



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DE VIABILIDAD DE LA MINA REINA DEL  
COBRE CONSIDERANDOLA COMO PARTE DE LA  
UNIDAD VELARDEÑA Y COMO MINA  
INDEPENDIENTE

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA:  
P R E S E N T A :  
SANTIAGO RAMIREZ ALBA

DIRECTOR DE TESIS: ING. CARL A. SERVIN JUNGENDORF



MEXICO, D. F.

277268  
2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
604-035

SR. SANTIAGO RAMIREZ ALBA  
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Carl A. Servin Jungdorf y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero de Minas y Metalurgista:

**ANALISIS DE VIABILIDAD DE LA MINA REINA DEL COBRE CONSIDERANDOLA  
COMO PARTE DE LA UNIDAD VELARDEÑA Y COMO MINA INDEPENDIENTE**

- RESUMEN
- INTRODUCCION
- I GENERALIDADES
- II GEOLOGIA
- III RESERVAS DE MINERAL
- IV METODOS DE EXPLOTACION EN MINA REINA DEL COBRE  
Y PROPUESTA DE EXPLOTACION EN NIVELES INFERIORES
- V PROCESO DE CONCENTRACION POR FLOTACION Y AVANCES EN  
LA SEPARACION PLOMO-COBRE
- VI ANALISIS FINANCIERO
- VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA
- ANEXO

Ruego usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 24 de septiembre de 1998  
EL DIRECTOR

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS\*RELR\*gtg

## DEDICATORIAS

---

A Dios.

por ser mi guía.

---

A mis **padres**: Santiago y Emilia,

por estar siempre a mi lado y confiar en mi.

---

A mis **hijos**: Erick Santiago y Candy Giselle,

por darme la fuerza para seguir adelante.

---

A **Margarita**,

por ser mi compañera en todo momento.

---

A mis **hermanos**: Andres Ma. Isabel y Arturo,

por darme su apoyo incondicional.

---

A mis **profesores**,

por compartirme su experiencia y consejos.

---

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**,

por ser la máxima casa de estudios.

---

Al Ing. **Carl A. Servin J.**

por ser paciente y brindarme su tiempo y apoyo.

---

Al Ing. **Carlos F. Villagomez** y a la empresa **MIMENOSA**.

por darme una oportunidad en la minería y confiar en mi como profesionista.

---

A todos los trabajadores de la mina Reina del Cobre,

por ser mis amigos y mis primeros maestros prácticos en la minería.

---

A todos mis amigos y familiares,

por que siempre me alentaron a seguir hasta el final.

# ÍNDICE

<b>INDICE</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>9</b>
1.1. Localización y acceso	9
1.2. Clima y vegetación	9
1.3. Nivel socio - cultural de la zona	11
1.4. Historia del Distrito Minero de Velardeña	11
1.5. Estructura corporativa del Grupo México en el ramo minero	12
<b>2. GEOLOGÍA</b>	<b>15</b>
2.1. Fisiografía	15
2.2. Estratigrafía	15
2.2.1. Formación Aurora	15
2.2.2. Formación Cuesta del Cura	15
2.2.3. Rocas del Cretácico Superior	17
2.2.4. Conglomerado Ahuichila	17
2.3. Rocas Intrusivas	18
2.3.1. Intrusivos de composición intermedia	18
2.4. Rocas metamórficas	18
2.5. Yacimientos minerales del Distrito Velardeña	19
2.5.1. Sierra San Lorenzo	19
2.5.2. Sierra Santa María	19
2.6. Características estructurales de los cuerpos mineralizados	22
<b>3. RESERVAS DE MINERAL</b>	<b>25</b>
3.1. Clasificación de las reservas de mineral	25
3.1.1. Reservas Probadas	26
3.1.2. Reservas Probables	26
3.1.3. Reservas de Interés	27
3.1.4. Resumen de reservas en la Unidad Velardeña	30
3.2. Método de estimación de reservas	31
3.3. Análisis de datos y nuevas fases de exploración con obra directa y barrenación a diamante	35
<b>4. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN EN MINA REINA DEL COBRE Y PROPUESTA DE EXPLOTACIÓN EN NIVELES INFERIORES</b>	<b>38</b>
4.1. Análisis de las condiciones de la mina Reina del Cobre y proyectos a realizar para el aumento de la producción	38
4.1.1. Cuerpos minerales	38
4.1.2. Obras de desarrollo	38
4.1.3. Obras de preparación y exploración	39
4.1.4. Obras necesarias para la incorporación de zonas de interés	40
4.1.5. Equipo	40
4.1.6. Resumen de las condiciones actuales y futuras que se involucran en el aumento de la producción	43
4.2. Métodos de explotación utilizados en mina Reina del Cobre	46
4.2.1. Explotación de rebajes abiertos con bancos descendentes	46
4.2.2. Propuesta para la explotación de rebajes en niveles inferiores	55

para la incorporación de nuevas áreas de producción.	
4.2.2.1. Método de tumba sobre carga con cruceros de extracción	55
4.3. Organización de la mina Reina del Cobre	60
4.3.1. Organigrama	60
4.3.2. Descripción de las diferentes categorías en las que se divide el personal de la mina Reina del Cobre	61
4.3.3. Organización por turnos en la mina Reina del Cobre	63
<b>5. PROCESO DE CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN Y AVANCES EN LA SEPARACIÓN PLOMO - COBRE</b>	<b>64</b>
5.1. Área de trituración	64
5.2. Área de molienda	66
5.3. Área de flotación	68
5.3.1. Antecedentes	68
5.3.2. Reactivos de flotación utilizados en la Unidad Velardeña	68
5.3.1. Circuitos de flotación actuales en la Unidad Velardeña	69
5.3.3.1. Flotación plomo - cobre (bulk)	69
5.3.3.2. Flotación zinc	69
5.4. Antecedentes en la separación plomo - cobre y sus avances en la Unidad Velardeña.	72
5.4.1. Resultados obtenidos con pruebas metalúrgicas en la unidad Velardeña	73
5.4.2. Circuito de separación plomo - cobre.	75
<b>6. ANÁLISIS FINANCIERO.</b>	<b>77</b>
6.1. Condiciones bajo las cuales se rige el análisis	78
6.2. Cálculo y generación de resultados	79
6.2.1. Balance metalúrgico	79
6.2.2. Valor unitario de los metales	80
6.2.3. Valor de las reservas de mineral	81
6.2.4. Programa de inversiones y depreciaciones	83
6.2.5. Costos unitarios de operación mina, molino e indirectos	85
6.2.6. Flujo neto de efectivo.	86
6.3. Aplicación de los métodos de evaluación	90
6.3.1. Tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA)	90
6.3.2. Método del valor presente neto (VPN)	91
6.3.3. Método de la tasa interna de retorno (TIR)	92
6.3.4. Periodo de recuperación de capital	92
6.3.5. Factor de Viabilidad (FV)	93
6.4. Análisis de sensibilidad	94
6.5. Análisis del ritmo óptimo de producción para el aumento de reservas en la mina Reina del Cobre	99
6.5.1. Alternativas de producción, balances metalúrgicos, valores unitarios y valor de las reservas de mineral aplicados al mineral de la Unidad Velardeña	99
6.5.2. Análisis de la mejor opción para el aumento de reservas de la mina Reina del Cobre	102

<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
7.1. Conclusiones	107
7.2. Recomendaciones	108
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>

## **ANEXO**

<b>SECCIÓN A.-</b> Hojas de cálculos de los balances metalúrgicos	<b>112</b>
<b>SECCIÓN B.-</b>	<b>115</b>
Memoria de cálculo para valores unitarios y valor de las reservas de mineral	
<b>B-1.-</b> Cálculo de liquidaciones y valores unitarios evaluando la mina como parte de la Unidad	
<b>B-2.-</b> Cálculo de liquidaciones y valores unitarios evaluando como mina independiente	
<b>SECCIÓN C.-</b> Valor unitario de las reservas de mineral	<b>138</b>
<b>SECCIÓN D.-</b> Flujo de efectivo de las alternativas para el aumento de la producción	<b>140</b>
<b>SECCIÓN E.-</b> Costos unitarios de operación mina, molino e indirectos	<b>145</b>
<b>SECCIÓN F.-</b> Planos que muestran los bloques en reservas y las áreas de interés para exploración	<b>150</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

1.- Plano de localización de la Unidad Velardeña	10
2.- Distribución de Unidades Mineras y Refinerías del Grupo México en el Territorio Nacional	14
3.- Columna estratigráfica del Distrito de Velardeña	16
4.- Sección geológica mostrando los cuerpos en la sierra Santa María y San Lorenzo	20
5.- Comportamiento geológico de los cuerpos minerales y roca encajonante	23
6.- Ejemplos de la determinación de áreas de influencia	32
7.- Ejemplo ilustrativo del método de cálculo de reservas	33
8.- Programa de barrenación a diamante en el nivel 10 de Reina del Cobre	37
9.- Diagrama de actividades para el aumento de producción	45
10.- Método de explotación con bancos descendentes	47
11.- Plantilla de barrenación para obras en desarrollo	51
12.- Plantilla de barrenación para obras en producción	53
13.- Método de explotación de tumbe sobre carga con cruceros de extracción	57
14.- Método de explotación de tumbe sobre carga con cruceros de extracción y contrapozo pata de perro	58
15.- Diagrama del circuito de trituración	65
16.- Diagrama del circuito de molienda	67

17.- Diagrama del circuito de flotación	71
18.- Diagrama de la separación plomo - cobre	76
19.- Gráfica 1 Análisis de sensibilidad caso 1	96
20.- Gráfica 2 Análisis de sensibilidad caso 2	98
21.- Gráfica 3 Estimación del VPN para las alternativas de aumento de producción	105
22.- Gráfica 4 TIR para las alternativas de aumento de producción	106



## RESUMEN

Se realiza la evaluación financiera de la mina Reina del Cobre, desde dos puntos de vista; el primero plantea la evaluación de la mina como parte de la Unidad Velardeña, cuyo objetivo es ver el comportamiento actual de esta mina y su aportación al total de la Unidad; el segundo la analiza como mina independiente para estimar la dimensión de su rentabilidad. Finalmente a partir del estudio de la mejor alternativa de producción de la mina Reina del Cobre se analiza la magnitud del apoyo que esta mina aportaría a las condiciones financieras de la Unidad.

El primer punto de vista, se basa en las condiciones actuales de producción y beneficio, entendiéndose que en el beneficio, el mineral de Reina del Cobre, forma parte del compuesto general de la Unidad Velardeña, el estudio de las liquidaciones se calcula con base en 300,000 t anuales de molienda. Los costos de operación, beneficio e indirectos, son los que genera el total de la Unidad. El segundo punto de vista examina la evaluación de la mina, considerándola independiente de la Unidad Velardeña, el total de reservas actuales (375,136 t) se aplican como explotables. Los costos para el beneficio del mineral y los indirectos se aplican igual que en el caso anterior, sólo se modifican los costos de producción que genera la mina por sí sola.

En ambos casos de evaluación se plantea un horizonte de planeación a 5 años equivalente a la vida estimada de la unidad al ritmo actual de producción. Se toman como inversión solamente los equipos que se requieren para la operación en la mina Reina del Cobre y su electrificación. Las inversiones requeridas para el desarrollo, planeación, administración, etc., van incluidos en los costos directos e indirectos. Los resultados obtenidos para los dos casos de estudio son:

CASO No.	TIR	VPN	PRC	FV
1.Mina Dependiente	41%	197,905	2.1 años	1.41
2.Mina Independiente	154%	1,490,897	menor a 1año	2.85

En el análisis de sensibilidad se estudiaron tres variables las cuales son: cotizaciones de los metales, costos por tonelada y la inversión, estas variables fueron las que se consideraron más adecuadas para este análisis debido a que en ellas cae todo el peso del análisis financiero.

Para el caso mina dependiente el proyecto demostró ser sensible al incremento de los costos por tonelada y en las cotizaciones. Respecto a las costos de inversión este caso soporta hasta una caída del 15% .

El análisis de sensibilidad para el caso mina independiente, arrojó resultados positivos para las tres variables en estudio, ya que ninguna tiende a ser negativa con una variación hasta del 30% lo que refuerza los resultados de los métodos de evaluación.

Finalmente al analizar financieramente cuatro alternativas para el aumento de la producción de la mina Reina del Cobre (320, 380, 425 y 430 t/día) y considerando las condiciones actuales de la mina junto con los proyectos a realizar, se encontró como mejor opción el aumento a 425 t/día considerando el mineral en las tres minas y a 430 t/día, considerando solo el mineral de Reina del Cobre y Santa Maria. Los resultados financieros para estas opciones fueron los siguientes:

	<b>CASO No.</b>	<b>TIR</b>	<b>VPN</b>	<b>PRC</b>	<b>FV</b>
1.	<b>425 t/día</b>	<b>174%</b>	<b>1,929,407</b>	<b>menor a 1 año</b>	<b>1.98</b>
2.	<b>430 t/día</b>	<b>183%</b>	<b>2,060,375</b>	<b>menor a 1 año</b>	<b>2.03</b>

Entre los niveles 10 y 14 de la mina Reina del Cobre se tiene un potencial de aproximadamente 781.000 t. este tonelaje aumentarían las reservas hasta 1,150,000 t, las cuales incrementarían en tres años más la vida de la Unidad Velardeña.

Después de analizar las condiciones geológicas del yacimiento y la infraestructura actual de la mina, se propone como método de explotación en los niveles 10 a 14, el de "Tumbe sobre carga con cruceros de extracción" ya que este método se puede adaptar al método actual (Bancos descendentes) en el momento que se requiera la disposición inmediata del mineral sin necesidad de obras adicionales.

Los buenos resultados obtenidos en la planta de beneficio al deprimir minerales de plomo y flotar minerales de cobre utilizando como reactivos principales el almidón cáustico, el bisulfito de sodio y el orión 99, permiten augurar concentrados de Pb y Cu de una mayor calidad que ayuden a mejorar las condiciones en la estimación de su liquidación.

## INTRODUCCION

---

La viabilidad económica de un proyecto minero o la decisión de seguir invirtiendo en una mina ya establecida están en función de la ocurrencia simultánea y favorable de diferentes eventos entre otros: ambiente geológico, distribución de la mineralización, roca encajonante, reservas explotables y leyes de producción, recuperación metalúrgica, situación geográfica, disponibilidad de recursos, valor del mineral, condiciones del mercado, etc.

La mina Reina del Cobre, es una de las tres minas con las que cuenta actualmente la Unidad Velardeña, Esta Unidad muele 900 t/día, de las cuales 270 t son producidas en Reina del Cobre, 50 t en Azules y 580 t por Santa María. La mina Reina del Cobre es la que proporciona los valores más altos en minerales de plomo y cobre, sólo siendo superada en zinc por Santa María.

El fin del presente trabajo es evaluar la potencialidad de la mina Reina del Cobre y el ritmo de producción más adecuado para hacer de la Unidad Velardeña un negocio financieramente rentable.

El problema principal que se tiene en esta Unidad, es que Reina del Cobre actualmente, a pesar de que cuenta con buenos valores y reservas de mineral (375,136 t en reservas con diferentes clasificaciones, más zonas de interés atractivas bajo el nivel 10, que aún no han sido explotadas) no puede tener una mayor producción debido a la infraestructura actual, pues se carece de los desarrollos que permitan explotar las reservas potenciales. De ahí el interés para evaluar la potencialidad de esta mina y la contribución al total de la Unidad analizando el aumento de su producción.

Para mejorar las condiciones de esta mina es necesario realizar un proyecto de electrificación para resolver las necesidades en cuestión de la energía eléctrica necesaria para la exploración a diamante, el suministro de aire comprimido con compresores eléctricos, el desagüe, la carga de lámparas mineras, el quebrado de roca grande con el martillo y demás actividades operativas que requieren energía eléctrica.

Otro proyecto prioritario es la instalación de un malacate de mayor capacidad 5.4 t (12,000 lb), esto con el fin de aumentar la capacidad de manto ya que el actual es muy deficiente al disminuir su capacidad conforme aumenta la profundidad debido a que se debe conservar un factor de seguridad apropiado.

Con la culminación de estos proyectos, mina Reina del Cobre vendrá a ser de igual importancia que mina Santa María en lo que se refiere a producción pero de mayor importancia en contenido de valores en los minerales por producir.

El presente trabajo esta estructurado en siete partes, las cuales se resumen como sigue:

- 1.- **Generalidades:** Comprende información general de interés como: la localización de la mina, clima y vegetación, historia del distrito minero y la estructura corporativa del Grupo México.
- 2.- **Geología:** En este punto se explican las características de la geología general del distrito y las estructuras de los cuerpos mineralizados.
- 3.- **Reservas minerales:** Contempla las categorías en las que el Grupo México, divide las reservas minerales, la metodología de cálculo, las reservas actuales de la mina Reina del Cobre, además de un análisis de las nuevas obras de exploración y zonas de interés que pueden aumentar las reservas.
- 4.- **Métodos de explotación:** Comprende una descripción general de los métodos de explotación utilizados y una propuesta para la explotación de los rebajes en niveles inferiores, además de una descripción general de las condiciones actuales y los proyectos de la mina, para incrementar su producción.
- 5.- **Proceso de concentración por flotación y avances en la separación plomo - cobre:** Se da una descripción general de los circuitos de trituración, molienda y flotación, tipos de reactivos utilizados y los avances que se han tenido en la separación plomo - cobre.
- 6.- **Análisis financiero:** En el análisis financiero, se desarrollan los cálculos de los valores unitarios de los metales, y se aplican al total de las reservas para obtener el valor de las reservas de mineral. se hace un resumen de los costos unitarios que implica la operación minera, se aplican los métodos de valor presente neto VPN, tasa interna de retorno TIR, y Factor de Viabilidad FV a los flujos de efectivo resultantes de las propuestas de dos puntos de vista: estudio de la mina como parte de la Unidad Velardeña y como mina independiente.

Se realiza un análisis de sensibilidad variando los costos, las cotizaciones de los metales y la inversión para ver su comportamiento en cada uno de los casos de estudio.

Por último se realiza un análisis para cuatro alternativas de producción y el beneficio que aporta al total de la unidad al elegir la más conveniente.

7.- **Conclusiones y recomendaciones:** En este punto se dan las conclusiones y recomendaciones basadas en los datos obtenidos con el análisis y las condiciones actuales de la mina.

# CAPITULO 1

---

## 1. GENERALIDADES.

### 1.1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO.

El distrito minero de Velardeña, se encuentra en la porción oriental del Estado de Durango, perteneciente al municipio de Cuencamé. Las coordenadas geográficas que lo limitan son: 25 grados 02 minutos a 25 grados 07 minutos de latitud norte y 103 grados 37 minutos a 103 grados 47 minutos de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Este Distrito Minero incluye las Sierras Santa María y San Lorenzo, cuyas elevaciones varían entre los 1,400 y 2,000 msnm. Las cuales abarcan una superficie aproximada de 153 kilómetros cuadrados (figura 1).

La forma de acceso es por la carretera federal número 40 Torreón - Mazatlán, a 85 kilómetros de esta carretera partiendo de Torreón se llega al entronque Pedriceña, del cual se continúa 5 kilómetros por uno de sus ramales hasta llegar al pueblo de Velardeña. La Unidad Velardeña se localiza aproximadamente a un kilómetro al sureste del poblado.

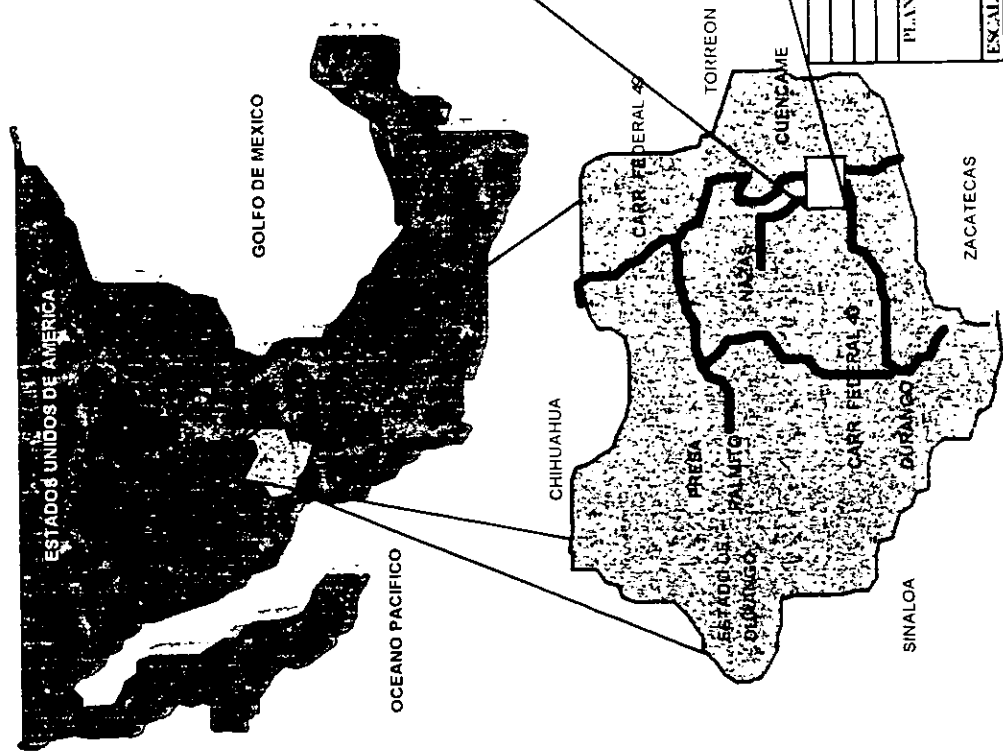
La mina Reina del cobre se encuentra aproximadamente a 26 kilómetros al nor este de la Unidad Velardeña, a la cual se llega por un camino de terracería que se mantiene en buenas condiciones todo el año. Esta mina se encuentra localizada en la Sierra San Lorenzo a 1996 msnm.

### 1.2. CLIMA Y VEGETACIÓN.

El clima y vegetación imperante muestra particularidades de una zona semidesértica, con temperaturas extremosas todo el año, las cuales varían desde los 30 grados centígrados a 6 grados centígrados en los periodos de verano e invierno respectivamente, la precipitación anual es de 300 mm de agua por año, que sucede principalmente en los meses de junio a octubre; presentándose lluvias esporádicas los demás meses del año.

La vegetación predominante en la zona es de lechuguillas, mezquites, huizaches y ocotillo, aunque también, se pueden ver variadas especies de cactus y órganos característicos de las zonas semidesérticas.

La fauna que habita en esta zona es: reptiles como la víbora de cascabel y el alicante, lagartijas, ratones de campo, ardillas, correcaminos, conejos silvestres, buitres y demás especies características de este clima.



103° 34'

250 00'

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
SANTIAGO RAMIREZ ALBA
PLANO DE LOCALIZACION DE LA UNIDAD VELARDENA Y MINA REINA DEL COBRE.
ESCALA: SIN
FIGURA: I
FECHA: 2000

### **1.3. NIVEL SOCIOCULTURAL DE LA ZONA.**

El poblado de Velardeña cuenta con educación pre - escolar, elemental y secundaria. El nivel bachillerato se puede estudiar en la ciudad de Cuencame Durango y se tienen opciones como la UAC (Universidad Autónoma de Coahuila), la UJED (Universidad Juárez del Estado de Durango) y el Tecnológico de Durango como escuelas de educación superior , las cuales se encuentran en las capitales de los Estados de Coahuila y Durango, relativamente cerca de la zona donde se encuentra el Distrito de Velardeña.

Actualmente el poblado tiene un alto grado de analfabetismo, teniendo como grado promedio de estudios el 3er. año de primaria.

La religión predominante es la católica. aunque existen otras religiones que son practicadas por los habitantes de la zona.

El poblado de Velardeña cuenta con canchas de fútbol, béisbol y basquetbol, donde los habitantes practican eventos deportivos.

La actividad principal de la zona es la minería y el comercio, destacándose como principal generador de empleos Minerales Metálicos del Norte S.A. (Grupo México), seguido por minera LABRI y otras empresas mineras que se ubican en la zona.

### **1.4. HISTORIA DEL DISTRITO MINERO.**

El comienzo de la explotación de las minas del Distrito Minero de Velardeña data del siglo XVI por emigrantes españoles. En la Sierra Santa María hay evidencias de trabajos antiguos hechos por los españoles. Los trabajos de minado continuaron en pequeña escala desde el siglo XVI hasta el año de 1888, cuando sólo se explotaban y procesaban los óxidos que se encontraban cerca de la superficie, ya que se contaba con técnicas de procesamiento de mineral muy rudimentarias. En 1888 la Velardeña Mining and Smelting Company continuó los trabajos de minado y con la construcción de una planta de fundición, aumentaron la producción en las minas para la extracción de metales como el zinc, plomo, cobre y plata.

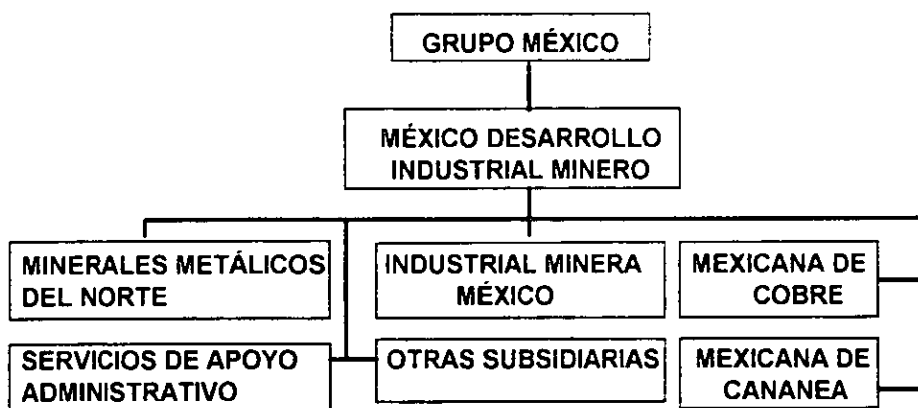
La American Smelting and Refining Company (ASARCO) se asoció con la Velardeña Mining and Smelting Company en 1902, continuando activamente hasta los años 20, cuando las cotizaciones en los precios de la plata bajaron, dando lugar al cese de las actividades en el distrito. En este tiempo que duró la administración de ASARCO se produjeron cerca de 2,500 t /día de mineral en el distrito. El mineral provenía de tres minas: La Santa María y Termeras en la Sierra Santa María y La mina Reina del Cobre en la Sierra San Lorenzo.

En 1968 los trabajos de exploración en el distrito comenzaron una vez más, pero esta vez fueron más empresas mineras las que se interesaron en estos trabajos ASARCO, Peñoles, Minera Ramid S.A. y Astumex S.A., el Grupo Peñoles adquirió a Minera Ramid y Astumex en 1980.

ASARCO se convirtió en Industrial Minera México (IMMSA), y hoy en día es denominado, como Grupo México, el cual es un grupo Corporativo dedicado a varios ramos industriales, entre ellos el de la minería.

La mina Reina del Cobre pertenece a la Unidad Velardeña, dicha unidad tiene a su vez dos minas más en operación la mina Santa María y la mina Azules. Unidad Velardeña (Durango) junto con Unidad Santa Bárbara (Chihuahua), forman parte de Minerales Metálicos del Norte (MIMENOSA), que es una de las compañías subsidiarias de Grupo México en el ramo minero.

### 1.5. Estructura Corporativa del Grupo México en el ramo Minero.





## UNIDADES OPERATIVAS DEL GRUPO MÉXICO (fig2).

### a) UNIDADES MINERAS

#### MEXICANA DE COBRE

La Caridad, Sonora.

cobre, molibdeno, oro y plata

#### INDUSTRIAL MINERA MÉXICO

-Charcas, S.L.P.

plata, cobre, plomo, zinc.

-Rosario, Sin.

plomo, zinc, plata y oro.

-Santa Eulalia, Chih.

plata, plomo y zinc

-San Martín, Zac.

plata, plomo, zinc y cobre

-Taxco, Guerrero

oro, plata, plomo y zinc

-Nueva Rosita, Coah.

carbón

-Pasta de Conchos, Coah.

Carbón

#### MINERALES METÁLICOS DEL NORTE

Santa Bárbara, Chih.

oro, plata, cobre, plomo y zinc.

Velardeña, Dgo.

plata, cobre, plomo y zinc.

#### MEXICANA DE CANANEA

Cananea Son.

cobre, oro y plata.

### b) FUNDICIONES Y REFINERÍAS

#### MEXICANA DE COBRE

La Caridad, Son.

Fundición de Cobre

Ácido Sulfúrico

#### INDUSTRIAL MINERA MÉXICO

-Electrolítica de Cobre, San Luis Potosí SLP

Fundición de cobre y refinación de trióxido de Arsénico.

-Electrolítica de Zinc, SLP.

Refinación de zinc y cadmio, ácido sulfúrico

-Nueva Rosita, Coah.

Carbón lavado, Coque y subproductos de carbón.

-Agujita, Coah.

Coque.

#### -MEXICANA DE CANANEA

Cananea Son.

Fundición de cobre

Planta de electrodeposición.

#### OFICINAS GENERALES

México D.F.

#### TALLER CENTRAL

Parral Chih.

Taller central de reparación y rehabilitación de equipos

# UNIDADES MINERAS Y PLANTAS METALURGICAS



**GRUPO MEXICO**  
INDUSTRIAL MINERA MEXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
DISTRIBUCION DE UNIDADES MINERAS Y REFINERIAS DEL GRUPO MEXICO	
EN EL TERRITORIO NACIONAL	
ESCALA: SIN	FIGURA: 2
	FECHA: 2000

## CAPITULO 2

---

### 2. GEOLOGÍA .

#### 2.1. FISIOGRAFÍA.

Fisiográficamente el Distrito de Velardeña. Durango está situado en la intersección de tres provincias fisiograficas: La Sierra Madre Oriental (sub - provincia de sierras transversales), La Sierra Madre Occidental (sub - provincia de sierras altas) y la Mesa Central.

#### 2.2. ESTRATIGRAFÍA.

La sierra San Lorenzo donde se encuentra la Mina Reina Del Cobre, está constituida por una potente secuencia de rocas carbonatadas, plegadas y metamorfizadas por cuerpos intrusivos.

Las rocas más antiguas son las calizas cuyas edades varían del Cretácico inferior al superior y abarcan las formaciones Aurora, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol, constituidas estas últimas por areniscas y calizas sobre las rocas cretácicas y una serie de brechas y conglomerados correlacionables con la formación Ahuichila del Terciario inferior y por ultimo el aluvión correspondiente al Cuaternario (figura 3)

##### 2.2.1. FORMACIÓN AURORA.

Es la unidad sedimentaria más antigua en el área, la cual esta subyaciendo concordantemente a la formación Cuesta del Cura y constituye una gran parte del anticlinal de San Lorenzo.

Consiste de calizas de color gris claro, masiva y en estratos gruesos con abundantes nódulos de pedernal color ocre, es común la abundancia de fracturas selladas con calcitas, son varios los cientos de metros en que la roca está en contacto con un intrusivo de composición ácida, por lo cual generalmente se presenta metamorfizada, el metamorfismo varia desde la recristalización hasta la formación de skarn (tactita) donde algunos fósiles de amonitas mal presentadas se han encontrado.

##### 2.2.2. FORMACIÓN CUESTA DEL CURA.

Subyaciendo a las rocas del Cretácico superior y sobreyaciendo concordantemente a la formación Aurora, se encuentra la formación Cuesta del Cura, es la unidad más amplia en su afloramiento, consiste de una secuencia de calizas que van de color gris oscuro al negro, en estratos delgados a medianos y que en la parte superior está intercalada con bandas de pedernal negro, paralelo al estrato principal.

ESTRATIGRAFIA DEL DISTRITO

FORMACIONES

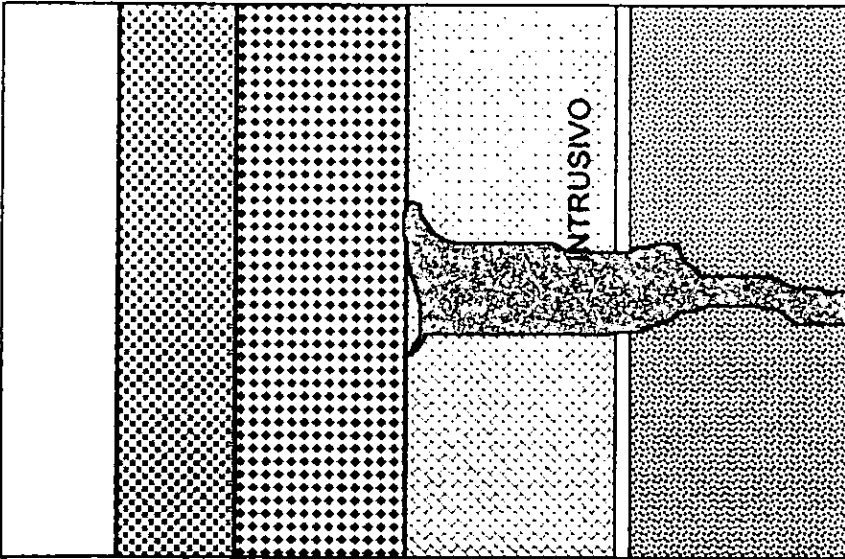
AHUICHILA

CARACOL

INDIDURA

CUESTA DEL CURA

AURORA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALRA	
ESTRATIGRAFIA DEL DISTRITO MINERO DE VELARDENA DURANGO	
ESCALA: SIN	FIGURA: 3
	FECHA: 2000

### **2.2.3. ROCAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR.**

Algunos afloramientos en el flanco sur de la sierra San Lorenzo, pueden corresponder por edad a la formación Indidura, considerando que está subyaciendo al conglomerado Ahuichila y sobreyaciendo a la formación Cuesta del Cura, su litología corresponde en parte a la formación Indidura y en parte a la formación Caracol, estratigráficamente más arriba, están ligeramente más metamorizados debido a las cercanías de las intrusiones e incluyen, areniscas, lutitas, calizas, hornfels y mármol.

### **2.2.4. CONGLOMERADO AHUICHILA.**

El conglomerado Ahuichila del Terciario medio es la unidad sedimentaria más joven expuesta en el área, sobreyace discordantemente a las rocas del Cretácico superior y aflora a lo largo del flanco norte y sur de la sierra San Lorenzo.

