritas.

PAQUETE SUPERIOR: constituido por estratos de areniscas de 60 m. de espesor. En la base las areniscas se presentan en bancos delgados separados por

ERA	SIST	SERIE	PISO	MILL AÑOS	LITOLOGIA	POTENCIA (m)	FORMACIÓN	CARACTERÍSTICAS	
	CUATERN							Depositos aluviales y marinos	
CENOZOICO	TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	30		500	CALPUY (Volcanes: Utrachocruz)	Piroclásticos-Derrames Andesíticos - Intrusivos Porfido-Duclíticos (1) y Riolíticos (2)	
			MIOCENO						
		PALEOGENO	OLIOGENO	69		1,000	CASAPALCA	Lutitas areniscas y conglomerados	
			EOCENO						
			PALEOCENO						
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	SENOCIANO	DORDONIANO	80	120	CELENDIN SUPERIOR	Lutitas y margas	
				CAMPANIANO		100	CELENDIN INFERIOR	Calizas margosas Lutitas calcáreas	
				SANTONIANO		405	JUMASHA SUPERIOR	Calizas afaníticas	
				CONIACIANO			485	JUMASHA MEDIO	Calizas grises alternadas con calizas nodulosas
			TURONIANO	86	570	JUMASHA INFERIOR		Calizas, margas y slax alternados	
		CENOMANIANO							
		INFERIOR	ALBIANO	95	50	GRUPO MACHAY	PARIATAMBO	Lutita carbonosa, caliza	
							200	CHULEC	Margas, lutita, caliza
								50	PARIAHUANCA
							50		FARRAT
			BARREMIANO	110	600	GRUPO GOYLLARIZQUIZA	CARHUAZ	Areniscas y lutitas	
			120				SANTA	Calizas y lutitas	
							500	CHIMU	Cuarzitas
VALANGINIANO	400		OYON					Capas carbonosas areniscas y lutitas intercalados	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA MINA IZCAYCRUZ

FECHA: Marzo 2008
DIBUJO: Wagner Jayo.

ESCALA: 1/25,000

LAMINA N° 2

intercalaciones de de lutitas con esferosideritas.

FORMACION CHIMU (Ki-ch):

Sobreyace concordantemente a la Formación Oyón y consiste de una manera generalizada en;

El piso presenta una serie de areniscas de diferentes durezas, variando de blanda a cuarcitas con intercalaciones de pizarras arcillosas.

La parte intermedia: areniscas cuarcíticas blancas en bancos de 0.50 m. a 3.0 m. de espesor.

La parte superior: areniscas cuarcíferas blancas con intercalaciones de pizarras arcillosas. La edad que se asigna a la formación Chimú una edad Valanginiano.

FORMACION SANTA (Ki-sa):

Suprayace concordantemente y gradacional a la Formación Chimú. Está constituida por una serie de 170 m. de areniscas arcillosas, pizarras arenosas y calizas de color gris. Localmente intercaladas con chert.

La edad que se le asigna es Valanginiana.

FORMACION CARHUAZ (Ki-ca):

Está compuesta de areniscas grises a gris amarillentas, intercaladas con lutitas negras o verdosas y limonitas amarillentas y una capa superior de areniscas de grano fino de color rojo brillante.

FORMACION FARRAT (Ki-f):

Descansa sobre la formación Carhuaz y está compuesta de areniscas cuarcíticas de color blanquecino a grisáceo, en estratos medianos a gruesos con notable estratificación cruzada. Por su resistencia a la erosión se le ubica en las partes altas del área en estudio.

B).- GRUPO MACHAY:**FORMACION PARIAHUANCA (Ki-ph):**

Consiste en calizas de color gris masivos resistentes a la erosión. Suprayace a la Formación Farrat en concordancia, su potencia se manifiesta en el área con un promedio de 50 m. Es conocida como formación fosilífera principalmente de amonite y es la base de la secuencia calcárea que modela el sinclinal de Rapáz.

FORMACION CHULEC (Ki-ch):

Consiste de 200 m. de margas, lutitas y calizas en estratificación delgada que en superficie intemperizada tiene una coloración marrón amarillenta.

FORMACION PARIATAMBO (Ki-pt):

Sobreyace a la Formación Chulec y consiste de intercalaciones delgadas de margas, lutitas negras carbonosas y calizas bituminosas plegadas.

FORMACION JUMASHA (Ks-j):

Es el tope de la columna del cretáceo en el área. Consiste de una secuencia

de calizas, gris claro en superficie, intemperizada y gris oscuro en fractura fresca, en ciertos lugares al piso de la formación son margas. Se localizan en las partes altas. Por su naturaleza es de gran potencia alcanzando 1,500 m. y en el área se le asigna 400 m. parcialmente en la zona axial del sinclinal.

Jumasha Inferior (J-i):

Jumasha Medio (J-m).

Jumasha Superior (J-s): Tiene una potencia de 400 m. y se le asigna una edad del Huroniano.

FORMACION CELENDIN (Ks-c):

Es una alternancia de calizas margosas, margas blancas y lutitas calcáreas marrón que sobreyacen concordantemente al Jumasha.

Celendín inferior (C-i): conformado por calizas margosas amarillentas en alternancia con lutitas calcáreas de un espesor de 100 m. que en la base se muestran finamente estratificadas.

Celendín Superior (C-s): está conformado por lutitas y margas marrón grisáceo de 120 m. de potencia.

C.- CUATERNARIO (Q)

Depósitos glaciofluviales (Q-mo): son depósitos constituidos por materiales acarreados por los hielos en movimientos en parte fluviales, los que han sido acumulados como morrenas laterales o frontales.

Depósitos aluviales (Q-al): Están constituidos por los materiales arrastrados por los ríos y depositados a lo largo de su trayecto, formando lechos,

terrazas y llanuras de inundación. En general el material que constituye estos depósitos es un conglomerado constituido por cantos, cascajos, arenas, arcillas y limos.

2.1.2. ROCAS IGNEAS.

Rocas intrusivas: existen varios stocks intrusivos en las inmediaciones de Iscaycruz. El más expuesto es el stock de tonalita de Moroc en el fondo del valle de Huaaura escasa distancia al norte de Churín, que se extiende hasta la quebrada de Pachangara.

El stock de Iscaycruz es un pórfido dacítico. La intrusión de este stock ha producido una alteración débil en las rocas encajonantes. Los diques de composición dacítica-riolita existen en la cumbre de Cunshpunta al SE de Limpe Sur.

2.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

El área de Iscaycruz debido a la presencia rocas sedimentarias con pliegues y sobrecurrencimientos, la cuenca del cretáceo se ha deformado como un conjunto independiente por un despegue basal de la Formación Oyón, que consiste en una serie de pliegues muy largos, cuyos ejes tienen una longitud hasta de 100 Km. Cuyo rumbo es de NW-SE.

La morfología elevada está formada por anticlinales en la Formación Chimú y sinclinales en la Formación Jumasha.

Las estructuras principales del área Iscaycruz es el sistema de plegamiento Pico Yanqui, constituido por el anticlinal Este y Oeste del mismo.

Los fallamientos longitudinales del tipo normal se ubican en las formaciones menos competentes, principalmente en los flancos del anticlinal Pico Yanqui Oeste, no se observa falla de sobrecurrimiento en la parte central de Iscaycruz. También se ha reconocido un sistema de fallas NE - SW de cizalla al NE de Limpe, también en la boca mina sur.

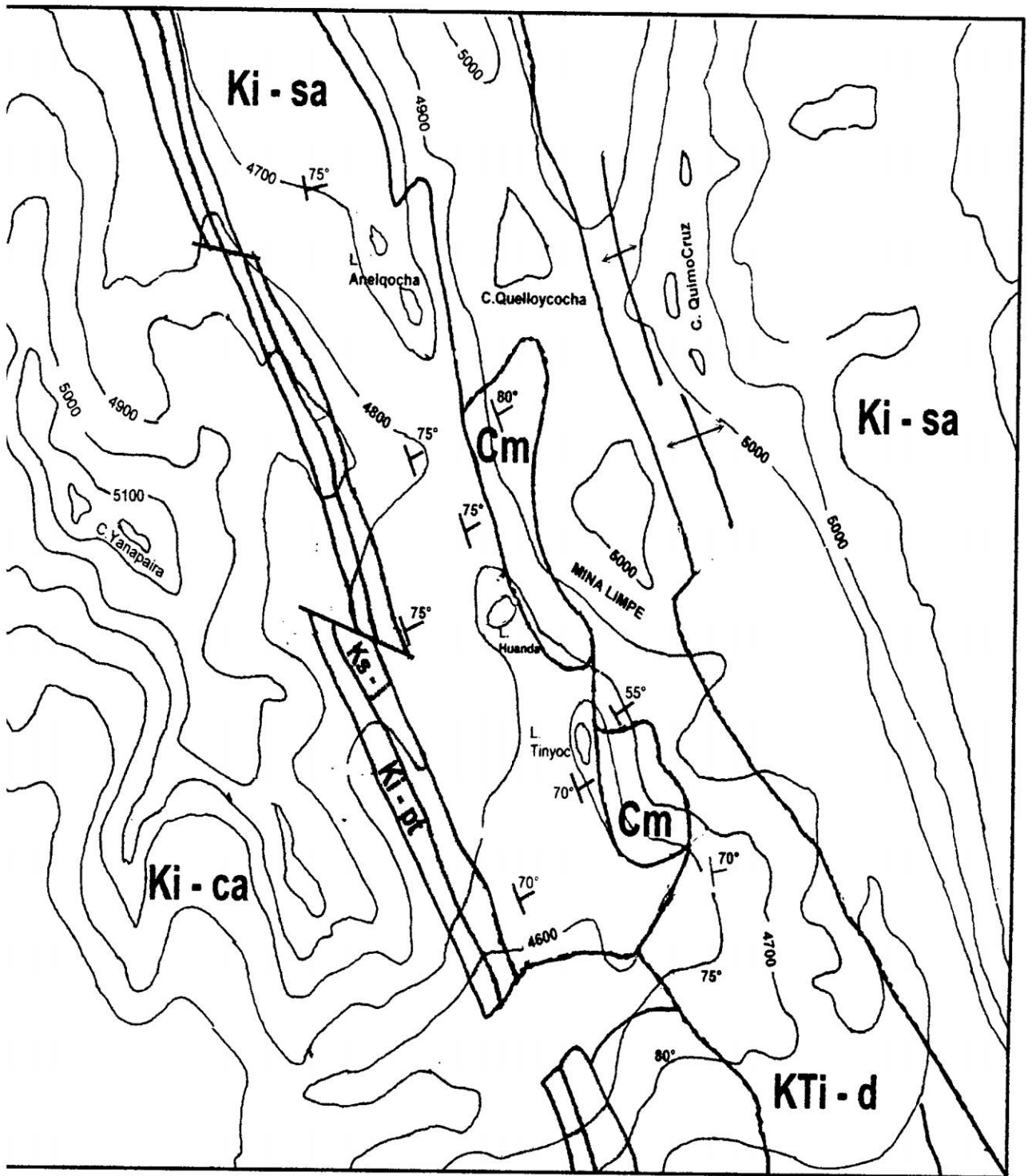
2.3. GEOLOGIA LOCAL.

La secuencia sedimentaria en el área de la mina conforma unidades litoestratigráficas que de la más antigua a la más moderna son Formaciones Oyón, Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Pariahuanca, Chulec, Pariatambo y Jumasha (ver plano N° 3).

A lo largo de largo de la Formación Santa en una longitud de 12 Km se observa manifestaciones de mineralización, expuestas discontinuamente, desde el norte de la cumbre de Iscaycruz hasta Antapampa en el sur. Existen algunas diferencias entre las ocurrencias de la mineralización en superficie. Así de la cumbre de Iscaycruz hasta Quellacocha, hay un gossan masivo de color negro a marrón, compuesto principalmente de cuarzo y limonita con cristales menores de goethita y hematina, existiendo pequeños cuerpos de pirita masiva.

En la cumbre de Huanda (parte central de Limpe) se observa capas de gossan con esfalerita oxidada, algo de galena y calcopirita, además al sur de la cumbre de Huanda se observa pirita compacta masiva de grano fino.

En el área de Tinyac, se encuentran minerales de alteración de skarn como: actinolita, granate, epidota y magnetita, además de una franja de fuerte alteración hidrotermal con presencia de cuarzo y hematitas.



LEYENDA

Ks - j	F. Jumasha	Ki - ca	F. Carhuaz	Cm	Cuerpos Mineralizados
Ki - pt	F. Pariatambo	Ki - sa	F. Santa	KTi - d	Pórfido Dacítico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL
 ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

GEOLOGIA LOCAL
UNIDAD MINERA IZCAYCRUZ-MINA LIMPE CENTRO

FECHA: Marzo 2008
 DIBUJO: Wagner Jayo.

ESCALA: 1/5,000

PLANO N° 3

En la zona de Antapampa (área sur) se observa Galena y esfalerita en forma diseminada en una masa de siderita manganífera, óxidos de hierro y cuarzo.

En el área se observa dos sistemas de fracturamiento de dirección NNE-SSW y WNW –ESE, los mismos que forman ángulos con la orientación de los ejes de plegamiento. Se observa además fallas de escurrimiento y fallas de estratificación paralela al rumbo de las capas, las mismas que han tenido corrimientos por varias docenas de metros que influyen sobre la continuidad de los cuerpos mineralizados.

Existe un fallamiento post-mineral de extensión regional que en el área de la mina es reconocido en la boca mina del nivel 4690 y en superficie está evidenciado por un alineamiento con hundimiento o depresiones. Este fallamiento es longitudinal con respecto al rumbo general de las capas sedimentarias y en profundidad afecta la zona mineralizada, la misma que se muestra con un intenso brechamiento.

2.4. TIPO DE YACIMIENTO.

El depósito de Iscaycruz en resumen es un yacimiento metasomático de contacto en skarn, con una inyección hidrotermal tardía, conformando mineralizaciones de zinc, plomo, plata y cobre, emplazado en las calizas de la Formación Santa, con mineralización económica de zinc, que en superficie se manifiesta con una fuerte oxidación con presencia de limonitas y hematinas.