Se considera un depósito tipo molase, producida por una intensa erosión de las calizas cretácicas durante y después de la orogenia Laramide. Se encuentra constituido por fragmentos de calcita, dolomitas y rocas ígneas y facies magmáticas.

## **2.3. ROCAS INTRUSIVAS**

Los intrusivos del distrito, se pueden clasificar en dos clases, intrusivos de composición ácida e intrusivos de composición intermedia; los primeros están representados por riolitas y alaskitas, presentes físicamente en el domo de Santa María. Los intrusivos de composición intermedia se dividen en intrusivos dioríticos e intrusivos monzoníticos.

### **2.3.1. INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA.**

#### **A) INTRUSIVO DIORÍTICO.**

Su presencia es detectada en la parte central y oeste de la Sierra San Lorenzo, en donde intrusiona en forma de stock al paquete sedimentario.

Es una roca de color oscuro de composición afanítica en la que se pueden distinguir fenocristales de anfíboles, micas y plagioclasas.

Su longitud aproximada es de cuatro kilómetros, con un ancho promedio de quinientos metros. En su afloramiento más extenso, tiene una orientación general de 60 a 75 grados hacia el noroeste, en los contactos intrusivo caliza, forma una potente aureola de metamorfismo de hasta sesenta metros de ancho, precisamente en esta aureola (skarn) es en donde se deposita el mineral económico.

#### **B) INTRUSIVO MONZONITICO.**

Los afloramientos de esta zona pueden observarse en las cercanías de la mina Reina del Cobre al NW y NE de la Sierra de San Lorenzo. Intrusiona en forma discordante a las calizas de las formaciones Cuesta del Cura y Aurora, produciendo zonas de skarn por metamorfismo de contacto. Su longitud es de 800 metros y su ancho promedio es de noventa y cinco metros, es una roca de color gris muy claro, de textura porfídica caracterizada por fenocristales de cuarzo feldespato y micas ahogadas en una matriz afánítica, se pueden diferenciar zonas de endoskarn y wollastonita de estructura radial rellenando fracturas.

## **2.4. ROCAS METAMÓRFICAS.**

En el área se puede observar, tanto el proceso de metamorfismo de contacto como el metasomatismo de contacto; el primero puede deberse a la acción térmica de los intrusivos sobre las calizas circundantes, está caracterizado por la recristalización y la marmolización de las rocas calcáreas.

El metasomatismo de contacto, es el producto de la acción de fluidos posteriores, aprovechando las fracturas en el intrusivo y sobre todo en su contacto con las rocas yacientes, sobre las calizas recristalizadas y marmolizadas para formar silicatos, otros parámetros que pueden influir en el color son: el contenido de volátiles y la profundidad del emplazamiento del intrusivo en el área; este fenómeno está caracterizado por una zona de tactitas de granates.

## **2.5. YACIMIENTOS MINERALES**

### **2.5.1. SIERRA SAN LORENZO**

El yacimiento de la mina Reina del Cobre consiste en chimeneas relacionadas a una diorita en contacto con calizas cretácicas. Los cuerpos mineralizados son de grandes dimensiones (5 a 20 m de potencia), los reemplazamientos y el relleno de mineralización se dieron casi por completo. Abundan la calcopirita con pirita, galena, esfalerita con un poco de oro y de plata; la ganga principal es el endoskarn, está formado por gránate con mineralización diseminada de calcopirita, galena y esfalerita; se tienen epidota, cuarzo y calcita como gangas principales en las menas masivas.

El cuerpo mineralizado de la mina Reina del Cobre, se encuentra dentro de una formación calcárea (caliza de la formación Aurora). Dicha formación se ve afectada por un cuerpo intrusivo (dique) de naturaleza tonalítica (figura 4).

Las chimeneas son de colapso y se formaron al momento en que las soluciones mineralizantes migraron a zonas de menor presión, durante el recorrido de estos fluidos se presentaba un fenómeno de disolución de las calizas, ocasionando un colapso en las partes superiores; esto a su vez permite que se formen estructuras secundarias (fracturas) que sirven como conducto de las soluciones mineralizantes y también como zonas propicias para la mineralización.

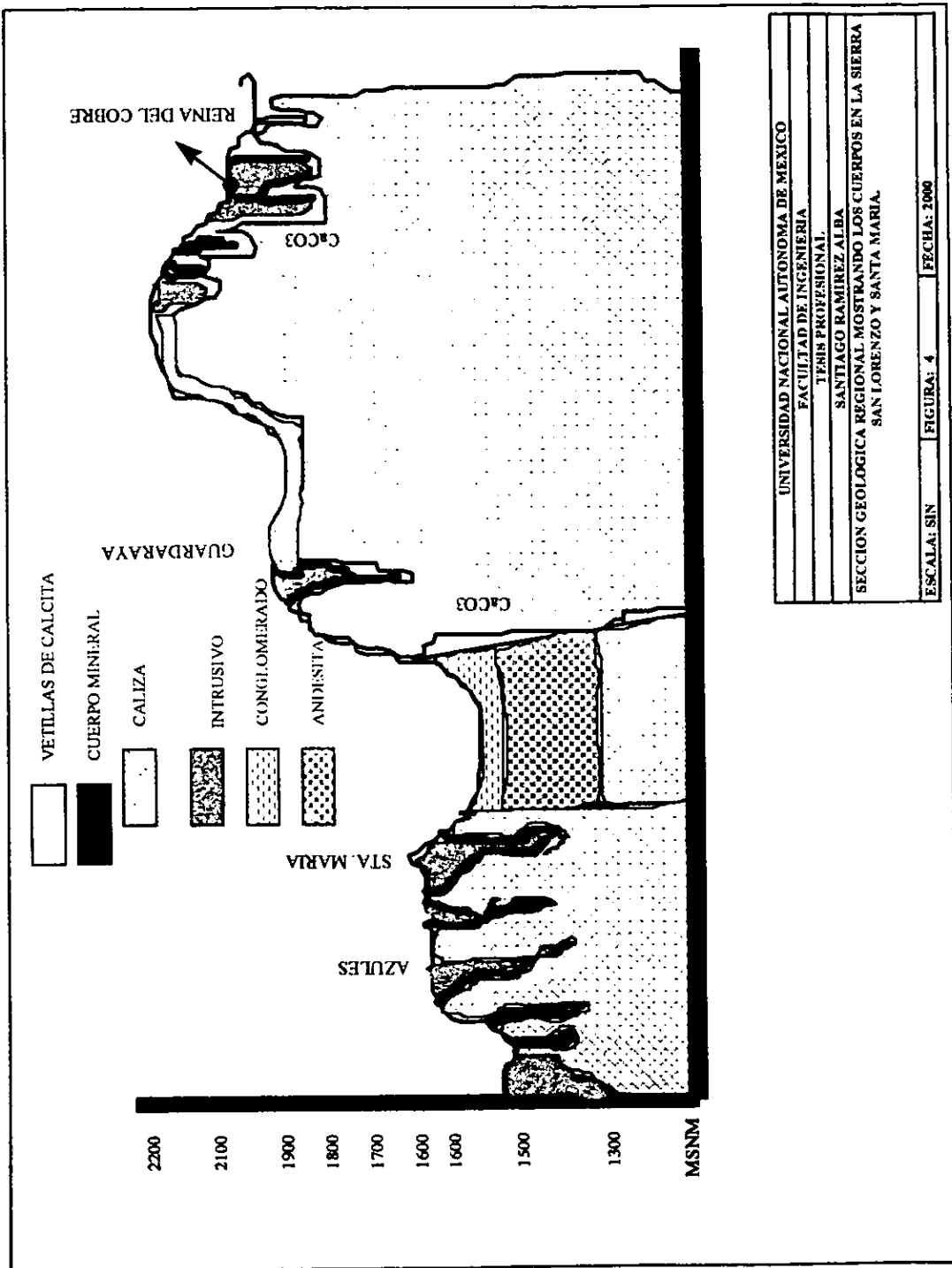
Es común observar un amplio sistema de fracturas rellenas de calcita (potencia variable 0.05 a 0.30 m), cercanas a los cuerpos mineralizados. Como propuesta de hipótesis para explicar la génesis del yacimiento se considera un cuerpo intrusivo de naturaleza tonalítica que afectó la secuencia calcárea plegada durante el Cretácico (formaciones Aurora y Cuesta del Cura) en el Oligoceno. De esta manera se origina un sistema de esfuerzos de compresión provocado por la acción de un intrusivo y como consecuencia de ello aparecen sistemas de fracturas más o menos radiales convergentes al intrusivo.

Es así como se acciona un sistema hidrotermal de alta temperatura (412 grados centígrados), dato apoyado por la presencia de calcopirita y pirita que aparecen como minerales de mayor importancia debido a su abundancia.

Dado que las presiones actuantes son bajas, las altas temperaturas se pueden explicar si se considera a una roca impermeable que funcione como sello y evite la fuga de los gases, manteniendo así las altas temperaturas.

### **2.5.2. SIERRA SANTA MARÍA**

La mineralización en la Sierra Santa María (minas Santa María y Azules), está relacionada con domos de composición cuarzo latítica (alaskitas) y riolítica, se encuentra principalmente en los respaldos del domo, pero sin formar cuerpos de reemplazamiento masivo en la zona del skarn, sino más bien formando un sistema irregular de vetillas de espesores entre 0.5 y 5.0 m con sulfuros polimetálicos, y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL.  
 SANTIAGO RAMIREZ ALBA  
 SECCION GEOLOGICA REGIONAL MOSTRANDO LOS CUERPOS EN LA SIERRA  
 SAN LORENZO Y SANTA MARIA.

ESCALA: SIN      FIGURA: 4      FECHA: 2000



algunas zonas brechadas hacia la superficie.

En el domo y el contacto del domo con la caliza se tienen pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita y galena, y en menor escala aparecen los minerales de plata boulangerita y freibergita, así como trazas de geccronita, argentita, polibasita, proustita y sulfosales de bismuto.

Los cuerpos minerales en la Sierra Santa María son de dos tipos:

Cuerpos asociados a la zona de tactita, en los contactos entre las calizas de las formaciones Aurora y Cuesta del Cura, además de diques y sills de carácter traquítico.

Cuerpos de sulfuros disseminados y en stockwork emplazados en intrusivos de traquita y pórfido de alaskita.

**Cuerpo Santa María:** se emplaza a lo largo de dos contactos, llamados contacto norte y contacto sur, de un dique de traquita que aflora 2.5 km. con rumbo N 60 W y buzamiento hacia el SW. La mineralización no es continua en ninguno de los contactos, la existencia de tramos estériles en el sentido horizontal y vertical dan como resultado la presentación del cuerpo en clavos de muy diferentes magnitudes.

La potencia de las estructuras mineralizadas es muy variable desde unos cuantos centímetros hasta 20 metros. Los minerales constituyentes son: pirita, galena y esfalerita, de los cuales el más abundante es la pirita.

**Cuerpo de Zinc:** Los minerales constituyentes en orden de importancia son: pirita, esfalerita, pirrotita y galena, en una ganga de calcita y cuarzo.

La oxidación del cuerpo es casi total, pero dado su emplazamiento en una zona intensamente fracturada se observa oxidación parcial de los sulfuros, asociados a zonas de fracturas hasta profundidades de 200 m. desde la superficie.

## 2.6. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y GENERALES DE LOS CUERPOS MINERALES

### A) COMPETENCIA DEL MINERAL Y DE LA ROCA ENCAJONANTE.

**Mineral:** En su mayor parte el mineral de Reina del Cobre, se encuentra asociado a la Tactita (roca metamórfica), esta roca y el mineral que se encuentra en ella son muy competentes, aunque se presentan fracturas en diferentes direcciones se puede decir que es autoportable y el riesgo de colapsarse durante el minado es bajo.

**Roca encajonante:** Las rocas encajonantes son la caliza, cuarzo monzonita y como se mencionó antes, la tactita. Cuando los contactos del mineral se encuentran entre caliza, tactita y dique, se tienen cielos y tablas competentes para el minado de los rebajes, esta combinación de rocas pueden autoportar claros de más de 60 m de altura con anchos de hasta 20 m, esto se puede ver en los rebajes antiguos que sin ningún tipo de soporte natural o artificial han permanecido abiertos hasta hoy en día y de los cuales algunos han servido como vaciaderos de tepetate (fig 5).

Cuando el mineral se encuentra entre los contactos con cuarzo monzonita, se tiene una zona demasiado inestable y poco competente, por lo cual el mineral es mucho más difícil de explotar, (dando como resultado una explotación menos redituable) debido a los costos de soporte de las obras de preparación y exploración.

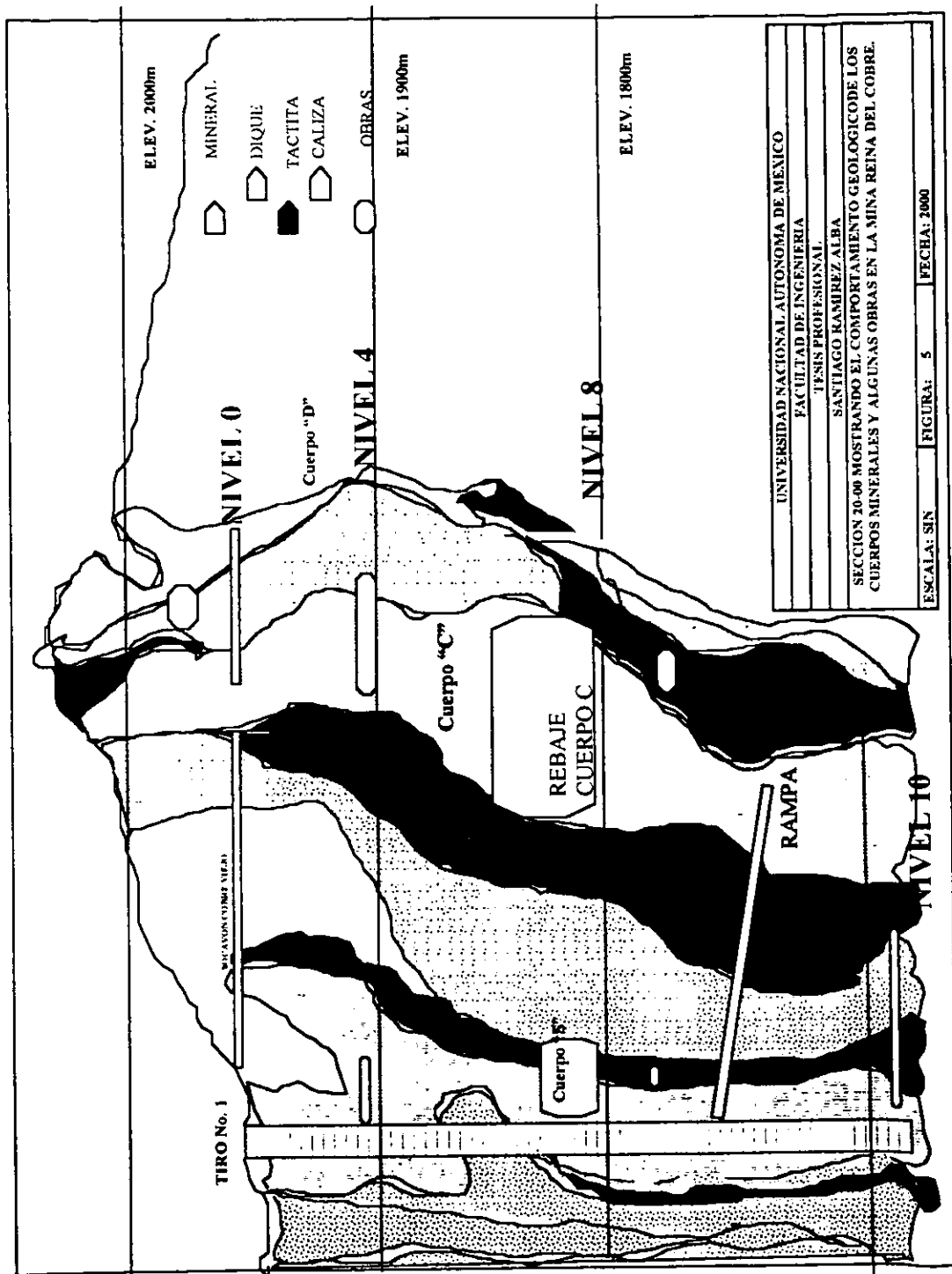
### B) TAMAÑO FORMA Y ÁNGULO DE BUZAMIENTO DEL DEPOSITO.

**Tamaño y Forma:** Los principales cuerpos en la mina Reina del Cobre son del tipo chimenea cuya potencia varía de unos 5 m a 20 m, su profundidad se conoce desde superficie hasta el nivel 14 (aproximadamente 420 m), pero se piensa que esta continúa más hacia abajo; la longitud de los cuerpos varía entre los 40 y 80 m. Sólo el cuerpo 20-45 es el que se comporta como veta, la cual tiene un ancho que varía de unos centímetros en las partes más cerradas hasta los 5 m en las partes de mayor potencia. su longitud aproximada es de 400 m y su profundidad al igual que las chimeneas aún no se conoce con exactitud.

**Buzamiento:** En general tanto los cuerpos en forma de chimenea como la veta tienen una inclinación promedio de 70 a 75 grados.

### C) DISTRIBUCIÓN DEL MINERAL.

En la mayoría de los cuerpos se tienen zonas de gran concentración de mineral y a pocos metros ya sea de profundidad o de longitud la mineralización se va volviendo casi estéril. Esto quiere decir que la distribución del mineral no es uniforme en todos los límites del cuerpo mineral, con esta condición de mineralización se afecta el grado del mineral y en ocasiones hace que un bloque cambie de clasificación en el cuadro de reservas.



#### **D) PRESENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y CONDICIONES HIDRÁULICAS DE LA MINA.**

En general la mina se puede considerar como una mina seca, sin problemas de agua.

El agua que tiene el tiro es prácticamente agua de la infiltración de las escasas lluvias y barrenación de las diferentes obras; esto ayuda a que la roca encajonante y el mineral no sufran alteraciones y tengan la competencia adecuada para la explotación.

## CAPITULO 3

### 3. RESERVAS DE MINERAL

La potencialidad de una mina se mide de acuerdo al tonelaje en reservas que tiene el yacimiento y los valores del mineral beneficiable. En el presente capítulo se presentaran las diferentes clasificaciones en las que el Grupo México divide las reservas en las minas Santa María, Azules y Reina del Cobre, la metodología de cálculo y un análisis de las nuevas fases de exploración a realizar con obra directa y barrenación a diamante para la incorporación de nuevas zonas de explotación y aumentar las reservas actuales.

#### DEFINICIÓN DE RESERVA MINERAL (Grupo México)

Es todo el mineral que se puede explotar, beneficiar y vender obteniendo un beneficio económico.:

Las características que debe cumplir el mineral son las siguientes:

- a) Que el mineral no presente problemas en su tratamiento metalúrgico, para obtener las recuperaciones y concentraciones deseables.
- b) Que sea económicamente explotable, ya sea considerando el costo de la inversión en nuevas unidades mineras, o bien, cuando sea el caso que cubra el costo de incorporación a las unidades en operación.

#### 3.1. CLASIFICACIÓN Y RESUMEN DE RESERVAS DE REINA DEL COBRE.

El Grupo México clasifica sus reservas minerales de la siguiente manera

- Reservas Probadas
- Reservas Probables
- Reservas Interés. (indicado, inferido, pilares)

*En la sección F del anexo se muestran los planos de las reservas.*

### 3.1.1. RESERVAS PROBADAS

Es aquel mineral geológica y metalúrgicamente bien definido, el cual se determina con barrenación a diamante y obras mineras directas, tanto en sentido vertical como en el horizontal, con un grado mínimo de confiabilidad del 80%.

Tabla 1.- RESERVAS PROBADAS

		t	m	g/t	%	%	%	%
CLASIFICACIÓN	BLOCK	TON	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
PROBADAS	9RC 2045	10,579	2.73	94	0.38	1.20	3.68	8.37

PROBADAS	9RC CPO. D	9,747	4.85	144	1.54	0.38	4.39	6.56
----------	------------	-------	------	-----	------	------	------	------

TOTAL	TODOS	20,326	3.74	118	0.94	0.81	4.02	7.50
-------	-------	--------	------	-----	------	------	------	------

### 3.1.1.2. RESERVAS PROBABLES:

Es aquel mineral que con base en evidencias geológicas razonables, se determina su continuidad en cuanto a forma y contenido de la mena en las estructuras ya conocidas en explotación. Pudiendo ser cuantificado a cualquier profundidad del depósito con base en barrenación a diamante, ya sea superficial o subterránea, siempre y cuando ésta no tenga una separación entre barrenos mayor a 30 metros, tanto en sentido vertical como en el horizontal.

La confiabilidad para definir un mineral como reserva probable debe ser de un 70%, que se mide de acuerdo con el número de obras y barrenos a diamante que tengan influencia sobre el bloque.

Tabla 2.- RESERVAS PROBABLES

		t	m	g/t	%	%	%	%
CLASIFICACIÓN	BLOCK	TON	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
PROBAB.	0 RC CPO C	4,221	3.63	75	1.34	1.81	2.39	5.45
PROBAB.	0 RC 2050	3,944	2.52	57	1.65	0.43	2.88	5.17
PROBAB.	6 RC CPO B	24,585	2.33	92	0.16	1.92	1.80	9.21
PROBAB.	6 RC CPO C	63,544	8.23	68	0.25	1.95	0.62	10.36
PROBAB.	6 RC E D N	3,768	8.25	68	2.07	0.35	2.43	3.86
PROBAB.	9 RC 2080	16,852	2.10	148	1.88	0.30	1.68	4.80

TOTAL	TODOS	116,914	4.51	84	0.61	1.60	1.22	8.75
-------	-------	---------	------	----	------	------	------	------

### 3.1.3 RESERVAS DE INTERÉS

Se pueden establecer reservas de Interés. cuando se tengan amplios conocimientos geológicos del depósito y cumplan los siguientes requisitos:

- Que el mineral esté delimitado entre dos niveles, cuando no se tenga barrenación a diamante.
- Cuando se trate de mineral inaccesible. pero que cubra el 100% de los costos de operación.
- Cuando el mineral esté determinado por barrenación a diamante, ya sea superficial o subterránea, a cualquier profundidad del depósito, o cuando no se tenga una barrenación sistemática, permitiéndose. en la periferia de la barrenación, una influencia en la mineralización de 15 metros, a partir del centro del barreno en las direcciones N-S y E-W.

El mineral de interés se subdivide como sigue:

- Mineral indicado
- Mineral en pilares
- Mineral de inferido
- Mineral potencial

#### INDICADO:

Es aquel mineral que en su determinación llena los mismos requisitos de confiabilidad que el probable, pero que su explotación no es costeable en el momento debido a su baja ley o alto costo de minado.

Tabla 3.- MINERAL INDICADO

		t	m	g/t	%	%	%	%
CLASIFICACIÓN	BLOCK	TON	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
INDICADO	6 RC CPO B	11,832	7.98	87	0.19	0.81	0.60	7.87

## PILARES:

Es aquel mineral que tiene las mismas características que el probado, pero cuya explotación se difiere durante el tiempo de operación de la mina, con el fin de conservar su estabilidad. Se deben excluir los pilares que definitivamente se deben conservar como son los de los tiros, pilares en rebajes de corte y relleno y mínimo deberá pagar el 100% de los costos de operación.

Tabla 4.- MINERAL DE PILARES

		t	m	g/t	%	%	%	%
CLASIFICACIÓN	BLOCK	TON	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
PILARES	7 RC 2045	39,118	5.66	139	3.15	0.43	3.63	5.77

En este caso se integran las reservas en pilares que pueden ser explotadas sin afectar la estabilidad de la mina. Las reservas en pilares contabilizadas son reservas en rampas que se colaron sobre mineral para explotar el cuerpo 20-45 en el nivel cinco y seis, estos pilares pueden ser recuperados colando una contrarampa y hacer el tumbé sobre carga o en bancos descendentes (ver plano de reservas página 151).

## INFERIDO:

Es aquel mineral que se infiere con base principalmente en amplios conocimientos de carácter geológico del depósito y para el cual hay poca información derivada de muestreos o barrenos.

Tabla 5.- MINERAL INFERIDO

		t	m	g/t	%	%	%	%
CLASIFICACIÓN	BLOCK	TON	Ancho	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
INFERIDO	5 RC 1600 EN	878	2.90	269	4.60	0.68	3.75	9.27
INFERIDO	5 RC 1675 EN	7,308	2.80	163	2.17	0.11	2.28	3.69
INFERIDO	6 RC 1675 EN	11,745	4.50	182	3.17	0.20	0.79	7.15
INFERIDO	9 RC 2080 2	7,266	2.80	239	7.80	0.10	1.70	9.70
INFERIDO	10 RC CPO D A	4,698	3.00	2.55	2.92	0.71	3.70	8.67
INFERIDO	10 RC 2012	46,980	6.60	140	0.41	1.25	6.80	11.45
INFERIDO	11RC CPO C	89,366	12.65	81	0.31	1.88	0.99	8.00
INFERIDO	11 RC CPO D	18,705	6.20	127	0.34	2.40	7.68	8.18
TOTAL	TODOS	186,946	5.16	127	0.34	2.40	3.27	8.75



## **POTENCIAL:**

Se puede definir como el mineral cuya existencia en tonelaje y leyes se deduce por los conocimientos geológicos del comportamiento del depósito y del cual se puede o no tener información derivada de barrenación a diamante u obra directa..

Este tipo de reservas puede o no integrarse dentro de la clasificación general ya que por no tener información física para estudiar al depósito se corre el riesgo de sobre estimar cualquier valor en tonelaje o ley que se le dé a un bloque.

Para este estudio, estas reservas no se agruparan en bloques ni se integraran al total de la mina, solamente se mencionarán para dar a conocer la posible magnitud del mineral potencial con el que cuenta la mina Reina del Cobre.

**Tonelaje Potencial de la mina Reina del Cobre.** Por datos y planos existentes de las empresas que explotaron esta mina anteriormente, se sabe que existen obras (niveles y pozos no accesibles en la actualidad) que indican mineralización entre los niveles 10 y 14, con estos datos y los actuales se infiere la potencialidad de la mina Reina del Cobre en estos niveles, la cual está constituida por seis cuerpos en forma de chimenea y un cuerpo en forma de veta. si se considera el ancho promedio de los cuerpos en 4.84 m (tomado como promedio de bloques ya minados y de las reservas actuales), una longitud promedio de los cuerpos de 60 m, la altura de 120 m del nivel 10 al nivel 14 y el peso específico del mineral de 3.0 t/m<sup>3</sup>., se tendrá un total aproximado entre los niveles 10 y 14 de **731,808 t.**

### 3.1.4 RESUMEN DE RESERVAS POR MINA EN LA UNIDAD VELARDEÑA

Para dar una mayor claridad del total de las reservas con las que cuenta la Unidad Velardeña y las diferentes clasificaciones en las que se dividen a continuación se presentan las siguientes tablas (tablas 6, 7, 8 y 9), en las que se muestra el compósito de cada mina así como su vida estimada al ritmo actual de producción.

**TABLA 6 . RESERVAS DE LA MINA SANTA MARIA**

TIPO	TON t	ANCHO m	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %
PROBADAS	135,775	2.55	37	0.68	0.03	6.14	15.28
PROBABLES	648,447	3.11	31	0.69	0.00	6.72	15.82
INFERIDO	7,439	3.74	20	0.74	0.00	3.24	9.09
INDICADO	444,664	2.63	43	1.01	0.00	7.05	18.67
TOTAL	1,236,325	2.87	36	0.80	0.00	6.75	16.75

**TABLA 7. RESERVAS DE LA MINA REINA DEL COBRE**

TIPO	TON t	ANCHO m	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %
PROBADAS	20,326	3.74	118	0.94	0.81	4.02	7.50
PROBABLES	116,914	4.51	84	0.61	1.61	1.60	1.22
INDICADO	11,832	7.98	87	0.19	0.81	0.60	7.87
INFERIDO	186,946	5.18	121	0.97	1.49	3.27	8.75
PILARES	39,118	5.66	139	3.15	0.45	3.63	5.77
TOTAL	375,136	4.84	110	1.06	1.36	2.63	8.34

**TABLA 8. RESERVAS DE LA MINA AZULES**

TIPO	TON t	ANCHO m	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %
PROBADAS	18,957	5.16	9	0.05	0.00	6.35	13.04
PROBABLES	0.000	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
INTERES	11.179	2.41	145	2.16	0.00	0.59	4.16
TOTAL	30.136	4.14	59	0.83	0.00	4.21	9.75

**TABLA 9. VIDA ESTIMADA DE CADA MINA AL RITMO ACTUAL DE PRODUCCIÓN**

MINA	RITMO DE PRODUCCIÓN	TONELAJE	VIDA ESTIMADA
SANTA MARIA	580 .....t/día	1,236,325	6.45 AÑOS
REINADELCOBRE	270 .....t/día	375,136	4.20 AÑOS
AZULES	50 ..... t/día	30,136	1.82 AÑOS
TOTAL	900 .....t/día	1,641,597	5.52 AÑOS

De sostener una producción de 900 t/día la unidad Velardeña tendría aproximadamente 5.5 años de vida, esto considerando la producción de todas las minas, pero a partir del cuarto año la vida de la mina Reina del Cobre estaría en su etapa final, lo cual traería como resultado que solo se tenga como producción minerales de zinc; por esta razón se plantea un horizonte de planeación para el análisis de 5.0 años.

El considerar para una evaluación un total de reservas que nos estén dentro del grado de explotables, es sobrevalorar el yacimiento y la confiabilidad que se tiene de cada una de las clasificaciones, pero debido a las condiciones de infraestructura de la mina que no han permitido un desarrollo de esta paralela a la explotación, es necesario realizar una evaluación de esta manera corriendo el riesgo mencionado anteriormente de sobrevalorar el yacimiento. Ya que de otra manera, se tendría que manejar la mina como un proyecto y no como mina en sí, debido a que las reservas explotables no justificarían las inversiones para un aumento de producción y la vida de la mina estaría condenada a 1.5 años.

### **3.2. MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS**

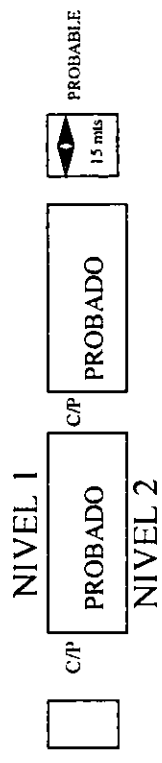
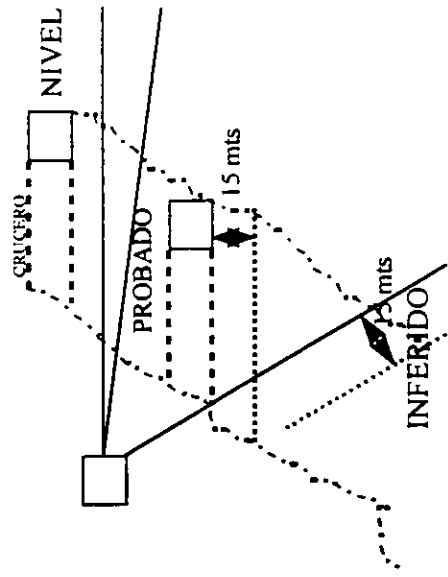
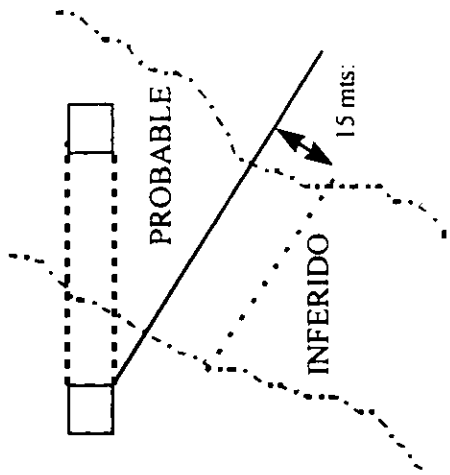
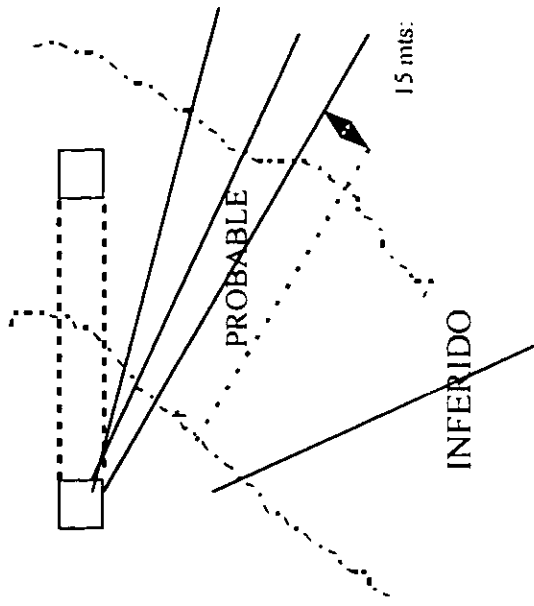
Para el cálculo de reservas se utiliza el método de áreas de influencia: cuando los datos por usar parten de una combinación de muestras provenientes de frentes longitudinales que no cubren el ancho total del cuerpo y de cruceros, subniveles y barrenos a diamante que sí cruzan la formación, los datos de las frentes se utilizan solo como información secundaria. Para hacer la estimación, se hacen secciones transversales estándar y la información proveniente de los cruceros y barrenos se proyecta hasta las secciones más cercanas. A estas obras se les asigna un área de influencia, dentro de la sección de acuerdo con una de las siguientes maneras (figura 6), donde dicha área se mide con el planímetro directamente en el plano a escala para obtener el área de influencia de cada barreno y el área total del bloque.

1) Formar áreas en que barrenos y cruceros contiguos limiten sus extremos, asignando a cada uno de estos anchos reales. Para cada área se obtendrían los promedios ponderados a partir de las obras en sus extremos.

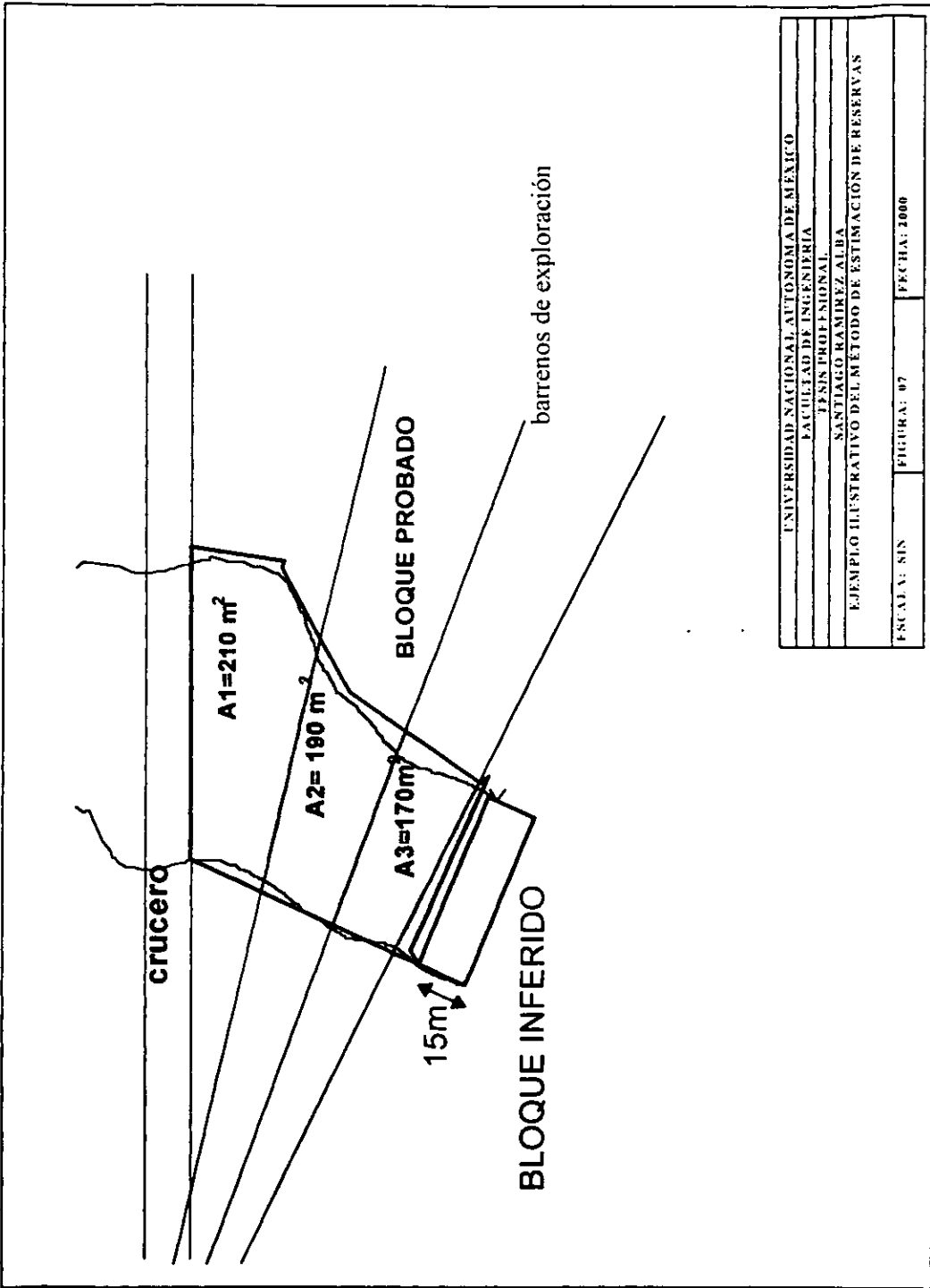
2) Tener como zona de influencia de cada barreno o crucero, la mitad de la distancia a los barrenos o cruceros contiguos.

El área total para la parte de la sección que corresponde al bloque entonces será la suma de las áreas parciales, y los promedios para el ancho y leyes serán los ponderados por sus respectivas áreas (figura 6 y 7).

El volumen se calcula dando una influencia de 15 metros a en sentido horizontal perpendicular al corte del barreno o crucero y 15 metros en sentido vertical cuando el barreno o crucero es el de mayor profundidad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
SANTIAGO RAMIREZ ALBA
GRAFICOS QUE MUESTRAN DIFERENTES EJEMPLOS DE LA DETERMINACION DE AREAS DE INFLUENCIA EN EL CALCULO DE RESERVAS
ESCALA: SIN
FIGURA: 6
FECHA: 2000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMÍREZ ALBA	
EJEMPLO ILUSTRATIVO DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS	
ESCALA: SIN	FIGURA: 07
	FECHA: 2000

Ejemplo ilustrativo del método de estimación de reservas por áreas de influencia (fig 7).

ÁREA No.	ANCHO (m)	LEYES	
		Ag (gr/t)	Pb(%)
A1	7.5	200	1.5
A2	6.9	175	0.8
A3	6.1	160	2.5

$$\text{ÁREA TOTAL} = 210 + 190 + 170 = 570\text{m}^2$$

$$\text{ANCHO PROMEDIO DEL ÁREA} = \frac{210 \cdot 7.5 + 190 \cdot 6.9 + 170 \cdot 6.1}{570} = \frac{3923}{570} = 6.9 \text{ m}$$

RESERVAS PROBADAS

$$\text{LEY PROMEDIO DE PLATA} = \frac{210 \cdot 200 + 190 \cdot 175 + 170 \cdot 160}{570} = \frac{10245}{570} = 180 \text{ gr/t}$$

$$\text{LEY PROMEDIO DEL PLOMO} = \frac{210 \cdot 1.5 + 190 \cdot 0.8 + 170 \cdot 2.5}{570} = \frac{665}{570} = 1.16 \%$$

$$\text{VOLUMEN} = \text{SUMATORIA DE ÁREA} \cdot \text{LONGITUD} = (210 \cdot 30) + (190 \cdot 30) + (170 \cdot 30) = 17100 \text{ m}^3$$

nota: el volar de 30 corresponde a la influencia en metros en el sentido horizontal (longitud).

RESERVAS INFERIDAS

$$\text{VOLUMEN} = \text{LONGITUD} \cdot \text{ALTURA} \cdot \text{ANCHO}$$

$$\text{VOLUMEN} = 30 \cdot 15 \cdot 6.1 = 2745 \text{ m}^3$$

$$\text{LEY DE PLATA EN RESERVAS INFERIDAS} = 160 \text{ gr/t}$$

$$\text{LEY DE PLOMO EN RESERVAS INFERIDAS} = 2.5\%$$

nota: el valor de 30 y 15 corresponde a la influencia en el sentido horizontal y vertical respectivamente.

El valor de la ley de plata y ley de plomo en reservas inferidas es el correspondiente al barreno que influye para formar el bloque inferido

### **3.3. ANÁLISIS DE DATOS Y NUEVAS FASES DE EXPLORACIÓN CON OBRA DIRECTA Y BARRENACIÓN A DIAMANTE.**

**Análisis de datos:** A la fecha mina Reina del Cobre cuenta con un total de 137,240 toneladas de mineral explotable, (reservas probadas más reservas probables), si se continua con la explotación al ritmo actual (270 t/día), este mineral solo durará 1.5 años (se toman como base de cálculo 330 días anuales). Es necesario explorar los depósitos a profundidad para cubicar más reservas e incorporar con ello reservas ahora definidas como no explotables.

El total de toneladas en reservas es de 375,136 t, que con un ritmo de 270 t/día se tendrá una vida de la mina de 4.2 años, para esto como se indicó anteriormente, se requiere convertir todas las reservas a explotables; haciendo esto, se tendrá el tiempo suficiente para que los cuerpos que se encuentran en el nivel 10 y por debajo de éste sean explorados con más detenimiento, ya que para ello se requieren las maquinas de exploración a diamante, que sólo podrán empezar a trabajar, cuando el proyecto de electrificación se realice, ya que actualmente las plantas generadoras no pueden dar el suministro que se requiere para realizar las actividades de exploración con perforación a diamante.

Para el estudio de la viabilidad de la mina Reina del Cobre se plantea un horizonte de planeación de 5.0 años, periodo para explotar las reservas estimadas en todas sus modalidades.

En un futuro mina Reina del Cobre, tendrá que aumentar el ritmo de producción, debido a que las leyes de esta mina tienen valores mucho más altos en plata, plomo y cobre que las minas Santa María y Azules, además de que las obras de exploración, tanto directa como por barrenación a diamante, realizadas en las minas Santa María y Azules no han dado resultados positivos; por esta razón los trabajos de exploración en la mina Reina del Cobre son de vital importancia para toda la Unidad. La cubicación de más reservas permitirá estudiar la posibilidad del aumento del ritmo de producción de esta mina para apoyar la baja de las otras:

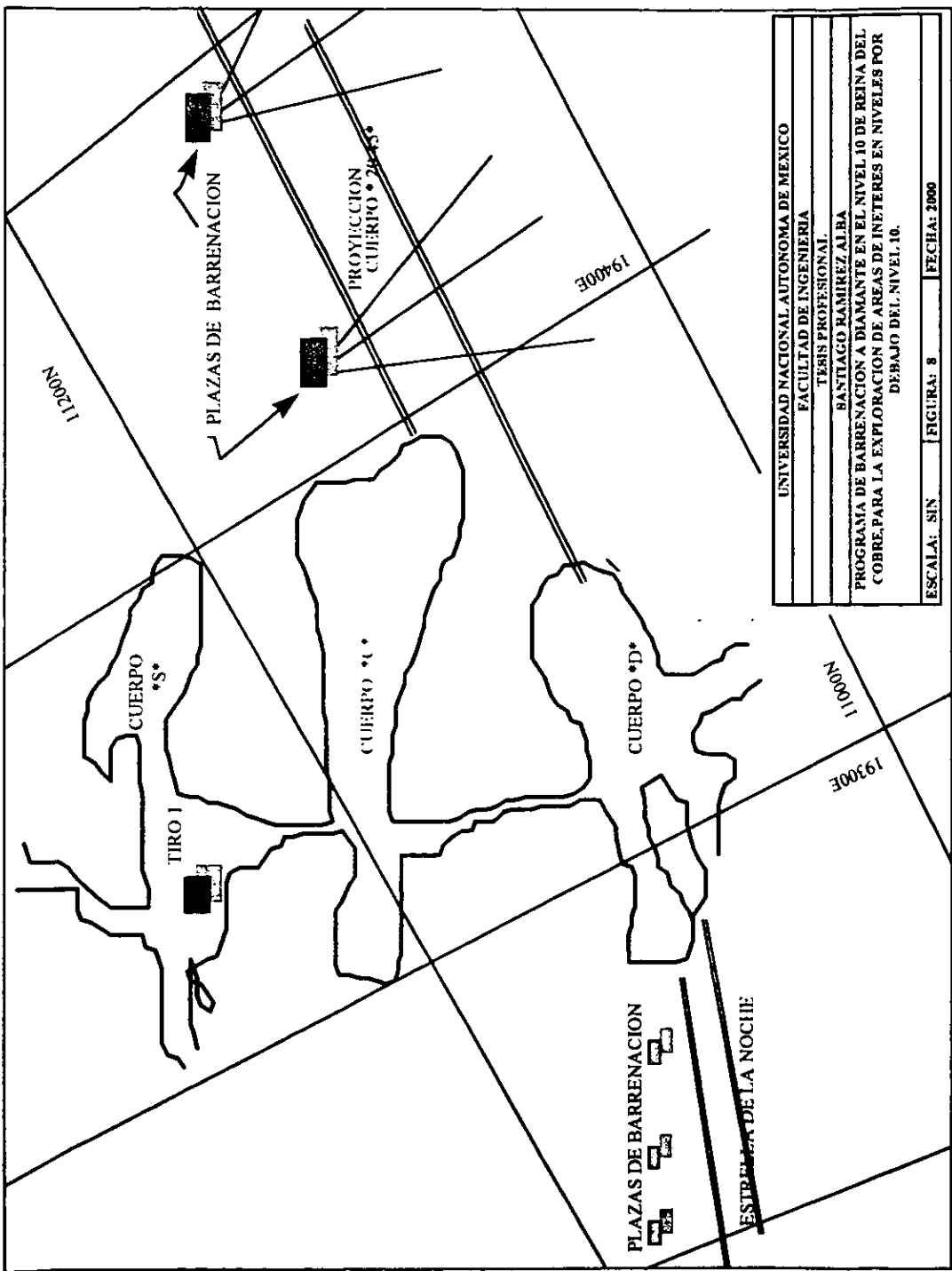
**Nuevas fases de exploración:** Se tiene contemplado un programa de avance de dos metros diarios en obra directa para desarrollar la rampa del nivel 10 al 14 (1000 m) más los cruceros (420 m) para intersectar los cuerpos mineralizados y explotarlos, con estas obras se explorarán y prepararán los cuerpos por abajo del nivel 10.

Sí se plantea aumentar este ritmo de producción, se tendrán que reparar los bloques, para que todas las reservas pasen al grado de explotables además, de explorar las zonas de interés en los niveles 10 a 14 antes de que las reservas explotables se agoten (1.5 años).

De los cuerpos más importantes a explorar en el nivel 10 destacan el cuerpo D, el cuerpo Estrella de la Noche y el cuerpo 20-45, debido a que todavía se encuentran vírgenes y se espera contengan valores altos.

A partir de que el proyecto de electrificación se concluya se tiene contemplado aumentar la exploración para lo cual se abrirán cinco plazas de barrenación con perforadoras a diamante, dos de ellas para la exploración del cuerpo 20-45 y tres más para la exploración del cuerpo llamado Estrella de la Noche (fig 8), el cual en los niveles superiores se detuvo su explotación debido a que se encuentra en una zona muy inestable. La exploración con barrenación a diamante en estos puntos estratégicos junto con la exploración con obra directa en los niveles 10 a 14 tienen la finalidad de obtener información rápida de las zonas que se contemplan para el aumento de las reservas (zonas potenciales).





## CAPITULO 4

### 4. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN EN MINA REINA DEL COBRE Y PROPUESTA DE EXPLOTACIÓN EN NIVELES INFERIORES.

#### 4.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE LA MINA REINA DEL COBRE Y PROYECTOS A REALIZAR PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN.

##### 4.1.1 CUERPOS MINERALES.-

En la mina Reina del Cobre desde sus inicios, se han explotado las chimeneas llamadas: cuerpo A,B,C,D,S , el cuerpo 20-45 y el cuerpo Estrella de la Noche. El cuerpo A ya ha sido explotado en su totalidad hasta el nivel 10, los demás cuerpos actualmente se están explotando en los niveles 9 y 10, solamente el cuerpo B se tiene en explotación desde el nivel 5, debido a su alto contenido en minerales de cobre, lo que hace que su explotación no requiera un ritmo tan acelerado para evitar los problemas que ocasiona la recuperación plomo - cobre y los problemas de dilución que se tendrían si se alimentara demasiado mineral de este cuerpo.

El cuerpo Estrella de la Noche, es un cuerpo que en los niveles superiores 5 a 8 todavía contiene mineral, pero por encontrarse en una zona de alto riesgo debido a la inestabilidad del terreno, dejó de explotarse, pues los costos en ademas sobrepasaban el rendimiento que de él se obtenía; no obstante para un futuro se piensa seguir explorando este cuerpo a mayor profundidad para ver si las condiciones de estabilidad mejoran y hacen más costeable su explotación.

El futuro de estos cuerpos en los que se basa el futuro de la mina, se encuentra por abajo de los niveles inferiores (10 al 14, límite actual del tiro), donde estos cuerpos están poco explotados y es donde actualmente se tienen los proyectos de barrenación a diamante para su exploración..

##### 4.1.2. OBRAS DE DESARROLLO.

La mina Reina del Cobre es una mina que tiene más de 200 años en explotación, por lo que cuenta con muchas obras que se han aprovechado hoy en día para extraer minerales que anteriormente no eran viables de explotar, debido a los bajos valores de sus leyes.

**Tiros:** Se cuenta con dos tiros llamados Tiro 1 y Tiro 2, de los cuales el único acondicionado hoy en día y que se encuentra en funcionamiento es el Tiro 1. Éste anteriormente comenzaba desde superficie pero actualmente comienza en el nivel 4 y está en condiciones de operación hasta algunos metros arriba del nivel 12, pero en sí por lo que se conoce por planos antiguos, este tiro llega hasta el nivel 14; con una profundidad aproximada de 300 a 320 m desde el nivel 4 hasta el fondo del tiro.

Este tiro cuenta con tres compartimientos, dos de ellos están acondicionados con guías para los botes de manto y el otro sirve para camino de emergencia y servicios de electrificación, agua, aire y bombeo. La sección del tiro es de cinco metros de largo por dos metros de ancho

**Niveles.-** La mina Reina del Cobre cuenta actualmente con 14 niveles cuya separación entre uno y otro es de 30 metros aproximadamente, a los cuales solo se puede acceder por medio del tiro y algunas rampas desde el nivel 5 hasta el nivel 10; el nivel 11 es un nivel de cartuchos para manto y comenzando el nivel 12 la mina se encuentra inundada y el tiro lleno de rezaga. El nivel 0 es un nivel ubicado en superficie llamado Cobre Viejo.

Los niveles 0,5,6,8,9 y 10, son donde actualmente se tienen las obras de preparación y explotación que proporcionan el mineral para cumplir con la producción.

Los niveles 10 al 14 están poco desarrollados, las obras tienen como dimensiones dos metros de ancho por dos metros de altura, las cuales en la exploración de los cuerpos, deberán ampliarse a tres y medio metros de ancho por tres metros de alto debido a las características del equipo. Estos niveles están contemplados para la exploración y explotación futura de los cuerpos minerales que en ellos se encuentran y según datos geológicos y topográficos son cuerpos semivirgenes.

**Rampas.-** Se tiene una rampa principal la cual tiene como dimensiones cinco metros de ancho por cuatro y medio de altura, comunica la ventanilla del nivel 5 con superficie. Por medio de una rampa también es comunicado el nivel 4 que es donde se encuentra la tolva y el malacate. Esta sección permite transitar camiones de volteo con capacidad de 10 a 15 m<sup>3</sup>, que son los que transportan el mineral de la mina a la planta de beneficio.

De la rampa principal se deriva otra rampa con sección de 4.5 \* 4.0 m para comunicar el nivel 5 con los cuerpos de mineral y las ventanillas de los niveles 5,6 y 7 del Tiro 1. Del nivel 7 al 8 no se tiene rampa; en el nivel 8 se tiene una rampa con la finalidad de tener acceso a los cuerpos minerales y conectar las ventanillas del nivel 8 y 9. Del nivel 9 hacia los niveles inferiores no se cuenta con rampas.

#### **4.1.3. OBRAS DE PREPARACIÓN Y EXPLORACIÓN**

**Frentes, cruceros y contrapozos.-** Las frentes se realizan esencialmente con el fin de explorar los cuerpos minerales y delimitar su extensión.

Los cruceros se cuelan con el fin de intersectar el cuerpo mineral con las rampas y las frentes para preparar los bancos que requiere el método de explotación.

Los contrapozos por lo regular se cuelan para la preparación de los bloques (de nivel a nivel), y como obras de ventilación.

#### **4.1.4 OBRAS NECESARIA PARA LA INCORPORACIÓN DE ZONAS DE INTERÉS.**

Como proyectos se contemplan obras de desarrollo como el cuele de una rampa del nivel 10 hacia los niveles inferiores (12 y 14) con una longitud de 1000 m en total, cuyo fin será comunicar y explorar estos niveles que son en los que se encuentran los cuerpos mineralizados con más posibilidades de incrementar reservas.

Para la intersección de los cuerpos en los niveles 12 y 14 se necesitan aproximadamente 420 m de cuele en niveles y cruceros para delimitar los cuerpo minerales.

Además será necesario el cuele de dos metaleras en los niveles 12 y 14 y la construcción de sus respectivas parrillas.

Al ritmo actual de producción se tiene un plan de desarrollo de dos metros de cuele por día con una sección de 3.5 \* 3.0 m. para poder realizar el proyecto de aumento de producción será necesario incrementar el cuele para desarrollar más rápido las rampas y los cruceros, con el fin de iniciar las obras de exploración para bloquear los cuerpos en los niveles 12 a 14.

El total de cuele necesario para desarrollar y preparar los cuerpos en el nivel 12 y 14 es de 1420 m a un ritmo de dos metros por día y contemplando 330 días anuales se necesitarán aproximadamente dos años con dos meses para terminar de desarrollar las rampas y los cruceros; si se contempla un plan de cuatro metros por día el proyecto se terminará en sólo doce meses que sería apropiado para la exploración y verificación de las reservas de mineral, además ese tiempo está dentro de los límites de reservas explotables (1.5 años). Estas obras ayudarían a soportar las reservas explotables y aumentar su tonelaje.

Se tiene un proyecto para el cuele de una rampa del nivel 7 al 8 y del 9 al 10 que en la actualidad como obra de exploración ya no sería costeable, ya que en dichos niveles ya no se tiene mineral suficiente para pagar dichas obras, sobre todo por que tendrían que colarse sobre tepetate y con una longitud total de más de 375 metros; aunque puede contemplarse su cuele como obra de preparación, para el transito de los equipos y del personal para no interrumpir las labores de manto.

#### **4.1.5. EQUIPO.**

**Fuerza.** Para la generación de energía eléctrica, actualmente se cuenta con dos plantas de fuerza con capacidad de 200 kW cada una, de las cuales una es solo para mover el motor del compresor eléctrico y la otra para proporcionar energía eléctrica a la mina, malacate y alumbrado en general.

A futuro y para satisfacer las necesidades de energía eléctrica, se tiene contemplado un proyecto de electrificación, cuya capacidad será de 1200 kW,. Con este proyecto se piensa satisfacer las necesidades actuales y futuras en el requerimiento de energía eléctrica.

**Aire Comprimido.** Para proporcionar el aire comprimido se cuenta con un compresor Atlas Copco ER6 reciprocante con capacidad de  $28.3 \text{ m}^3 / \text{min}$ . ( $1000 \text{ ft}^3 / \text{min}$ ), y un compresor portátil Atlas Copco de tornillo con capacidad de  $17.4 \text{ m}^3 / \text{min}$ . ( $615 \text{ ft}^3 / \text{min}$ ).

Para la fase de exploración y la posible ampliación de la producción es necesario contemplar un aumento en la capacidad de los compresores ya que se tendrá consumo de aire en las máquinas CP (barrenación a diamante) y máquinas de pierna para el cuele de obras y tumba de mineral, para esto se tiene el proyecto a futuro de la instalación de otro compresor eléctrico Atlas Copco ER6, el cual se conectara en serie con el compresor eléctrico ya existente y entre ambos, se tendrán  $56.6 \text{ m}^3 / \text{min}$ . ( $2000 \text{ ft}^3 / \text{min}$ ) para cubrir con dichos planes de ampliación de la producción, desarrollo de obras y exploración a diamante.

**Rezagado.** Para el rezagado de frentes y rebajes se cuenta con dos cargadores frontales (scoop tram de la marca Tam Rock) de  $5.48 \text{ m}^3$  y  $3.65 \text{ m}^3$  ( $6 \text{ yd}^3$  y  $4 \text{ yd}^3$ ), este equipo se emplea en los niveles del 0 a 7. Para los niveles inferiores se cuenta con otros tres cargadores frontales (scoops tram de la marca Eimco) 912 de  $1.82 \text{ m}^3$  ( $2 \text{ yd}^3$ ), estos aparatos se encuentran cautivos en los niveles 8,9 y 10.

Para desarrollar con mayor rapidez las obras, puede pensarse en dejar cautivo al cargador frontal de  $3.65 \text{ m}^3$  ( $4 \text{ yd}^3$ ), con esto se pueden satisfacer las necesidades de rezagado y acarreo en niveles inferiores.

**Acarreo interior mina.** Se cuenta con dos camiones de volteo con capacidad de  $10 \text{ m}^3$ , los cuales acarrean el mineral de los rebajes en los niveles superiores (del 7 al 5), a la metalera principal ubicada en el nivel 4.

El acarreo a partir del nivel 8 se realiza con los mismos equipos de rezagado hacia contrapozos metaleros y tolvas de almacenamiento, para su posterior manto.

**Acarreo a planta de beneficio:** el acarreo a la planta de beneficio de la mina Reina del Cobre está a cargo de contratistas, los cuales tienen una flotilla de 7 camiones de volteo, cuatro con capacidad de 15 toneladas y tres con capacidad de 11 toneladas. El ciclo de acarreo es de dos horas (Unidad Velardeña - Reina del Cobre - Unidad Velardeña), es decir, en un turno cada camión puede efectuar cuatro ciclos, por lo tanto la capacidad actual de acarreo a la Unidad Velardeña es de  $((15 \cdot 4) + (3 \cdot 11) \cdot 4) = 372$  toneladas.

El acarreo a la planta de beneficio sólo se acarrea en el día ya que por la tarde se les da mantenimiento a los camiones.

**Manteo.-** Se cuenta con un malacate Bulkan Denver con una capacidad de  $3.4 \text{ t}$  ( $7,500 \text{ lb}$ ), de dos tambores con cable de  $90 \text{ cm}$  ( $3/4''$ ) de diámetro, 16 torones y núcleo de henequén, los botes de manto tienen una capacidad de  $1.5 \text{ t}$  ( $3,300 \text{ lb}$ ), los cuales en la operación de manto tienen que reducir su capacidad a un 90% para manto desde el nivel 8 y a un 50% desde el nivel 10, esto es debido a que conforme la

longitud del cable es mayor, el peso que tiene que soportar el malacate aumenta, por lo cual se tiene que reducir el peso de la carga.

El manto de mineral se realiza de los cartuchos ubicados en los niveles 8 y 10 hasta la métrala cuyo vaciadero se encuentra en el nivel 4.

Si se da el caso de que la mina Reina del Cobre tenga que aumentar su producción, para poder extraer el mineral de los niveles inferiores se tendrá que aumentar la capacidad del malacate por lo cual se contempla la instalación de un malacate de mayor capacidad 5.4 t. (12,000 libras), así como la rehabilitación del tiro hasta el nivel 14, ya que a las reservas minerales que se encuentran en los niveles superiores les queda poca vida productiva, y va a ser necesario que todo el mineral que se requiere para cumplir con la producción sea extraído de los niveles inferiores.

Este malacate que se contempla para sustituir al ya existente, no implicará inversión alguna por compra de equipo, ya que el plan es traer uno de la Unidad Santa Barabará (ya depreciado en su totalidad); los costos que implicará, solamente serán los de preparación y soporte de la plaza donde se colocará, desmantelamiento y transporte.

Con el malacate actual un ciclo completo de manto de los cartuchos ubicados en el nivel 11 es de 5 minutos, si se consideran 5 horas efectivas de manto, en un turno se pueden realizar 60 ciclos, como cada ciclo es de dos botes manteados y cada bote manta 0.75 t, en un turno se mantean actualmente 90 t, en condiciones óptimas de manto.

Con la instalación y funcionamiento del malacate de 5.4 t de capacidad y considerando el mismo tiempo de recorrido, se podrán mantee en un turno un total de 240 toneladas, por lo que en dos turnos (segunda y tercera), se tendrá una capacidad de manto por día de 480 t condiciones óptimas de operación.

Se entiende como condiciones óptimas de manto, cuando no se tienen problemas de encampanamiento de tolvas, atorones de botes de manto y puertas de los cartuchos, u otros contratiempos de operación.

La operación de rehabilitación del Tiro No. 1 será realizada por personal contratista, esta operación esta cargada al centro de costos 775 denominado nuevos tiros y extensiones.

**Equipo de barrenación.** Se cuenta con máquinas perforadoras de pierna neumática de las marcas Will Western y Gardner Denver.

Se tiene una productividad de 50 toneladas por maquina - turno, se necesitan seis máquinas de pierna para cubrir la producción, el plan de desarrollo y exploración con obra directa es de 2 m/día para cumplir con este plan se requieren dos maquinas más, por lo que actualmente son necesarias 8 maquinas de pierna neumática para cumplir con las necesidades.

El requerimiento futuro de maquinas de perforación estará dado por el tonelaje a aumentar y el cuele necesario en las obras de exploración.

**Equipo de bombeo.** Se cuenta con una bomba del tipo vertical sumergible de 11.17 kW (15 h.p.), y dos motobombas de 37.25 kW (50 h.p). cada una, Estas tres bombas realizan la operación de bombeo en tres etapas; del nivel 12 al nivel 10, del nivel 10 al nivel 6 y del nivel 6 a superficie. con el agua extraída del tiro se realizan todas las operaciones de la mina; solo en el caso de fallas en el sistema de bombeo el agua se transporta desde la presa de jales por medio de un carro pipa y se deposita en una pileta que se encuentra en superficie, de esta pileta el agua es alimentada por tubería de 5.08 cm (2 ") a todas las obras de producción y desarrollo..

Como el agua existente en la mina Reina del Cobre es de las infiltraciones de las escasas lluvias y de las obras de barrenación, el bombeo se realiza dos días por semana para llenar la pileta que se tiene en superficie con capacidad de 10,000 lt. Para lo cual solo es necesario tener bien controladas las etapas de bombeo y el mantenimiento programado a cada una de las bombas.

**Quebradora:** Se cuenta con un martillo electrohidráulico (actualmente en reparación), el cual se empleará para reducir la fragmentación del mineral que se extrae del nivel 10, con una granulometría menor a 30.48 cm (12"), y obtener mayores rendimientos en el manto del mineral.

#### **4.1.6 RESUMEN DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y FUTURAS DE LA MINA REINA DEL COBRE QUE SE INVOLUCRAN EN EL AUMENTO DE LA PRODUCCION.**

A continuación se resumen las condiciones actuales y los proyectos más importantes que se deben realizar en la mina Reina del Cobre para aumentar la producción:

##### **Capacidad de manto:**

Presente: con malacate de 3.4 t (7,000 lb) = 160 a 200 t/día.

Futuro: con malacate de 5.4 t. (12,000 lb) = 480 t/día.

Para el manto futuro se deberá instalar el malacate de 5.4 t. además de rezagar y ademar el tiro hasta el nivel 14, cuele de metaleras y construcción de parrillas en los niveles 12 y 14.

Se consideran dos turnos de manto

##### **Capacidad de rezagado y acarreo interior mina:**

Presente: se cuenta con 5 cargadores frontales de las siguientes capacidades:

1 cargador frontal de 5.48 m<sup>3</sup>

1 cargador frontal de 3.65 m<sup>3</sup>

3 cargadores frontales de 1.82 m<sup>3</sup>

2 camiones de volteo de 10m<sup>3</sup>

Futuro: Con este equipo actualmente se cubren en dos turnos, las necesidades de acarreo y rezagado del mineral y de las obras de desarrollo y exploración, si se incorpora un turno más se podrá cumplir con estas tareas en caso de que se diera el aumento de la producción.

Las obras de desarrollo a realizar es la rampa del nivel 10 al nivel 14 y los cruces de intersección hacia los cuerpos minerales.

**Capacidad de acarreo a planta:**

Presente: actualmente se cuenta con una plantilla de 7 camiones por contrato, con capacidad de acarreo de 372 t/día trabajando en un solo turno.

Futuro: para cumplir con las necesidades futuras se tendrá que aumentar la flotilla a 10 camiones y realizar cuatro ciclos por día cada camión.

**Capacidad de tumba y desarrollo:** Se cuenta con solo 8 operadores de equipo de barrenación, para la ampliación será necesario aumentar la plantilla a 14 operadores de equipo de barrenación.

**Aire comprimido:**

Presente: se cuenta actualmente con una capacidad instalada de 23.3 m<sup>3</sup>/min con un compresor eléctrico más 17.4 m<sup>3</sup>/min del compresor portátil que se emplea en las obras de Cobre Viejo (nivel 0).

Futuro: con el compresor ER6 que será proporcionado por la Unidad Velardeña se tendrá un suministro de aire comprimido a mina de 56.6 m<sup>3</sup>/min (2000 ft<sup>3</sup>/min) suficiente para cubrir las operaciones de tumba, desarrollo y exploración para los niveles inferiores.

**Fuerza mina:**

Presente: se tienen instaladas dos plantas de fuerza con capacidad de 375 kW entre ambas.

Futuro: Con la realización del proyecto de electrificación se tendrá una capacidad de 1200 kW, energía eléctrica suficiente para realizar todas las labores de producción y exploración que involucra el aumento de la producción (tumba, desarrollo, exploración a diamante, bombeo y manto).

La distribución en el tiempo de las actividades a realizar para el aumento de la producción se ve en el siguiente diagrama de Actividades (fig. 9).



PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION EN LA MINA REINA DEL COBRE

ACTIVIDAD	PERIODO DE REALIZACION												
	ENERO	FEBRERO	MARCO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1.- REZAGADO Y ADERE DE EL TIPO No. 1													
2.- CUELLE DE LA RAMPA DEL NIVEL 10 AL NIVEL 10													
3.- CUELLOS LOS CRUCEROS DE INTERSECCION DE LA RAMPA A LOS CUERPOS MINERALES EN EL NIVEL 12													
4.- CUELLO LOS CRUCEROS DE INTERSECCION DE LA RAMPA A LOS CUERPOS MINERALES EN EL NIVEL 14													
5.- INSTALACION DEL MALACATE DE LA TONELADA 9													
6.- CUELLO DE INSTALACION Y CONSTRUCCION DE CARTUCHOS EN EL NIVEL 12													
7.- CUELLO DE INSTALACION Y CONSTRUCCION DE CARTUCHOS EN EL NIVEL 14													
8.- INSTALACION DEL COMPRESOR DE 20.3 m <sup>3</sup> /min													
9.- PROYECTO DE EL ECTRICACION													

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
SANTIAGO RAMIREZ ALBA
PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL AUMENTO DE PRODUCCION EN LA MINA REINA DEL COBRE
EBCALA 91N
FIGURA 06
FECHA 2000

## 4.2. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN UTILIZADOS EN MINA REINA DEL COBRE.

En este inciso se explican los métodos utilizados actualmente para el tumbe de mineral y se hace una propuesta para la explotación de los bloques ubicados en los niveles inferiores (10 a 14).