2.5. MINERALIZACION.

La zona mineralizada de Iscaycruz se encuentra formando cuerpos y

mantos de reemplazamiento de las calizas de la Formación Santa.

La mineralización en superficie consiste de óxidos de hierro y manganeso, proveniente de sulfuros primarios, constituidos principalmente de esfalerita, marmatita y subordinadamente de galena y calcopirita. Como minerales accesorios se tiene pirita, novclita, siderita, calcita, cuarzo, especuladita, pirrotita y arsenopirita que en conjunto constituyen la ganga.

Depósitos de mineral de pirita masiva, compuestos mayormente de pirita, asociada con pirrotita y marcasita, están ocasionalmente enriquecidos con esfalerita y galena (SPb).

Los principales minerales del depósito tipo skarn son: calcopirita (S_2FeCu), esfalerita (SZn), pirita (SFe) y magnetita (Fe_3O_4). Los principales componentes del skarn son: tremolita, granate, epidota y el cuarzo.

2.6. CUERPOS MINERALIZADOS.

Las zonas mineralizadas se encuentran formando dos cuerpos tipo manto. Estos cuerpos son bastante heterogéneos por los diferentes ensambles mineralógicos existentes, por lo que puede denominarse un yacimiento complejo, cuya bondad son las altas leyes de zinc.

Los cuerpos mineralizados están bien definidos y con características propias a los cuales se conoce como: cuerpo Estela, y cuerpo Olga.

2.6.1. CUERPO ESTELA.

Está localizado en la base de la Formación Santa y ha sido desarrollado en los niveles 4690 y 4570. Es de geometría tabular lenticular, con rumbo N 20° W,

buzamiento 80° NE y tiene una potencia variable de 5 a 30 m. La mineralización económica está compuesta por esfalerita y marmatita, encontrándose en menor proporción galena y calcopirita.

Este cuerpo del nivel 4570 presenta dos zonas con diferentes características geológicas: una zona de brecha mineralizada, ubicada al piso del cuerpo y otra zona de mineral masivo ubicada al techo del mismo. La zona de brecha consiste de caliza, con una matriz arcillosa y panizo, que engloba fragmentos de caliza fresca alterada. En general el cuerpo de brecha es poco estable cuando se hace la excavación. La brecha mineralizada es post-mineral y está relacionado al fallamiento regional de tipo longitudinal que ha desplazado y triturado al yacimiento a lo largo de su borde oeste en el nivel 4570.

La zona de mineral masivo consiste principalmente de esfalerita, marmatita (de granulometría fina) asociado a la galena y pirita fuertemente cohesionado.

2.6.2. CUERPO OLGA.

Se ubica en la parte superior de la Formación Santa y ha sido desarrollado y explotado en los niveles 4730, 4690, 4570, tiene un rumbo N 20° W y buzamiento entre 85° a 90° NE. La mineralización comprende principalmente de pirita, esfalerita, galena y algo de argentita.

En el nivel 4690 el clavo mineralizado tiene una longitud de 180 m. y un ancho promedio de 9.0 m. y en profundidad se va angostando.

2.7. GEOLOGIA ECONOMICA DE LIMPE CENTRO.

El área de Limpe Centro es de las principales áreas mineralizadas de la Formación Santa y que ha sido objeto de trabajos de exploración y actualmente produce el 70 % del mineral explotado.

2.7.1. TIPO DE YACIMIENTO.

El yacimiento es este sector está representado por el reemplazamiento metasomático de dos horizontes de calizas subparalelas, ubicadas a los extremos, al piso y al techo de la Formación Santa, separados de 30 y 40 metros llamados Cuerpo Estela y Cuerpo Olga.

2.7.2. ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL YACIMIENTO.

La estructura más importante reconocida, es la presencia de un fallamiento post-mineral de extensión regional, que se aprecia en la boca mina del nivel 4690 y en superficie del yacimiento. Esta estructura ingresa longitudinalmente al yacimiento de N-S, subdividiendo en dos ramales.

La falla más importante se emplazó entre el cuerpo estela y Olga, originando las brechas mineralizadas por colapso y hundimiento del cuerpo masivo. Del mismo modo se identifican tres fallas transversales al cuerpo que son falla 1, falla 2 y falla 3, con los siguientes rumbos y buzamientos:

Falla	Rumbo	Buzamiento
1	N55° - 72°W	50°-75° SW
2	N56°- 75°W	60° -65° SW
3	N75° - 78° W	60° - 80° SW

Otra particularidad de esta estructura en toda su longitud, es la presencia de brechas y fragmentos mineralizados de esfalerita y pirita en la zona de falla con matriz panzada compuesto por dichos minerales molidos.

2.7.3. POSIBLE SECUENCIA DE FORMACION DE MINERALES.

Del estudio mineragráfico se deduce la siguiente secuencia:

- 1 Ganga.
- 2 Pirita I.
- 3 Pirita II (pirita + Ni).
- 4 Esfalerita, pirrotita, calcopirita, enargita, estannita.
- 5 Galena, galena argentífera, bornita.
- 6 Covelita (mineral secundario en fracturas de esfalerita).
- 7 Hematita, especuladita, calcopirita.

2.7.4. ALTERACIONES Y MINERALIZACION.

Las alteraciones más notables de las rocas encajonantes del depósito son: silificación, scriquización, argilitización, sideritización y dolomitización.

La alteración metasomática se desarrolló en la caliza, caracterizada por la presencia de granates, tremolitas, epidota, calcita, etc. formando el skarn.

El proceso de mineralización ocurrió posteriormente a la skarnización o probablemente empezó antes de que cesara completamente la formación de skarn, mediante un estadio tardío, los fluidos reemplazaron mayormente al skarn y rellenaron intersticios. La mineralización de Zinc se encuentra en cuerpos masivos, en disseminado, en manchas y venillas.

2.7.5. CONTROLES DE MINERALIZACION.

Los controles de mineralización más importantes en el yacimiento de skarn son: estratigráfico, estructural y litológico.

A.- CONTROL LITOLÓGICO:

La presencia de rocas calcáreas (calizas) actúa como zonas de metasomatismo cuando son intruídas por rocas ácidas originando zonas de skarnización, que luego son aprovechadas por las soluciones mineralizadas tardías para su reemplazamiento metálico.

B.- CONTROL ESTRUCTURAL:

De acuerdo a observaciones hechas en el campo, indican que la mineralización es posterior a la formación de skarn y está controlada por el fracturamiento originado por fuerzas tensionales, que son aprovechada para la circulación de los fluidos, rellenando y reemplazando al skarn.

C.- CONTROL MINERALOGICO:

La zona mineralizada, se presenta básicamente en el skarn, el cual está compuesto por tremolita, actinolita, cuarzo, magnetita, epidota, hedenbergita y clorita. Las soluciones mineralizantes fueron los que aprovecharon estas zonas para su reemplazamiento.

2.7.6. PARAGENESIS Y SECUENCIA DE FORMACION.

Según estudios realizados de muestras tomadas en superficie responde a la

siguiente secuencia:

- 1.- Gangas (granate, actinolita-tremolita).
- 2.- Cuarzo.
- 3.- Magnetita-calcita.
- 4.- Hematina.
- 5.- Pirrotita-pirita.
- 6.- Esfalerita-calcopirita.
- 7.- Minerales de alteración (limonita, clorita, etc.).

2.7.7. RESERVAS MINERALES.

Las reservas cubicadas al 30 de octubre del 2007, que se hallan debajo del Niv-27 alcanzan 1'879,805 TM con leyes de 18.46 % de Zn, 1.80 % Cu, 0.19 % Pb, 1.32 Oz/TM Ag y 18.72 % Fe, conforme se detalla en el cuadro N° 2.4.7

CUADRO N° 2.4.7							
RESERVAS PROBADAS DEBAJO DEL NIVEL 27							
MINA ISCAYCRUZ AL 30-10-07							
CUERPO MINERALIZADO	TONELAJE		L E Y E S			Oz/TM Ag	% Fe
	TM	% Zn	% Cu	% Pb			
Estela	925,927	20.75	2.05	0.27	1.61	17.18	
Olga	255,218	12.74	1.16	0.12	0.81	25.09	
Total	1,181,145						
Promedio		19.02	1.86	0.24	1.44	18.89	

RESERVAS PROBABLES DEBAJO DEL NIVEL 27
MINA ISCAYCRUZ AL 30-10-07

CUERPO MINERALIZADO	TONELAJE TM	L E Y E S				
		% Zn	% Cu	% Pb	Oz/TM Ag	% Fe
Estela	648,140	17.93	1.64	0.10	1.07	18.45
Olga	50,520	12.29	2.37	0.24	1.63	18.18
Total	698,660					
Promedio		17.52	1.69	0.11	1.11	18.43

RESUMEN RESERVAS MINERALES DEBAJO DEL NIVEL 27
MINA ISCAYCRUZ AL 30-10-07

CATEGORIA	TONELAJE TM	L E Y E S				
		% Zn	% Cu	% Pb	Oz/TM Ag	% Fe
Probado	1,181,145	19.02	1.86	0.24	1.44	18.89
Probable	698,660	17.52	1.69	0.11	1.11	18.43
Total:	1,879,805					
Promedio:		18.46	1.80	0.19	1.32	18.72

2.8. POSIBILIDADES DEL YACIMIENTO.

El yacimiento de Izcaycruz conforme a las exploraciones realizadas en los últimos años, contiene mineral de tipo prospectivo y potencial que en cantidad es igual a las reservas actuales, por lo que la profundización de la explotación se justifica tanto técnica como económicamente. Por otro lado existen otras zonas algo alejadas de la zona de operación como Limpe Sur situado a 1.5 Km. donde la mineralización es similar al de Limpe Centro, además la Formación Santa abarca una longitud de 12 Km. Tramo que ofrece grandes posibilidades de contener otros cuerpos mineralizados.

CAPITULO III

MINERIA

3.1. CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO.

En razón de que las condiciones geomecánicas y geotécnicas determinan un método de explotación, es necesario conocer la calidad del macizo rocoso donde se encuentra emplazado el yacimiento, para ello se aplica los sistemas de clasificación geotécnicos como el de Bieniawski, así tenemos:

Las cuarcitas de la Formación Chimú presentan calidad “Buena” con un RMR = 61 a 80.

Cerca al contacto con la Formación Santa existe un paquete incompetente de margas y material carbonoso de calidad “Muy Mala”, con un RMR = 25

En el paquete se encuentra un paquete transicional de areniscas y calizas de calidad “Regular”, con un RMR = 41 a 60.

Las rocas de la Formación Santa presentan muchas fracturas y fallas, observándose zonas con brechas de fallas y los cuerpos mineralizados en ciertos tramos son detectables con calidades que van desde “Muy malas” (RMR=20) a “Malas” (RMR = 21 a 40) y parcialmente “Regulares” (RMR = 41 a 60).

La Formación Carhuáz, presenta horizontes calcáreos y lutitas que tienen una calidad “Mala” (RMR= 21 a 40).

3.2. METODO DE EXPLOTACION DE SUBNIVELES ASCENDENTES CON RELLENO CONSOLIDADO.

El método de explotación se adecua a las condiciones naturales del yacimiento, a su vez permite una alta recuperación y eficiencia, dentro de los estándares de seguridad establecidos para el personal y equipo.

3.2.1. PREPARACION DE CRUCEROS.

- a. De la rampa de acceso en cada nivel se construye una cortada de 3.5 m. x 3.5 m. a partir del cuál se desarrolla el crucero paralelo al cuerpo mineralizado en caja techo. Esta operación se realiza mediante el jumbo electro hidráulico rotopercutiva Boomer II-104, que utiliza barras de 12 pies.
- b. Luego se delimita con una galería que divide el cuerpo mineralizado de sección 3.5 m. x 3.5 m.
- c. Este desarrollo se hace entre dos niveles, dando una diferencia de 10 m. verticales.
- d. A continuación se levanta la chimenea lateral conocido como Slot

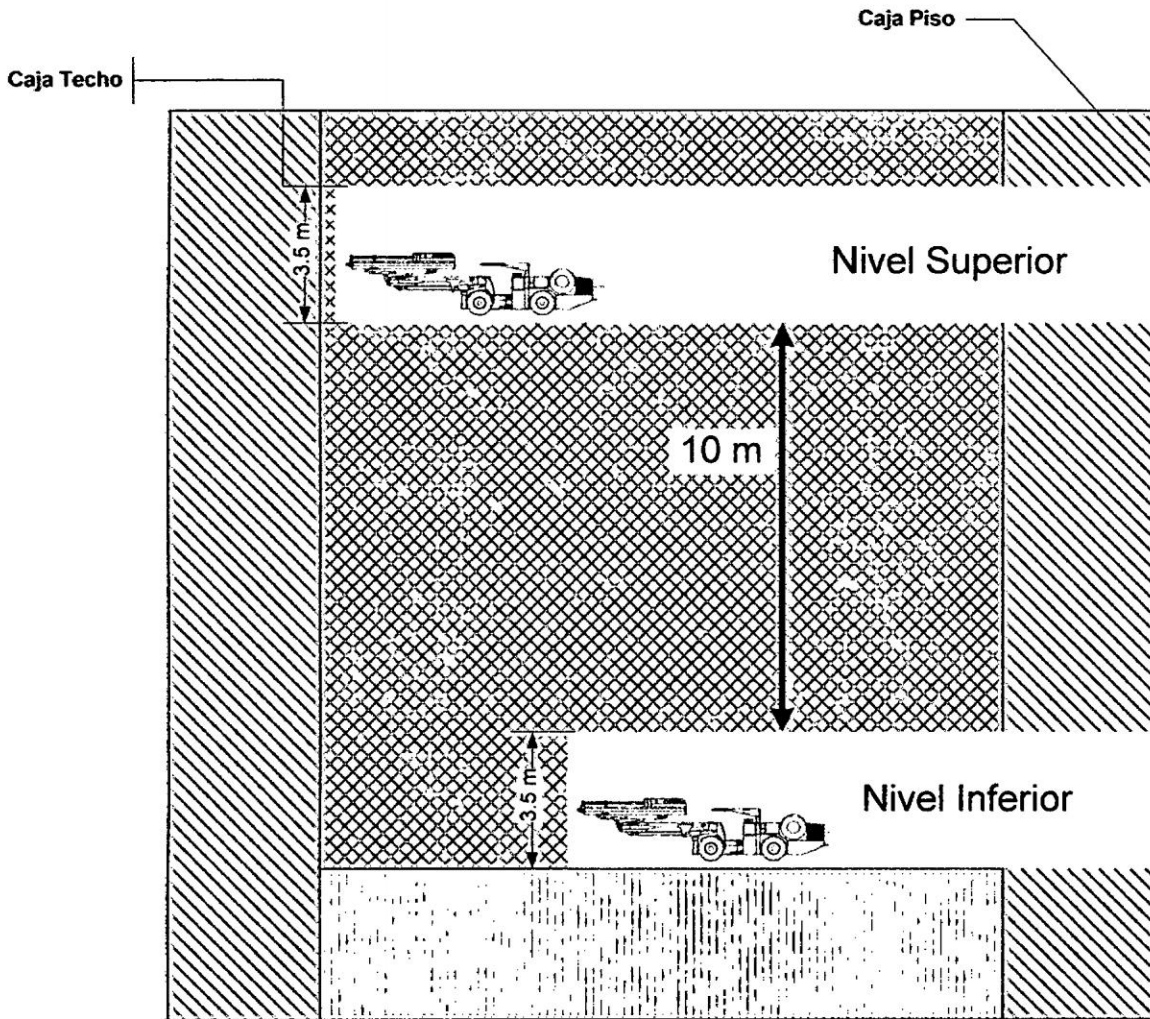
desde el nivel inferior, hasta comunicar al nivel superior. De esta manera queda preparado el block de explotación, conforme se puede observar en la lámina N° 3.