### 4.2.1. EXPLOTACIÓN DE REBAJES ABIERTOS CON BANCOS DESCENDENTES

En mina Reina del Cobre, por las características estructurales de los cuerpos mineralizados se aplica el método de rebajes abiertos con bancos descendentes, el cual no contempla soporte natural o artificial alguno, es de gran productividad, aunque tiene el inconveniente de no ser selectivo, lo cual influye en la dilución del mineral.

#### PREPARACIÓN.

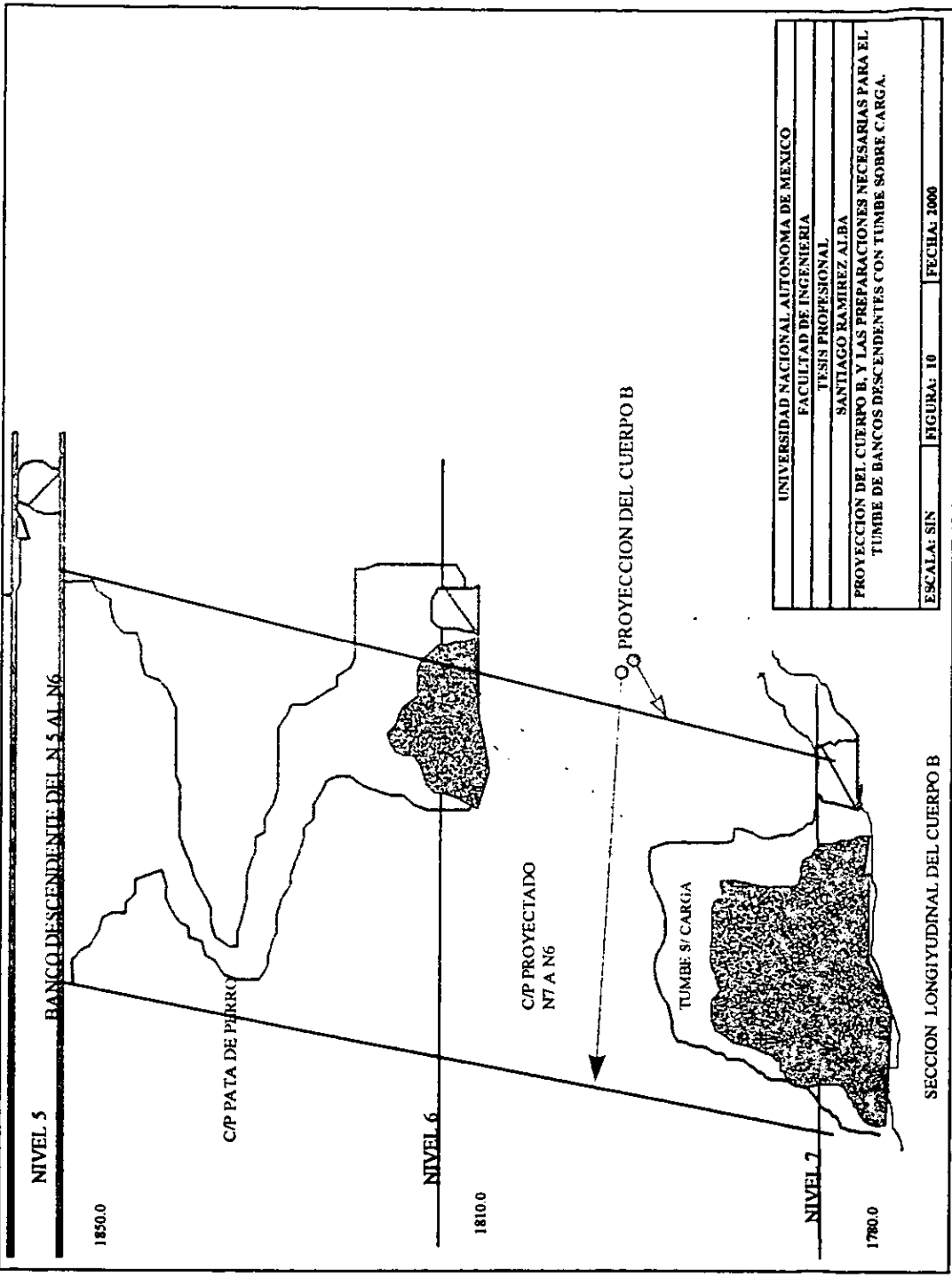
Conociendo la ubicación de las chimeneas, la preparación para el tumbado del mineral, consiste en hacer obras en diferentes niveles para delimitar cada bloque, la finalidad es tener una rápida disposición del mineral, para cumplir con las necesidades de producción.

La preparación de los bloques a explotar se realiza llegando con frentes, ya sea a partir de la rampa principal o del tiro hasta intersectar el cuerpo mineral en dos niveles uno inferior y el otro superior; ya interceptado el cuerpo se continúa la frente para delimitarlo en toda su extensión a lo largo de la misma, después se comienzan a desbordar las tablas de la frente para delimitar el cuerpo a lo ancho, hasta llegar a los contactos con la roca encajonante. Esta preparación se realiza tanto en el nivel inferior como en el nivel superior.

La siguiente fase en la preparación del bloque es la realización de uno o varios contrapozos guía (dependiendo de la longitud del rebaje se cuelean a cada 15 ó 20 m de separación), los cuales deberán proyectarse hacia el centro o los extremos de la preparación en el nivel superior; como las distancias entre nivel y nivel son de 30 m aproximadamente, se pueden colar contrapozos tipo pata de perro<sup>1</sup>, con el fin de no poner tapanco y poder barrenar en una posición más adecuada. Este contrapozo se cuelea desde el nivel inferior hasta comunicar con el nivel superior; ya teniendo esta preparación se comienza con la etapa de tumbado.

En este método también se puede comenzar con tumbado sobre carga para disminuir la distancia a colar en el contrapozo, que podrá colarse sin necesidad de pata de perro (fig 10).

*1) contrapozo pata de perro o contrapozo rodilla: se llama así a aquel contrapozo que se cuelea con cierta inclinación 35 a 75 grados, dependiendo del ángulo de reposo del mineral) y tiene un descanso a partir del cual se desvía con un rumbo contrario al del inicio para comunicarlo en el nivel superior, y cuya figura forma una rodilla o pata de perro.*



## TUMBE DEL MINERAL.

A partir del contrapozo se comienza con la etapa de tumba, la cual consiste en hacer bancos descendentes, tomando como punto de partida el contrapozo guía, el cual se ensancha como mínimo dos metros hacia los límites del rebaje con barrenación vertical de arriba hacia abajo para hacer patilla y comenzar el descenso en forma de caracol con cortes horizontales e inclinados. De esta forma se lleva todo el tumba hasta el nivel inferior.

Esta manera de llevar el banqueo descendente ayuda a controlar la acumulación de rezaga en cada corte ya que la mayor parte de esta cae hacia el contrapozo. Una ventaja que se tiene en este método es que se barrena bajo un cielo firme, ya que el cielo bajo el que se barrena será el cielo de la frente de preparación, el cual se debió dejar bien amacizado antes de comenzar el tumba. Cada rebaje tiene como dimensiones aproximadas, 4 a 20 m de ancho (dependerá del cuerpo mineral), entre 20 a 60 m de longitud y 30 m de altura que es la distancia entre el nivel superior y el inferior; cada corte se da de 2.5 m de altura.

Conforme avanzan los cortes el perforista debe dejar una pequeña patilla (1 metro aproximadamente) en una de las tablas del rebaje con el fin de colocar cadena o escaleras para poder bajar por el hueco que va quedando y llegar hasta la zona de tumba.

Las patillas que quedan de los últimos cortes se pueden tumbar parándose en la rezaga que se va acumulando en el nivel inferior del rebaje y que en la etapa terminal del rebaje no se saca de este para poder lograr este fin.

Tanto el perforista, como el ayudante a partir del primer corte por seguridad deberán amarrarse para evitar caer en el contrapozo, en caso de alguna rotura de la barra de perforación.

Para la explotación de las chimeneas con este método es necesario comenzar en los niveles superiores, e ir descendiendo hacia los inferiores para tener siempre un nivel superior que reciba al contrapozo guía.

Como segunda opción para la explotación con bancos descendentes, cuando los cuerpos minerales tienen una considerable extensión como en el caso del cuerpo 20-45, se emplea la variante de preparación con rampa y cruceros de intersección.

La preparación con esta variante consiste en colar una rampa (al 12%) paralela al cuerpo mineral; a partir de la cual se intercepta el cuerpo con cruceros para ir formando bancos de cinco metros de altura; del crucero inferior se cuelga un contrapozo hacia el superior para después banquear de igual manera que con el método anterior, el procedimiento continúa de la misma manera hasta llegar al nivel inferior, sólo dejando pilares aleatorios (regularmente en caballos de tepetate o mineral de baja ley) del rebaje.

Con este método se va dejando una rampa transitable entre ambos niveles y de forma paralela a ella el rebaje abierto.

Las plantillas de barrenación en las obras de desarrollo (3.5 \* 3.0 m) son calculadas en la tabla No. 10 y se muestra en la fig No. 11.

La plantilla de barrenación para el tumbe es de tipo reticular o cuadrada con bordo de 0.80 m y espaciamientos entre los 0.80 y 1.0 m (tabla 11 y fig. 12) Con estas condiciones se tiene una productividad promedio de 50 toneladas por hombre turno. Considerando solo el personal que barrena.

El rezagado del mineral en ambos métodos se realiza por los cruceros o niveles inferiores, que es hacia donde rueda el mineral por el contrapozo, teniendo una disponibilidad inmediata de este sin interrumpir las labores de tumba, ya que siempre la entrada al rebaje es por el nivel o crucero superior

### **CICLO DE OPERACIÓN.**

- Ventilar, se ventila el rebaje con aire comprimido antes de entrar a este.
- Amacizar
- Rodar carga, esta operación consiste en rodar las piedras hacia el contrapozo
- Hacer una planilla para poder barrenar con seguridad.
- Barrenar, barra de acero integral 38 mm de diámetro x 2.43 metros de largo (1 1/2 " \* 8 ") y de 38 mm de diámetro por 1.21 m de largo (1 1/2 \* 4') como rompedor.
- Cargar, se emplea como carga de fondo: tovox 100 emulsión, 25.4 mm de diámetro por 203 mm de longitud (1" \* 8"), carga de columna: supermexamón (1.0 kg/cm<sup>3</sup>); artificios iniciadores: mecha blanca 2.30 m, fulminante del número 6, y conector para mecha, para encadenar se utiliza el cordón ignitacord (thermalita 5.48 m/seg (18 ft/seg)).
- Disparar (pegada)

Este ciclo se realiza en un turno de 6.0 horas efectivas de trabajo.

En cada ciclo se disparan de 25 a 30 barrenos dependiendo del ancho y la longitud del del corte.

**Tabla 10.- HOJA DE CÁLCULO PARA PLANTILLAS DE BARRENACIÓN EN DES.**

CONCEPTO	FORMULA	INGLES	MÉTRICO
DIAM. BARREN. (Db)	ESTÁNDAR	1.50 inch	38.10 mm
LONG. BARREN. (Lb)	ESTÁNDAR	8.00 ft	2.20 m
DIAM. BARR. VACÍO (Dh)	$Dh=41Lb-15$	2.88 inch	73.20 mm
NUMERO BARR. EQUIV. (N)	$N=(Dh/Db)$	1.92	
BORDO DE LA CUÑA (B1)	$B1=1.5 Dh$	4.32 inch	109.80 mm
LONGITUDES DEL CUADRO			
C1	$C1=2B1$	8.65 inch	219.60 mm
B2	$B2=C1$	8.65 inch	219.60 mm
R2	$R2=1.5 B2$	12.97 inch	329.40 mm
C2	$C2=2.11 B2$	18.24 inch	463.36 mm
B3	$B3=C2$	18.24 inch	463.36 mm
B. MÁXIMO	$B_{max} = Lb / 4$	1.80 ft	0.55 m
ESPACIAMIENTO (E)	$E= B_{max} * 1.5$	2.71 FT	0.83 m
TACO			
TACO 1 CUÑA (T1)	$T1= C1$	8.65 inch	219.60 mm
TACO 2 CUADRO (T2)	$T2 = C2$	18.24 inch	463.36 mm
TACO 3 (descarga)	$T3=B_{max}$	1.80 inch	0.55 m
TACO max (tablas, pata, cielo)	$T_{max}=0.5 Lb$	3.61 ft	1.10 m
COLUMNA DE EXPLOSIVO	$Lc=Lb*T$		
PARA LA CUÑA	$=Lb-T1$	6.50 ft	1.98 m
PARA EL CUADRO	$=Lb-T2$	5.70 ft	1.74 m
PARA DESCARGA	$=Lb-T3$	5.41 ft	1.65 m
PARA TABLAS,PATA,CIELO	$=Lb-T_{max}$	3.61 ft	1.10 m
DENSIDAD DE CARGA(Dc)	$Dc=78.54Db^2*$		
SE=densidad del explosivo	$SE*10^{-3}$		1.037486 kg/ml
EXPLOSIVO A UTILIZAR			
EXPLOSIVO POR BARRENO	$Q=Lc*Dc$		
PARA LA CUÑA			2.05 kg
PARA EL CUADRO			1.67 kg
PARA LA DESCARGA			1.59 kg
PARA TABLAS, PATA, CIELO			1.06 kg
FACTOR DE CARGA	$Fc=Q_{total}/Avance$		20.52925 kg/ml
se considera un avance del 95%			

No. BARR	TOTAL DE EXPLOSIVO	
	CEBO	ANFO
3	0.24	6.16
4	0.32	6.70
4	0.32	6.36
20	1.6	21.21
31	2.48	40.43
FROM		1.30
Qtotal =		42.91

NOTA: SE CONSIDERA LA DENSIDAD DEL ANFO = 0.91 kg/centimetro cubico, Y EL PESO DEL BOMBILLO O CEBO = 0.08 kg.

CONCEPTO	COSTO	CANTIDAD * METRO	CALCULADO
			COSTO TOTAL
MECHA	\$ 1.05	40.30	\$ 42.19
BOMBILLO	\$ 0.87	1.29	\$ 1.12
ANFO	\$ 2.56	21.02	\$ 53.82
IGNITACORD	\$ 3.21	6.50	\$ 20.87
CONECTOR	\$ 0.84	16.12	\$ 13.46
FULMINANT	\$ 0.82	16.12	\$ 13.20
NONEL	\$ 10.70	16.12	\$ 172.48
DETACORD	\$ 1.25	3.64	\$ 4.55
BOMBILLO	\$ 0.87	1.29	\$ 1.12
ANFO	\$ 2.56	21.02	\$ 53.82
INICIADOR	\$ 4.25	0.52	\$ 2.21

UNIDAD  
INDICES

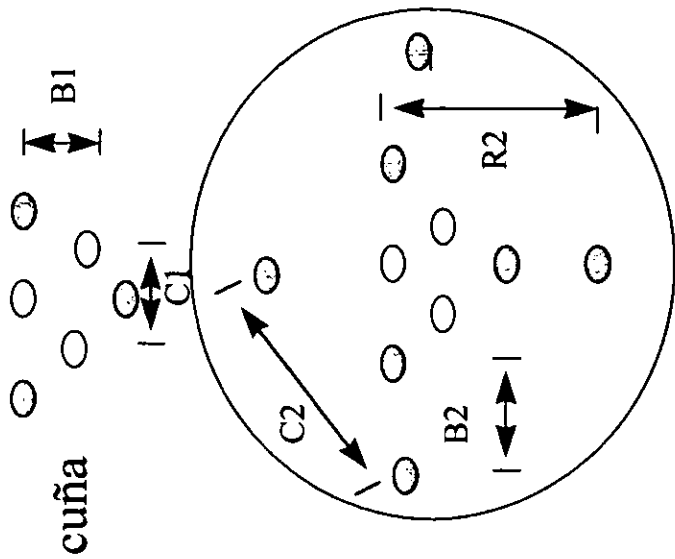
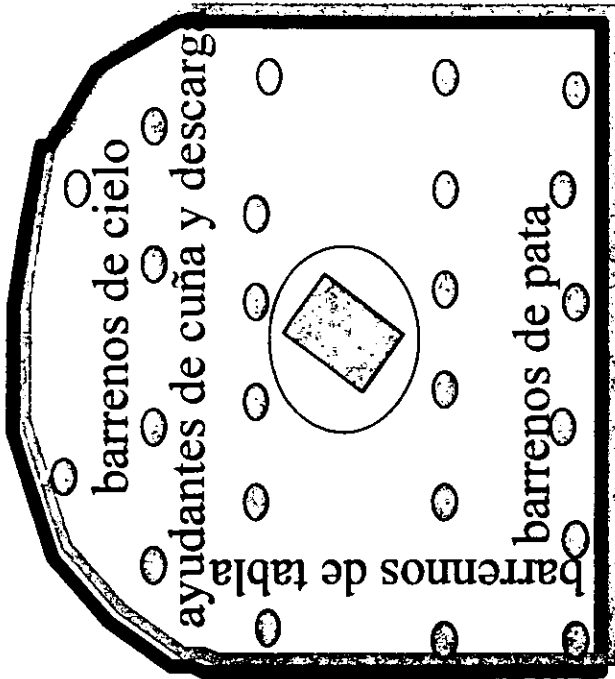
36.67	m
1.52	kg
21.6	kg
6.5	m
16.44	pz
16.44	pz

UNIDAD  
costo total

\$ 38.39
\$ 1.32
\$ 55.30
\$ 20.87
\$ 13.73
\$ 13.46
\$ pesos M.N.

DIFERENCIA  
TRADICIONAL VS NONEL  
\$ 89.52

NOTA: LOS INDICES SON LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS POR LA UNIDAD PARA HACER LA COMPARACION CON LOS CALCULOS O CONSUMOS MENSUALES



○ barrenos cargados (31)

○ barrenos bacios (3)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
PLANTILLA DE BARRENACIÓN PARA OBRAS EN DESARROLLO Y EXPLORACION	
ESCALA: SIN	FIGURA: 11
	FECHA: 1990

Tabla 11.- HOJA DE CALCULO PARA PLANTILLAS DE BARRENACION EN PRODUCCION

CONCEPTO	FORMULA	INGLES	METRICO
DIAM. BARREN. (Db)	ESTANDAR	1.50 inch	38.10 mm
LONG. BARREN. (Lb)	ESTANDAR	7.20 ft	2.20 m
BORDO	B = Lb/3	2.41 ft	0.73 m
ESPACIAMIENTO (E)	E = Lb/2*	3.61 ft	1.10 m
TACO (T)	Lb/2.5**	2.89 ft	0.88 m
RELACION DE RIGIDEZ (Rr)	Rr = Lb/B	2.99	3.00
COLUMNA DE EXPLOSIVO	Lc = Lb * T	4.33071 ft	1.32 m
DENSIDAD DE CARGA (Dc)	Dc = 78.54Db2*		
SE = densidad del explosivo	SE = 10.3		1.037486 kg
EXPLOSIVO A UTILIZAR			
EXPLOSIVO POR BARRENO	Q = Lc * Dc		
PARA TODOS LOS BARRENOS			1.37 kg
VOLUMEN DE ROCA A TUMBAR	V = Lb * E * B		1.77 m3
FACTOR DE CARGA	Fc = Qtotal / (V * Péroca)		0.272254 kg
TONELAJE POR BARRENO	Tlb = V * Péroca		5.324 ton

No.	TOTAL DE EXPLOSIVO
BARR	CEBO ANFO
1	0.08
1	0.08
PROM	
1	1.37
1	1.37
1	1.37
Qintal =	
	1.45

NOTA: SE CONSIDERA LA DENSIDAD DEL ANFO = 0.91 kg/centimetro cubico, Y EL PESO DEL BOMBILLO O CEBO = 0.08 kg.

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD *TON	CALCULADO COSTO *TONELADA
MECHA	\$ 1.05	0.47	\$ 0.49
BOMBILLO	\$ 0.87	0.02	\$ 0.01
ANFO	\$ 2.56	0.26	\$ 0.66
IGNITACORD	\$ 3.21	0.14	\$ 0.44
CONECTOR	\$ 0.84	0.19	\$ 0.16
FULMINANTE	\$ 0.82	0.19	\$ 0.15
NONEL	\$ 10.70	0.19	\$ 2.01
DETACORD	\$ 1.24		\$
BOMBILLO	\$ 0.87	0.02	\$ 0.01
ANFO	\$ 2.56	0.26	\$ 0.66
INICIADOR	\$ 4.25		\$
TOTAL	\$ 15.63		\$ 2.68

DIFERENCIA TRADICIONAL VS NONEL \$ 0.76

UNIDAD INDICES

0.53 m
0.02 kg
0.26 kg
0.10 m
0.22 pz
0.22 pz

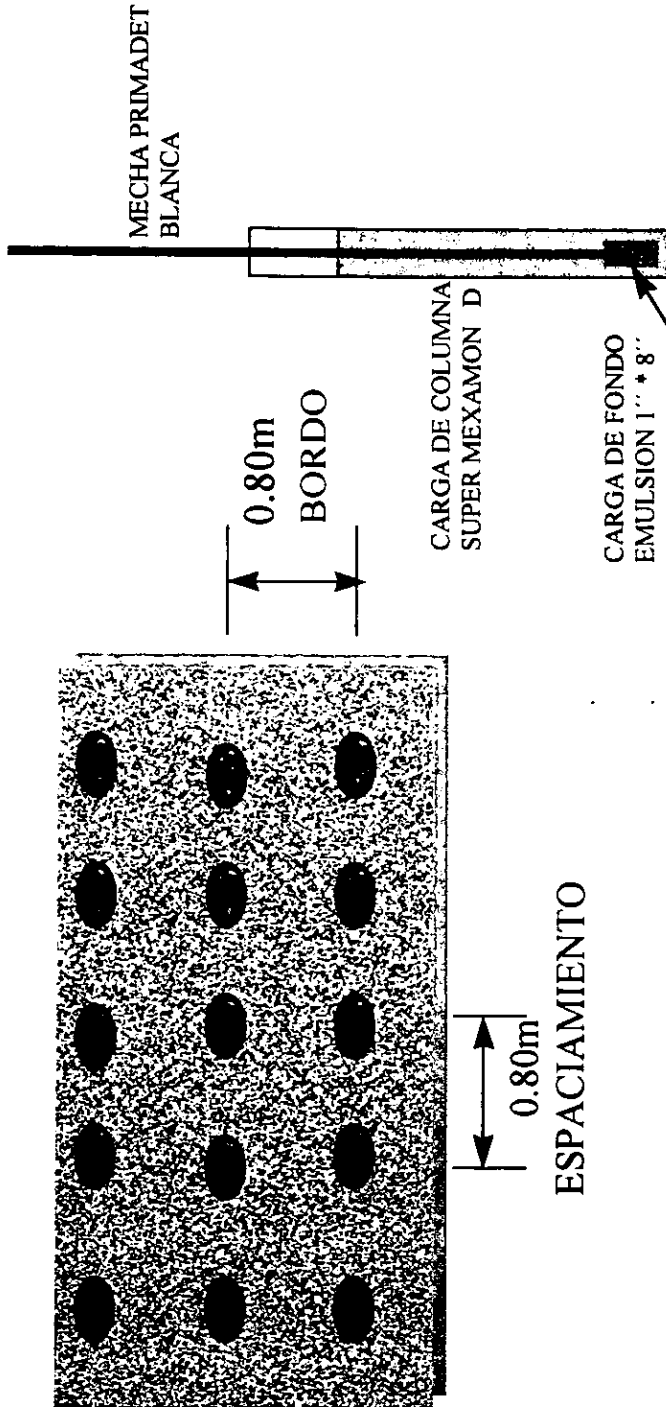
UNIDAD costo total

\$ 0.55
\$ 0.02
\$ 0.67
\$ 0.32
\$ 0.18
\$ 1.92
\$ M.N.



# PLANTILLA TIPO RETICULAR

# BARRENO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
PLANTILLA DE BARRENACION PARA OBRAS EN PRODUCCION	
ESCALA: SIN	FIGURA: 12
FECHA: 2000	

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN.**

### **VENTAJAS.**

- Inmediata disposición del mineral tumbado.
- Alta productividad (a razón de 50 toneladas por hombre turno).
- Requiere de pocas obras de preparación, que además se cuelan sobre mineral.
- Recuperaciones de mineral del 90 al 100%.
- Bajo costo de minado. (\$2.42 /t o 0.85 US Dlls/t)
- Permite llevar un ciclo continuo de producción .

### **DESVENTAJAS.**

- No permite selectividad.
- Hay demasiada dilución (10 al 15%), dependiendo de los caballos de tepetate y fracturamiento del bloque a explotar..
- Se tiene una seguridad moderada, ya que cuando se van explotando bloques de niveles mas profundos el cielo cada vez es más alto, y hay que dejar un pilar de protección.

Para prevenir que haya huecos muy altos, se deja un pilar de 3 metros de espesor entre el nivel inferior y el bloque que se esta explotando, esto se logra no comunicando los bancos hasta el nivel inferior, por lo que solo quedara el hueco del contrapozo guía, permitiendo que este nivel reciba al nuevo contrapozo y comenzar la explotación de un nuevo bloque. El pilar dejado ya no se recupera debido a que bajo este queda el hueco del bloque inferior.

## **4.2.2. PROPUESTA PARA LA EXPLOTACIÓN DE REBAJES EN NIVELES INFERIORES PARA LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN,**

Del nivel 10 hacia abajo existen bloques en reservas ya considerados además de varias áreas de interés que son prácticamente la vida futura de la mina, por lo cual basando el estudio en las condiciones actuales y los proyectos futuros a realizar en la mina Reina del Cobre, se da una propuesta de explotación para los nuevos bloques considerando los siguientes aspectos:

- La competencia del mineral y roca encajonante es buena.
- El ángulo de buzamiento es mayor de 70 grados.
- Potencia aproximada de los depósitos: mayor a 4 metros y menor o igual a 20 m.
- Longitud aproximada : de 40 a 150 m (hasta 40 m. para las chimeneas y hasta 150 m. para el cuerpo 2045).
- No se tienen rampas del nivel 9 al nivel 10.
- Actualmente el sistema de manto es insuficiente por la capacidad del malacate; se manta aproximadamente 120 t del nivel 8 y de 70 a 90 t del nivel 10.

Analizando las condiciones anteriores y considerando el método de explotación actual, se sugiere la explotación de los bloques con el método de **TUMBE SOBRE CARGA CON CRUCEROS DE EXTRACCIÓN.**

### **4.2.2.1. MÉTODO DE TUMBE SOBRE CARGA CON CRUCEROS DE EXTRACCIÓN.**

#### **PREPARACIÓN.**

En el nivel 10 se están ampliando y desarrollando las obras existentes (2.0 m x 2.0 m) a 3.5 m x 3.0 m para la exploración de los cuerpos no minados en este nivel. En los niveles 12 y 14 se tienen pocas obras antiguas, pero no es posible tener acceso a ellas por el problema ya mencionado del tiro ( rezaga y agua).

El método de explotación que se propone para los cuerpos de estos niveles es "Tumbe sobre carga con cruceros de extracción", este método consiste en delimitar el cuerpo con las obras de exploración, una vez que se ha delimitado, se procederá a colar dos o más contrapozos guía (convencional o con pata de perro) hacia el nivel superior en los extremos del cuerpo. Paralela a la frente de exploración se colará una contrafrente y los cruceros que servirán para la extracción del mineral.

Para los niveles 12 y 14 será necesario el desarrollo de una rampa a partir del nivel 10 con el fin de explorar los cuerpos y preparar estos niveles para su explotación. La longitud aproximada de la rampa entre el nivel 10 y el 14 será de 1000 metros con una pendiente del 12%. Se propone intersectar los cuerpos con un subnivel entre los niveles 10 y 12 y otro más entre el 12 y 14 con el fin de que la altura de los bloques sea de 30 m, para comenzar a explorar y preparar los bloques más rápidamente.

Estas obras deben realizarse al mismo tiempo que la rehabilitación del tiro y colocación del nuevo malacate, para que finalizadas estas obras se tengan ya preparados los cuerpos para comenzar el tumbé y así lograr la posible ampliación de la producción. El tepetate generado por las obras de preparación podrá ser almacenado como relleno en labrados antiguos (rebajes abiertos) que se encuentran en el nivel 10.

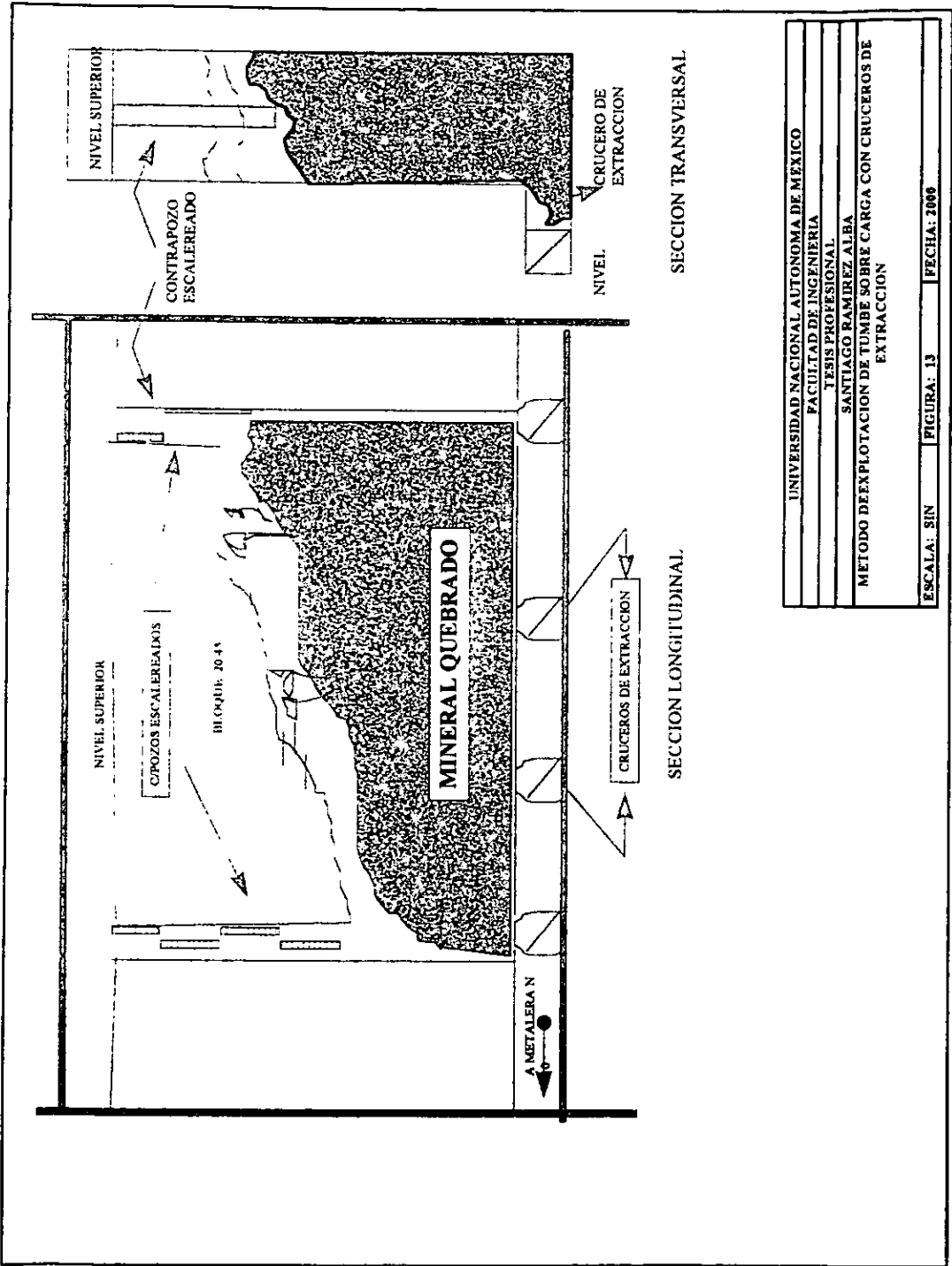
## **TUMBE**

El tumbé de mineral se comienza haciendo uno o dos cortes de cabeza a lo largo y ancho del rebaje a partir del nivel inferior, esto para acumular carga y se tenga piso firme para continuar los cortes ascendentes, estos pueden darse horizontales o verticales, se recomienda el corte horizontal por la posición más cómoda y segura del perforista al barrenar.

Los cortes se comienzan a partir de la cara libre en los contrapozos guía. El acceso al rebaje se hace por el nivel superior ya que al ir ascendiendo los contrapozos guía se van perdiendo y van quedando tapados, por lo que es necesario acondicionar los contrapozos con escaleras, cadenas, tuberías de agua, aire y ventilación.

Cada corte ascendente deberá tener una altura aproximada de 2.2 metros (8') ya que es la longitud promedio de la barra que se utiliza en las obras de producción. Las plantillas y diámetros de barrenación se muestran en las hojas de cálculo de plantillas en producción y desarrollo.

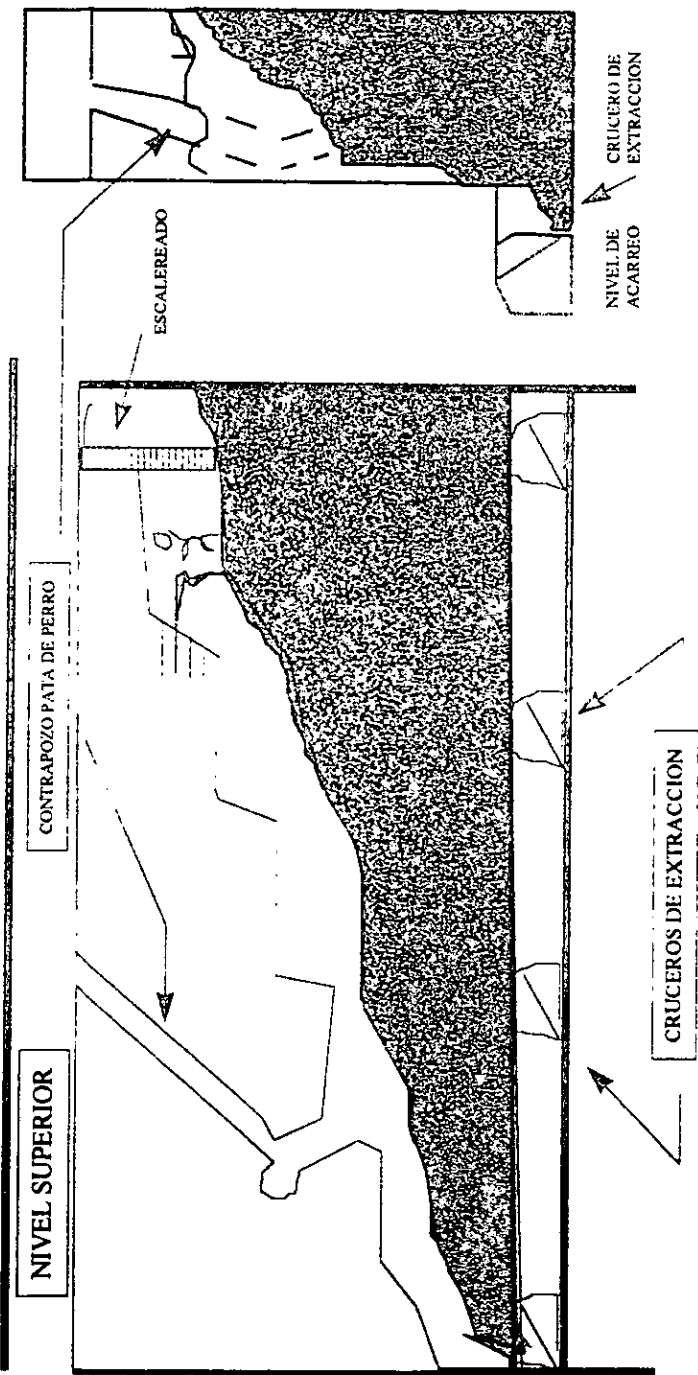
Una de las grandes ventajas de este método radica en que en dado momento, si se requiere tener disponibilidad del mineral por necesidades de producción, el método se puede cambiar por el de bancos descendentes. Ya que se tienen las obras necesarias para aplicar este método sin necesidad del cuele de más obras. Si se desea el cambio del método, el tumbé se comienza de los contrapozos guía en el nivel superior hacia el inferior, la carga rodará por los contrapozos y el mineral se rezagará por los cruceros de extracción. (fig. 13 y 14)



SECCION TRANSVERSAL

SECCION LONGITUDINAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
METODO DE EXPLOTACION DE TUMBE SOBRE CARGA CON CRUCEROS DE EXTRACCION	
ESCALA: SIN	FIGURA: 13
FECHA: 2000	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
METODO DE TUMBE SOBRE CARGA CON CRUCEROS DE EXTRACCION Y	
CONTRAPOZO PATA DE PERRO	
ESCALA: SIN	FIGURA: 14
FECHA: 2000	

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO PROPUESTO.**

(tumbe sobre carga con cruceros de extracción)

### **VENTAJAS.**

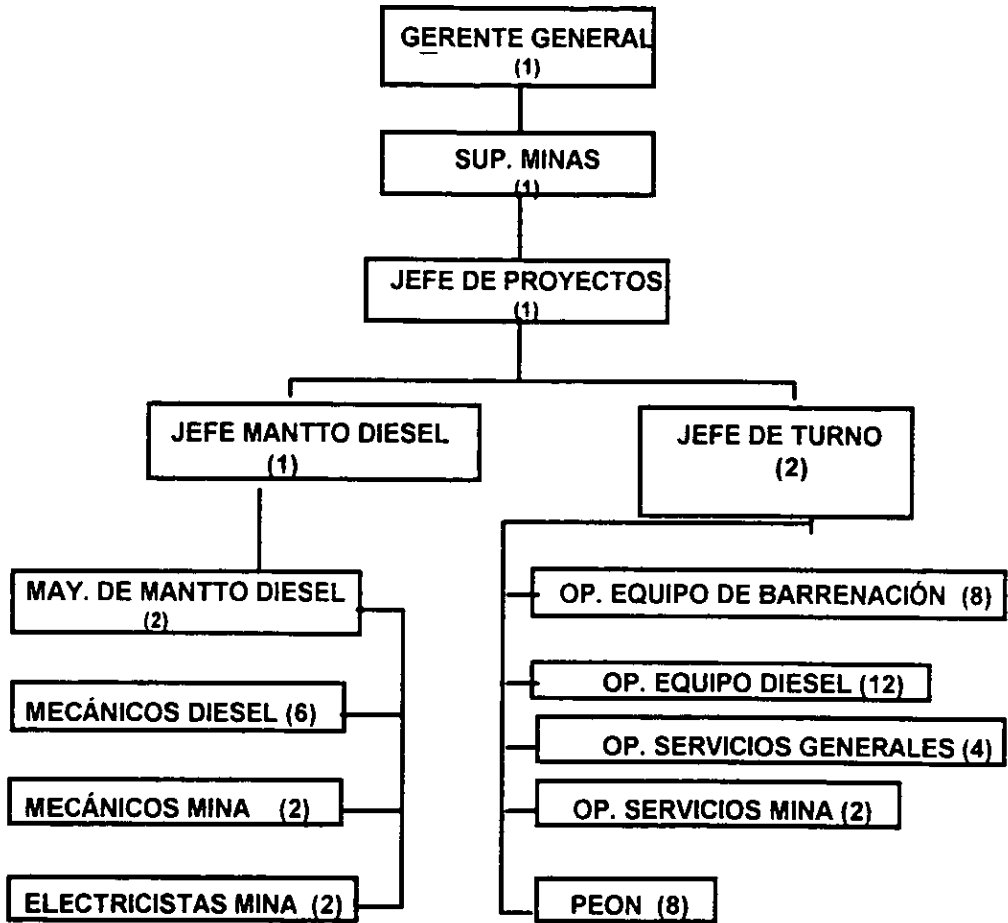
- Bajos costos de preparación y tumba, ya que no se requiere fortificación.
- Requiere de pocas obras de preparación que además por ir coladas sobre mineral se pagan por sí mismas.
- Alta productividad. (se consideran 50 toneladas por hombre turno igual que el método de bancos descendentes).
- Se puede establecer un ritmo de minado adecuado.
- Se adecua a un cambio de método en cualquier momento sin hacer mas inversión en obras.
- Buena recuperación del 90 al 100%.

### **DESVENTAJAS.**

- Sólo se tiene disposición de 30% del mineral, al momento de realizar la explotación.
- Problemas de dilución por caídos que pueda haber durante al almacenamiento.
- Puede haber problemas de encampanamiento en los cruceros de extracción.
- Poco selectivo.
- moderada seguridad por estar parados sobre la carga tumbada.

### 4.3. ORGANIZACIÓN DE LA MINA REINA DEL COBRE.

#### 4.3.1 ORGANIGRAMA



TOTAL EMPLEADOS (8)

TOTAL OBREROS (44)



#### **4.3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE EMPLEADOS y OBREROS QUE OPERAN EN LA MINA REINA DEL COBRE**

##### **EMPLEADOS**

**Gerente general.-** Es el encargado de coordinar todas las operaciones de la unidad (minas, planta de beneficio, mantenimiento).

**Superintendente de minas.-** Es el encargado de dirigir y coordinar todas las operaciones de las minas y servicios que presten a estas los departamentos de mantenimiento, topografía, geología y planta de beneficio.

**Jefe de proyectos.-** Es el encargado de participar en la planeación y dirigir todas las operaciones realizadas en la mina Reina del Cobre y proyectos mineros de la Unidad Velardeña.

**Jefe de turno.-** Es el encargado de la supervisión de las labores y operaciones que se realizan en el interior de la mina, supervisa y cuida que esta se realicen conforme a lo planeado, participa en los controles de equipos, materiales y la realización de nuevos proyectos, bajo la supervisión del jefe de proyectos.

**Jefe de mantenimiento diesel.-** Es el encargado de planear, administrar y dirigir los programas de mantenimiento del equipo diesel, eléctrico y mecánico con el que cuenta la mina Reina del Cobre.

**Mayordomo de mantenimiento diesel.-** Es el encargado de ejecutar los programas de mantenimiento junto con los mecánicos diesel en todos los equipos con los que cuenta la mina, así como participar en la elaboración de planes y programas de mantenimiento.

##### **OBREROS**

**Operador de equipo de barrenación.-** Son los encargados de la barrenación y tumbe de mineral en obras de producción, así como del cuele de obras de desarrollo y exploración.

**Operador de equipo diesel.-** Es el encargado de la operación de los cargadores frontales, camiones de acarreo y todo equipo que involucre para su funcionamiento el combustible diesel.

**Operador de servicios generales.-** Es el encargado de la operación de plantas de fuerza, malacate, calesa y bombas.

**Operador de servicios mina.-** es el encargado del amacice de las obras, voladuras secundarias, parrillas, ademes y servicios de tubería para agua y aire que requiere la mina.

**Peón.-** Es el encargado de la limpieza de la mina, y auxiliar en todas las tareas de los operadores de servicios generales y servicios mina.

**Mecánicos diesel.-** Son los encargados de dar mantenimiento y reparar los equipos movidos por combustible diesel (cargadores frontales, camiones de volteo, plantas de fuerza y compresores).

**Mecánicos mina.-** Son los encargados del mantenimiento de los equipos mecánicos y eléctricos, así como de las estructuras metálicas de la mina: malacate, bombas, tiro, tolvas, parrillas y escaleras, entre otros.

**Electricistas mina.-** Son los encargados del mantenimiento y reparación de los equipos que utilicen la energía eléctrica, alumbrado y equipo de comunicación (malacate, bombas, plantas de fuerza, teléfonos).

**Tabla 12.- COMPARACIÓN ENTRE EL PERSONAL CON EL QUE SE CUENTA ACTUALMENTE Y EL PERSONAL NECESARIO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA MINA REINA DEL COBRE.**

DESCRIPCION	PERSONAL ACTUAL	PERSONAL PARA AMPLIACION	DIFERENCIA
GERENTE	1	1	0
SUPT. MINAS	1	1	0
JEFE DE PROY.	1	1	0
JEFE DE TURNO	2	3	1
JEFE MANTTO DIESEL	1	1	0
MAY. MANTTO DIESEL	2	3	1
OP. EQUIP. BARR.	8	14	6
OP. EQUIP. DIESEL	12	16	4
OP- SERV. GEN.	4	7	3
OP. SERV. MINA	2	4	2
PEON	8	10	2
MECANICOS DIESEL	6	8	2
MECANICOS MINA	2	3	1
ELECT. MINA	2	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>75</b>	<b>23</b>

#### **4.3.3. ORGANIZACIÓN POR TURNOS EN LA MINA REINA DEL COBRE.**

Actualmente en la mina Reina del Cobre se opera en dos turnos, en el primer turno se realizan las labores de tumba, desarrollo, limpia general (rampas, estaciones de bombeo, caminos), el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo diesel y de las instalaciones de la mina como son: malacate bombas y el tiro, por lo cual en este turno se concentra la mayor cantidad de personal, en el segundo turno se realizan actualmente las labores de acarreo, rezagado y manto de mineral.

Para desarrollar el proyecto de ampliación se necesitará laborar en el tercer turno por lo cual se requerirán 20 obreros más y un jefe de turno. Las actividades de tumba y desarrollo se tendrán que realizar en el turno de primera y segunda, y el manto y acarreo se realizarán en el turno de segunda y tercera para poder cumplir con los planes de tumba, producción y desarrollo.

La revisión general del equipo, así como su mantenimiento correctivo se realiza en el turno de primera, para los turnos de segunda y tercera solo se necesitarán dos mecánicos por turno para dar auxilio en caso de falla en los equipos y para preparar los materiales necesarios para el mantenimiento preventivo o correctivo del día siguiente.

## CAPITULO 5

### 5.-PROCESO DE CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN Y AVANCES EN LA SEPARACIÓN PLOMO - COBRE.

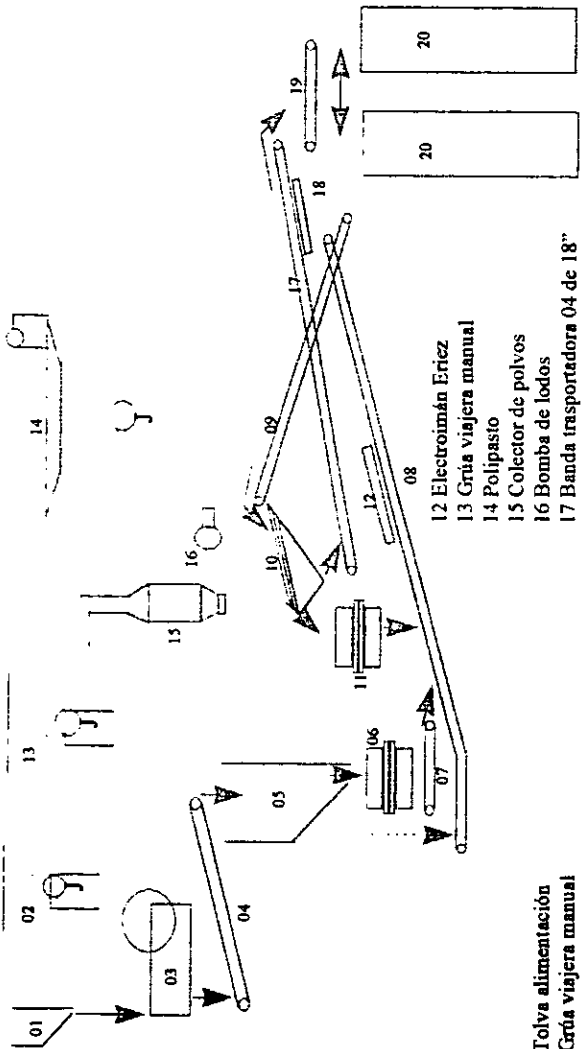
En este capítulo se hará una descripción resumida del proceso para beneficiar el mineral que se obtiene de las minas de la unidad Velardeña. Se describen la trituración, molienda y el proceso de concentración por flotación, además se describen los avances que en la Unidad se han desarrollado en el circuito de separación plomo - cobre.

#### 5.1. ÁREA DE TRITURACIÓN.

El área de trituración de la Unidad Velardeña recibe minerales, de las minas Santa María, Azules y Reina del Cobre; el mineral de estas minas es primeramente almacenado en el patio principal de la unidad, en el cual los minerales de las distintas minas se colocan por separado para hacer los debidos compósitos para alimentar al proceso de beneficio; por lo general, debido a los tonelajes que se obtienen de las diferentes minas, se alimenta a quebradoras de acuerdo con el compósito con el fin de lograr una ley de cabezas que permita obtener un concentrado comercial y al mismo tiempo mantener el equilibrio de producción de las tres minas.

El mineral tiene una granulometría promedio de 45.7 cm (18"), y se alimenta a la quebradora primaria de quijadas (20' x 18") la cual reduce a 10.1 cm (4"). Este mineral pasa a la banda No.1 que alimenta a la tolva de gruesos con capacidad de 90 toneladas, de ahí es alimentado al circuito de trituración secundario, que comienza con una quebradora de cono cabeza estándar de 10.1 cm (4") que reduce el tamaño a 1.9 cm (3/4"); este mineral se transporta por medio de dos bandas la No. 2 y la No. 3 hacia la criba vibratoria de 10.1 cm x 30.4 cm (4" x 12") donde éste es clasificado en dos tamaños: el mineral fino menor a 1.2 cm (1/2") y 1.9 cm (3/4") pasa a la banda No. 4 posteriormente a la banda No. 5, que alimenta a las dos tolvas de finos (1500 t c/u). El mineral grueso mayor a 1.58 cm (5/8"), sigue el proceso del circuito cerrado de trituración pasando a la quebradora de cono de cabeza corta (4 1/4") alcanzando de 1.2 cm (1/2"), a 1.9 cm (3/4"), y se deposita en la banda No. 2 para así cerrar el circuito.

Como equipo auxiliar se tiene un electroimán colocado sobre la banda No.2, para separar objetos de hierro. También se cuenta con un pesómetro instalado en la banda No. 4, el cual indica la cantidad de mineral alimentado de las tolvas de finos al proceso de concentración; para los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo se cuenta con dos grúas viajeras manuales y un polipasto.



- 01 Tolva alimentación
- 02 Grúa viajera manual
- 03 Quebradora de quijadas 20 x 36 "
- 04 Banda 18 "
- 05 Tolva de gruesos
- 06 Quebradora Symon's 4'
- 07 Banda 24" 1-A
- 08 Banda transportadora 02 de 24"
- 09 Banda transportadora 03 de 24"
- 10 Criba vibratoria Allis-Chalmers 4 x 12'
- 11 Quebradora Simon's 4 1/4'
- 12 Electroimán Eriez
- 13 Grúa viajera manual
- 14 Polipasto
- 15 Colector de polvos
- 16 Bomba de lodos
- 17 Banda transportadora 04 de 18"
- 18 Pesómetro eléctrico Merric
- 19 Banda transportadora reversible 05 de 18"
- 20 Tolva de finos (2)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE TRITURACION		
UNIDAD VELARDENA		
ESCALA: SIN	FIGURA: 15	FECHA: 2000

## 5.2. ÁREA DE MOLIENDA.-

El proceso de molienda en la concentración de minerales es de vital importancia, ya que cada mineral tiene cierto grado de liberación de partículas, y por lo general para los minerales que se manejan en la industria minera, esta liberación se da a tamaños micrométricos, lo que quiere decir que las partículas de mineral económico (mena), se separan de las partículas de mineral de desecho (ganga) a un tamaño no perceptible a simple vista.

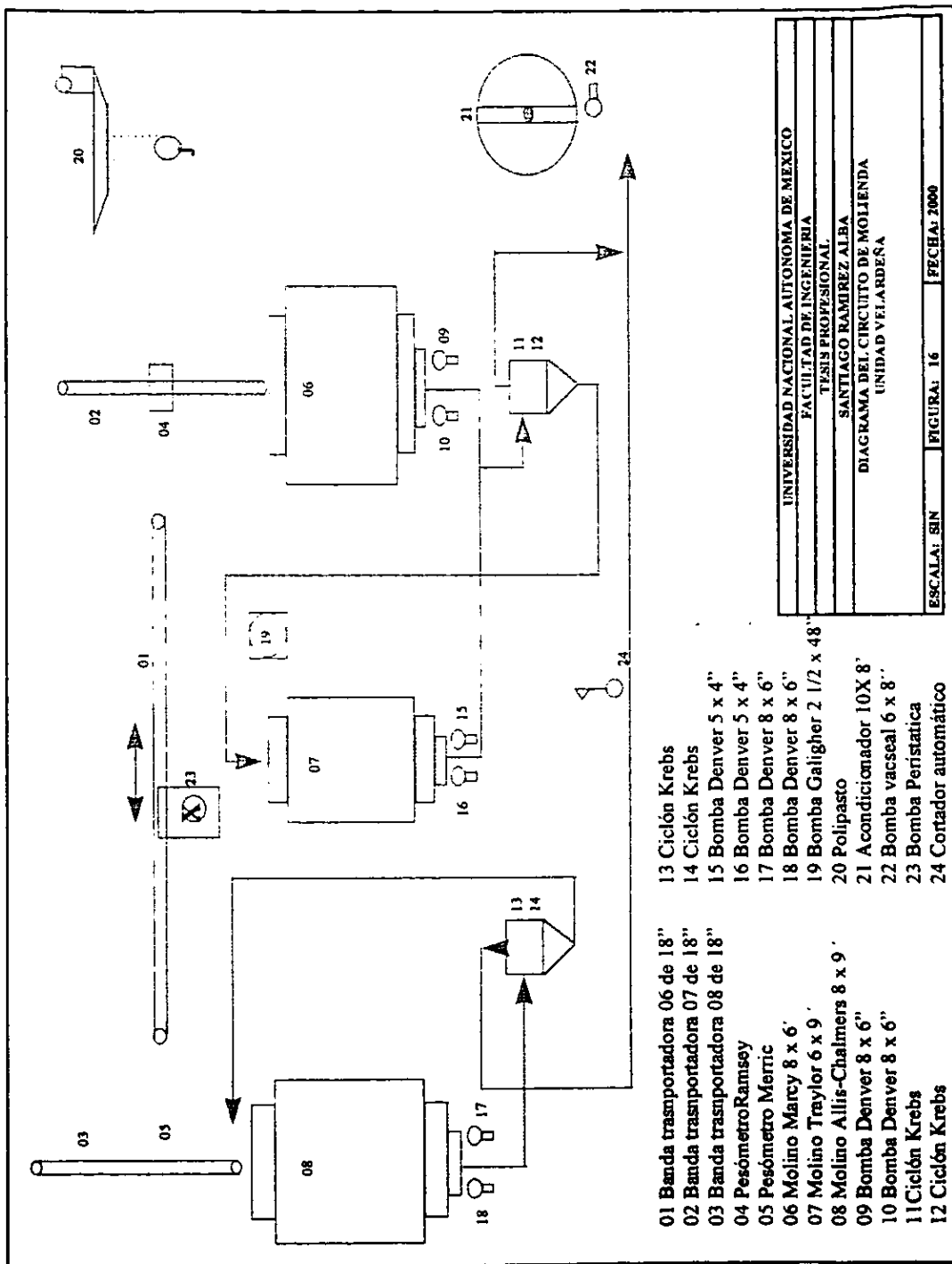
El proceso de molienda esta basado en la fricción e impacto entre partículas y los medios de molienda, las cuales al friccionarse e impactarse unas con otras, reducen su tamaño.

En la industria minera se utilizan principalmente molinos, los cuales utilizan bolas de acero al manganeso de diferentes tamaños como medio friccionante y de impacto, que actúan sobre el mineral y logran la granulometría de liberación. Los molinos de barras: utilizan barras de acero, que actúan bajo el mismo principio anterior, en este caso se obtiene un espectro de tamaño de partículas más reducido que en el de bolas.

Otro molino menos utilizado es el autógeno (fragmentos de la misma naturaleza, mineral - mineral, se impactan y producen partículas muy finas).

En la planta de concentración de la Unidad Velardeña el proceso de molienda se inicia a partir de la alimentación del mineral, de las tolvas de finos a las bandas de alimentación a los molinos. El primer circuito de molienda esta formado por un molino de tipo Marcy de 2.4 m x 1.8 m (8' x 6') el cual trabaja en conjunto con un hidrociclón Krebs, de este circuito de molienda se obtiene un 64% a - 200 mallas, con una capacidad de molienda de 14 t / h.

El segundo circuito de molienda está formada por dos molinos, consiste en un circuito cerrado de remolienda con clasificación (hidrociclón), inicia con la alimentación de las tolvas de finos a un molino Allis Chalmer de 2.4 m. x 2.7 m. (8' x 9'), el mineral molido es bombeado a un hidrociclón, éste clasifica partículas finas a - 200 mallas en un 64% y partículas gruesas + 200 mallas, las cuales se alimentan al molino Taylor 1.8 m x 2.4 m (6' x 9') en donde de nuevo se reduce de tamaño, para posteriormente ser clasificadas y así cerrar el circuito; el cual tiene una capacidad de 27 toneladas por hora, que sumadas con el primer circuito dan un total de 41 toneladas por hora con un 64% a - 200 mallas, las cuales son alimentadas al tanque acondicionador donde se prepara la pulpa para el proceso de flotación.



- 01 Banda transportadora 06 de 18"
- 02 Banda transportadora 07 de 18"
- 03 Banda transportadora 08 de 18"
- 04 Pesómetro Ramsey
- 05 Pesómetro Merric
- 06 Molino Marcy 8 x 6"
- 07 Molino Traylor 6 x 9"
- 08 Molino Allis-Chalmers 8 x 9"
- 09 Bomba Denver 8 x 6"
- 10 Bomba Denver 8 x 6"
- 11 Ciclón Krebs
- 12 Ciclón Krebs
- 13 Ciclón Krebs
- 14 Ciclón Krebs
- 15 Bomba Denver 5 x 4"
- 16 Bomba Denver 5 x 4"
- 17 Bomba Denver 8 x 6"
- 18 Bomba Denver 8 x 6"
- 19 Bomba Galigher 2 1/2 x 48"
- 20 Polipasto
- 21 Acondicionador 10X 8"
- 22 Bomba vacseal 6 x 8"
- 23 Bomba Peristaltica
- 24 Cortador automático

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE MOLIENDA		
UNIDAD VELARDEÑA		
ESCALA: SIN	FIGURA: 16	FECHA: 2000

### **5.3. ÁREA DE FLOTACIÓN.-**

#### **5.3.1 ANTECEDENTES**

La etapa final en el beneficio para obtener el o los productos finales del mineral en el proceso, es la concentración de minerales, la cual como su nombre lo indica, consiste en concentrar en uno o varios productos todos aquellos minerales de valor que han sido liberados por medio de trituración y molienda, lo cual dependerá de las propiedades de superficie y de susceptibilidad magnética del mineral.

Los minerales que se obtienen en las minas del Distrito Minero de Velardeña son: sulfuros minerales de Pb - Cu - Zn, con valores de plata y un alto contenido de hierro e impurezas de arsénico; con leyes promedio en cabezas de 55 g/t de Ag, 0.72% de Pb, 0.21% de Cu, 5.72% de Zn, 15.2% de Fe y 1.2% de As para el mineral en compósito del total de la unidad y de 110 g/t de Ag, 1.05% de Pb, 1.36% de Cu, 2.63% de Zn, 8% de Fe y menos de 1% de As para el mineral de Reina del Cobre, con un grado de liberación de - 200 mallas en un 64%, para este mineral se utiliza el proceso de concentración por flotación.

El proceso de concentración por flotación es un método fisicoquímico de concentración de minerales. Este se inicia con un acondicionamiento químico de la pulpa del mineral, a fin de crear condiciones favorables de adsorción del colector sobre las partículas que se separan como concentrado, a través de la adhesión con burbujas de aire. Estas burbujas llevan el mineral seleccionado a la superficie de la pulpa y forman una espuma estabilizada, mientras los minerales de ganga permanecen sumergidos en la pulpa.

Los minerales que se tratan en la flotación deben ser hidrofóbicos (que no se mojan) e hidrofílicos (que se mojan), estas condiciones de hidrofobia e hidrofilia pueden ser naturales o ser modificadas con la adición de reactivos.

#### **5.3.2. REACTIVOS DE FLOTACIÓN UTILIZADOS EN LA UNIDAD VELARDEÑA.**

##### **COLECTORES.**

B3.- Bisulfurado tionocarbonato, se usa como colector selectivo para minerales de plomo y cobre.

Xantato.- Isopropílico de sodio, colector universal

A 238, A 211.- colectores selectivos.

##### **ESPUMANTES.**

Teutón 100 - 35.

MIUFROTH 7030

El uso de estos espumantes es indistinto y se usan de acuerdo con la disponibilidad en el mercado, los resultados de ambos son equivalentes en el proceso.



## **AGENTES REGULADORES -**

Orión 99.- Bisulfito de amonio, neutralizador de sales solubles.

**AGENTES ACTIVADORES.-**  $\text{CuSO}_4$  para activar minerales como la esfalerita y la marmatita.

**AGENTES DEPRESORES.-** Algunos de los depresores que se utilizan en el proceso de flotación del mineral del distrito Velardeña son:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Cianuros, Sulfato de Zinc, Almidón ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), y Cromatos.

### **5.3.3. CIRCUTOS DE FLOTACIÓN ACTUALES EN LA UNIDAD VELARDEÑA**

#### **5.3.3.1 FLOTACIÓN PLOMO - COBRE (BULK).**

Después del acondicionamiento en el molino y tanque acondicionador donde se agregan los reactivos B-3, cal,  $\text{NaCN}$  y  $\text{ZnSO}_4$ , la pulpa pasa al primer banco de celdas en donde se agrega el espumante y xantato (X-343).

El concentrado pasa a la primera limpia, mientras que las colas se llevan a flotación agotativa. En la etapa agotativa se adiciona espumante, xantato (X-343) y sulfato de zinc, las colas pasan a ser cabezas del circuito de zinc, mientras que el concentrado regresa de nuevo al tanque primario.

En la primera limpia se adiciona  $\text{ZnSO}_4$  y  $\text{NaCN}$ , el concentrado pasa a la segunda limpia y las colas regresan al banco primario.

Finalmente en la segunda limpia se obtiene el concentrado Pb-Cu y las colas regresan a la primera limpia. Hasta este punto se tiene la planta tradicional.

#### **5.3.3.2. FLOTACIÓN ZINC.**

Las colas que se obtienen de la etapa de agotativa del circuito Pb-Cu son bombeadas a un tanque acondicionador, en el cual se agregan los siguientes reactivos:  $\text{CuSO}_4$ , X - 343 y Cal para regular el pH a 11.

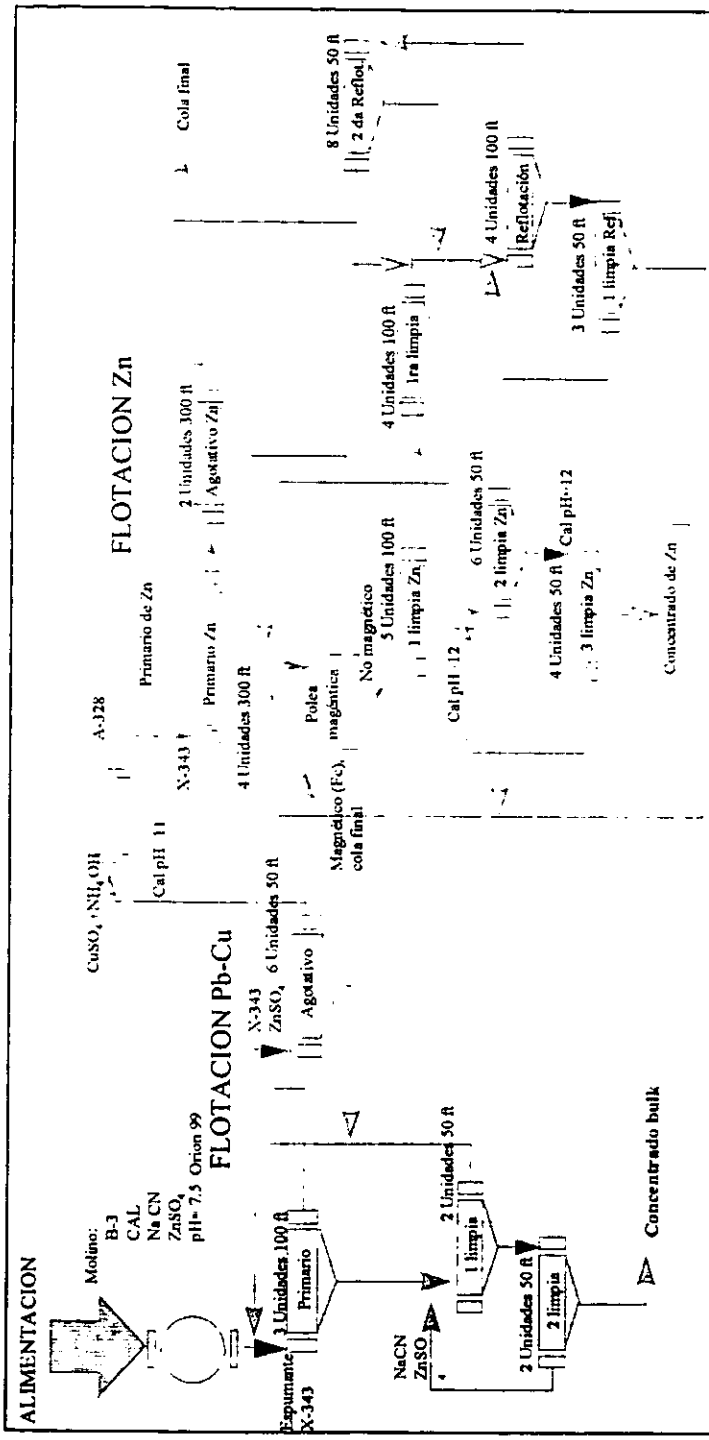
El proceso de flotación de zinc consiste en dos etapas:

**1a. Etapa- Flotación con limpias.-** El mineral proveniente del tanque acondicionador se alimenta al banco de celdas primario de zinc, al cual se le agrega  $\text{CuSO}_4$  y A - 238, el concentrado pasa por una polea magnética para reducir parte del fierro magnético (pirrotita proveniente en su mayoría de la mina Santa María); el mineral magnético se desecha como jal y el no magnético es alimentado al banco de celdas de la primera limpia de zinc, mientras que las colas del banco primario pasan al banco agotativo de zinc:

El concentrado de la primera limpia pasa a la segunda limpia y las colas pasan a un banco de celdas donde se realiza otra limpia, en la segunda limpia se agrega cal para regular el pH a 12; de este banco el concentrado pasa a la tercera limpia de zinc y las colas regresan al circuito para ser pasadas nuevamente por la polea magnética. En el banco de la tercera limpia se agrega cal para mantener el pH en 12; de este banco de celdas se obtiene el concentrado de zinc y las colas regresan a la segunda limpia.

**2a. Etapa- Reflotación.-** Las colas del banco primario son alimentadas al banco agotativo de zinc, en este banco se agrega X-343, el concentrado pasa al banco de reflotación y las colas se mandan a presa de jales; del banco de reflotación el concentrado pasa a la primera limpia de reflotación y las colas a la segunda reflotación; en la primera limpia de reflotación se obtiene un concentrado que pasa a la polea magnética y las colas pasan al banco de reflotación; el concentrado de la segunda reflotación retorna a la primera reflotación y las colas se mandan a la presa de jales.

# CIRCUITO DE FLOTACION Y PUNTOS DE ADICION DE REACTIVOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
SANTIAGO RAMIREZ ALBA
DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE FLOTACION
UNIDAD VELARDESA
ESCALA: SIN
FIGURA: 17
FECHA: 2000

#### **5.4. ANTECEDENTES EN LA SEPARACIÓN PLOMO - COBRE Y SUS AVANCES EN LA UNIDAD VELARDEÑA.**

Uno de los principales problemas que se tienen con el mineral que se procesa en la planta de beneficio de la Unidad Valardeña, es el obtener concentrados de plomo y cobre con las leyes requeridas para su embarque a los diferentes destinos de venta.