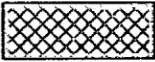
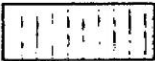
3.2.2. EXPLOTACION.

Comprende la perforación de taladros verticales, que se realiza mediante el jumbo hidráulico Atlas Copco H-104 con dispositivo Simba, cuya característica es que tienen barras de acople de 4 pies, que permite alcanzar la longitud requerida, en este caso los 10 m. este mismo equipo se utiliza también para la perforación de taladros para la instalación de cables cementados.

CARACTERISTICAS DEL BOOMER H-104

Marca	Atlas Copco
Potencia motor	60 KW
Tensión	440V
Frecuencia	60 Hz
Peso aproximado	7,600 Kg
Dimensiones	L=5.20 m. A=1.50 m. H=2.20 m.
Motor eléctrico	37 KW
Baterías	2 x 12V; 70 Ah
Motor de desplazamiento: diesel	Velocidad 30 Km/hora
Gatas de estacionamiento	Hidráulico



-  CAJAS
-  MINERAL
-  RELLENO

ESCALA: 1/2

Lámina N° 03: Preparación de Cruceros

MARZO 2008

CARACTERISTICAS DEL JUMBO MODELO SIMBA H-281

Marca	Atlas Copco
Motor diesel	34 kw Max. 2,300 rpm
Motor eléctrico	440V 1,775 rpm
	Potencia 52 kw, 86 Amp.
Ancho (ancho gata extendida)	1.80 m. (3.0 m.)
Largo	10 m.
Largo de pluma	3.0 m.
Altura máxima	3.0 m.
Altura mínima	2.20 m.
Giro de pluma	360°
Peso	7,500 Kg.

MALLA DE PRODUCCION Y SLOT:

El spot es la cara libre donde se desarrolla la voladura y se encuentra ubicada hacia la caja piso del tajo, por lo que la malla diseñada tiene las características siguientes:

TALADROS	DESCRIPCION
Sección	2 m. x 2.m.
Puente	5 m.
Diámetro de broca	64 mm.
Diámetro de rimado	5 pulg. (127 mm.)
Longitud taladro	5 m.
Arranque	3 rimados.
Cuadradores	4
Total taladros	7

PERFORACIÓN Y VOLADURA CHIMENEA.

Del cruce superior y entre el contacto del cuerpo con la caja piso, se

perfora la chimenea utilizando el jumbo hidráulico, hasta comunicar al cruceo inferior, conforme se ve en la lámina N° 04.

PERFORACIÓN Y VOLADURA TAJEO.

Luego de perforado la cara libre (spot), se procede a la perforación de los taladros de producción, que tiene las siguientes características:

TALADROS	DESCRIPCION
Sección	: 3.5.m. x 25 m.
Tipo de corte	: Paralelo
Longitud taladro	: 5.0 m.
Total taladros	: 40
Burden	: 1.80 m. a 0.75 m.
Espaciamiento (variable)	: 2.40 m. a 1.0 m.
Ver Lámina N° 5	

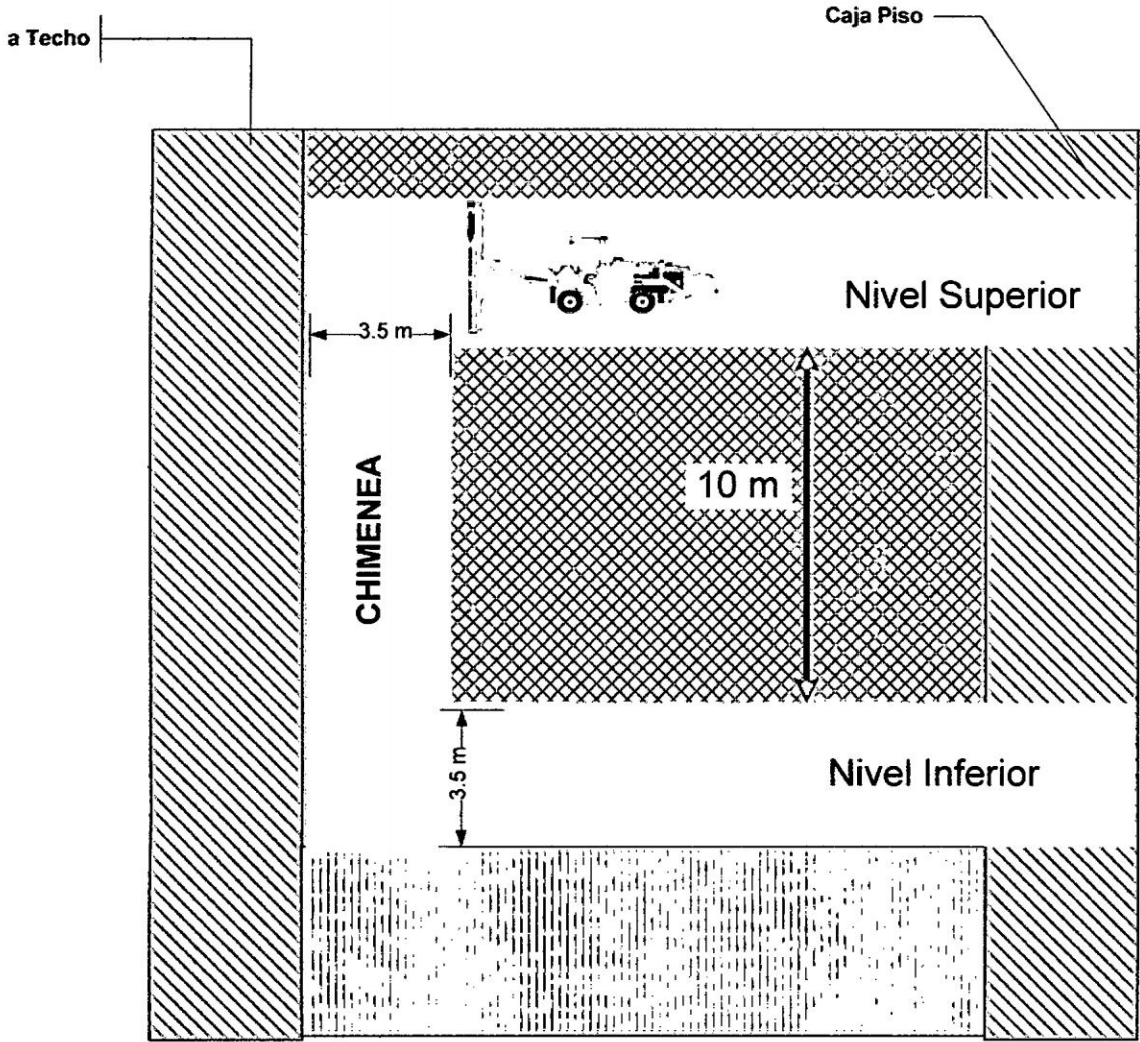
3.2.3. LIMPIEZA DE MINERAL.

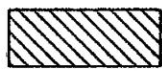
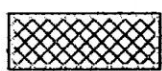
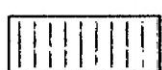
El mineral abatido con la voladura, a continuación es limpiado mediante un Scooptram ST-1000, diesel de 6 yd³, cuyas características son:

CARACTERISTICAS:

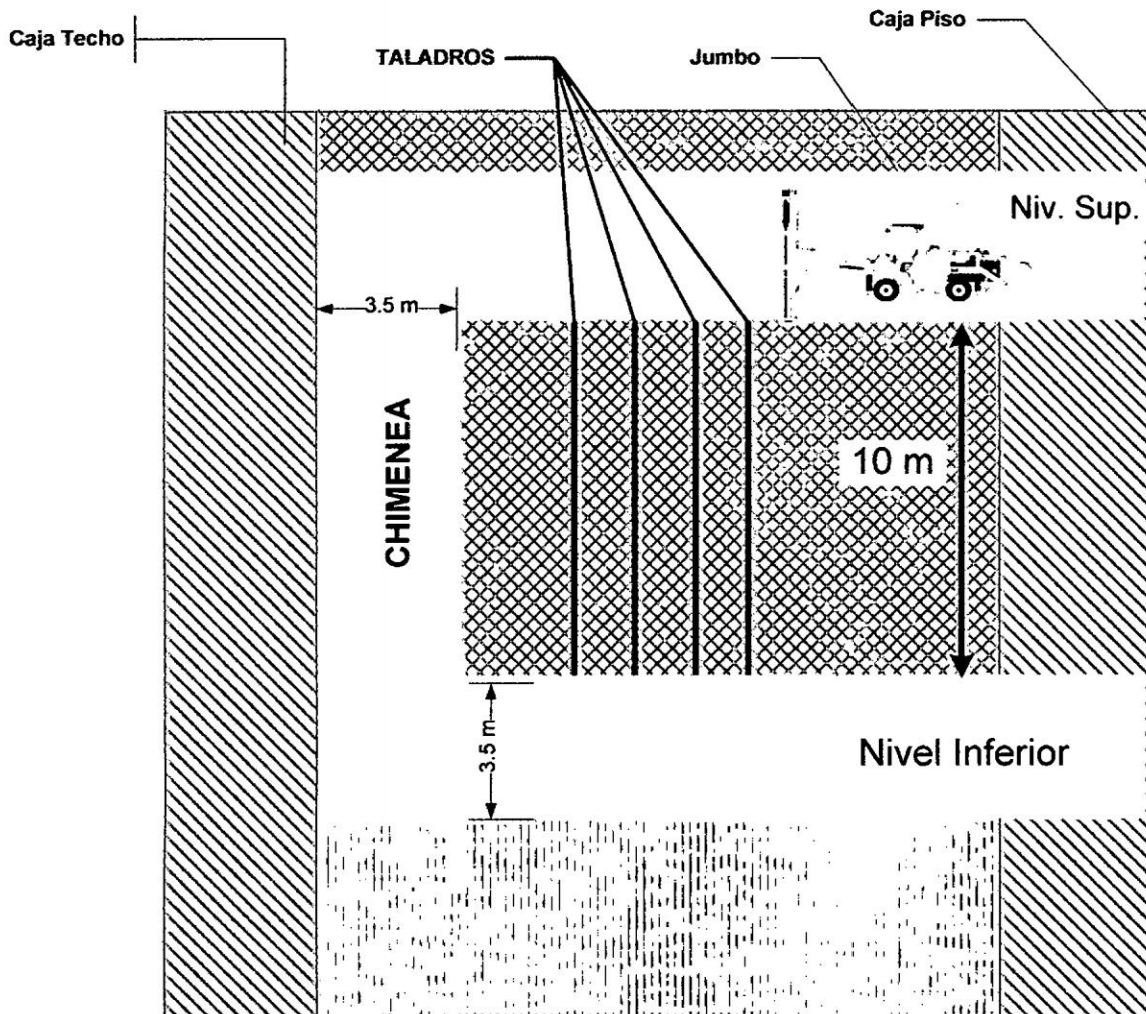
Ancho	: 2.80 m.
Largo	: 9.60 m.
Altura	: 2.20 m.
Altura de carguío	: 4.00 m.
Rendimiento horario	: 90 TM/hr.



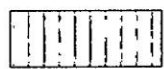
Ver Lámina N° 6



-  CAJAS
-  MINERAL
-  RELLENO

ESCALA: 1/2



-  CAJAS
-  MINERAL
-  RELLENO

ESCALA: 1/2

Lámina N° 05 : Perforación y Voladura Tajeo

MARZO 2008

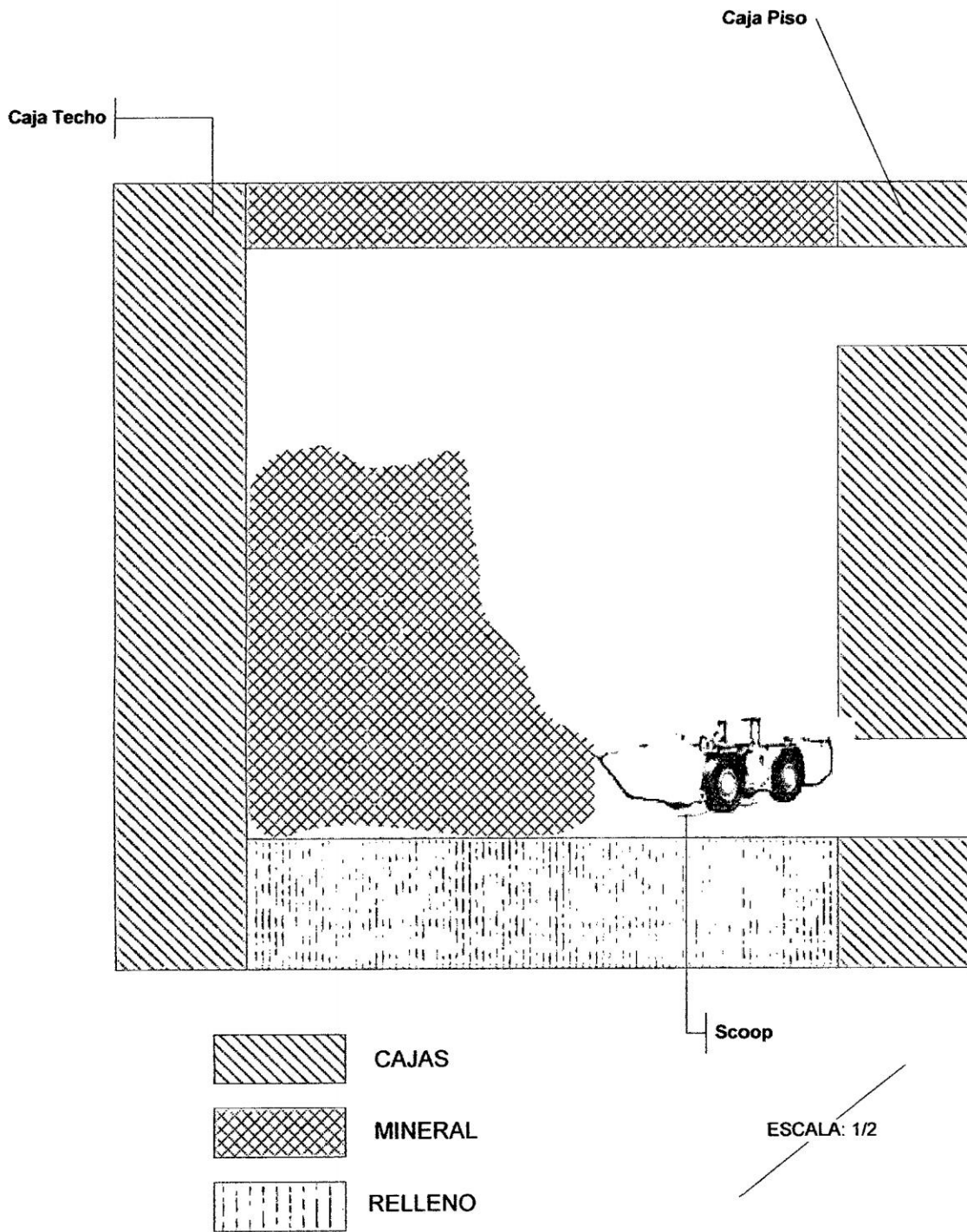


Lámina N° 06 : Limpieza de Mineral

MARZO 2008

3.2.4. RELLENO.

El tipo de relleno que se utiliza en la Mina Iscaycruz es el “Consolidado”, compuesto de cemento, agregados y agua, cuya proporción es según diseño de mezcla. Los agregados gruesos (gravas) están en una proporción del 50% y tienen una granulometría comprendido entre 3/8” a 2”. El agregado fino (arenas) tienen tamaños menores a 3/8” y también se presenta en una proporción del 50%.

El cemento empleado es a granel, el tipo Pórtland, tipo I y la relación agua/cemento es de 0.5. La relación de la mezcla resulta 1:2

Para la preparación del relleno se cuenta con una planta, que incluye: chancado, clasificación y mezclado y se ubica en la bocamina norte, de donde es distribuido mediante volquetes y luego echada por el Fill Pass hasta el nivel superior del tajeo explotado de donde el Scoop traslada hasta el tajeo donde se va realizar el relleno Ver Lámina N° 07..

3.2.5. SOSTENIMIENTO.

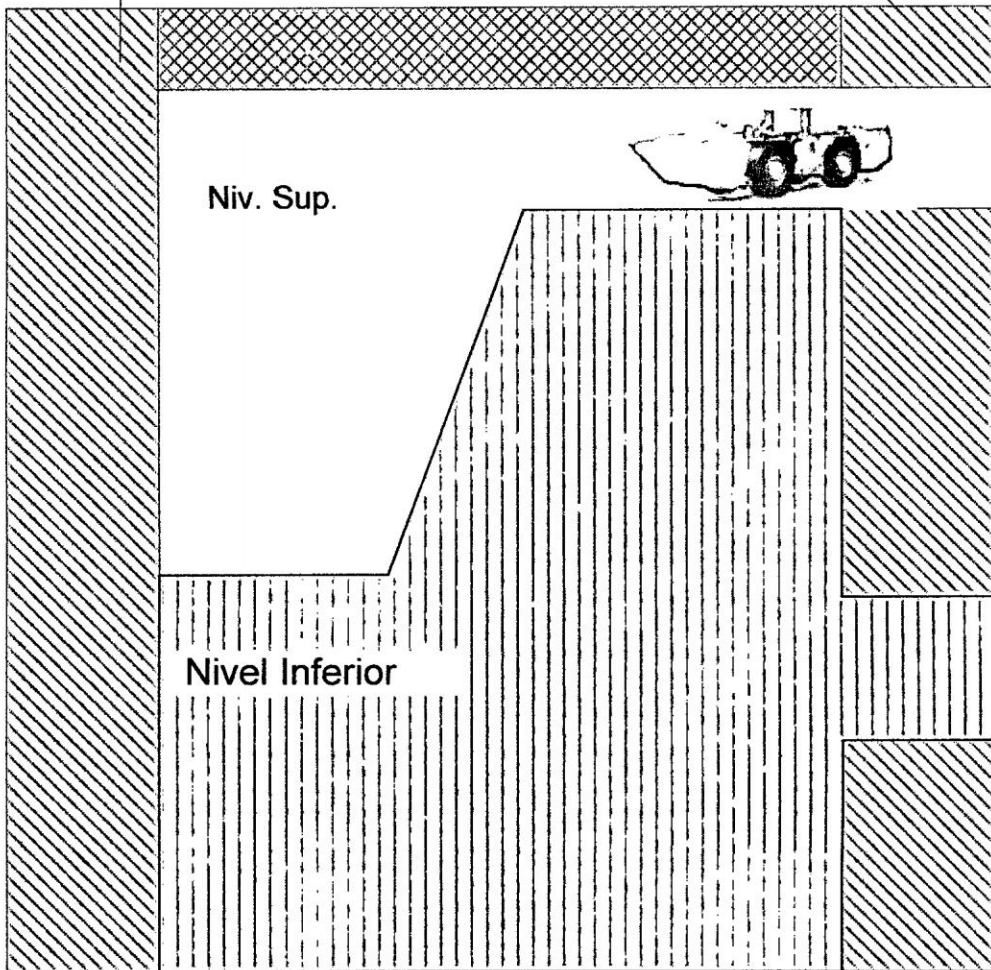
El sostenimiento de labores se utiliza: shotcrete, pernos de roca y cimbras. La aplicación del tipo de sostenimiento obedece a las condiciones geomecánicas del macizo rocoso previamente determinadas como consecuencia de la evaluación geotécnica realizada.

a.- SHOTCRETE:

Es el tipo de sostenimiento más empleado en la Mina Iscaycruz, aplicándose en capas de 2” de espesor, tanto en labores de desarrollo como en labores de exploraciones, sólo o con malla metálica. El tipo de terreno debe ser II (regular) para poder aplicar el shotcrete.

Caja Techo

Caja Piso



CAJAS



MINERAL



RELLENO

ESCALA: 1/2

Lámina N° 07 : Relleno

MARZO 2008

Como componente del shotcrete cave destacar la fibra Dramix y la microsíllica, los cuales proporcionan una resistencia al shotcrete superior a los $f'c$ --220 Kg/cm².

b.- PERNOS DE ROCA.

Los pernos de roca se utilizan sólo en roca tipo II y ocasionalmente en I. Los tipos son: cementados y pernos helicoidales. Los tamaños son de 5', 7' y 8'

Los pernos además se usan junto con la malla metálica en terrenos bastante friables.

c.- CIMBRAS METALICAS:

Cuando el terreno presenta un RMR de 10 a 30, se debe utilizar las cimbras metálicas como elemento de sostenimiento, es decir donde existe alteración y alta presión de esfuerzos. Los tipos de cimbra son: BH4 y el BH6, compuesto por dos piezas.

3.3. COSTOS DE EXPLOTACION.

El método de explotación de "Subniveles ascendentes con relleno consolidado tiene el siguiente costo:

	US \$/TM
- Preparación tajco	3.00
- Perforación-voladura	6.40
- Limpieza	3.50
- Relleno	4.30
Total =	17.20

CAPITULO IV

PROYECTO DE PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO

TERCERA ETAPA

4.1. PROFUNDIZACION MEDIANTE PIQUE INCLINADO.-

Es una excavación inclinada de arriba hacia abajo, de sección, cuadrada o rectangular y cuya dimensión dependerá del izaje mediante carros y/o skips y la capacidad de izaje del mineral y desmonte de las zonas bajas. Su aplicabilidad es circunscritas a yacimientos de gran profundidad y donde la accesibilidad por superficie al punto de llegada donde se ubica éste, es bastante remoto.

- **Ventajas:**

- Bajo costo de operación, en lo referente al izaje de mineral o desmonte;

- Es un sistema limpio, que no produce contaminación en la zona de trabajo.
 - Menor distancia de excavación para alcanzar la mayor profundización.
 - Mayor capacidad de extracción de mineral en profundidad.
- **Desventajas:**
 - Mayor tiempo de excavación para una determinada profundización.
 - Instalación de infraestructura especial tanto para el carguío como para la descarga.
 - Requiere de personal especializada para su mantenimiento.

4.2. UBICACIÓN.

El Pique Inclinado Tercera Etapa es la prolongación en profundidad del pique actual, comprendido entre el Niv-27 y el Niv-32 de la Mina Limpe Centro de la Mina Iscaycruz.

4.3. EVALUACION GEOMECANICA DE LA ZONA DEL PIQUE INCLINADO. PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACION.

El área donde se tiene proyectado construir el pique inclinado, está alejado de los cuerpos mineralizados y se desarrollará en roca. De acuerdo a la evaluación geomecánica de la zona donde se construirá el pique se prevee los siguientes tipos de rocas mostrados en el cuadro.

La roca buena no requiere el uso de sostenimiento, solamente algunos pernos puntuales del tipo mecánico de 7 pies de longitud. En el caso de la roca regular el sostenimiento será con pernos tipo split set de 7 pies de largo y la aplicación del shotrete de $c = 2'$ en toda la sección del pique inclinado.

EVALUACION GEOMECANICA

ROCA	TIPO	PORCENTAJE (%)	LONGITUD (m)
BUENA	II	74	125
REGULAR	III	26	44
		TOTAL	169

4.4. DISEÑO DEL PIQUE INCLINADO.

4.4.1. DIMENSIONES DEL INCLINADO.

El pique inclinado tendrá un sección de 5.50 m. x 4.0 m. con una longitud de 169 m. e inclinado a 36° , construido sobre caja, Se dotará de bolsillos (pockets) tanto para el carguío y descarga del mineral. Además de la estación de winche, cuyo detalle se observa en el plano N° 4.

4.4.2. DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE IZAJE.

WINCHE:

El winche será de doble tambora, con capacidad suficiente para enrollar cable de 1,150 m. Poseerá de un sistema de frenado hidráulico para su control.

MOTOR:

El motor será eléctrico trifásico para un voltaje de 440, que acoplará directamente al winche. Para su operación se dispondrá de una caja de control de velocidades y tablero respectivo.

CABLE:

El cable a emplearse para el izaje será de fabricación nacional, marca Boa de 6 x 19, cuyas resistencias se indican en el cuadro N° 4.4.2 y el diámetro se seleccionará conforme al cálculo correspondiente.

POLEA:

La polea que facilitará el movimiento del cable se colocará en el techo del inclinado a una distancia conveniente del winche. Además se colocarán cada 5 metros polines en toda la longitud del inclinado para la protección del cable durante su movimiento.

SKIP DE IZAJE:

Para el izaje del mineral se utilizará un Skip de 9,000 Kg de capacidad y cuyo diseño se detalla en el anexo N° 01. Poscerá un sistema de carguío automático en el Pocket y otra de descarga.

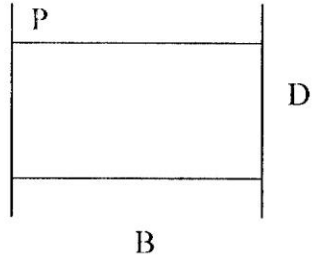
CUADRO N° 4.4.2
CABLE SERIE 6 X 19 CON ALMA DE ACERO BOA PARA
IZAJE

DIAMETRO NOMINAL		PESO APROXIMADO		RESISTENCIA A LA RUPTURA MINIMA GARANTIZADA			
				ACERO DE ARADO MEJORADO		ACERO DE ARADO EXTRA MEJORADO	
m.m	Pulgadas	Kg/m.	Lb/pie	TM	TC	TM	TC
5.00	3/16	0.087	0.058	1.430	1.576	1.640	1.807
6.00		0.140	0.094	2.310	2.546	2.600	2.865
6.50	¼	0.170	0.114	2.670	2.942	3.080	3.394
8.00	5/16	0.270	0.181	4.160	4.584	4.780	5.268
9.00		0.330	0.222	5.140	5.664	5.910	6.513
9.50	3/8	0.390	0.262	5.950	6.557	6.850	7.549
11.00	7/16	0.520	0.349	8.070	8.893	9.250	10.194
13.00	½	0.680	0.457	10.440	11.505	12.100	13.334
14.50	9/16	0.880	0.591	13.200	14.546	15.200	16.750
16.00	5/8	1.070	0.719	16.200	17.852	18.700	20.607
18.00		1.300	0.874	20.500	22.591	23.600	26.007
19.00	¾	1.550	1.042	23.200	25.566	26.700	29.423
22.00	7/8	2.110	1.418	31.400	34.603	36.100	39.782
24.00	1	2.330	1.566	36.400	40.113	41.850	46.119
26.00		2.750	1.848	40.700	44.851	46.900	51.684
29.00	1 1/8	2.480	1.666	51.300	56.533	59.000	65.018
32.00	1 1/4	4.300	2.889	63.000	69.426	72.500	79.895
35.00	1 3/8	5.210	3.501	75.700	83.421	87.100	95.984
38.00	1 1/2	6.190	4.159	89.700	98.849	103.000	113.506
42.00	1 5/8	7.260	4.878	104.000	114.608	120.000	132.240
45.00	1 3/4	8.440	5.671	121.000	133.342	139.000	153.178
48.00	1 7/8	9.670	6.498	138.000	152.076	158.000	174.116
52.00	2	11.000	7.392	156.000	171.912	180.000	198.360
54.00	2 1/8	12.400	8.332	174.000	191.748	200.000	220.400
57.00	2 1/4	13.900	9.340	195.000	214.890	224.000	246.848
36.00	1 7/16	5.507	3.700	80.370	88.568	92.400	101.825

Fuente: PROLANSA S.A

4.4.3. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE IZAJE.

a.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA TAMBORA.