En esta planta sólo se obtenían concentrados de plomo y zinc, pero la caída en las cotizaciones de estos metales y las disminución de las leyes en los yacimientos ha obligado a que el mineral de cobre que se obtiene de las minas (en mayor proporción de la mina Reina del Cobre), sea visto con mayor interés tanto en el cálculo de reservas como en el beneficio del mineral, ya que los concentrados de este mineral tienen valores de plata y oro y la cotización del cobre hoy en día es mayor que la del plomo y zinc.

En la planta de beneficio se obtienen concentrados Pb-Cu (bulk), y concentrados de zinc. El concentrado bulk es un concentrado que tiene contenidos de plomo, cobre, plata, zinc, fierro e insolubles, por lo tanto la venta de este concentrado da como resultado menores ingresos; en cambio al tener concentrados de plomo y cobre por separado, resulta en una liquidación mayor del producto y hace la operación más rentable.

La cantidad de minerales de cobre presentes en los minerales complejos de cobre - plomo y zinc, es considerable y usualmente justifica desde un punto de vista económico, la producción de concentrados separados de cobre, plomo y zinc. Por lo tanto la importancia de una flotación selectiva se vuelve aún más evidente.

De ahí la importancia de que en la Unidad Valardeña se realicen pruebas para poder obtener concentrados de plomo y cobre por separado con una mayor calidad que el concentrado bulk.

La separación del cobre del plomo en un concentrado bulk se efectúa mediante dos técnicas:

- a) Depresión de los minerales de plomo y flotación de los minerales de cobre.
- b) Depresión de los minerales de cobre y flotación de los minerales de plomo.

Para la elección de cualquiera de estas dos alternativas se tienen como factores de interés, el comportamiento del mineral, tipo de minerales y la abundancia relativa del plomo y del cobre.

## **A) DEPRESIÓN DE MINERALES DE PLOMO.**

Este procedimiento se prefiere usualmente cuando la cantidad de plomo en el concentrado bulk es más del doble que la cantidad de cobre.

Para la depresión de la galena se usa el dicromato de sodio (aproximadamente 1000 g/t del concentrado bulk) es muy común agregándose justo antes del circuito de separación o a una etapa de acondicionamiento según como se requiera. El concentrado de cobre producido se limpia, según se requiera, con pequeñas cantidades de dicromato de sodio.

Un segundo método para la depresión de la galena es el tratamiento de la pulpa del concentrado bulk con  $\text{SO}_2$  gaseoso en una torre de absorción o agregado a un tanque acondicionador de acero inoxidable para dar un tiempo de acondicionamiento de hasta cinco minutos con un pH de cerca de 5. Pequeñas cantidades de almidón cáustico pueden ayudar a la depresión de la galena. Pudiera requerirse de un colector específico para mejorar la flotación del cobre.

## **B) DEPRESIÓN DE MINERALES DE COBRE.**

En concentrados donde la relación Cu - Pb sea de 1 a 2, o viceversa, puede emplearse el cianuro o el complejo hexaciano ferrato de Fe. Cuando se emplea esta técnica es aconsejable que el acondicionamiento de la pulpa sea corto y la adición de reactivos sea por etapas en todo el circuito ya que esto favorece a la cinética de reacción del cianuro con los minerales de cobre, con lo cual los resultados con respecto a la depresión del cobre van a ser mejores.

Otro de los factores que contribuyen a mejorar los resultados es el control de la alcalinidad de la pulpa; esta se recomienda mantenerla en un intervalo de pH de 7.5 a 9.0. debido a que en esta condición la mayor cantidad de hierro existe en forma de ferrocianuro al cual se le atribuyen las cualidades depresivas del cobre.

### **5.4.1. RESULTADOS OBTENIDOS CON PRUEBAS REALIZADAS EN LA UNIDAD VELARDEÑA**

Después de la realización de pruebas metalúrgicas con los diferentes métodos y reactivos que se usan para la separación plomo - cobre, y debido a que las leyes de cabezas que se obtienen de las minas no son uniformes, se ha encontrado que los mejores resultados son obtenidos al utilizar almidón cáustico como agente depresivo para emplear el método de depresión del plomo y flotación del cobre.

Los reactivos básicos en esta separación , considerando 25,521 ton.(equivalente a un mes de molienda) son:

Orión 99.- Activa las propiedades depresivas del mineral de plomo.

Almidón papa.- Utilizado como depresor de plomo.

Sosa.- Utilizado como depresor del plomo, al formar almidón cáustico con el almidón papa.

Bisulfito de sodio.- Utilizado como modificador del pH.

**Tabla 13.- COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE REACTIVOS EN EL PROCESO DE FLOTACIÓN PLOMO - COBRE (BULK - SELECTIVO).**

REACTIVO	kg	g/t	\$/ kg	COSTO TOTAL (pesos)
ORION 99	4,500	176.00	2.850	\$12,825.00
ALMIDON PAPA	300	12.00	9.510	\$ 2,853.15
SOSA	75		2.800	\$ 210.00
BISULFITO DE SODIO	4,650	182.00	4.383	\$ 20,383.50

<b>TOTAL</b>	<b>\$ 36,271.50</b>
--------------	---------------------

PRODUCTO	TON	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %	LIQUIDACION (pesos)
CONCENTRADO Pb	261	2,588	34.94	5.56	5.50	16.94	\$ 900,455.00
CONCENTRADO Cu	75	1,046	7.53	28.18	3.51	26.04	\$ 286,764.00
						<b>SUMA</b>	<b>\$ 1,187,219.00</b>

CONCENTRADO BULK	337	2,218	28.69	10.34	5.01	18.33	\$ 1,110,367.06
						<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$ 76,852.00</b>
						<b>REACTIVOS</b>	<b>\$ 36,271.50</b>
						<b>TOTAL</b>	<b>\$ 40,580.50</b>

Analizando el cuadro anterior (datos reales de producción del mes de agosto de 1997) se observa que la liquidación, al aplicar al proceso flotación selectiva y obtener concentrados de plomo y cobre, reditúa mayores ganancias que al aplicar flotación bulk, a pesar del consumo de reactivos que lleva consigo la flotación selectiva.

#### **5.4.2. CIRCUITO DE SEPARACIÓN PLOMO - COBRE.**

Este circuito es el que se consideró el más apropiado para la separación plomo cobre de acuerdo con las pruebas metalúrgicas realizadas.

El circuito de separación plomo - cobre se describe como sigue: de la segunda limpia del circuito plomo - cobre, el concentrado bulk pasa a un tanque espesador y después a un tanque acondicionador, donde se le agregan reactivos para mantener un pH de 5.0, además de almidón cáustico. Ya acondicionada la pulpa pasa al sistema de celdas primarias de Cobre, dos unidades de  $1.41 \text{ m}^3$  ( $50 \text{ ft}^3$ ) cada una, en este banco de celdas se flota el cobre y se deprime el plomo, las colas pasan al sistema de celdas agotativo de Cu, una unidad de  $1.41 \text{ m}^3$  ( $50 \text{ ft}^3$ ), donde se agrega el X -343, para obtener el concentrado de plomo, las colas de esta celda pasan nuevamente al tanque acondicionador para ser tratadas de nuevo; el concentrado del primario de cobre, pasan al sistema de primera limpia de Cu (1 unidad de  $15 \text{ m}^3$ . ( $50 \text{ ft}^3$ )) donde se le agrega almidón cáustico para obtener el concentrado de cobre, las colas de este proceso pasan otra vez al banco primario de cobre para ser tratadas nuevamente.

# SEPARACION Pb-Cu

Conc. Bulk (Plomo-Cobre)

Tanque espesador

pH=5.0  
Almidón cáustico

2 Unidades 50 ft  
Primario Cu

X-343 1 Unidades 50 ft

Agotativo Cu

1 Unidades 50 ft Almidón cáustico

1 1 limpia Cu

Concentrado Plomo

Concentrado Cobre

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	FECHA: 2000
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
SANTIAGO RAMIREZ ALBA	
DIAGRAMA DE SEPARACION PLOMO COBRE	
UNIDAD VELARDEÑA	
ESCALA: SIN	FIGURA: 18



## CAPITULO 6

### 6.0. ANÁLISIS FINANCIERO

La finalidad de una evaluación financiera para un proyecto minero descansa en la determinación de su rentabilidad como una medida de la deseabilidad del mismo. En la evaluación de un proyecto minero, de ser posible, se integra un equipo de trabajo con gente de experiencia en sus áreas respectivas, trabajando bajo una sola dirección. Lo mínimo recomendable es integrar el equipo con un geólogo para evaluar el potencial geológico de la zona bajo estudio y en su caso estimar las reservas minerales, un metalurgista para abordar la problemática del beneficio del mineral, las recuperaciones y las leyes de los concentrados por obtener y evaluar el método de beneficio requerido. Finalmente un ingeniero de minas para evaluar la infraestructura requerida, los sistemas de explotación y establecer los ritmos de producción.

Para analizar la viabilidad de la mina Reina del Cobre, se dividirá el análisis en cuatro partes:

**1) Condiciones bajo las cuales se rige el análisis.-** es necesario establecer los puntos que regirán la evaluación de la mina, debido a que hay factores cambiantes en toda la vida de la mina, de estos algunos los podrá controlar la empresa (egresos), otros se rigen a nivel mundial y por lo tanto están fuera del alcance de la empresa tales como: las cotizaciones de los metales, el valor del peso mexicano con respecto al dólar americano, la inflación y finalmente las cuestiones naturales difíciles de descifrar pero que se deben de considerar (reservas y leyes).

**2) Cálculo y generación de resultados.-** En esta parte se harán los cálculos del balance metalúrgico para obtener leyes y contenidos de los concentrados tanto para el compuesto de la unidad, como para el mineral de Reina del Cobre. Partiendo de los resultados obtenidos en el balance metalúrgico se obtendrán los valores unitarios de los minerales y el valor de las reservas de mineral, que junto con los datos del programa de inversiones y depreciaciones, y de los costos unitarios de operación de la mina, el molino y los costos indirectos, se podrá realizar el flujo neto de efectivo generado por los dos casos de análisis (como mina dependiente y como mina independiente de la Unidad Velardeña).

**3) Aplicación de los métodos de evaluación:** Los flujos de efectivo generados, se analizarán con los métodos de valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), factor de viabilidad (FV), y periodo de recuperación de capital

La aplicación de estos métodos servirá para dar una idea clara del comportamiento del proyecto de inversión y los resultados servirán para tomar las decisiones que se requieren para aceptar o no la inversión y la ampliación de la producción.

**4) Análisis de sensibilidad.-** para reforzar los resultados generados por los métodos de evaluación, se hará un análisis de sensibilidad, variando las cotizaciones de los metales, costo por tonelada e inversión.

## **6.1. CONDICIONES BAJO LAS CUALES SE RIGE EL ANÁLISIS.**

**Egresos.-** los egresos van a estar controlados por la empresa y su variación dependerá de los gastos que se realicen, aunque también intervienen los costos de materiales, mano de obra etc., que se tendrán que adecuar al ritmo de inflación que se tiene en el país.

**Tipo de cambio (peso vs dólar).-** Este parámetro influye en las cotizaciones expresadas en pesos, además afecta en lo referente al aumento de los precios de los materiales y equipo.

El tipo de cambio que se maneja en la evaluación es de 8.60 pesos por cada dólar, el cual fue obtenido como un promedio del tipo de cambio del año 1997; este valor se supone constante en toda la evaluación para la evaluación financiera, ya que es difícil estimar un valor significativo para cada año, por las diferentes situaciones que se están viviendo hoy en día en el país y a nivel mundial.

**Cotizaciones de los metales.-** este es uno de los factores que se rigen a nivel mundial y que son difíciles de estimar, por lo que se mantendrán las cotizaciones con el mismo valor a lo largo del horizonte de planeación. Este factor beneficia cuando el valor del metal aumenta, pero en muchos casos ha llevado a empresas mineras al cierre de sus operaciones debido a una baja en los precios de los metales.

**Reservas y leyes.-** Este es un factor determinado por la naturaleza y que varía a capricho de esta, por lo cual no se puede tener en forma total un control directo, pero si, indirectamente se pueden manejar los datos de exploración, para darles un intervalo de confiabilidad que permitan soportar las diferentes condiciones naturales que se puedan presentar.

El ritmo de producción actual en la unidad Velardeña es de 900 t/día, de las cuales 270 t/día (89,100 t/año) las produce la mina Reina del Cobre.

Con el fin de hacer equivalente la evaluación en ambos casos de estudio se contemplan (300,000 t) correspondientes a un año de producción en la Unidad Velardeña.

Para el primer caso (mina dependiente) el mineral de reina del cobre forma parte del compósito total de la unidad.

Para el segundo caso (mina independiente), se considera el total de reservas como explotables (375,136) de las cuales se obtiene el compósito para evaluar este caso de estudio. Así los cálculos del balance metalúrgico, del valor unitario de los metales y finalmente del valor de las reservas será más representativo de la mina Reina del Cobre.

## 6.2. CÁLCULO Y GENERACIÓN DE RESULTADOS

### 6.2.1. BALANCE METALÚRGICO

Hacer un balance metalúrgico de las reservas de mineral, es uno de los primeros pasos que se deben seguir para la obtención de datos, ya que basándose en los resultados de éste, se partirá para los cálculos de los valores unitarios de los metales y los valores de las reservas, entendiéndose por valor el beneficio económico que se va a obtener del metal y en general del total de las reservas

A continuación se muestran las tablas con los resultados obtenidos en el balance metalúrgico para los dos casos de estudio.

**Tabla 14.- RESULTADOS METALÚRGICOS OBTENIDOS EVALUANDO LA MINA COMO PARTE DE LA UNIDAD VELARDEÑA.**

CONCEPTO	T.M.S.	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %
MOLIENDA	300.000	55	0.72	0.21	5.72	15.36
CONC. Pb	3.497	2.480	42.00	4.02	3.59	13.57
CONC. Cu	650	946	8.62	26.00	1.58	22.61
CONC. Zn.	25.245	93	0.97	0.84	49.00	12.50

**Tabla 15.- RESULTADOS OBTENIDOS EVALUANDO COMO MINA INDEPENDIENTE.**

CONCEPTO	T.M.S.	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	Fe %
MOLIENDA	300.000	110.00	1.06	1.36	2.63	8.31
CONC. Pb	3.925	5.263.00	54.20	6.40	3.86	7.20
CONC. Cu	10.112	721.00	1.94	26.00	4.50	25.40
CONC. Zn.	11.894	80.00	0.29	1.10	53.40	10.20

Estos datos muestran claramente la diferencia en leyes de cabeza, contenidos y leyes de concentrados, entre los dos casos de evaluación, dado que el mineral de Reina del Cobre tiene mayores leyes de plomo, plata y cobre, que Sta. María que es prácticamente una mina de zinc.

Las hojas de cálculo de los balances metalúrgicos se muestran en la sección A) del anexo.

## 6.2.2. VALOR UNITARIO DE LOS METALES:

El valor unitario de un metal representa el ingreso que se obtiene de dicho metal después de haber deducido la extracción, tratamiento metalúrgico y flete al mineral del que es extraído.

El valor unitario del metal sirve para calcular el valor de las reservas de mineral, para obtener información del valor del mineral en el muestreo y núcleos de barrenación con el fin de poder clasificar este mineral como mineral económico o simplemente como tepetate.

Los valores unitarios se obtienen a partir de las leyes de cabeza del mineral in situ, del cual se obtiene el cálculo de los diferentes concentrados y con estos datos se hace la liquidación del mineral que involucra: cotización de los metales, condiciones de pago del metal, maquila, fletes y castigo por impurezas (ver memoria de cálculo anexo B).

Los resultados para los dos casos de estudio se observan en la siguiente tabla, la cual tiene su referencia en las hojas de cálculo de la sección B) del anexo.

**Tabla 16.- VALOR UNITARIO DE LOS METALES**

METAL	COTIZACIÓN	MINA DEPENDIENTE		MINA INDEPENDIENTE	
		VALOR	UNITARIO	VALOR	UNITARIO
PLATA	5.10 dls/oz	1 g de Ag	= 0.0767 USDls	1 g de Ag	= 0.1169 USDls
PLOMO	0.38 dls/lb	1% de Pb	= 1.4113 USDls	1% de Pb	= 2.3372 USDls
COBRE	0.90 dls/lb	1% de Cu	= 3.0890 USDls	1% de Cu	= 5.5449 USDls
ZINC	0.50 dls/lb	1% de Zn	= 2.8764 USDls	1% de Zn	= 3.7738 USDls

Los resultados muestran el valor unitario de la plata, plomo, cobre y el zinc, para los dos casos de estudio. estos resultados servirán para obtener el valor de las reservas de mineral.

### 6.2.3. VALOR DE LAS RESERVAS DE MINERAL

EL valor de las reservas de mineral se calcula multiplicando el valor unitario de cada metal por su respectiva ley de cabeza. Este valor es de gran importancia dentro de la evaluación, ya que se puede saber qué bloques no son costeables para la explotación ya que no pagan el valor mínimo costeable:

**Valor mínimo costeable:** es aquel valor en el que el contenido metálico de las reservas es equivalente a la sumatoria de los costos de operación mina, molino e indirectos. Se estima comparando el total de costos contra el valor del contenido metálico de las reservas de cada bloque o del compósito total del yacimiento. Si el valor por tonelada de las reservas es mayor o igual a la suma de los costos, se considera costeable para su explotación ya que paga en su totalidad los costos de operación y administración.

**Valor mínimo costeable = costo mina + costo molino + costo indirecto**

**Tabla 17.- VALOR MÍNIMO COSTEABLE COMO MINA DEPENDIENTE DE LA UNIDAD .**

CONCEPTO	PESOS	DÓLARES
MINA (TODAS LAS MINAS)	56.72	6.60
MOLINO	37.89	4.41
INDIRECTOS	37.32	4.32
<b>VALOR MÍNIMO COSTEABLE</b>	<b>131.93</b>	<b>15.33</b>

**Tabla 18.- VALOR MÍNIMO COSTEABLE COMO MINA INDEPENDIENTE DE LA UNIDAD**

CONCEPTO	PESOS	DÓLARES
MINA (REINA DEL COBRE)	23.47	2.73
MOLINO	37.89	4.41
INDIRECTOS	37.32	4.32
<b>VALOR MÍNIMO COSTEABLE</b>	<b>98.68</b>	<b>11.46</b>

Estos resultados se obtienen de la suma de los costos implicados en la producción de mineral (mina), producción de concentrado (molino) y los costos indirectos, que se verán con más detalle en la sección 6.2.5. y en el Anexo sección E.

**Ley mínima de corte:** Para las fases de exploración y explotación, es necesario integrar el concepto de ley mínima de corte: como la ley más baja que se puede incorporar al compósito que pague los costos de explotación, beneficio e indirectos. Si

el producto del valor unitario de los metales por su ley en el compósito de un bloque, es mayor o igual al valor mínimo costeable, se considera el mineral como explotable y se integra a las reservas.

Para hacer más clara la diferencia entre valor mínimo costeable y ley mínima de corte; diremos que valor mínimo costeable es el valor del mineral que cumple con los costos operativos y de administración y ley mínima de corte es el compósito de las leyes del mineral que al multiplicarse por su respectivo valor unitario cumplen con la misma condición.

Las tabla No. 19 muestra los valores actuales de las reservas de mineral considerando el valor mínimo costeable para los dos casos de estudio.

El detalle de cálculo de estos valores se puede observar en la sección C) del Anexo.

**Tabla 19.- VALOR UNITARIO DE LAS RESERVAS DE LA MINA REINA DEL COBRE.**

CLASIFICACIÓN	VALOR EN DÓLARES POR TONELADA	
	MINA DEPENDIENTE	MINA INDEPENDIENTE.
PROBADAS	24.4429	35.6532
PROBABLES	15.9553	24.7211
INTERÉS	11.1690	17.3700
PILARES	26.9383	39.8053
INFERIDAS	24.6581	37.0142
<b>COMPÓSITO</b>	<b>21.6841</b>	<b>32.7807</b>

La diferencia del valor por tonelada entre los dos casos de estudio, radica en que como mina dependiente, se toman los resultados metalúrgicos del compósito de los minerales de toda la unidad y como mina independiente se aplica solo al mineral de la mina Reina del cobre.

Al multiplicar el valor equivalente en pesos o dólares de cada metal por la ley en reservas y haciendo la sumatoria, se obtiene el valor de las reservas en cada una de sus clasificaciones. Para el caso de los compósitos, se hace primeramente el compósito de todas las clasificaciones y después se multiplica por el valor unitario del metal, al sumar estos productos se obtiene el valor por tonelada del mineral en reservas. Este valor se indica en la tabla 19.

## 6.2.4. PROGRAMA DE INVERSIONES Y DEPRECIACIONES

Una de las prioridades en el análisis es el programa de inversiones del equipo y su depreciación, ya que la inversión es el parámetro de comparación en la mayoría de los métodos de evaluación, además de que es necesario introducir la depreciación en el flujo de efectivo para recuperar dicha inversión.

En este estudio sólo se consideran las inversiones realizadas para la compra de dos cargadores frontales con capacidad de 3.65 y 5.48 m<sup>3</sup> (4 y 6 yd<sup>3</sup>), la electrificación de la mina Reina del Cobre, un compresor portátil Atlas Copco que se utilizará en los trabajos de minado y desarrollo en el área de Cobre Viejo. El compresor eléctrico que se requiere para los futuros trabajos, será el que actualmente opera en la mina Santa María. Además de la inversión del malacate (reacondicionamiento, equipamiento, instalación y flete.)

Las inversiones en obras de desarrollo y preparación se incluyen en los costos directos de preparación (760). y exploración (770)<sup>3</sup>.

La planeación, diseño, administración y supervisión se consideran incluidos en los costos indirectos presentados en la sección E) del Anexo.

El siguiente cuadro muestra el resumen de las inversiones y depreciaciones de la mina:

Tabla 20.- INVERSIONES ACTUALES Y DEPRECIACIONES DEL EQUIPO CON EL QUE CUENTA LA MINA REINA DEL COBRE.

CONCEPTO	MONTO DE LA INVERSIÓN M.N.	DEPRECIACIÓN POR AÑO M.N.				
		1997	1998	1999	2000	2001
TORO 400 LHD TAMROCK	2,012,060	402,414	402,414	402,414	402,414	402,414
TORO 301 D TAMROCK	1,807,654	113,834	361,530	361,530	361,530	361,530
COMPRESOR ATLAS COPCO	571,315	57,131	114,263	114,263	114,263	114,263
VALOR DE RESCATE TORO 310 D						247,691
VALOR DE RESCATE COMPRESOR						57,133
INVERSIÓN PARCIAL 1	4,391,030	573,379	878,207	878,207	878,207	1,183,031

3) Los números indican centros de costos que se explicaran más adelante

**TABLA 21.- INVERSIONES PARA EL PROYECTO DE AUMENTO DE PRODUCCIÓN Y SU DEPRECIACIÓN.**

CONCEPTO	MONTO DE LA INVERSIÓN M.N.	DEPRECIACIÓN POR AÑO M.N.				
		1997	1998	1999	2000	2001
ENERGÍA ELÉCTRICA	1,615,114		161,511.4	161,511.4	161,511.4	161,511.4
ACONDICIONAMIENTO DEL MALACATE	235,500		47,100	47,100	47,100	47,100
VALOR DE RESCATE ELECTIFIC.						1,016,168
INVERSIÓN PARCIAL 2	1,850,614		208,611.4	208,611.4	208,611.4	1,224,779.4
<b>INVERSIÓN TOTAL (pesos)</b>	<b>6,241,644</b>	<b>573,379</b>	<b>1,086,818.4</b>	<b>1,086,818.4</b>	<b>1,086,818.4</b>	<b>2,407,810.4</b>
<b>INVERSIÓN TOTAL US Dls</b>	<b>725,772.5</b>	<b>66,671.97</b>	<b>126,374</b>	<b>126,374</b>	<b>126,374</b>	<b>279,977.9</b>

El método de depreciación es en línea recta, que consiste en dividir el total de la inversión entre los años de vida útil que se les da a los equipos. esta vida útil será de cinco años para equipo rodante (cargadores frontales) y compresores, y de diez años para la inversión en energía eléctrica.



### 6.2.5. COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN MINA, MOLINO E INDIRECTOS.

Para finalizar con los cálculos se deben incluir los costos unitarios de la operación mina, operación molino, y diferentes conceptos fuera de operación llamados costos indirectos.

Grupo México agrupa en diferentes centros de costos cada una de las actividades realizadas en la mina y fuera de ella, que afectan directa e indirectamente la costeabilidad de los depósitos minerales.

Cada centro de costos involucra entre otros: a la mano de obra, los materiales, las herramientas, los combustibles y todo lo necesario para realizar las actividades propias de cada concepto.

Los costos se rigen por el Catálogo de centros de costos, donde se define cada uno así como las tareas que involucran.

El costo unitario de cada centro de costos se desglosa en el denominado CP11, en el que se hace el análisis de costos presupuestal, y se generan costos plan - real basados en unidades de medida como: ton, kW, m<sup>3</sup>, etc. Para la evaluación se tomaron los costos unitarios del mes de septiembre de 1997; mes de cierre para realizar el presupuesto anual de la unidad.

En las siguientes tablas se muestra el resumen general de costos unitarios, los cuales se desglosan en centros de costo en la sección E) del Anexo.

**Tabla No. 22.- COSTOS DE OPERACIÓN EN MINA, PLANTA E INDIRECTOS, POR TONELADA DE MINERAL EXPLOTADO CONSIDERANDO LA MINA COMO INDEPENDIENTE.**

COSTOS	PESOS	DÓLARES
MINA (TODAS LAS MINAS)	56.72	6.60
MOLINO	37.89	4.41
INDIRECTOS	37.32	4.32
<b>TOTAL</b>	<b>131.93</b>	<b>15.33</b>

La referencia todas las minas, implica el costo total que generan todas las minas en operación o sea el costo de producción de la Mina Reina del Cobre, más Mina Azules mas mina Santa María.

**Tabla No. 23.- COSTOS DE OPERACIÓN EN MINA, PLANTA E INDIRECTOS POR TONELADA DE MINERAL EXPLOTADO, CONSIDERANDO LA MINA COMO INDEPENDIENTE.**

COSTOS	PESOS	DÓLARES
MINA (REINA DEL COBRE)	23.47	2.73
MOLINO	37.89	4.41
INDIRECTOS	37.32	4.32
<b>TOTAL</b>	<b>98.68</b>	<b>11.46</b>

### 6.2.6. FLUJO NETO DE EFECTIVO.

Se entiende por flujo neto de efectivo el camino que recorren los recursos monetarios de una empresa, hasta llegar a un valor que define claramente el comportamiento de estos recursos monetarios a lo largo de la vida de la empresa.

En éste flujo se incluyen elementos que ayudan a analizar mejor el comportamiento de los recursos monetarios, como son: la depreciación, amortización, impuestos e inversiones; éstos elementos hacen que el valor obtenido en el flujo de efectivo sea más representativo del comportamiento de estos recursos.

#### Elementos del Flujo Neto de Efectivo.

**Ingresos:** son aquellos derivados por la venta de concentrados.

**Egresos (Costos):** son aquellos provenientes de la operación y administración de la mina.

**Utilidad de operación:** es la utilidad obtenida de la diferencia entre ingresos y costos.

**Depreciación:** significa distribuir el costo de un activo adecuadamente en los periodos contables de una empresa en los que el activo será utilizado por la empresa. Es importante enfatizar que la depreciación no es un costo real sino virtual y es considerada como costo solamente para propósitos de determinar los impuestos a pagar. Cuando las deducciones por depreciación son significativas el ingreso gravable disminuye, entonces también se disminuyen los impuestos a pagar. Otra de las finalidades de la depreciación es recuperar la inversión realizada en equipos e infraestructura minera.

**Utilidad bruta (utilidad antes de impuestos):** es aquella utilidad que resulta de restar la depreciación a la utilidad de operación.

**Impuestos:** en el flujo de efectivo se incluye el impuesto sobre la renta (ISR), que es el impuesto que se tiene que pagar al gobierno por tener operando alguna empresa, en la empresa MIMENOSA se aplica el 32%.

**PTU:** es la participación de utilidades para los trabajadores que equivale al 10% de la utilidad bruta.

**Utilidad neta:** resulta de restar a la utilidad bruta la cantidad resultante por concepto de impuesto sobre el producto del trabajo y el reparto de utilidades.

**Flujo de efectivo:** Es aquel flujo resultante de sumar el costo por depreciación a la utilidad neta.

**Flujo neto de efectivo:** es el flujo final en cada año de la vida estimada de la mina, en el que se incluye la inversión.

En las tablas (24 y 25) que se presentan a continuación se observan los resultados de los flujos netos de efectivos generados en cada uno de los años del horizonte de planeación de la mina, los cuales muestran claramente la diferencia, que hay entre un caso y otro. El valor de las reservas del mineral de Reina del Cobre es aproximadamente tres veces mayor al valor si se tomara como compósito del total de la unidad, al aplicar los métodos de evaluación dará una visión clara del comportamiento de estos dos flujos de efectivo.

**Tabla 24.- FLUJO DE EFECTIVO DE LA MINA REINA DEL COBRE, CONSIDERANDOLA COMO PARTE DE LA UNIDAD VELARDEÑA.**

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO		1997	1998	1999	2000	2001
CONCEPTO	OPERACION					
A	TONELADAS DE MINERAL	89,100	89,100	89,100	89,100	18,736
B	VALOR/TON	\$ 21.68	\$ 21.68	\$ 21.68	\$ 21.68	\$ 21.68
C	INGRESO	\$ 1,932,053.31	\$ 1,932,053.31	\$ 1,932,053.31	\$ 1,932,053.31	\$ 406,273.30
D	C.OPERACION/TON	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 1,365,903.00	\$ 1,365,903.00	\$ 1,365,903.00	\$ 1,365,903.00	\$ 287,222.88
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 566,150.31	\$ 566,150.31	\$ 566,150.31	\$ 566,150.31	\$ 118,050.42
G	DEPRECIACIÓN	66,671.96	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 499,478.33	\$ 439,776.08	\$ 439,776.08	\$ 439,776.08	\$ (7,323.81)
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 209,780.80	\$ 184,705.95	\$ 184,705.95	\$ 184,705.95	\$ (3,076.00)
J	UTILIDAD NETA	\$ 289,697.43	\$ 255,070.13	\$ 255,070.13	\$ 255,070.13	\$ (4,247.81)
K	DEPRECIACIÓN	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 356,369.41	\$ 381,444.36	\$ 381,444.36	\$ 381,444.36	\$ 281,206.68
N	INVERSIÓN	\$ (725,772.66)				
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ 356,369.41	\$ 381,444.36	\$ 381,444.36	\$ 381,444.36	\$ 281,206.68

**RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO**

TREMA		VPN	5%	\$ 784,059.18
TIR			15%	\$ 418,476.47
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	2.1 AÑOS		25%	\$ 197,705.82
			29%	\$ 134,770.91
			35%	\$ 59,328.52
			39%	\$ 19,022.11

NOTA: TODAS LAS CIFRAS MANEJADAS EN ESTA TABLA ESTAN EN DOLARES AMERICANOS

Tabla 28.- FLUJO DE EFECTIVO DE LA MINA REINA DEL COBRE CONSIDERANDOLA COMO MINA INDEPENDIENTE.

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO		1997	1998	1999	2000	2001
CONCEPTO	OPERACIÓN					
A	TONELADAS DE MINERAL	89,100	89,100	89,100	89,100	18,736
B	VALOR/TON	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78
C	INGRESO	\$ 2,820,698.00	\$ 2,820,698.00	\$ 2,820,698.00	\$ 2,820,698.00	\$ 614,166.08
D	C.OPERACIÓN/TON	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 1,021,086.00	\$ 1,021,086.00	\$ 1,021,086.00	\$ 1,021,086.00	\$ 214,714.56
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 399,451.52
G	DEPRECIACIÓN	66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 1,832,940.02	\$ 1,773,237.77	\$ 1,773,237.77	\$ 1,773,237.77	\$ 273,077.29
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 769,834.81	\$ 744,759.86	\$ 744,759.86	\$ 744,759.86	\$ 114,692.46
J	UTILIDAD NETA	\$ 1,063,105.21	\$ 1,028,477.91	\$ 1,028,477.91	\$ 1,028,477.91	\$ 158,384.83
K	DEPRECIACIÓN	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					\$ 159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 1,129,777.19	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 443,839.32
N	INVERSIÓN	\$ (725,762.66)				
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (725,762.66)	\$ 1,129,777.19	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 443,839.32

RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO

TREMA	29%	VPN	10%	2,897,961.107
TIR	154%		20%	2,017,783.640
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	75 AÑOS		29%	1,480,697.265
			50%	779,623.452
			80%	327,692.882
			100%	179,121.912
			120%	87,612.007
			130%	55,145.298
			148%	11,606.125

NOTA: TODAS LAS CIFRAS MANEJADAS EN ESTA TABLA ESTAN DADAS EN DOLARES AMERICANOS

### 6.3. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Por evaluación financiera se entiende, el acercamiento más razonable hacia el reconocimiento de la potencialidad de un depósito mineral desde el punto de vista técnico - económico. Esto hace pensar en un enfoque económico realista del yacimiento, desde la exploración del área hasta que, a través de etapas sucesivas, se toma una decisión para comenzar la producción.

El análisis financiero es esencial para tomar decisiones adecuadas en diferentes etapas de la explotación de un depósito mineral y está relacionado con los costos y utilidades potenciales de las diferentes etapas del proyecto o vida de la mina, cuando ésta ya se encuentre en producción.

La mina Reina del Cobre inició como un proyecto, donde se empezaron a habilitar y desarrollar obras viejas y nuevas para comenzar la producción; hoy en día esta mina produce 270 toneladas por día de minerales de plata, plomo, zinc y cobre. La importancia de hacer la evaluación financiera de esta mina, radica en dar a conocer un panorama general del comportamiento actual como parte de la unidad y cómo se comportaría si se trabajara de manera independiente, esto, con el fin de justificar la inversión actual y nuevas inversiones en esta mina para aumentar la producción.

#### 6.3.1. TASA DE RENDIMIENTO MÍNIMA ATRACTIVA (TREMA).

La tasa de rendimiento mínima atractiva es aquella tasa que establecen los inversionistas o dueños de una empresa para aplicarla en el análisis de viabilidad, para asegurar que el proyecto o inversión que se va a realizar será rentable.