Donde: P = profundidad de la tambora en pulgadas.

D = diámetro de la tambora en pulgadas.

B = largo de la tambora en pies

Capacidad del tambor:

$$L = (P+D) \times P \times B \times K$$

Diámetro del cable de $1\frac{7}{16}$ " , por lo que $D=30 d \Rightarrow D= 30 \times 1\frac{7}{16}$ " = 43.13"

$$P = 16'' \quad B = 120'$$

El valor de $K = 0.195/d^2$

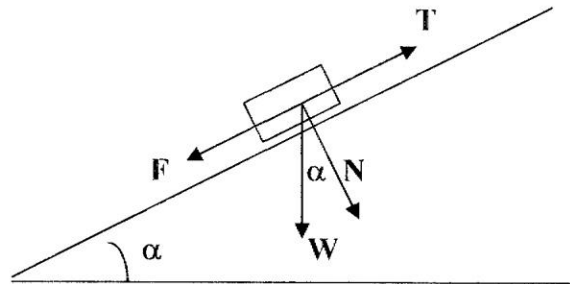
$$K = 0.075/ 1.44^2 = 0.036$$

$L = (16 + 43) \times 16 \times 120 \times 0.036 = 4,078$ pies \Rightarrow 1,243 m. longitud que cubre cable izamiento neto = 1,150 m, por lo que las dimensiones elegidas de la tambora del winche son correctas.

A fin de dar seguridad al cable durante el enrollamiento $P : 16'' + 5'' = 21''$

Largo de la tambora 10 pies Diámetro tambora 43.13'' 3.59 pies

b.- CALCULO DE LA CARGA A IZAR:



$$F = W \sin \alpha$$

$$T = -W \sin \alpha$$

$$N = W \cos \alpha$$

Peso del cable = 3.70 lb/pie x 3,773 pies = 13,960 Lbs.

Carga de doblado (F_w):

$$F_w = \frac{A \times E \times C}{D}$$

$$A = 0.38d^2 = 0.38 \times 1.44^2 = 0.788$$

$$E = 12 \times 10^6 \text{ Lb/pulg}^2 \text{ del acero}$$

$$C = 0.063d = 0.063 \times 1.44 = 0.091$$

$$F_w = \frac{0.788 \times 12 \times 10^6 \times 0.091}{43.13} = 19,951 \text{ lbs}$$

Peso del Skip vacío	= 1,200 Kg	=	3,937 lbs
Peso mineral	= 9,000 Kg	=	19,841 lbs
Peso cable		=	13,960 lbs
Carga de doblado		=	<u>19,951 lbs</u>
Carga total		=	57,689 lbs = 28.8 TC

Como la carga en el inclinado va apoyado y considerando el ángulo de 36° según el gráfico anterior, se tiene $T = W \sin 36^\circ$, siendo W el peso a izarse.

Peso skips vacío	= 3,937 Lbs x 0.5878	=	2,314 Lbs
Peso mineral	= 19,841 Lbs x 0.5878	=	11,662 Lbs
Peso cable	= 13,960 Lbs x 0.5878	=	8,206 Lbs

$$\text{Aceleración del cable } \left(\frac{13.960}{32.2} \times \frac{21}{10} \right) = 910 \text{ Lbs}$$

$$\text{Carga de doblado} = 19,951 \text{ Lbs}$$

$$\text{Carga a izarse} = 43,043 \text{ Lbs} = 21.52 \text{ TC}$$

Chequeo por factor de seguridad:

Considerando cable de arado mejorado su resistencia a la ruptura para

1 7/16" de diámetro seleccionado es 88.57 TC (Cuadro N° 4.4.2).

$$FS = \frac{101.83}{21.52} = 4.73 \approx 5.0 \text{ es seguro}$$

c.- CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR DEL WINCHE:

(1) Velocidad de izaje: se considera una velocidad de izaje de 6.40

m/seg

(2) Tiempo de izamiento:

Producción por guardia de mineral proyectado = 600 TM = 660

TC

Trabajo efectivo por turno = 6 horas

Cantidad de mineral a izar /viaje = 9,000 Kg => 9.92 TC

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{660 \text{ TC}}{6 \text{ Hr} \times 9.92} = 11 \text{ viajes}$$

$$\text{Tiempo de izamiento (Ti)} = \frac{3,600 \text{ seg} \times 1 \text{ viaje}}{11} = 327 \text{ seg}$$

(3) Movimiento circular:

- **Tiempo total a la velocidad constante (tc):**

$$T_c = \left(T_i - T_o - \left(\frac{t_a + t_d}{2} \right) \right)$$

Donde:

T_0 = tiempo muerto (durante el carguío + descarga skip) = 40 seg

t_a = tiempo de aceleración = 10 seg.

t_d = tiempo de desaceleración = 10 seg.

$$T_c = \left(327 - 40 - \left(\frac{10 + 10}{2} \right) \right) = 277 \text{ seg}$$

- **Tiempo neto utilizado en la velocidad constante (t_v):**

$$T_v = T_c - \left(\frac{t_a + t_d}{2} \right) = 277 - \left(\frac{10 + 10}{2} \right) = 267 \text{ seg}$$

- **Cálculo de la revolución por segundo, velocidad plena**

(RPS):

$$RPS = \frac{N}{T_c}$$

Donde: N = número de vueltas de la tambora

$$N = \frac{\text{LongitudCable}}{3.1416 \times D} = \frac{3,773}{3.1416 \times 3.59} = 344.48$$

$$RPS = 344.48 / 277 = 1.24 \Rightarrow RPM = 74.4$$

- **Cálculo del número de vueltas realizadas por el tambor durante la aceleración (N_a):**

$$N_a = \frac{RPS \times T_a}{2} = \frac{1.24 \times 10}{2} = 6.2 \text{ vueltas}$$

- **Cálculo del número de vueltas durante la velocidad constante (N_v):**

$$N_v = RPS \times t_v$$

$$N_v = 1.24 \times 267 = 331.08 \text{ vueltas}$$

- **Cálculo del número de vueltas realizados por el tambor durante la desaceleración (N_d):**

Tiempo de desaceleración es igual a 10 seg.

$$N_a = \frac{RPS \times T_d}{2} = \frac{1.24 \times 10}{2} = 6.2 \text{ vueltas}$$

Cálculo de la longitud del cable enrollado durante la aceleración (La):

$$\begin{aligned} L_a &= N_a \times D \times 3.1416 \\ &= 6.2 \times 3.59 \times 3.1416 = 69.92 \text{ pies.} \end{aligned}$$

- **Cálculo de la longitud del cable enrollado durante la desaceleración (Ld):**

$$L_d = N_d \times D \times 3.1416 = 6.2 \times 3.59 \times 3.1416 = 69.92 \text{ pies.}$$

- **Cálculo de la longitud del cable enrollado durante la velocidad constante (Lc):**

$$\begin{aligned} L_c &= N_v \times D \times 3.1416 = 331.08 \times 3.59 \times 3.1416 \\ &= 3,734.03 \text{ pies} \end{aligned}$$

- **Comprobación:**

$$\begin{aligned} \text{Longitud total del cable (Lt)} &= L_a + L_d + L_c \\ &= 69.92 + 69.92 + 3,734.03 = 3,873.87 \text{ pies} \end{aligned}$$

$$\text{Longitud del cable} = 1,150\text{m} = 3,773 \text{ pies.}$$

$$\text{Error} = 100.90 \text{ pies} \Rightarrow 30.77 \text{ m.} = 2.67\%$$

- **Cálculo de momentos.**

Momento mayor: es el momento cuando el carro se halla al inicio del inclinado.

$$\text{Momento mayor} = T_s \times D/2$$

$$\text{Mto.mayor} = 43,043 \text{ lbs} \times 3.59/2 = 77,262 \text{ Lb-pie} = 10.681 \text{ Kg-m}$$

Momento menor es el momento cuando el Skip termina de subir el inclinado:

$$\text{Momento Menor} = T_b \times D/2$$

T_b = tensión total bajando:

$$T_b = (\text{Peso Skip vacío} + \text{Peso cable}) \text{Sen} 36^\circ$$

$$T_b = (2,314 + 8,206) \text{ sen } 36^\circ = 6,184 \text{ Lb.}$$

$$\text{Mto. Menor} = 6,184 \times 3.59/2 = 11,100 \text{ Lb-pie} = 1,535 \text{ Kg-m}$$

Momento de fricción:

$$\begin{aligned} \text{Mt. fric} &= \frac{\text{Mto. Mayor} + \text{Mto. Menor}}{2} \times 20\% \\ &= \frac{77,262 + 11,100}{2} \times 0.2 = 8,836 \text{ Lb-pie} = 1,222 \text{ Km-m} \end{aligned}$$

Peso del tambor (Wt).

$$W_t = 200 \text{ I.D.B} = 200 \times 3.1416 \times 3.59 \times 10 = 22,557 \text{ Lbs.}$$

Peso de engranajes: se considera el 10% del peso del tambor.

$$W_g = 0.10 \times 22,557 \text{ lbs} = 2,255 \text{ lbs.}$$

Peso de la Polea:

$$W_P = 1,000 + (Dt-5) 570 \quad \text{donde Dt} = \text{diámetro tambor}$$

$$W_P = 1,000 + (3.59 - 5)570$$

$$W_P = 196.3 \text{ lb.}$$

Momento de aceleración y desaceleración:

$$W_t = (\text{Peso}_{\text{Skip}} + \text{Peso}_{\text{Mineral}} + \text{Peso}_{\text{Cable}} + \text{Peso}_{\text{Tambor}} + \text{Peso}_{\text{Polea}})$$

$$= 2,314 + 11,662 + 8,206 + 24,812 + 193 = 46,887 \text{ Lbs}$$

$$a = \frac{V}{ta} = \frac{RPS \times 3.1416 \times D}{10} = \frac{1.24 \times 3.1416 \times 3.59}{10}$$

$$a = 1.40 \frac{\text{pies}}{\text{seg}},$$

$$Ma = Wt \times a/g \times D/2 = 46,887 \text{ lbs} \times 1.40/32.2 \times 1.79 = 3,649 \text{ Lb} - \text{pie}$$

$$Ma = 540 \text{ Kg} - \text{m}$$

Momentos totales:

$$\text{Momento mayor} \quad \approx \quad 10,681 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Momento de fricción} \quad = \quad 1,222 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Momento de aceleración} \quad = \quad \underline{540 \text{ Kg-m}}$$

$$12,443 \text{ Kg-m}$$

Potencia motor:

$$HP = \frac{2\pi \times RPS \times Mt}{75} = \frac{2 \times 3.1416 \times 1.41 \times 12,443}{75} = 1,470$$

4.5. PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO.

Para la profundización del inclinado, en primer lugar se deberá construir la rampa de acceso, el cuál permitirá llegar hasta el extremo inferior del pique, de donde se levantará el inclinado. La longitud de la rampa que falta excavar es 100m.

4.5.1. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

El proceso de construcción del pique inclinado a construirse entre los niveles 27 y 32, comprende las siguientes etapas:

- (1) Construcción del inclinado.
- (2) Construcción de la estación de carga.
- (3) Construcción del ore pass y waste pass.

4.5.1.1. EXCAVACIÓN DEL INCLINADO.

El pique inclinado fase III se iniciara con la excavación del inclinado en roca tipo cuarzita IV cuya sección es de 5.5 m x 4 m. con 36° de inclinación para lo cual se utilizara maquinas perforadoras neumáticas tipo Jack Leg, cuya secuencia será primeramente formar una cara libre de sección 2.0 x 2.50 m. a manera de un inclinado piloto, luego de la voladura, se realizará la limpieza con winches de rastrillo, se ventilará con la tercera línea de aire. A continuación se efectuará el desquinche respectivo hasta lograr la sección completa.

A.- PERFORACION – VOLADURA.

La perforación se realizará en forma ascendente, empleándose 02 máquinas perforadoras Jack Leg, con el que se perforan taladros inclinados de 6 pies de longitud, conforme a la malla de perforación que se muestra en la lámina N° 8.

En el carguío de los taladros se emplea dinamita semexa de 65% (casos especiales 80%), que viene en cartuchos de tamaño de 7/8" x 7". Como accesorio de voladura se empleará el Fanel de periodo corto y largo.

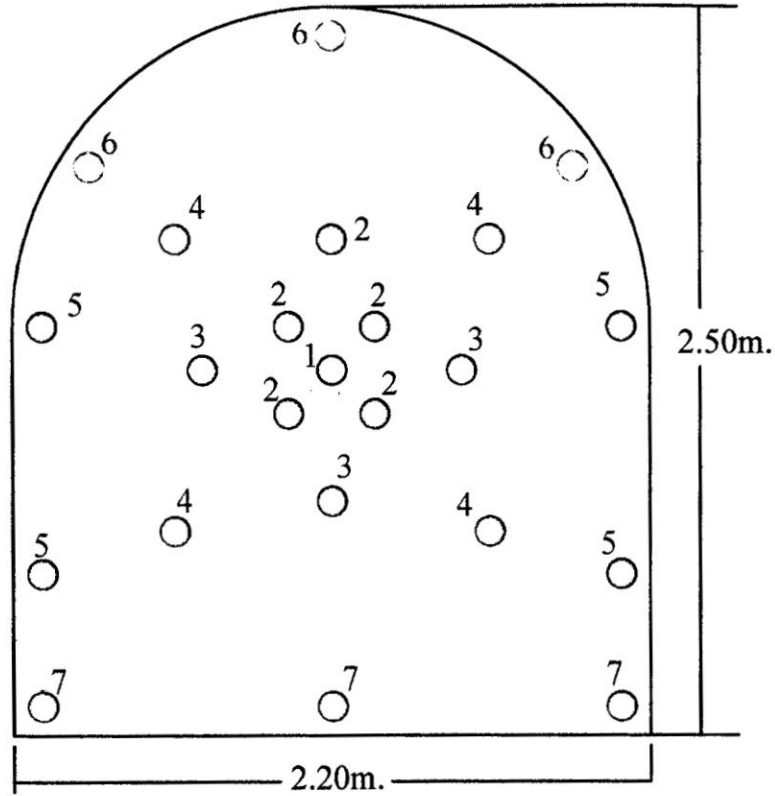
La cantidad de taladros y carga explosiva se realiza conforme al siguiente cálculo:

TALADROS PARA EL INCLINADO PILOTO:

Número de taladros (Nt):

$$Nt = P/dt + (C \times S)$$

Donde: P = perímetro de la sección del pique inclinado.



Nº	TALADROS	CANT.
1	Alivio	1
2	Arranque	4
3	Primera ayuda	4
4	Segunda ayuda	4
5	Cuadadores	3
6	Alzas	3
7	Arrastres	3
	Total	23

MALLA DE PERFORACION
INCLINADO PILOTO

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

Dt: espaciamiento de los taladros del perímetro que varía

de:

0.50 a 0.55 para roca dura.

0.60 a 0.65 para roca intermedia

0.70 a 0.75 para roca suave.

C: coeficiente o factor de roca que varía de:

2.0 para roca dura

1.5 para roca intermedia.

1.0 para roca suave

El área del pique es: sección recta 2.0 m. x 1.50 m. = 3.0 m²

$$\text{Área de la bóveda} = \pi R^2 / 2 = 3.1416 \times 1^2 / 2 = 1.57 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 4.57 \text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{4.57 \times 4} = 8.55$$

Para nuestro caso C = 1.50 Dt = 0.60 m.

$$N_t = \frac{8.55}{0.60} + (1.6 \times 4.57) = 22 \text{ taladros}$$

Cálculo del factor de carga:

Tipo de roca	Sección (m ²)	
	1 a 5 Kg/m ³	5 a 10 Kg/m ³
Roca dura	3.0 - 2.5	2.0
Roca intermedia	2.2 - 1.8	1.8 - 1.4
Roca suave	1.5 - 1.0	1.0 - 0.80

De acuerdo a nuestra sección corresponde un factor de carga de 1.8

Kg/m^3 , la cantidad de carga explosiva (Q_t) por disparo es:

Longitud taladro = $6' = 1.80 \text{ m}$.

Area = 4.57 m^2

Volumen $V = 4.57 \text{ m}^2 \times 1.8 \text{ m} = 8.22 \text{ m}^3$

$Q_c = 8.22 \text{ m}^3 \times 1.78 \text{ Kg/m}^3 = 14.63 \text{ Kg}$ (163 cart.)

En consecuencia la cantidad de carga por taladro resulta: $14.79 \text{ Kg}/21$ tal. ($0.7043 \text{ Kg}/\text{tal.}$). El número de cartuchos por taladro = $704.3 \text{ gr.}/90 \text{ gr.} = 8$ cartuchos. En la práctica se tiene que distribuir la cantidad de carga al taladro, como se indica a continuación:

Taladro	Nº Tal.	Nº Cartuchos	Total cartuchos
Corte	4	9	36
Alivio	1	0	0
Primera ayuda	4	8	32
Segunda ayuda	4	8	32
Cuadradores	4	6	24
Alzas	3	6	18
Arrastres	3	7	21
Total =	23		163

$= 14.67 \text{ Kg.}$

TALADROS PARA EL DESQUINCHE:

Luego de obtenido el inclinado piloto, se procede a ejecutar el desquinche para lograr la sección de diseño, el cual se realiza con máquinas perforadoras

perforando taladros paralelos al inclinado piloto de 6 pies de longitud, conforme a lo mostrado en el diseño de malla de perforación (Lámina N° 9).

El referido diseño obedece al siguiente cálculo:

Cálculo del burden:

$$B = K \times 10^{-3} \times d (PD/\sigma_t)^{0.5}$$

Donde: B= burden en metros.

K = constante según características de la roca (varía de 0.7 a 1.0)

d = diámetro del taladro en mm.

PD = presión de detonación del explosivo, en Kg/cm²

σ_t = resistencia a la tracción de la roca, en Kg/cm²

Para nuestro caso: K= 0.7 d = 40 mm. PD = 50,000 Kg/cm²

σ_t = 105 Kg/cm² (para cuarcita).

$$B = 0.7 \times 10^{-3} \times 40 (50,000/105)^{0.5} = 0.748 \text{ m. } \Rightarrow 0.75 \text{ m.}$$

Espaciamiento: E = 1.3B \Rightarrow E = 1.3 x 0.75 = 0.975 = 1.0 m.

De acuerdo a la lámina N° , el área del desquinche resulta = 13.56 m²

$$\text{Volumen} = 13.56 \text{ m}^2 \times 1.8 = 24.41 \text{ m}^3$$

La cantidad de carga según cuadro anterior para una roca intermedia se considera 1.70 Kg/m³.

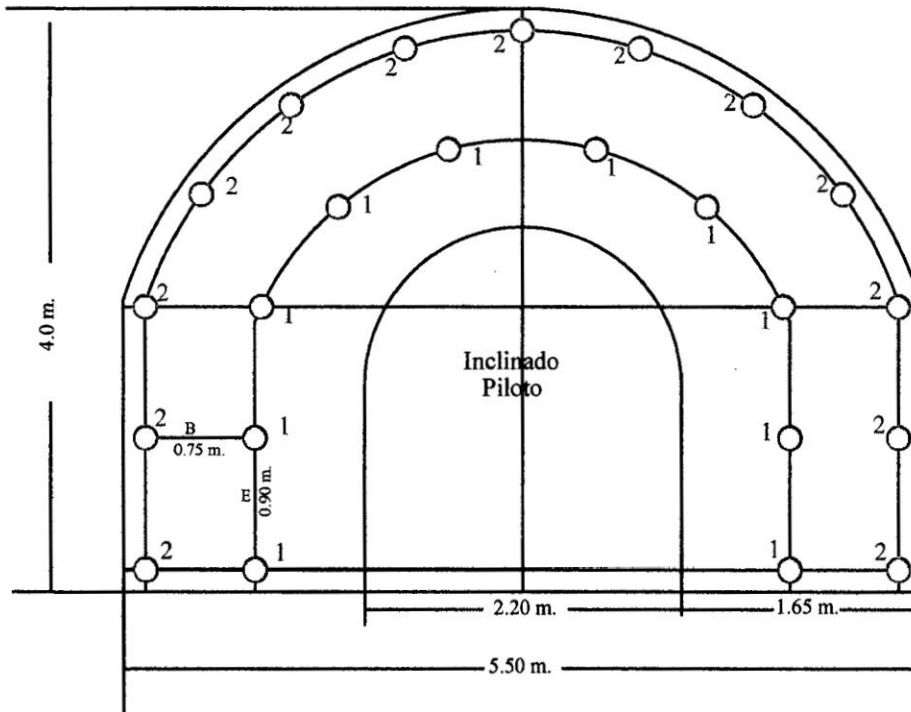
$$\text{Cantidad de carga total} = 1.70 \text{ Kg/m}^3 \times 24.41 = 41.50 \text{ Kg}$$

$$= 461 \text{ cartuchos.}$$

B. LIMPIEZA.

La carga obtenida con el disparo, tiene que ser limpiado mediante winche eléctrico de 10 HP y rastrillo de 24"

MALLA DE PERFORACION DESQUINCHE INCLINADO



TALADRO	CANTIDAD
1	10
2	13
Total	23

INCLINADO

LAMINA N° 9

4.5.1.2. SOSTENIMIENTO.

El sostenimiento es efectuado únicamente cuando se presenta área puntuales que requieran estabilizar, trabajo que se realiza mediante el uso de pernos de roca tipo split set y mecánicos, dependiendo de la dureza de la roca.

4.5.1.3. EQUIPAMIENTO.

Luego de culminado la excavación de 5.50 x 4.0 m. se ejecutará el montaje del inclinado de la siguiente forma:

- Concreto en escalera de acceso
- Concreto de sardineles con durmientes empotrados de 8" x 8" x 14'
- Tendido de rieles de 80 libras anclados a los durmientes de pino
- Colocación de barandas en el inclinado
- Colocación de sistema de desalineamiento a lo largo de las rieles en los cuatros puntos longitudinales
- Colocación de polines guidores.

4.5.1.4. ESTACION DE CARGA.

Luego de la excavación de la cámara de carguío de los skips de sección 5 x 5 x 9.5 m. se inicia el montaje de las estructuras metálicas de acuerdo a diseño y consta de las siguientes partes:

- Anclaje obras civiles de base de estructuras
- Anclaje de estructuras principales (columnas)

- Montaje de chutes de carga ore pass y waste pass
- Montaje de sistema dosificador
- Montaje de carro deslizante
- Montaje de chutes de carga de skip
- Montaje de sistema hidráulico

4.5.1.5. EXCAVACION DEL ORE PASS Y WASTE PASS.

Una vez elegido el lugar de ubicación, se inicia, sellando los dos pockets simultáneamente (Para mineral y desmonte), con sección de 1.2 m. x 1.2 m. levantando como si fuesen chimeneas. A partir del segundo disparo hasta el cuarto, los taladros deben tener una inclinación de 45°, para formar la cama del pocket y la caída posterior del material no dañe la tolva. A partir del 5to. disparo se para los taladros y se sigue levantando guiándose del punto de dirección hasta comunicar al nivel superior y que debe ser en la caja techo.

La sección inicial de los pockets debe ser mínimo de 4' x 4', como si fuese chimenea piloto y en una guardia debe hacerse la limpieza más el disparo en cada pockts.

Luego de comunicado las chimeneas se realiza el ensanche hasta tener la capacidad requerida tanto del Ore pass como del Waste Pass.

4.6. VENTILACION.

Para la evacuación de los gases y polvo producto del disparo, como también para la respiración del personal que trabaja en el inclinado se tiene instalado en la estación de winche, una ventiladora eléctrica de 20,000 PCM,

conectado a una manga de ventilación de 18" de diámetro.

4.7. BOMBEO.

El agua que se acumula en el fondo del inclinado, se evacua junto con la carga en el carro minero U35. En caso de haber agua permanente, ésta es evacuado mediante una bomba neumática y una vez concluida la construcción del inclinado se cambia por una electrobomba de 15 a 20 HP, dependiendo del caudal de agua presente en fondo del inclinado.

Es una poza de 7'x7' de sección con una gradiente de -15%, que se ubica al fondo de ala estación de carguío. Sirve para el almacenamiento del agua proveniente del inclinado y pockets.

4.8. MANO DE OBRA.

Para un trabajo de 8 horas en el inclinado, se requiere la cantidad siguiente de personal.

OCUPACIÓN	CANTIDAD
Maestro perforista	02
Ayudante perforista	02
Winchero	01
Ayudante winchero	01
Timbrero	01
Supervisor de guardia	01
Total	08

4.9. COSTOS UNITARIOS DE CONSTRUCCION.

El costo unitario de construcción por metro de avance es de US \$ 950, para el inclinado de 5.5 x 4.0 m. de sección. El detalle de este costo se muestra en los cuadros N° 4.9 A y N° 4.9B

CUADRO N° 4.9 A
COSTO DE EXCAVACION INCLINADO PILOTO

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNI. US \$	PARCIAL US \$	TOTAL US \$
1.- MANO DE OBRA:					
Maestro perforista	H.H	8.00	2.42	19.36	
Ayudante perforista	H.H	8.00	2.10	16.80	
Maestro disparador	H.H	2.00	2.32	4.64	
Operador winche	H.H	8.00	2.00	16.00	
Ayudante mina	H.H	8.00	1.80	14.40	
Capataz	H.H	8.00	3.60	28.80	
Leyes sociales (80.70%)				87.00	187.00
2.- EXPLOSIVOS Y MECHAS					
Dinamita	Kg	14.53	2.25	32.69	
Fanel	U	22.00	1.35	29.70	
Cordón detonante 3P	M	5.00	0.15	0.75	
Guia de seguridad	M	1.50	0.10	0.15	
Fulminante N° 6	U	1.00	0.12	0.12	63.41
3.- EQUIPO DE PERFORACION:					
Máquina perforadora	H.M	3.00	10.00	30.00	
Barrenos: 3', 6'	m.	42.00	1.20	50.40	80.40
4.- EQUIPO DE LIMPIEZA:					
Winche eléctrico de 10 HP	H.M	6.00	5.00	30.00	30.00
5.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:					
Implementos completos de segurid.	Hh	40.00	0.37	14.80	14.80
6.- HERRAMIENTAS:					
Herramientas diversas (5% MO)				9.35	9.35
7.- AIRE COMPRIMIDO:					
Compresora de 1,000 CFM	H.M	6.00	27.00	162.00	162.00
8.- ENERGIA.					
Energía eléctrica	KWH	250	0.50	125.00	125.00
TOTAL					671.96
Metros avanzados/disparo					1.65
Costo por metro de avance \$.					407.25

CUADRO N° 4.9B				
COSTO DE EXCAVACION DESQUINCHE INCLINADO				
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNI.	
			US \$	US \$
1.- MANO DE OBRA:				
Maestro perforista	H.H	16.00	2.42	38.72
Ayudante perforista	H.H	16.00	2.10	33.60
Maestro disparador	H.H	2.00	2.32	4.64
Operador winche	H.H	8.00	2.00	16.00
Ayudante mina	H.H	8.00	1.80	14.40
Capataz	H.H	8.00	3.60	28.80
Leyes sociales (80.70%)				118.46
2.- EXPLOSIVOS Y MECHAS				
Dinamita	Kg	41.50	2.25	93.38
Fanel	U	23.00	1.35	31.05
Cordón detonante 3P	M	15.00	0.15	2.25
Guía de seguridad	M	1.50	0.10	0.15
Fulminante N° 6	U	1.00	0.12	0.12
3.- EQUIPO DE PERFORACION:				
Máquina perforadora	H.M	12.00	10.00	120.00
Barrenos: 3', 6'	m.	41.40	1.20	49.68
4.- EQUIPO DE LIMPIEZA:				
Winche eléctrico de 10 HP	H.M	6.00	5.00	30.00
5.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:				
Implementos completos de segurid.	Hh	40.00	0.37	14.80
6.- HERRAMIENTAS:				
Herramientas diversas (5% MO)				12.73
7.- AIRE COMPRIMIDO:				
Compresora de 1,000 CFM	H.M	6.00	27.00	162.00
8.- ENERGIA.				
Energía eléctrica	KW H	250	0.50	125.00
TOTAL				
Metros avanzados				
Costo por metro				

CAPITULO V
EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

5.1. COSTO DE PRODUCCION.

El costo de producción en la Mina Izcaycruz está constituido por los siguientes costos.