Generalmente esta tasa está basada en el costo de oportunidad del capital, que es el promedio de la proporción de las fuentes de deuda y capital propio para estimar la tasa de interés real pagada por las inversiones de capital.

Cuando el financiamiento es propio, unas de las bases para establecer la TREMA son los indicadores bancarios como los CETES o la TIIE, pues son las tasas de oportunidad alternativas para comparar la decisión de invertir en el proyecto.

Forma de establecer la **TREMA** para la Mina Reina del Cobre, considerando que se utilizan recursos propios:

CETES:<sup>4</sup> 18.95 % Promedio anual 1997

TIIE:<sup>5</sup> 20.15 % Promedio anual 1997

Promedio del TIIE y CETES =  $(18.95 + 20.15) / 2 = 19.55 \%$

Considerando financiamiento propio, un 10% adicional por riesgos de inversión <sup>6</sup>

$$\text{TREMA} = 19.55 + 10 = 29.55\%$$

4) CETES : Certificados de la Tesorería de la Federación.

5) TIIE: Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio.

6) RIESGOS DE INVERSION.- Son llamados así a aquellos factores que pueden afectar la rentabilidad del proyecto por ejemplo: la certeza de la existencia del mineral en el depósito, la variación de las leyes en el depósitos, cambio de la cotización del dólar o una baja en el precio de los metales.

### 6.3.2. MÉTODO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN).

El método del valor presente neto es un criterio financiero ampliamente utilizado en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto, descontados con la TREMA, y comparar esta equivalencia con la inversión. Cuando el resultado es positivo, el proyecto cubre las expectativas financieras de los inversionistas.

Es decir valor presente neto: es el valor efectivo hoy en día de los fondos disponibles para ser distribuidos a los dueños de la propiedad, a lo largo de la vida de una operación minera.

Estos fondos, después de la deducción de todos los impuestos y otros cargos de la operación, se descuentan a una tasa de interés aceptable (TREMA) para los periodos entre fechas de distribución y el presente, si este valor presente no iguala o excede la inversión requerida para tener la propiedad en producción, muchas compañías no considerarían la operación lo suficientemente atractiva como para garantizar los riesgos de inversión y operación involucrados.

Fórmula para determinar el Valor Presente neto.

$$VPN = - S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

$S_0$  = inversión inicial

$S_t$  = flujo neto de efectivo del periodo  $t$

$t$  = número de periodos de vida del proyecto

$i$  = TIR o TREMA

V.P.N. para el caso 1 = con TREMA (29%) = (como parte de la unidad)	197,705
V.P.N. para el caso 2 = con TREMA (29%) = (como mina independiente)	1,490,897

De acuerdo con estos resultados (con referencia en tablas 24 y 25), se ve que para una TREMA de 29%, el caso de estudio 2 tiene un mayor valor presente neto (VPN) que el caso 1. Por lo tanto como el VPN es el indicador que interesa a los inversionistas, se considera aceptable el proyecto de invertir en la mina Reina del Cobre y desarrollar los proyectos para aumentar la producción.

### 6.3.3. MÉTODO DE LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

En todos los criterios de decisión, se utiliza alguna clase de índice, medida de equivalencia o base de comparación capaz de resumir las diferencias de importancia que existen entre las alternativas de inversión. Una base de comparación es un índice que contiene cierta clase de información sobre la serie de ingresos y gastos a que da lugar una oportunidad de inversión.

La **tasa interna de rendimiento**, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como aquella tasa de descuento que reduce a cero el valor presente neto; es decir, la tasa de rendimiento de una propuesta de inversión, es aquella tasa de descuento que satisface la siguiente ecuación:

$$TIR = i, \text{ tal que } -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} = 0$$

Donde:

$S_0$  = inversión inicial

$S_t$  = flujo neto de efectivo del periodo  $t$

$n$  = años de vida de la propuesta de inversión.

$i$  = TIR

Otra definición se puede expresar como sigue: La tasa interna de rendimiento es una medida de rentabilidad bajo la cual los flujos de caja positivos (ingresos), en el presente, se igualan con los flujos de caja negativos (desembolsos). Si la tasa de interés calculada, (tasa interna de rendimiento) es mayor que la tasa de interés para financiamiento del proyecto (**TREMA**), entonces el proyecto es rentable.

TIR Para el caso 1 = 41 %

TIR Para el caso 2 = 154%

Con estos resultados (con referencia en las tablas 24 y 25), se justifica el o los posibles préstamos que en dado caso se requieran de una institución de préstamo. El proyecto de inversión en la mina Reina del Cobre está soportado con más de cien puntos porcentuales comparada con la tasa preestablecida como aceptable (**TREMA**).

### 6.3.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL (PRC).

El periodo de recuperación de capital, se define como la cantidad de años requerida para que el capital invertido sea recuperado. Se considera más atractivo el proyecto en aquel caso donde la inversión se recupera más rápidamente

PRC Para el caso 1 = 2.10 años

PRC Para el caso 2 = 0.75 años



Para los casos de estudio se tiene que al invertir en Reina del Cobre el capital será recuperado más rápidamente (0.75 años) si se trabaja como mina independiente (ver referencia en tablas 24 y 25), y tiene un menor soporte al trabajar como parte de la unidad (2.1 años) aunque aun así se considera rentable al recuperarse la inversión antes de la mitad de la vida de la mina.

### 6.3.5. FACTOR DE VIABILIDAD

El factor de viabilidad es otra de las herramientas que son utilizadas para evaluar un proyecto y ver su rentabilidad. Este método da una visión rápida del posible comportamiento del proyecto considerando lo siguiente.

**Factor de viabilidad** = Si el ingreso por tonelada de mineral es igual o excede en el doble a los costos de operación por tonelada de mineral, se puede esperar que el proyecto sea un éxito económico.

Cuando es el ingreso y los costos son iguales no se tienen pérdidas ni ganancias, cuando el ingreso es el doble que los costos se tiene un 100% de ganancias, por eso se dice, que cuando es el doble se esperara un éxito en el negocio.

$$FV = \frac{\text{ingreso unitario}}{\text{costo unitario}} \geq 2$$

El valor unitario de los ingresos corresponde al valor unitario de las reservas de mineral (tabla 19 ó anexo sección C), y el valor unitario de los costos es el correspondiente al costo por tonelada generado por las minas, la planta de beneficio y la administración (tablas 22 y 23).

F:V: Para el caso 1 =	21.68 / 15.33	=	1.41
F:V: Para el caso 2=	32.78 / 11.46	=	2.86

#### 6.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

El análisis de sensibilidad es un procedimiento que sirve para analizar los factores de riesgo que intervienen como datos en los modelos económicos. Los factores se van cambiando para determinar su impacto en la rentabilidad del proyecto. El método proporciona una variedad de resultados bajo condiciones preestablecidas que permiten identificar los elementos sensibles, es decir aquellos que implican mayor impacto para la rentabilidad del proyecto y sobre las cuales se debe enfocar la atención y esfuerzo para mejorar.

Una de las variables que más afectan a los flujos de efectivo son los egresos (costo por tonelada de mineral), esta variable puede ser afectada ya sea por el alza en el precio inesperado de los insumos, consumos excesivos de estos o por la inflación en el país.

Otra de las variables que pueden impactar la rentabilidad es la cotización de los metales, esta variable ha hecho que muchas empresas mineras tengan que cerrar sus operaciones debido a un inesperado cambio a la baja en la cotización de los metales que producen, por ello es necesario tomarla en cuenta para el análisis de viabilidad. Las inversiones que se realizan o se pretenden realizar en un proyecto, es otra variable importante para analizar, ya que si la inversión es demasiado grande y los minerales no pagan la inversión, el proyecto no se realizará.

Dado esto se realizó un análisis de sensibilidad de las tres variables antes mencionadas, en un rango de variación de -30% a + 30% con intervalos de 10%.

**Resultados del análisis de sensibilidad:** En la Tabla 26 y gráfica 1 se analiza el "caso 1", se observa que es sensible a las variaciones de las cotizaciones, una variación a la baja haría que la TIR fuera igual a cero. Generalmente se desea que la TIR sea por lo menos semejante a la TREMA, este caso sucede cuando las cotizaciones pierden diez puntos porcentuales. Cualquier variación positiva fortalece el proyecto.

Con respecto a la variación en el costo por tonelada (egresos), se tiene también es muy sensible al aumentos de estos, ya que no soporta un aumento del 10%. En este caso cualquier variación en la disminución de los costos es apropiada para fortalecer el proyecto; finalmente al analizar la inversión, se ve que su comportamiento es parecido al de la variable costos, pero en este caso el proyecto puede soportar hasta un 15% en el aumento de los costos de inversión.

Analizando el caso 2 de estudio, se ve claramente en la tabla 27 y en la gráfica numero 2, que cualquier variación positiva o negativa, en las cotizaciones, costos por tonelada y costos de inversión, no afectan la rentabilidad del proyecto, por lo cual se refuerza el estudio de invertir y producir mayor mineral de la mina Reina del Cobre, por lo que se tendrá que analizar la mejor alternativa de producción para la mina Reina del Cobre y su contribución al total de la unidad, considerando las condiciones actuales de la mina y los proyectos de inversión que se necesarios para satisfacer las necesidades futuras de la mina Reina del Cobre.

Tabla 26.-ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL FLUJO DE EFECTIVO DE LA MINA REINA DEL COBRE, CONSIDERANDOLA COMO PARTE DE LA UNIDAD VELARDENA

CONCEPTO	ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO					TIR
	1987	1988	1989	2000	2001	
A TONELAJES DE MINERAL		89,100	89,100	89,100	89,100	
B VALOR/TON		21.68	21.68	21.68	21.68	19.736
C INGRESO		\$ 1,931,688.00	\$ 1,931,688.00	\$ 1,931,688.00	\$ 1,931,688.00	\$ 406,196.46
D O. OPERACION/TON		15.33	15.33	15.33	15.33	15.33
E COSTO OPERACIÓN		\$ 1,366,903.00	\$ 1,366,903.00	\$ 1,366,903.00	\$ 1,366,903.00	\$ 287,222.88
F UTILIDAD DE OPERACIÓN		\$ 565,785.00	\$ 565,785.00	\$ 565,785.00	\$ 565,785.00	\$ 118,973.00
G DEPRECIACIÓN		66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H UTILIDAD BRUTA		\$ 499,113.02	\$ 439,410.77	\$ 439,410.77	\$ 439,410.77	\$ (7,400.63)
I IMPUEST. Y REP UTILIDAD (45%)		\$ 209,627.47	\$ 184,562.52	\$ 184,562.52	\$ 184,562.52	\$ (3,108.26)
J UTILIDAD NETA		\$ 289,485.55	\$ 254,858.25	\$ 254,858.25	\$ 254,858.25	\$ (4,292.37)
K DEPRECIACIÓN		\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L VALOR DE RESCATE						\$ 159,060.26
M FLUJO DE EFECTIVO		\$ 356,157.53	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
N INVERSIÓN		\$ (726,772.68)				
O FLUJO NETO DE EFECTIVO		\$ (370,615.15)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	0%	\$ 368,187.63	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	10%	\$ 488,196.43	\$ 493,270.38	\$ 493,270.38	\$ 493,270.38	\$ 304,721.82
	20%	\$ 580,233.34	\$ 605,308.28	\$ 605,308.28	\$ 605,308.28	\$ 328,280.82
	30%	\$ 692,271.24	\$ 717,346.19	\$ 717,346.19	\$ 717,346.19	\$ 351,840.31
	40%	\$ 804,309.14	\$ 829,384.10	\$ 829,384.10	\$ 829,384.10	\$ 375,399.80
	-20%	\$ 132,081.72	\$ 167,166.67	\$ 167,166.67	\$ 167,166.67	\$ 234,043.33
	-10%	\$ 244,119.63	\$ 289,194.67	\$ 289,194.67	\$ 289,194.67	\$ 257,602.73
	10%	\$ 276,936.16	\$ 302,010.10	\$ 302,010.10	\$ 302,010.10	\$ 264,603.20
	20%	\$ 389,112.78	\$ 414,186.72	\$ 414,186.72	\$ 414,186.72	\$ 376,778.82
	30%	\$ 501,289.40	\$ 526,363.34	\$ 526,363.34	\$ 526,363.34	\$ 488,954.44
	40%	\$ 613,466.02	\$ 638,539.96	\$ 638,539.96	\$ 638,539.96	\$ 601,130.06
	-20%	\$ 514,802.28	\$ 639,677.22	\$ 639,677.22	\$ 639,677.22	\$ 314,479.98
	-10%	\$ 436,379.80	\$ 480,464.86	\$ 480,464.86	\$ 480,464.86	\$ 297,871.06
VARIANDO COSTO POR TONELAJADA						
	10%	\$ (798,349.82)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	20%	\$ (870,827.07)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	30%	\$ (943,304.32)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	40%	\$ (1,015,781.57)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	-20%	\$ (680,618.08)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	-10%	\$ (653,195.30)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
VARIANDO INVERSIÓN						
	10%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	20%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	30%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	40%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	-20%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12
	-10%	\$ (726,772.68)	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 381,232.48	\$ 281,162.12

GRAFICA No.1.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD CONSIDERANDO LA MINA REINA DEL COBRE COMO PARTE DE LA UNIDAD VELARDEÑA.

% de Variación	-30	-20	-10	0	10	20	30
Varlando Cotizaciones	TIR	6	23	41	58	76	92
Varlando costos por tonelada	TIR	77	65	53	41	29	16
Varlando costo de Inversión	TIR	66	56	48	41	36	31
TREMA	29	29	29	29	29	29	29

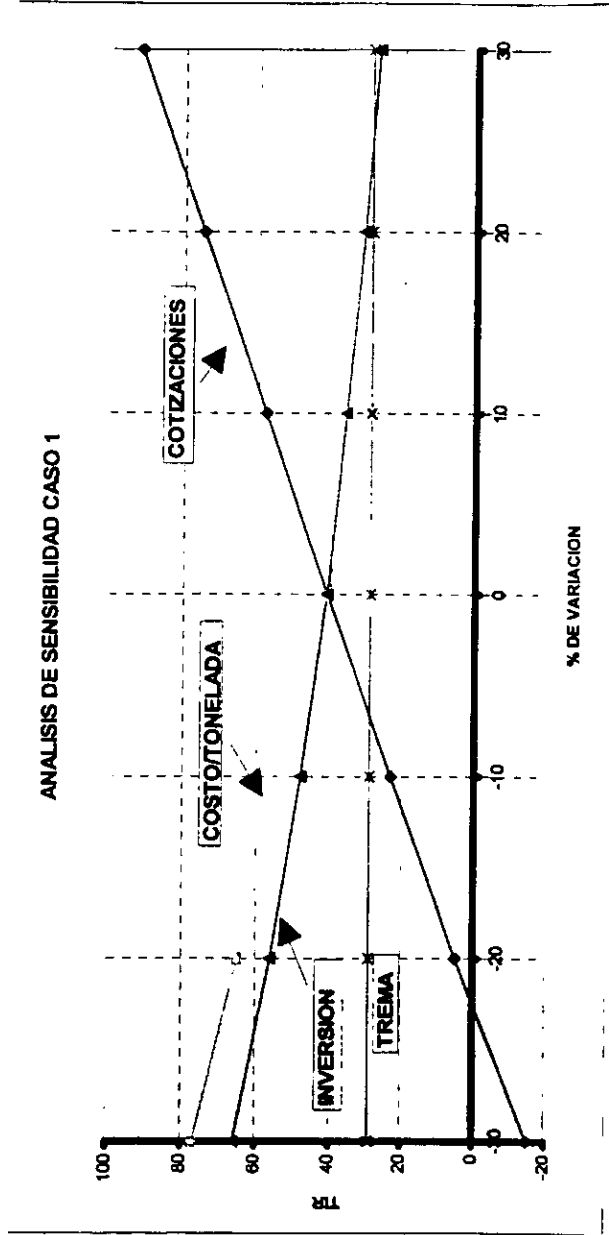


Tabla 27.-ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL FLUJO DE EFECTIVO DE LA MINA REINA DEL COBRE, CONSIDERANDOLA COMO INDEPENDIENTE

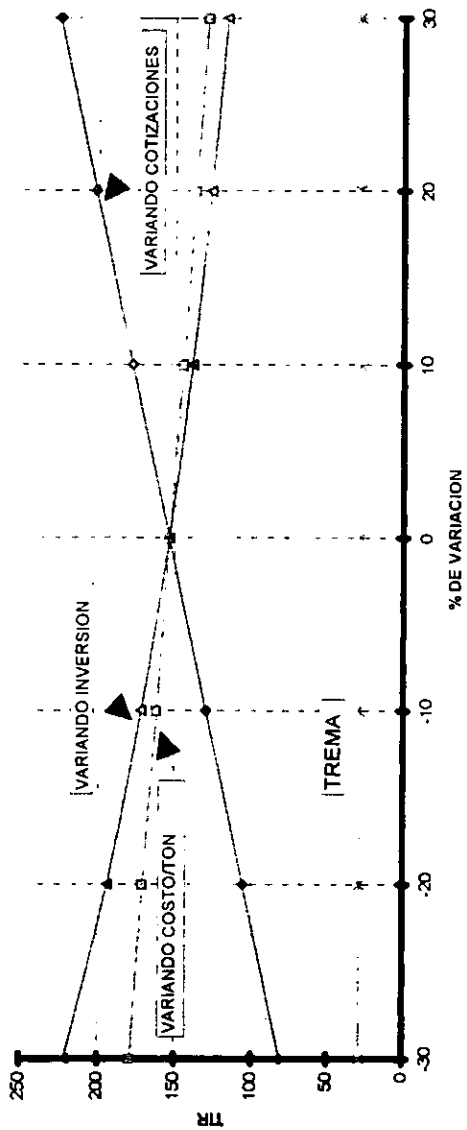
ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO						
CONCEPTO	1997	1998	1999	2000	2001	
OPERACION						
A TONELADAS DE MINERAL	89,100	89,100	88,100	89,100	89,100	18,736
B VALOR/TON	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78	\$ 32.78
C INGRESO	\$ 2,920,698.00	\$ 2,920,698.00	\$ 2,920,698.00	\$ 2,920,698.00	\$ 2,920,698.00	\$ 614,166.08
D C. OPERACIÓN/TON	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46	\$ 11.46
E COSTO OPERACIÓN	\$ 1,021,088.00	\$ 1,021,088.00	\$ 1,021,088.00	\$ 1,021,088.00	\$ 1,021,088.00	\$ 214,714.56
F UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 1,899,612.00	\$ 389,451.52
G DEPRECIACIÓN	66,871.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H UTILIDAD BRUTA	\$ 1,832,740.02	\$ 1,773,237.77	\$ 1,773,237.77	\$ 1,773,237.77	\$ 1,773,237.77	\$ 273,077.29
I IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 769,834.81	\$ 744,759.86	\$ 744,759.86	\$ 744,759.86	\$ 744,759.86	\$ 114,892.46
J UTILIDAD NETA	\$ 1,062,905.21	\$ 1,028,477.91	\$ 1,028,477.91	\$ 1,028,477.91	\$ 1,028,477.91	\$ 158,384.83
K DEPRECIACIÓN	\$ 66,871.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L VALOR DE RESCATE						\$ 159,080.26
M FLUJO DE EFECTIVO	\$ 1,129,777.19	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 1,154,852.14	\$ 443,839.32
N INVERSIÓN	\$ (725,772.56)					
O FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	0%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
VARIANDO COTIZACIONES						
	10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
VARIANDO COSTO POR TONELADA						
	10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
VARIANDO INVERSIÓN						
	10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-30%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-20%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32
	-10%	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ (725,772.56)	\$ 443,839.32

NOTA: CIFRAS EN DOLARES AMERICANOS

GRAFICA No. 2.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD CONSIDERANDO LA MINA REINA DEL COBRE INDEPENDIENTE DE LA UNIDAD VELARDEÑA

% DE VARIACION	-30	-20	-10	0	10	20	30
Variando Cotizaciones	TIR	81	106	130	154	178	202
Variando Costos/ Ton	TIR	179	171	162	154	145	137
Variando Costo de Inversión	TIR	222	194	172	154	139	127
TREMA		29	29	29	29	29	29

ANALISIS DE SENSIBILIDAD CASO 2



## **6.5 ANÁLISIS DEL RITMO ÓPTIMO PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA REINA DEL COBRE.**

Una de las interrogantes en toda mina es determinar el ritmo óptimo de producción o tamaño óptimo de la mina para maximizar sus utilidades. Este estudio se basará en el total de toneladas y los valores que contienen sus minerales, en él se analizarán diferentes opciones de producción para la mina Reina del Cobre y determinar la opción óptima.

En el capítulo tres (Reservas Minerales), se mencionó el tonelaje actual en reservas de cada mina y la vida estimada de acuerdo con la producción actual (tablas 6 a 9). Basándose en estos datos se harán diferentes compósitos y se analizarán para determinar cual es el que dará la mayor rentabilidad para la unidad Velardeña.

Aunado al estudio de viabilidad, la decisión final será tomada al considerar también las condiciones actuales de la mina y los proyectos que se contemplen para aumentar la producción.

### **6.5.1. ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN, BALANCES METALÚRGICOS, VALORES UNITARIOS Y VALOR DE LAS RESERVAS DE MINERAL APLICADOS AL MINERAL DE LA UNIDAD VELARDEÑA.**

Para determinar un ritmo óptimo de explotación de la mina Reina del Cobre<sup>7</sup>, se variará su producción junto con la de las minas Santa María y Azules, manteniendo siempre una producción de 900 toneladas por día.

Con ello, a partir de los balances metalúrgicos de los nuevos compósitos, se determinará aquel que dé la mayor rentabilidad..

7)En este caso y sólo para efectos de estudio, se considera que las reservas de la mina aumentan de modo tal que garantizan cantidad y calidad para el periodo de estudio. Esto se sustenta a partir de las reservas potenciales que se incorporarían a partir del desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra el estudio de diferentes alternativas de producción para el aumento en la producción de la mina Reina del Cobre.

### ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN,

**Tabla 28.- OPCIÓN 1**

MINA	t/día	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
SANTA MARIA	530	5.16	36	0.8	0.0	6.75	16.75
REINA DEL COBRE	320	4.84	110	1.06	1.36	2.63	8.34
AZULES	50	4.14	59	0.83	0.00	4.21	9.75
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>4.98</b>	<b>64</b>	<b>0.89</b>	<b>0.48</b>	<b>5.14</b>	<b>13.37</b>

**Tabla 29.- OPCIÓN 2**

MINA	t/día	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
SANTA MARIA	470	5.16	36	0.80	0.00	6.75	16.75
REINA DEL COBRE	380	4.84	110	1.06	1.36	2.63	8.34
AZULES	50	4.14	59	0.83	0.00	4.21	9.75
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>4.96</b>	<b>69</b>	<b>0.91</b>	<b>0.57</b>	<b>4.87</b>	<b>12.81</b>

**Tabla 30.- OPCIÓN 3**

MINA	t/día	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
SANTA MARIA	425	5.16	36	0.80	0.00	6.75	16.75
REINA DEL COBRE	425	4.84	110	1.06	1.36	2.63	8.34
AZULES	50	4.14	59	0.83	0.00	4.21	9.75
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>4.95</b>	<b>72</b>	<b>0.93</b>	<b>0.64</b>	<b>4.66</b>	<b>12.38</b>

**Tabla 31.- OPCIÓN 4**

MINA	t/día	ANCHO	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe
SANTA MARIA	470	5.16	36	0.80	0.00	6.75	16.75
REINA DEL COBRE	430	4.84	110	1.06	1.36	2.63	8.34
AZULES	0	4.14	59	0.83	0.00	4.21	9.75
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>5.01</b>	<b>72</b>	<b>0.92</b>	<b>0.65</b>	<b>4.78</b>	<b>9.23</b>

La opción 4 se integra ya que la mina Azules tiene solo reservas para dos años, por lo que se considera que entre la mina Santa María y la mina Reina del Cobre van a sostener la producción de 900 toneladas.



**Tabla 32.- RESULTADOS DE LOS BALANCES METALÚRGICOS APLICADOS A LOS DIFERENTES RITMOS DE PRODUCCIÓN.**

	CABEZA	CONC. Pb	CONC. Cu	CONC. Zn	COLAS
OPCIÓN 1	900 t	11 t	10 t	76 t	801 t
OPCIÓN 2	900 t	11 t	13 t	71 t	803 t
OPCIÓN 3	900 t	13 t	16 t	67 t	804 t
OPCIÓN 4	900 t	13 t	16 t	70 t	802 t

**Tabla 33.- VALORES UNITARIOS DE LOS METALES APLICADOS A LOS RITMOS DE PRODUCCIÓN ANTERIORES.**

	Ag US Dlls por 1 gramo	Pb US Dlls por 1%	Cu US Dlls por 1%	Zn US Dlls por 1%
OPCIÓN 1	0.0987	1.3135	5.3477	3.7645
OPCIÓN 2	0.1034	1.4015	5.7875	3.7118
OPCIÓN 3	0.1105	1.4856	6.2981	3.6606
OPCIÓN 4	0.1105	1.5018	6.2012	3.7285

Estos datos son obtenidos aplicando la misma metodología que al haber evaluado la mina Reina del Cobre como mina dependiente e independiente de la Unidad Velardeña

**Tabla 34.- VALOR DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE LA UNIDAD VELARDEÑA ANALIZADA BAJO LAS CUATRO OPCIONES DE PRODUCCIÓN**

	SANTA MARÍA	REINA DEL COBRE	AZULES	TOTAL
ACTUAL	23.31 US Dlls / t	21.70 US Dlls / t	17.80 US Dlls / t	22.52 US Dlls / t
OPCIÓN 1	30.01 US Dlls / t	29.42 US Dlls / t	22.76 US Dlls / t	29.40 US Dlls / t
OPCIÓN 2	29.89 US Dlls / t	30.49 US Dlls / t	22.89 US Dlls / t	29.88 US Dlls / t
OPCIÓN 3	29.87 US Dlls / t	31.92 US Dlls / t	23.16 US Dlls / t	30.47 US Dlls / t
OPCIÓN 4	30.35 US Dlls / t	31.99 US Dlls / t	0.00 US Dlls / t	31.12 US Dlls / t

## 6.5.2. ANÁLISIS DE LA MEJOR OPCIÓN PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LA MINA REINA DEL COBRE.

La mejor opción para tomar la decisión de invertir en una mina, es aquella que arroja los mejores resultados, para ello, después de haber obtenido los valores de las reservas de mineral para cada una de las opciones de aumento de producción, se procede a realizar los flujos netos de efectivo para evaluar cada opción, estos flujos se muestran en las tablas del anexo sección D, al resultado de estos flujos se les aplico el método de la TIR y del VPN, para ver el comportamiento en el tiempo de cada una de las opciones; los resultados que se obtuvieron en este análisis fueron:

CONCEPTO	ACTUAL	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
VPN	290,105	1,217,847	1,595,294	1,929,407	2,060,375
TIR	53%	122%	150%	174%	183%

Observando estos resultados, se ve que al aumentar la producción de la mina Reina del Cobre las condiciones financieras de la Unidad mejorarían de gran manera, teniendo como mejor opción de aumento las alternativas 3 y 4, o sea que se tendría que aumentar la producción en la mina Reina del Cobre a 435 ó 430 toneladas por día lo que equivaldría a un aumento en su producción del 59%, aunque las alternativas 1 y 2 no se deben descartar ya que también reflejan buenos resultados. Para la decisión final se debe de analizar las condiciones actuales de la mina y las condiciones futuras que el proyecto trae consigo, además del posible potencial que se espera en los niveles 10 a 14; estos datos se mencionaron en los capítulos 3 y 4.

Además considerando que actualmente la mina Reina del Cobre, cuenta con un total de 375,136 toneladas de mineral, que al ritmo actual de producción se tiene una vida de la mina de 4.6 años (esto haciendo que las reservas pasen al grado de positivas).

Al ritmo actual de producción la mina Santa María tiene una vida de 7.08 años con un tonelaje de 1,236,325 toneladas, la mina Azules tiene una vida de 1.99 años con un tonelaje de 30,136 toneladas.

Para ver el comportamiento y la variación de la vida de cada una de las minas con los diferentes opciones de producción hay que analizar la tabla 35, en la cual se desglosa la variación en tonelaje y vida en cada opción.

**Tabla 35.- CAMBIO DE LAS CONDICIONES DE VIDA DE LAS MINAS AL AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN REINA DEL COBRE.**

**Opción 1**

MINA	TON/DIA	TONELAJE EN RESERVAS	VIDA DE LA MINA
SANTA MARIA	530	1,236,325	7.06 AÑOS
REINA DEL COBRE	320	375,136	3.55 AÑOS
AZULES	50	30,136	1.82 AÑOS
TOTAL UNIDAD	900	1,641,397	5.52 AÑOS

**Opción 2**

MINA	TON/DIA	TONELAJE EN RESERVAS	VIDA DE LA MINA
SANTA MARIA	470	1,236,325	7.97 AÑOS
REINA DEL COBRE	380	375,136	2.99 AÑOS
AZULES	50	30,136	1.99 AÑOS
TOTAL UNIDAD	900	1,641,397	5.52 AÑOS

**Opción 3**

MINA	TON/DIA	TONELAJE EN RESERVAS	VIDA DE LA MINA
SANTA MARIA	425	1,236,325	8.81 AÑOS
REINA DEL COBRE	425	375,136	2.67 AÑOS
AZULES	50	30,136	1.99 AÑOS
TOTAL UNIDAD	900	1,641,397	5.52 AÑOS

**Opción 4**

MINA	TON/DIA	TONELAJE EN RESERVAS	VIDA DE LA MINA
SANTA MARIA	470	1,236,325	7.97 AÑOS
REINA DEL COBRE	430	375,136	2.64 AÑOS
AZULES	0	30136	AÑOS
TOTAL UNIDAD	900	1,641,397	5.52 AÑOS

Con el análisis anterior se ve que la vida de la mina Reina del Cobre disminuye conforme su producción aumenta, por lo tanto los niveles 10 a 14 deben aportar las suficientes toneladas para hacer equivalentes las vidas de las minas Reina del Cobre y Santa María. Del capítulo dos en el tema de análisis de datos y nuevas fases de exploración se vio que el tonelaje esperado para la mina Reina del Cobre en los niveles 10 a 14 es de aproximadamente 781,808 t, con estas reservas el potencial de Reina del Cobre aumentara a 1,156,944 t que a los diferentes ritmos de producción se tendrá una vida de:

320 t = 10.95 años  
 380 t = 9.22 años  
 425 t = 8.24 años  
 430 t = 8.15 años

Las opciones 3 y 4 hacen equivalentes las vidas de las minas Reina del Cobre y Santa María, además de que son las que dan los mejores resultados al evaluarlas con el VPN y la TIR por lo tanto son estas dos opciones las que se considerarán para el aumento de la producción.

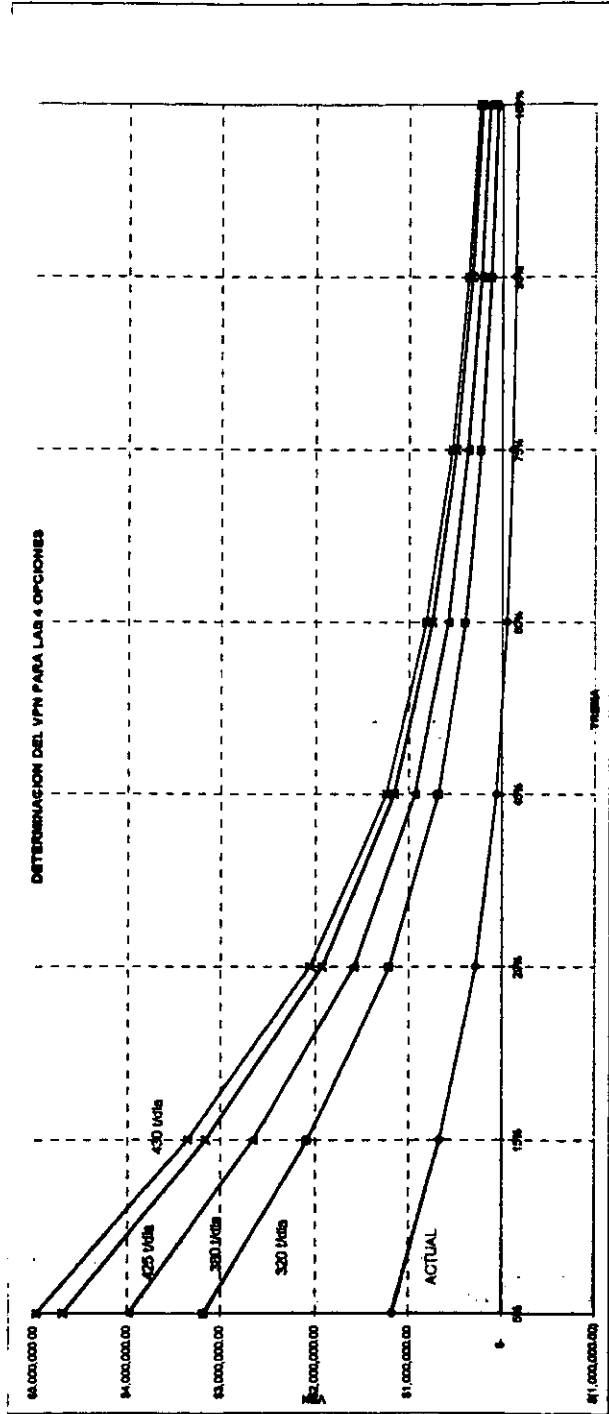
Ahora considerando que actualmente sólo es posible acarrear a planta de beneficio un total de 372 toneladas por día, cuando se concluyan los trabajos desarrollo y preparación se tendrá que tener una flotilla de 10 camiones que realicen 4 ciclos de acarreo por día.

La capacidad de manto con el nuevo malacate será de 480 t/día. Suficiente para mantener el mineral requerido en el aumento de la producción.