	US \$/TM
- Costo de exploración	5.50
- Costo de desarrollo y preparación	4.10
- Costo de explotación	17.20
- Gastos generales directos mina	16.30
- Costos de tratamiento	15.00
- Gastos generales directos planta	13.40
- Gastos de administración	10.50
- Gastos de venta	<u>14.00</u>
Total	96.00

5.2. DEPRECIACION DE ACTIVOS.

De acuerdo al departamento de Contabilidad, la depreciación de activos tangibles está fijado en 2.84 \$/TM.

5.3. VALOR DE LA PRODUCCION.

El valor de una 1 TMS del mineral de cabeza es US \$ 182.72 y para una producción de 36,000 TMS mensuales, el valor de producción resulta:

$$= 36,000 \text{ TMS} \times 182.72 \text{ \$/TM} = \$ 6'577,920$$

5.4. INVERSIONES.

Las inversiones necesarias para la ejecución del pique inclinado III Fase, comprenden inversión en labores, estructuras y equipamiento, cuyo resumen se muestra en el cuadro siguiente:

PIQUE INCLINADO III FASE PROGRAMA DE INVERSIONES

EXCAVACION

	CANT.	UNID.	P.UNIT. \$	TOTAL \$
Pique inclinado (-27-32)	169	m.	950	160,550
Orc Pass (-27- 32)	135	m.	280	37,800
Rampa	100	m.	600	60,000
Cruceros (-27- 32)	70	m.	420	29,400
Finger	84	m.	280	23,520
Waste Pass	80	m.	280	22,400
				333.670

SOSTENIMIENTO:

	CANT.	UNID.	P.UNIT. \$	TOTAL \$
Cimbras	25	Pz.	550	13,750
Pernos (split set)	500	Pz.	16	8,000
Malla metálica	300	m ²	20	6,000
Shotcrete	3,000	m ² .	19	57,000
				84,750

ESTACION DE CARGA NIV-32:

	CANT.	UNID.	P.UNIT. \$	TOTAL \$
Estructuras metálicas	1	Glb.		19,000
Sistema Hidráulico	1	Glb.		91,000
Obras civiles	150	m ³		22,500
				132,500

EQUIPAMIENTO:

	CANT.	UNID.	P.UNIT. \$	TOTAL \$
Durmientes	150	Pz.	200	30,000
Rieles	340	m.	60	20,400
Barandas	150	m.	30	4,500
Guiadores	60	Pz.	20	1,200
Polines	60	Pz.	90	5,400
Soporte Descarga	80	Pz.	20	1,600
Eclisas	150	Pz.	20	3,000
Pernos	700	Pz.	15	10,500
Encofrado y desencofrado	300	m ²	10	3,000
Concreto	1,000	m ³	150	150,000
Placa Unión	300	Pz.	15	4,500
Madera Guiadora	70	Pz.	20	1,400
Winche + Controles	1	U	35,000	35,000
Motor de 1400 HP	1	U	24,000	23,400
Cable	1,150	m.	30	34,500
				328,400

Total US \$ - 879,320

RESUMEN INVERSIONES:

- Inversiones	=	US\$ 879,320
- Imprevistos 10%		87,932
= Escalamiento (4.28 %)	=	<u>32,748</u>
Total = US\$ 1'000,000		

5.5. CRONOGRAMA DE INVERSIONES.

La construcción del pique inclinado tendrá una duración de 6 meses, conforme al cronograma de inversiones que se detalle en el cuadro N° 5.5

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION E INVERSIONES PIQUE INCLINADO

N°	ACTIVIDAD	M		E		S		TOTAL US \$
		1	2	3	4	5	6	
1	Construcción rampa	30,000	30,000					60,000
2	Construcción pique inclinado			53,516	53,516	53,518		160,550
3	Construcción labores complementarios			56,560	56,560			113,120
4	Construcción estación de carga					66,000	66,500	132,500
5	Trabajos de sostenimiento		16,950	16,950	16,950	16,950	16,950	84,750
6	Equipamiento					164,200	164,200	328,400
	Imprevistos	3,000	4,695	12,703	12,703	30,067	24,764	87,932
	Escalamiento	1,117	1,748	4,731	4,731	11,198	9,223	32,748
	Total US\$	34,117	53,393	144,460	144,460	288,415	281,637	1,000,000

5.6. FINANCIAMIENTO.

La cantidad de US \$ 1'000,000 requeridos para la construcción del pique inclinado III Etapa Mina Limpe Centro, será financiado con recursos propios de la Empresa, producto de las utilidades generadas por la venta del mineral.

5.7. ESTADOS FINANCIEROS.

CUADRO N° 5.7 A						
ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS						
Meses	1	2	3	4	5	6
Valor del Mineral = 182.72 \$/TM Costo de producción = 70.5 \$/TM						
Producción mensual TM	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Valor de la producción \$	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920
Costo total de producción \$	2,538,000	2,538,000	2,538,000	2,538,000	2,538,000	2,538,000
UTILIDAD BRUTA	4,039,920	4,039,920	4,039,920	4,039,920	4,039,920	4,039,920
Depreciación de activos	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Utilidad antes de impuestos	3,937,680	3,937,680	3,937,680	3,937,680	3,937,680	3,937,680
Impuestos (30%)	1,181,304	1,181,304	1,181,304	1,181,304	1,181,304	1,181,304
UTILIDAD NETA	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376
FLUJO DE FONDOS						
FUENTES:						
Utilidad neta	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376	2,756,376
Depreciación	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Total fuentes	2,858,616	2,858,616	2,858,616	2,858,616	2,858,616	2,858,616
USOS:						
Amortización deuda(anterior)	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
Inversión en pique inclinado	1,000,000					
Total usos:	2,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
FLUJO NETO	766,116	1,766,116	1,766,116	1,766,116	1,766,116	1,766,116
VAN (al 2.5% mensual)		7'229,462				

Como puede apreciarse en el cuadro de estado de ganancias y pérdidas y flujo de caja, los flujos generados al segundo mes, supera ampliamente el monto de inversiones destinado a la construcción del pique y el Valor Actual Neto (VAN) es positivo y tiene un valor de US\$ 7'229,462.

También se ha hecho una evaluación económica comparativa entre la extracción por medio de volquetes y la extracción mediante el pique inclinado, como se detalla en los cuadros N° 5.7B y 5.7C:

CUADRO N° 5.7.B
ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS
CONSIDERANDO TRASNPORTE POR PIQUE INCLINADO

Meses	1	2	3	4	5	6
Valor del Mineral = 182.72 \$/TM						
Costo Produc.= 70.5 + 0.35 \$/TM						
Producción mensual TM	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Valor de la producción \$	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920
Costo total de producción \$	2,550,600	2,550,600	2,550,600	2,550,600	2,550,600	2,550,600
UTILIDAD BRUTA	4,027,320	4,027,320	4,027,320	4,027,320	4,027,320	4,027,320
Depreciación de activos	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Utilidad antes de impuestos	3,925,080	3,925,080	3,925,080	3,925,080	3,925,080	3,925,080
Impuestos (30%)	1,177,524	1,177,524	1,177,524	1,177,524	1,177,524	1,177,524
UTILIDAD NETA	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556

FLUJO DE FONDOS

FUENTES:

Utilidad neta	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556	2,747,556
Depreciación	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Total fuentes	2,849,796	2,849,796	2,849,796	2,849,796	2,849,796	2,849,796

USOS:

Amortización deuda(anterior)	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
Inversión en pique inclinado	1,000,000					
Total usos:	2,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
FLUJO NETO	757,296	1,757,296	1,757,296	1,757,296	1,757,296	1,757,296
VAN (al 2.5% mensual)	8,756,253 07					

CUADRO N° 5.7.C
ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS
CONSIDERANDO TRANSPORTE VOLQUETES

Meses	1	2	3	4	5	6
Valor del Mineral = 182.72 \$/TM						
Costo Produc.= 70.5 + 1.24 \$/TM						
Producción mensual TM	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Valor de la producción \$	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920	6,577,920
Costo total de producción \$	2,582,640	2,582,640	2,582,640	2,582,640	2,582,640	2,582,640
UTILIDAD BRUTA	3,995,280	3,995,280	3,995,280	3,995,280	3,995,280	3,995,280
Depreciación de activos	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Utilidad antes de impuestos	3,893,040	3,893,040	3,893,040	3,893,040	3,893,040	3,893,040
Impuestos (30%)	1,167,912	1,167,912	1,167,912	1,167,912	1,167,912	1,167,912
UTILIDAD NETA	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128

FLUJO DE FONDOS

FUENTES:						
Utilidad neta	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128	2,725,128
Depreciación	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240	102,240
Total fuentes	2,827,368	2,827,368	2,827,368	2,827,368	2,827,368	2,827,368
USOS:						
Amortización deuda(anterior)	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
Inversión en pique inclinado	1,000,000					
Total usos:	2,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500	1,092,500
FLUJO NETO	734,868	1,734,868	1,734,868	1,734,868	1,734,868	1,734,868
VAN (al 2.5% mensual)	8,632,047.36					

Se observa que el transporte mediante volquetes resulta más caro y el VAN resultante es menor, en cambio el transporte mediante el pique inclinado es más ventajoso porque tiene el costo unitario bajo y por lo tanto el VAN resulta mayor por lo tanto económicamente se justifica la construcción del pique inclinado.

CONCLUSIONES:

1. El depósito polimetálico de Izcaycruz ha sido formado por metasomatismo de contacto en skarn causado por un intrusivo en las calizas de la Formación Santa.
2. El yacimiento se presenta en mantos y cuerpos de potencias y dimensiones variables, siendo los cuerpos Estela y Olga los que actualmente se explotan.
3. Los minerales presentes en el skarn son: chalcopirita, esfalerita, pirita y magnetita, además se tienen tremolita, granate, epidota y el cuarzo.
4. Las reservas minerales cubicadas debajo del Nivel-27 al 30 de octubre del

2007, es de 1'879,805 TM con leyes de 18.46% de Zn, 1.80 % Cu, 0.19 % Pb, 1.32 oz Ag/TM y 18.72 % Fe.

5. El método de explotación aplicado en la Mina Iscaycruz es el de “Subniveles ascendentes con relleno consolidado” compuesto de cemento, agregados y agua.
6. En razón de persistir la mineralización debajo del Niv-27 en la Mina Limpe Centro, se ha proyectado prolongar el pique inclinado hasta el Nivel 32, que permitirá explotar el mineral actualmente cubicado entre estos niveles.
7. El pique inclinado tendrá una sección de 5.5 x 4.0 m. con longitud de 169 m. e inclinación de 36°, que será construido sobre estéril.
8. El proceso de profundización comprende la construcción de la rampa de acceso hasta el lugar donde se ubica el pocket del pique inclinado, luego la ejecución de la chimenea piloto de 2.0 x 2.50 m. de sección y el desquinche hasta lograr la sección correspondiente. Finalmente se construirá la estación de carga y el Ore Pass y el Waste Pass.
9. El proyecto de construcción del pique inclinado requiere una inversión de US \$1'000,000 que será financiado con recursos propios de la empresa

provenientes de la venta de sus concentrados.

10. El proyecto tiene una alta rentabilidad debido a que el monto a invertirse es pequeño comparado con la utilidad generada por la explotación.

11. Se ha hecho la evaluación económica comparativa entre el transporte mediante rampa-volquetes y el pique inclinado, resultando este último por tener el mayor VAN, justificando de esta forma la viabilidad de su construcción.

RECOMENDACIONES

1. Durante el proceso de construcción del inclinado, se tendrá en cuenta los aspectos de seguridad señalados para este tipo de obras subterráneas, a fin de evitar cualquier accidente.

2. Se deberá de cuidar el tiempo de ejecución conforme a lo señalado en el cronograma de inversiones para terminar la obra oportunamente y poder explotar el mineral debajo del nivel 27, en razón del agotamiento de las reservas en los niveles superiores.

3. Se recomienda seleccionar la mano de obra calificada y con amplia experiencia en construcción de piques, para así garantizar la calidad de la obra.

4. Para prevenir la presencia de agua en profundidad se debe instalar bombas estacionarias en la zona del pocket, considerando la bomba en stand by.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BEERKIRCHER GARY Cómo seleccionar el izaje en una mina según sus necesidades.
EMJ setiembre 1999
- 2.- CATOLOGO Handbook de cables y winches de izaje
Armco Steel Corporation. USA 2000
- 3.- CÓRDOVA ROJAS D. Mecánica de rocas para minería y obras civiles
Curso de actualización.
UNI- Lima 2001
- 4.- DE LA SOTA PÉREZ G. Diseño geomecanico de los sistemas de refuerzo en roca.
Lima 1999

5.- HARMON JAMES II

Sistemas de Izaje en minería.

Libro de la AIME. 1998.

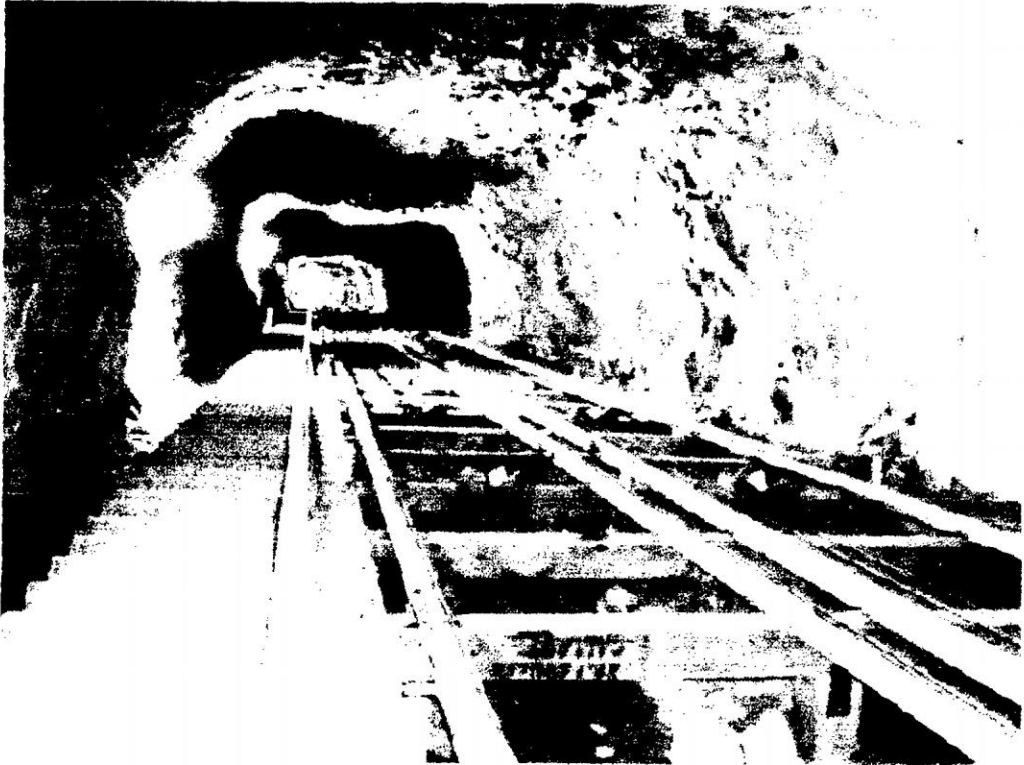
6.- HOEK AND BROWN

Excavaciones subterráneas en roca

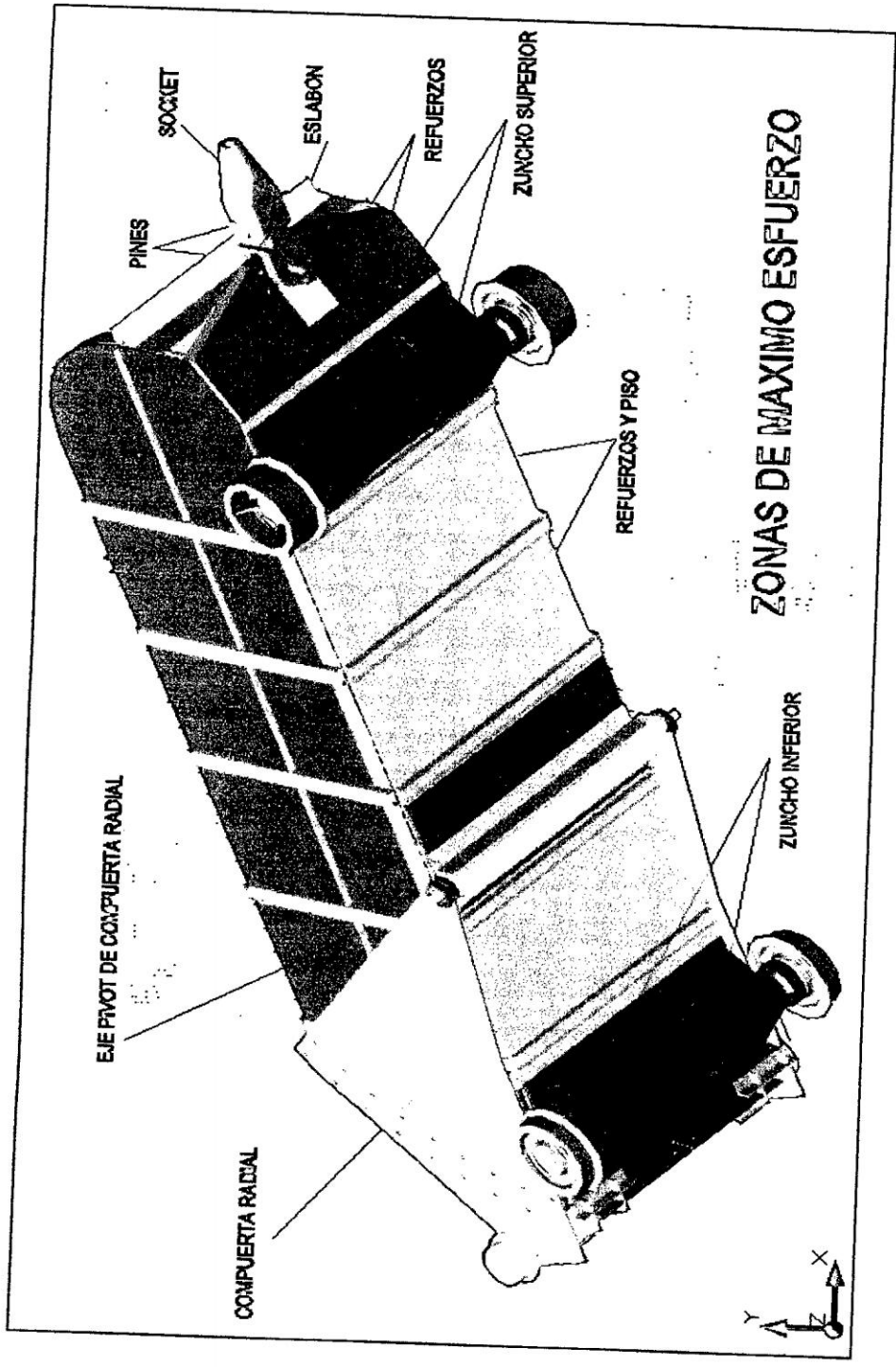
Editorial McGraw Hill

New York 1990.

ANEXO

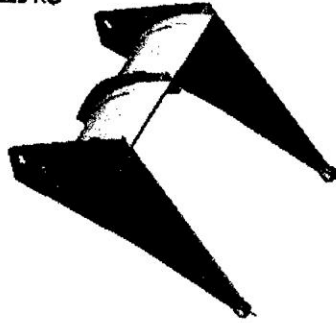


PIQUE INCLINADO

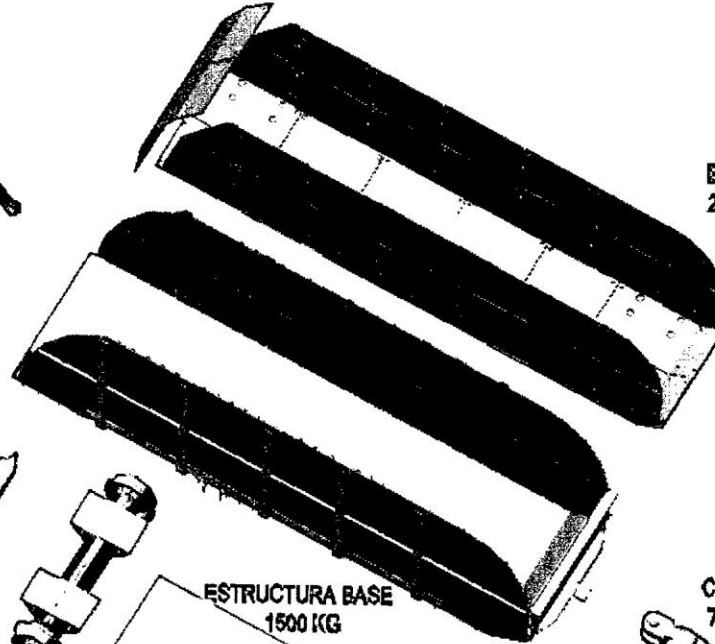


ZONAS DE MAXIMO ESFUERZO

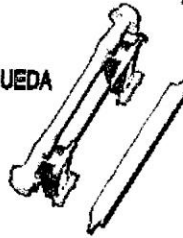
COMPUERTA RADIAL
1220 KG



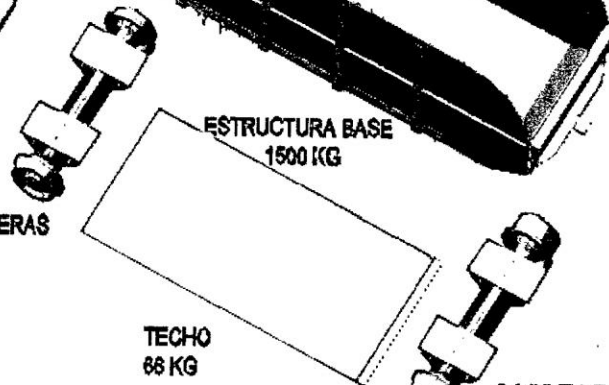
BLINDAJE (CHAQUETAS)
2537 KG



CONJUNTO EJES Y QUINTA RUEDA
554 KG



ESTRUCTURA BASE
1500 KG



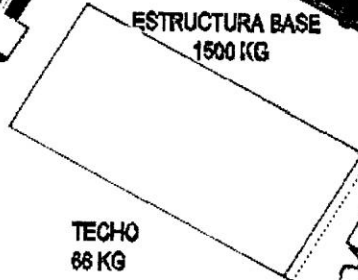
CONJUNTO SOCKET
70 KG



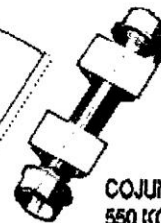
CONJUNTO EJE-RUEDAS TRASERAS
502 KG



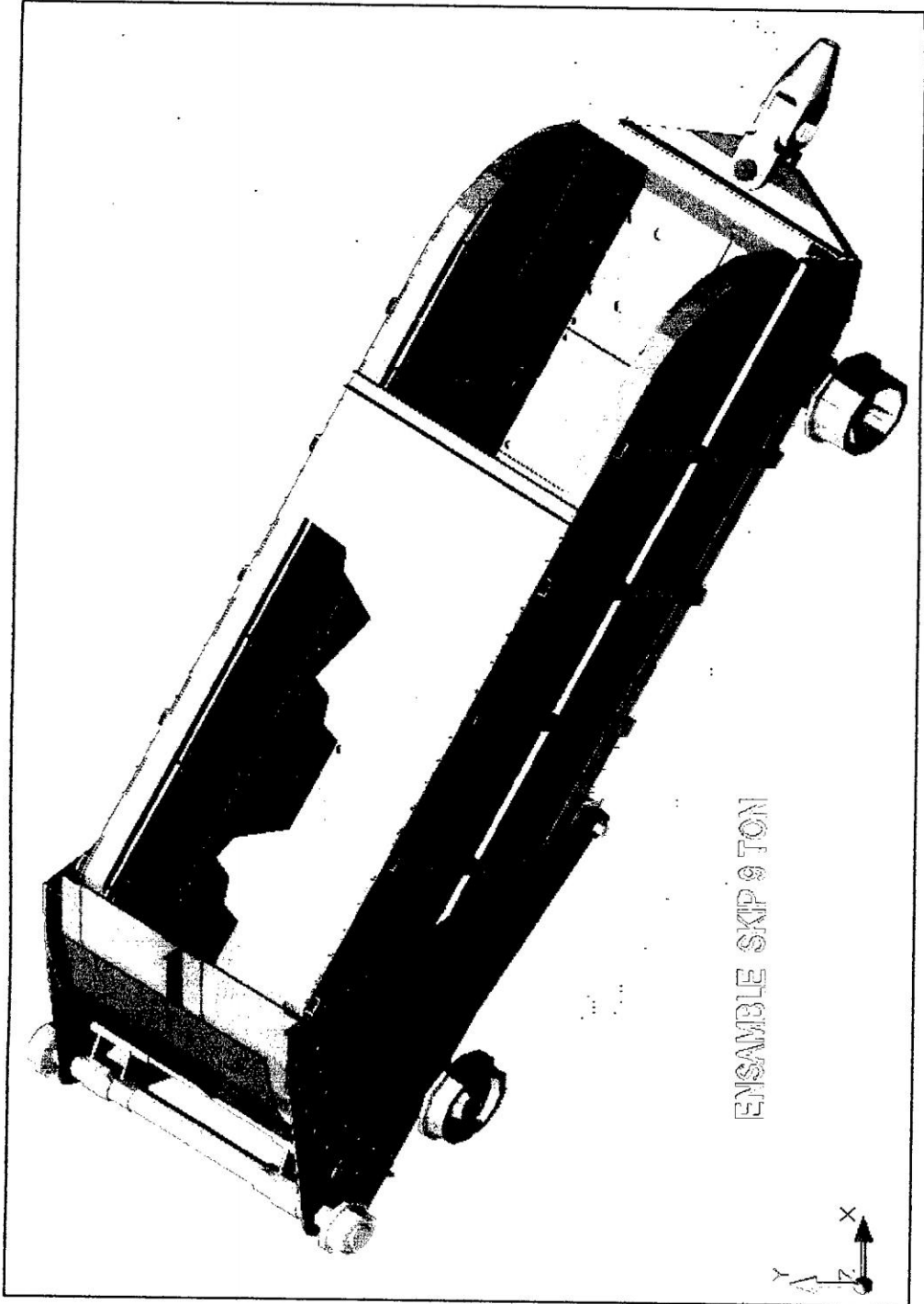
TECHO
68 KG



CONJUNTO EJE-RUEDAS DELANTERAS
550 KG



DESPIEZE SKIP 9 TON
PESO TOTAL: 6929 KG



ENSEMBLE SKIP 9 TON