Se establecen como las opciones más adecuadas para el aumento de producción 425 ó 430 t/día. Considerando estas opciones la Unidad Velardeña tendría una vida de tres años más del horizonte planteado en este análisis, en los cuales se tendrán utilidades superiores a las actuales además que serán suficientes para explorar mejor las minas y con la infraestructura que se propone tener en Reina del Cobre hacer de esta mina la principal de la Unidad Velardeña.

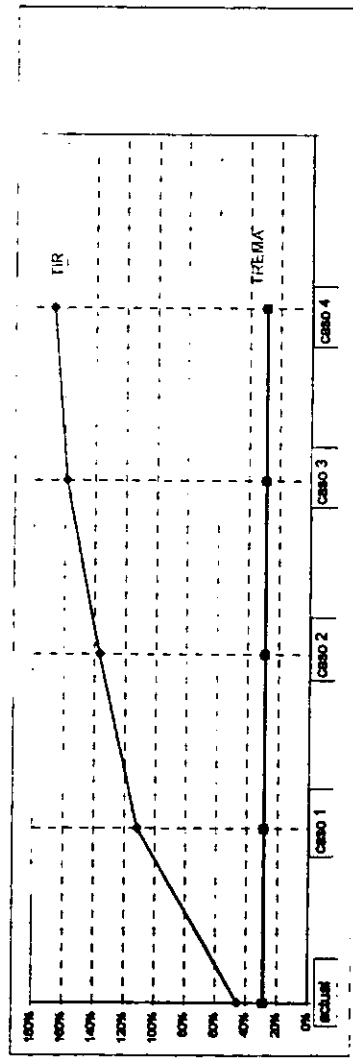
GRAFICA No. 3 ESTIMACIÓN DEL VALOR PRESENTE NETO APLICADO A LAS TRES OPCIONES DE AUMENTO DE PRODUCCIÓN

TREMA	ACTUAL	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
6%	\$ 1,189,777.04	\$ 3,177,196.92	\$ 3,986,763.10	\$ 4,701,490.03	\$ 4,982,049.28
15%	\$ 680,606.26	\$ 2,086,677.35	\$ 2,667,182.67	\$ 3,163,162.95	\$ 3,361,600.41
29%	\$ 290,105.29	\$ 1,217,847.57	\$ 1,595,294.80	\$ 1,929,407.93	\$ 2,060,375.79
45%	\$ 64,612.65	\$ 688,055.30	\$ 941,699.76	\$ 1,166,223.73	\$ 1,264,234.11
60%	\$ (45,978.21)	\$ 408,216.64	\$ 693,003.36	\$ 756,675.11	\$ 820,693.04
75%	\$ (107,636.86)	\$ 237,222.82	\$ 377,626.82	\$ 601,722.76	\$ 660,406.88
80%	\$ (142,610.43)	\$ 127,873.64	\$ 237,918.67	\$ 336,329.61	\$ 373,613.29
105%	\$ (162,293.89)	\$ 55,443.89	\$ 144,029.39	\$ 222,444.64	\$ 263,182.22
160%	\$ (179,408.76)	\$ (62,193.34)	\$ (436.40)	\$ 45,378.42	\$ 63,337.21
180%				\$ (8,676.97)	\$ 4,746.02



**GRAFICA 4.- TIR DE LOS DIFERENTES CASOS DE ESTUDIO PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION**

CASO	TIR	TREMA
ACTUAL	46%	29%
CASO1	112%	29%
CASO 2	137%	29%
CASO3	169%	29%
CASO4	188%	29%



## CAPITULO 7

---

### 7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el presente trabajo se describió la problemática que tiene la mina Reina del Cobre para desarrollar y explorar sus cuerpos minerales debido a la escasa infraestructura con la que cuenta, a partir de este problema se decidió hacer un análisis de esta mina considerándola como parte de la unidad Velardeña y como mina independiente para analizar la aportación actual y futura, además de un posible crecimiento en su producción considerando los buenos valores en leyes de plata, plomo y cobre que tiene. Realizado este análisis se sacaron las siguientes conclusiones y recomendaciones que pueden contribuir al mejoramiento de las condiciones de la Unidad Velardeña.

#### 7.1 CONCLUSIONES.

El problema principal de la mina Reina del Cobre refiriéndose al potencial de reservas explotables (probadas y probables), es que no se han realizado las obras para el incremento de estas debido a que no se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar las obras de exploración para ello y cumplir con la producción actual. Por esta razón se realizó el análisis financiero de esta mina para ver su potencialidad y analizar el aumento de su producción con el fin de justificar las inversiones que se tienen que hacer para lograr este fin, además de mejorar las condiciones financieras de la unidad Velardeña.

El proyecto de electrificación es una de las prioridades que se deben realizar para que la infraestructura de Reina del Cobre vaya creciendo. a partir de este proyecto todos los demás (malacate de 5.4 t. mayor volumen de aire comprimido, desarrollo y exploración de la mina etc.) serán más fáciles de realizar.

El proyecto de invertir en mina Reina del Cobre. resulta viable, ya que al evaluarse como mina independiente este es soportado con una TIR del **154%**. un VPN para la tasa establecida como rentable (TREMA 29%) de **1,490,897 US Dlls.** además el periodo de retorno de capital es menor a un año y el análisis de sensibilidad que resultó favorable variando de +30% a -30 % los costos por tonelada, inversión y cotizaciones .

La contraparte de esta decisión es considerar la mina como parte de la unidad Velardeña (condiciones actuales). debido a que el proyecto tiende a ser muy sensible a aumentos en los costos por tonelada, inversión y cotizaciones. Para este caso con sólo el 10% de variación negativa en las variables estudiadas, el proyecto tiende a no ser rentable, a pesar que se obtuvo una **TIR = 41%**, 12 puntos porcentuales mayor que la **TREMA (29%)**.

Las opciones más viables para aumentar la producción en Reina del Cobre resultaron ser: 425 t/día considerando el mineral que se tiene cubicado en las tres minas y 430

Udía considerando que sólo Santa María y Reina del Cobre van a ser las minas que producirán mineral a futuro. Estas dos opciones son las que dan los mejores resultados al hacer la evaluación financiera además hacen equivalente la vida en ambas minas y dan un horizonte de vida para la Unidad Velardeña de tres años más que el horizonte planteado para este estudio (5 años).

El método de explotación más adecuado para la explotación de los bloques en los niveles 10 a 14, es el de tumba sobre carga con cruceros de extracción, ya que tiene la versatilidad de poder cambiar al método de bancos descendentes en el momento que se requiera de la disposición inmediata del mineral, sin necesidad de obras adicionales o interrupción del ciclo de minado.

Hasta ahora el método de depresión de minerales de Pb y flotación de minerales de Cu agregando como reactivos principales almidón caústico, bisulfito de sodio y orión 99, es el que ha dado los mejores resultados en lo referente a la separación plomo - cobre.

## **7.2. RECOMENDACIONES.**

Para resolver el problema de las reservas de mineral es necesario incorporar al grado de explotables las reservas que no estén en esta clasificación e incorporar más zonas para la explotación para ello es necesario realizar lo siguiente:

- El proyecto de electrificación de 1200 kW con el fin de tener la energía necesaria para realizar todas las operaciones de la mina.
- Instalar el compresor de 28.3 m<sup>3</sup>/min (100ft<sup>3</sup>/min)
- Comenzar la exploración con barrenación a diamante en las zonas marcadas como de interés
- Paralelamente a la exploración a diamante, es necesario realizar las obras para incorporar las reservas actuales al grado de explotables con el fin de que la mina siga operando en condiciones normales hasta tener preparados los bloques en los cuerpos de los niveles 10 a 14.
- Colar la rampa del nivel 10 al 14 e intersectar con obra directa los cuerpos minerales.
- Una vez concluida la rampa comenzar con la preparación de los cuerpos explorados, y prepararlos de acuerdo con el método de explotación propuesto (tumba sobre carga con cruceros de extracción) para comenzar su explotación al ritmo que se requiera.
- Este método de tumba sobre carga con cruceros de extracción es apropiado para los cuerpos de la mina Reina del Cobre y puede adaptarse al método de explotación actual (bancos descendentes) cuando se requiera mayor extracción de mineral.



- Rehabilitar el Tiro No. 1 hasta el nivel 14, así como el cuele de metaleras y construcción de parrillas.
- Realizar las obras necesarias para la instalación del malacate de 5.4 ton.(12000 libras), para que terminadas estas, comience su instalación. Teniendo el nuevo malacate instalado se tendrá una mayor capacidad de manto y por lo tanto de producción.

Debido a la situación de inestabilidad financiera que enfrenta hoy día la Unidad Velardeña y considerando las evaluaciones realizadas a la mina Reina del Cobre al considerarse parte de la Unidad Velardeña y como mina independiente, es recomendable el aumento a 430 t/día o 425 t/día para mejorar las condiciones generales de la Unidad y reforzar las inversiones actuales y futuras.

El aumento de producción va a ser posible gracias a las actividades mencionadas anteriormente y con la incorporación de zonas de explotación.

Para obtener concentrados más puros que ayuden a mejorar las liquidaciones del mineral, es recomendable Integrar el circuito de separación plomo - cobre al circuito de flotación general.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atlas Copco Guía de la Minería Subterránea , métodos y aplicaciones.  
Atlas Copco, Estocolmo Suecia; 1986
- Baca Urbina,  
Gabriel Evaluación de Proyectos de Inversión, Editorial Mac Graw  
Hill; México D.F. ; 1996.
- Cervantes Sosa, Juan J. Análisis de riesgo financiero en proyectos mineros. Facultad  
de Minas. Universidad de Guanajuato, México; 1983.
- Coss Bu,  
Raúl Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión, Editorial  
Limusa, 2a. edición. México;1997
- Gilmer L. , Allen. The Geology and Genesis of the Sierra de Santa María  
Metalliferous Deposits, Velardeña, Durango, México.  
Tesis para maestría, Universidad de Texas; 1988
- González P., Eduardo Estudio Térmico de Mineralización del Distrito Minero  
Torres R., Vicente. Velardeña, Durango. México; 1996. Edito MIMENOSA.
- Grupo México Informe Anual de Operaciones 1997. Unidad Velardeña  
Durango, México;1997, Edito MIMENOSA.
- Grupo México. Manual para el cálculo de reservas de mineral. Unidad  
Velardeña, Durango, México. corregido en marzo 1997.
- Industrial Minera Análisis de Métodos de Minado  
México Editó: Gerencia de Planeación y Control, México 1986
- Minerales Metálicos Costos directos e indirectos, Unidad Velardeña, Durango  
del Norte S.A. México; 1997.
- Minerales Metálicos Estudio de Viabilidad de Sierra San Lorenzo, Unidad  
del Norte S.A. Velardeña, Durango, México; 1994.
- Minerales Metálicos Programa de Operaciones 1997. Unidad Velardeña.  
del Norte S.A. Durango, México; 1997.
- Minerales Metálicos Programa de inversión y depreciación de equipo en  
del Norte. S.A. la Unidad Velardeña, Durango, México;1997.
- Minerales Metálicos Reporte CP 11, (análisis presupuestal, plan - real)  
del Norte S.A. Velardeña; Durango, México ;1997.

Minerales Metálicos  
del Norte S.A.

Reservas de Mineral 1997. Unidad Velardeña  
Durango, México;1997

Torres Antonio

Propuesta de tesis " Estudio Técnico Económico para la  
separación plomo cobre en la Unidad Velardeña "  
Facultad de Minas y Metalurgia UASLP, San Luis Potosí,  
México;1997.

# ANEXO

---

## SECCIÓN A

### HOJAS DE CÁLCULO DE LOS BALANCES METALÚRGICOS.

MINERALES METALICOS DEL NORTE S.A.

UNIDAD VELARDEÑA

SECCION A: BALANCE METALURGICO PROGRAMADO ANUAL DEL TOTAL DE LA UNIDAD

CONCEPTO	ENSAYES				CONTENIDOS				RECUPERACIONES							
	MG	Pb	Cu	Zn	Fe	MG	Pb	Cu	Zn	Fe	MG	Pb	Cu	Zn	Fe	
CAB	300,000	55	0.72	0.21	5.72	13.36	16,500.0	2,150.0	630.0	17,150.0	46,080.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Pb	3,497	2,480	42.00	4.02	3.59	13.57	8,671.9	1,468.6	140.6	125.5	474.5	52.56	67.99	22.31	0.73	1.03
Cu	650	946	8.62	26.00	1.58	22.61	614.6	56.0	168.9	10.3	146.9	3.72	2.59	26.81	0.06	0.32
Zn	25,245	93	0.97	0.84	49.00	12.50	2,347.8	244.9	212.1	12,370.0	3,155.6	14.23	11.34	33.66	72.09	6.85
COL	270,609	18	0.14	0.04	1.72	15.63	4,865.5	390.5	108.5	4,654.2	42,304.3	29.49	18.08	17.22	27.12	91.81

MINERALES METALICOS DEL NORTE S.A.

UNIDAD VELARDEÑA

SECCION A: BALANCE METALURGICO GENERAL DEL MINERAL EN RESERVAS DE LA MINA REINA DEL COBRE

CONCEPTO	ENSAYES						CONTENIDOS						RECUPERACIONES					
	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe		Ag	Pb	Cu	Zn	Fe		Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	
PESO SECO																		
CAB	300,000	110	1.06	1.36	2.43	8.31	33,000.0	3,180.0	4,080.0	7,890.0	24,930.0		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Pb	3,925	5,263	54.20	6.40	3.86	7.20	20,653.1	2,127.1	251.2	151.5	282.6		62.59	66.89	6.16	1.92	1.13	
Cu	10,112	721	1.94	26.06	4.50	25.40	7,285.7	196.2	2,629.1	455.0	2,568.4		22.08	6.17	64.44	5.77	10.30	
Zn	11,894	80	0.29	1.10	53.40	10.20	951.6	34.5	130.8	6,351.6	1,213.2		2.88	1.08	3.21	80.50	4.87	
COL.	274,069	15	0.30	0.39	0.34	7.61	4,111.0	822.2	1,068.9	931.8	20,864.9		12.46	25.86	26.20	11.81	83.69	

**ANEXO**

**SECCIÓN B**

**MEMORIA DE CÁLCULO PARA LOS VALORES  
UNITARIOS DE LOS METALES Y EL VALOR DE LAS  
RESERVAS DE MINERAL**

**B1.- CÁLCULO DE LIQUIDACIONES Y VALORES  
UNITARIOS EVALUANDO COMO PARTE DE LA  
UNIDAD VELARDEÑA**

**B2.- CÁLCULO DE LIQUIDACIONES Y VALORES  
UNITARIOS EVALUANDO COMO MINA  
INDEPENDIENTE**

**Memoria de cálculo para determinar liquidaciones, valores unitarios y valor de las reservas de mineral.**

**Para dar a conocer el procedimiento para el calculo de los valores unitarios de los metales y el valor unitario de las reservas en mineral, se tomará al plomo como base para ejemplificarlo (los datos son tomados de la sección B1).**

**En el concentrado de Pb se pagan como metales Ag, Pb, y Cu.**

### **INGRESOS**

**Ag = Ley de Ag en concentrado de Pb \* 0.85% \* 1 onza / 0.0310 kg \* cotización de la Ag (dll/onza)**

$$\text{Ag} = 2.480 * 0.85 * 1 / 0.0310 * 5.10 = 346.8$$

**Pb = Ley de Pb en concentrado de Pb - 50 \* lb / kg \*cotización plomo (US Dlls/lb)**

$$\text{Pb} = (420 - 50) * 1 / 0.454 * 0.38 = 309.97$$

**Cu = Ley de Cu en concentrado de Cu - 10 \* lb / kg \* cotización cobre (US Dlls / lb)**

$$\text{Cu} = (40.2 - 10) * 1 / 0.454 * 0.90 = 59.92$$

### **DEDUCCIONES**

**Maquila = valor por tonelada = 157.26**

**Refinación y entrega de plata = valor por tonelada 4.49 US Dlls por kilogramo pagado = 2.480 \* 0.85 \* 4.49 = 9.46**

**Refinación y entrega de cobre = valor por tonelada 1.55 US Dlls por kilogramo pagado = (40.2-10) \* 1.55 = 46.81**

**Castigo por As = valor por tonelada = 32.33**

**Castigo Bi = valor por tonelada = 27.45**

**Flete = valor por tonelada = 5.81**



## **VALOR UNITARIO DEL PLOMO**

**v.u. Pb = valor del plomo en concentrado de plomo / valor del plomo en mineral**

**En mineral = toneladas molidas \* ley de cabeza = 300,000 \* 0.72 = 216,000**

**Pb en concentrado de Pb = ingresos por Pb - deducciones por Pb \* toneladas de concentrado de plomo = (30997- (157.6+32.38+27.45) - 5.81) \* 3,497 = 304,833.49**

**v.u. Pb = 304,833 / 216,000 = 1.4113**

## **VALOR UNITARIO DE LAS RESERVAS DE MINERAL**

**Obteniendo por el procedimiento anterior los valores unitarios de todos los metales, se procede a calcular el valor unitario de las reservas de mineral.**

**El valor unitario de las reservas de mineral se calcula haciendo la sumatoria del producto de la ley de cada mineral por su respectivo valor unitario del metal .**

**v.u. reservas = (ley Pb \* valor unitario Pb) + (ley de Ag \* valor unitario de Ag) + (ley de Cu \* valor unitario de Cu) + ( ley de Zn \* valor unitario de Zn)**

**v. u. reservas = (1.06\*1.4113) + (110.11\*0.0767) + (1.36\*3.0890) + (2.63\*2.8764)=**

**v. u. reservas = 21.6841**

**SECCIÓN B**

**SECCION B1**

**CALCULO DE VALORES UNITARIOS DEL MINERAL EN LIQUIDACIÓN DEL  
TOTAL DE LA UNIDAD. CASO No.1**

**COTIZACIONES DE LOS METALES**

**METAL VALOR:**

**PLATA 5.10 USDlls/Oz**  
**PLOMO 0.38 USDlls/lb**  
**COBRE 0.90 USDlls/lb**  
**ZINC 0.50 USDlls/lb**

**TIPO DE CAMBIO PROMEDIO ANUAL = 8.60 \$/US Dlls**

**LEYES DE CONCENTRADO PRONOSTICADAS DE ACUERDO CON EL  
COMPÓSITO GENERAL DE LA UNIDAD.**

	<b>Ag g/ton</b>	<b>Pb %</b>	<b>CU %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Fe %</b>
<b>CONC. Pb</b>	<b>2,480.00</b>	<b>42.00</b>	<b>4.02</b>	<b>3.59</b>	<b>13.57</b>
<b>CONC. Cu</b>	<b>946.00</b>	<b>8.92</b>	<b>26.00</b>	<b>1.58</b>	<b>22.61</b>
<b>CONC. Zn</b>	<b>93.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.84</b>	<b>49.00</b>	<b>12.50</b>

**CONCENTRADO DE PLOMO (Planta Met.Mex PEÑALES Torreón Coahuila).  
TOTAL UNIDAD**

**INGRESOS**

METAL	CONDICIONES	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	85% DEL CONTENIDO METÁLICO	$2480 \times 0.85 \times 32.15 \times 5.10 / 1000$ *	345.65
Pb	DEDUCCIÓN DE 50 kg POR TONELADA	$420 - 50 \times 370 \times 0.022046 \times 38 =$ **	309.97
Cu	DEDUCCIÓN DE 10 kg POR TONELADA	$40.2 - 10 \times 30.2 \times 0.022046 \times 90 =$	59.92
Zn	NO SE PAGA EN CONC. DE PLOMO	NO SE PAGA	-
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE PLOMO</b>	<b>715.54</b>

**COSTOS.**

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>157.26</b>	<b>157.26</b>
REFIN. Y ENTRE. Ag	DEDUCC. DE 4.49 DOLL POR kg PAGADO	$2.1080 \times 4.49$	9.46
REFIN. Y ENTRE. Cu.	DEDUCC. DE 1.55 DOLL POR kg PAGADO	$30.2 \times 1.55$	46.81
CASTIGO ARSÉNICO		32.38	32.38
CASTIGO BISMUTO		27.45	27.45
FLETE VELARD-TORR	VALOR DEL FLETE	50.00 / 8.60	5.81
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONCENTRADO Pb</b>	<b>279.17</b>

**CONCENTRADO DE COBRE (Fundidora de cobre, San Luis Potosí, IMMSA).  
TOTAL UNIDAD**

**INGRESOS.**

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	SE PAGA 95% DEL CONTENIDO METÁLICO	$946 * 0.95 * 0.321507 * 510 / 1000$	147.36
Pb	NO ALCANZA A PAGAR	NO ALCANZA A PAGAR	-
Cu	90% CONT. MET. Y 90% COTIZACIÓN.	$260.0 * 0.0 * 0.90 * 0.0220462 * 90$	417.88
Zn	NO SE PAGA EN CONC. DE PLOMO	NO SE PAGA	-
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE COBRE</b>	<b>565.22</b>

**COSTOS**

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>125.00</b>	<b>125.00</b>
REF. Y ENTRE. Ag	DEDUCC. DE 11.255 DLL/ kg PAGADO	$0.8987 * 11.25$	10.11
REF. Y ENTRE. Cu.	DEDUCC. DE 0.2623 DLL/ kg PAGADO	$234 * 0.2623$	61.38
CAST. ARSÉNICO		3.47	3.47
FLETE VELARDEÑA - SLP	SE TIENE UN FLETE DE	$115.20 / 8.60$	13.40
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE COBRE</b>	<b>213.35</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

PRODUCCIÓN CONSUMO NACIONAL (Planta Electrolítica San Luis Potosí, IMMSA).  
TOTAL UNIDAD

### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
ZN	DEDUCC. 80% CONT. Y PAGA 95% COTIZ.	$490-80= 410 \cdot 0.95 \cdot 0.0220462 \cdot 50$	429.35
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE ZINC</b>	<b>429.35</b>

### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>170</b>	<b>170.00</b>
COSTO TRATAMIENTO POR SOBRE PRECIO	DEDUCC. 0.10 DLL/TON DE LA COTIZAC. MENOS 1c SOBRE BASE DE 860 DLL/TON MÉTRICA DE ZINC METÁLICO	$1000 \cdot 0.022046 \cdot 49 = 1080.26$ $1080.26-850 = 230.26 \cdot 0.10$	23.03
CASTIGO POR CONT DE FIERRO	3.0 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 7.5%	$12.60-7.5= 5 \cdot 3$	15.00
FLETE VELARDEÑA - SLP	SE TIENE UN FLETE DE	116.20/8.6	13.40
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE Zn Nacional</b>	<b>221.42</b>

# CONCENTRADO DE ZINC

## PRODUCCIÓN CONSUMO NACIONAL (PLANTA MET- MEX PEÑALES) TOTAL UNIDAD

### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Zn	DEDCC. DE 80 kg DEL CONT. SE PAGA EL 95% DE LA COTIZACIÓN.	$490-80 \times 410 \times 0.95 \times 0.0220462 \times 50$	429.35
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn Nacional</b>	<b>429.35</b>

### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>185</b>	<b>185.00</b>
CASTIGO POR FE	3.0 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 7.5	$12.5-7.5 = 5 \times 3$	15.00
FLETE VELARDEÑA - TORREON	SE TIENE UN FLETE DE	$50.00/8.60$	5.81
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn Nacional</b>	<b>205.82</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

### PRODUCCIÓN A EXPORTACIÓN (UNIÓN MINIERE) TOTAL UNIDAD

#### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
CU	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
Zn	DEDUCC. DE 80 kg DEL CONTENIDO Y SE PAGA EL 100% DE LA COTIZACIÓN	$490-80=410 \times 0.0220482 \times 50$	451.95
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>451.95</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>180</b>	<b>180.00</b>
ESCALACION POR PRECIO	DEL CIRCULAR DE CONTRALORIA DONDE SE ESTABLECE DEDUCCIÓN PARA VENTAS A TERCEROS	DEDUCCIÓN TOTAL 192.70 NO CONTABILIZADO EL FLETE	22.41
CASTIGO POR Fe	1.85 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 8.0%	$12.5-8.0=4.5 \times 1.85$	8.33
FLETE VELARDEÑA - TAMPICO	SE TIENE UN FLETE DE	175.25/8.6	20.38
FLETE MARÍTIMO	SE TIENE UN FLETE DE	28.00	28.00
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>257.11</b>

# CONCENTRADO DE ZINC

## PRODUCCIÓN A EXPORTACIÓN (METALLGESELLCHAFT) TOTAL UNIDAD

### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Zn	DEDUCC. DE 80 kg DEL CONTENIDO Y SE		
	PAGA EL 100% DE LA COTIZACIÓN	$490-80=410 \times 0.0220462 \times 50$	451.95
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>451.95</b>

### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>167.00</b>	<b>167.00</b>
ESCALACION POR PRECIO DE ZINC	DEL CIRCULAR DE CONTRALORÍA DONDE SE ESTABLECE DEDUCCIÓN POR VENTAS A TERCEROS	DEDUCCIÓN TOTAL 198.01 SIN CONTABILIZAR FLETE	23.02
CASTIGO POR Fe	1.75 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 8.0%	$12.5-8.0=4.5 \times 1.75$	7.87
FLETE VELARDEÑA - TAMPICO	SE TIENE UN FLETE DE	175.25/8.6	20.38
FLETE MARÍTIMO	SE TIENE UN FLETE DE	28.00	28.00
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>244.28</b>



## CONCENTRADO DE ZINC

### PRODUCCIÓN PONDERADA (REQUERIMIENTO NACIONAL Y EXPORTACIÓN).

#### PLAN DE EMBARQUES:

	TONELADAS
ELECTROLÍTICA DE ZINC	5,000
PEÑOLES	5,445
EXPORTACIÓN UNIÓN MINIERE	12,500
METALLGESELLCHAFT	2,300
<b>TOTAL</b>	<b>2,5245</b>

#### INGRESOS

METAL	CÁLCULO	VALOR EN DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Pb	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Cu	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Zn	$((429.35 \cdot (6000 + 5445)) + (451.95 \cdot (12500 + 2300))) / 25245$	442.60
<b>INGRESOS TOTALES PONDERADOS CONC. ZINC</b>		<b>442.60</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CÁLCULO	VALOR EN DÓLARES
MAQUILA	$((170 \cdot 5000) + (185 \cdot 5445) + (180 \cdot 12500) + (167 \cdot 2300)) / 25245$	177.91
COSTO TRATAM. Y		
SOBRE PRECIO	$((23.03 \cdot 5000) + (41.1 \cdot 12500) + (23.14 \cdot 2300)) / 25245$	27.02
CASTIGO Fe.	$((15.0 \cdot 5000) + (15.0 \cdot 5445) + (8.33 \cdot 12500) + (7.87 \cdot 2300)) / 25245$	11.05
FLETE	$((13.40 \cdot 5000) + (5.81 \cdot 5445) + (46.38 \cdot 12500) + (46.38 \cdot 2300)) / 25245$	31.10
<b>COSTOS TOTALES PONDERADOS CONC. ZINC.</b>		<b>247.08</b>

**VALORES UNITARIOS DE LOS METALES EVALUANDO LA MINA COMO PARTE DE LA UNIDAD.**

**PRODUCCIÓN ANUAL PRONOSTICADA DE LA UNIDAD VELARDEÑA**

CONCEPTO	T.M.S.	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	FE %
MOLIENDA	300,000.00	55.00	0.72	0.21	5.72	15.36
CONC. Pb	3,497.00	2,480.00	42.00	4.02	3.59	13.57
CONC. Cu	650.00	946.00	8.62	26.00	1.58	22.61
CONC. Zn.	25,245.00	93.00	0.97	0.84	49.00	12.50

**VALOR DE LA PLATA**

EN MINERAL	$300000 \cdot 55 = C$	16,500,000.00
Ag EN CONC. Pb.	$345.65 \cdot 9.46 =$ $336.19 \cdot 3497 = A$	1,175,656.43
Ag EN CONC. Cu	$147.36 \cdot 10.11 =$ $137.25 \cdot 650 = B$	89,212.50

	$A+B =$	$D/D \cdot C$
<b>VALOR UNITARIO DE PLATA</b>	1,264,868.93	<b>0.0767</b>

**VALOR DEL PLOMO**

EN MINERAL	$300000 \cdot 0.72 =$	216,000.00
Pb EN CONC. Pb	$309.97 \cdot 216.99 - 5.81 = 87.17 \cdot 3497 =$	304,833.49

<b>VALOR UNITARIO DE PLOMO</b>	$304833.49 / 216000$	<b>1.4113</b>
--------------------------------	----------------------	---------------

**VALOR DEL COBRE**

EN MINERAL	$300000 \cdot 0.20$	= C	60,000.00
Cu EN CONC. DE Pb.	$59.92 - 46.81 =$ $13.11 \cdot 3497$	= A	45,845.67
Cu EN CONC. DE Cu.	$417.86 - 125 - 61.38 - 13.4 - 3.47 =$ $= 214.61 \cdot 650 =$	B	139,496.50

	A+B=D		D/C
<b>VALOR UNITARIO DEL COBRE</b>	<b>185342.17</b>	= D	<b>3.0890</b>

**VALOR DEL ZINC ponderado**

EN MINERAL	$300000 \cdot 5.72$	1,716,000.00
Zn EN CONC. DE Zn.	$442.60 - 247.08 = 195.52 \cdot 25245 =$	4,935,902.40

<b>VALOR UNITARIO DEL ZINC.</b>	<b>4935902.4/1716000</b>	<b>2.8764</b>
---------------------------------	--------------------------	---------------

**SECCIÓN B2****CÁLCULO DE VALORES UNITARIOS DEL MINERAL EN LIQUIDACIÓN.  
DE RESERVAS DE LA MINA REINA DEL COBRE****LEYES DE CONCENTRADO PRONOSTICADAS DE ACUERDO CON EL  
COMPOSITO DEL MINERAL EN RESERVAS DE LA MINA REINA DEL  
COBRE. CASO No. 2**

	Ag g/ton	Pb %	CU %	Zn %	Fe %
<b>CONC. Pb</b>	5,263.00	54.20	6.40	3.86	7.20
<b>CONC. Cu</b>	721.00	1.94	26.00	4.50	25.40
<b>CONC. Zn</b>	80.00	0.29	1.10	53.40	10.20

## CONCENTRADO DE PLOMO

MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (Planta Met.Mex  
PEÑOLES, Torreón, Coah).

### INGRESOS

METAL	CONDICIONES	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	85% DEL CONTENIDO METÁLICO	$5263 \times 0.85 \times 32.15 \times 5.10 / 1000$	733.52
Pb	DEDUCCIÓN DE 50 kg POR TONELADA	$542-50 = 492 \times 0.022048 \times 38 =$	412.18
Cu	DEDUCCIÓN DE 10 kg POR TONELADA	$64-10 = 54 \times 0.022046 \times 90 =$	107.14
Zn	NO SE PAGA EN CONC. DE PLOMO	NO SE PAGA	.
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE PLOMO</b>	<b>1,252.84</b>

### COSTOS.

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
MAQUILA	COSTO POR MAQUILA	157.26	157.26
REFIN. Y ENTRE. Ag	DEDUCC. DE 4.49 DOLL POR kg PAGADO	$4.473 \times 4.49$	20.08
REFIN. Y ENTRE. Cu.	DEDUCC. DE 1.56 DOLL POR kg PAGADO	$54 \times 1.55$	83.7
CASTIGO ARSÉNICO		32.38	32.38
CASTIGO BISMUTO		27.45	27.45
FLETE VELARD-TORR	VALOR DEL FLETE	$50 / 8.60$	5.81
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONCENTRADO Pb</b>	<b>326.69</b>

**CONCENTRADO DE COBRE  
MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (Fundidora de cobre,  
San Luis Potosí, IMMSA).**

INGRESOS.

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	SE PAGA 95% DEL CONTENIDO METÁLICO	$721 \cdot 0.95 \cdot 0.321507 \cdot 510 / 1000$	112.31
Pb	NO ALCANZA A PAGAR	NO ALCANZA A PAGAR	-
Cu	90% CONT. MET. Y 90% COTIZACIÓN.	$260.0 \cdot 0.0 \cdot 0.90 \cdot 0.0220462 \cdot 90$	417.88
Zn	NO SE PAGA EN CONC. DE PLOMO	NO SE PAGA	-
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE COBRE</b>	<b>530.17</b>

COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
MAQUILA	COSTO POR MAQUILA	125	125.00
REF. Y ENTRE. Ag	DEDUCC. DE 11.255 DLL/ kg PAGADO	$0.685 \cdot 11.25$	7.71
REF. Y ENTRE. Cu.	DEDUCC. DE 0.2623 DLL/ kg PAGADO	$234 \cdot 0.2623$	61.38
CAST. ARSÉNICO		3.47	3.47
FLETE VELARDÉNA SLP	SE TIENE UN FLETE DE	$115.20 / 8.60$	13.40
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE COBRE</b>	<b>210.95</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (Planta Electrolitica San Luis Potosí, IMMSA).

### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	NO SE PAGA	-
Zn	DEDUCC. 80% CONT. Y PAGA 95% COTIZ.	$534-80=454 \cdot 0.95 \cdot 0.0220462 \cdot 50$	475.43
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. DE ZINC</b>	<b>475.43</b>

### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
MAQUILA	COSTO POR MAQUILA	170	170.00
COSTO TRATAMIENTO POR SOBRE PRECIO	DEDUCC. 0.10 DLL/TON DE LA COTIZAC. MENOS 1c SOBRE BASE DE 850 DLL/TON MÉTRICA DE ZINC METÁLICO	$1000 \cdot 0.022046 \cdot 53.4 = 1177.27$ $1177.27-850 = 327.27 \cdot 0.10$	32.73
CASTIGO POR CONT DE FIERRO	3.0 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 7.5%	$10.20-7.5=2.7 \cdot 3$	8.10
FLETE VELARDEÑA - SLP	SE TIENE UN FLETE DE	118.2/8.6	13.40
<b>TOTAL DE COSTOS</b>		<b>CONC. DE Zn Nacional</b>	<b>224.22</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

### MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (PLANTA MET- MEX PEÑALES)

#### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Zn	DEDCC. DE 80 kg DEL CONT. SE PAGA EL 95% DE LA COTIZACIÓN.	$534-80=454 \times 0.95 \times 0.0220462 \times 50$	475.426303
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn Nacional</b>	<b>475.43</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>185</b>	<b>185.00</b>
CASTIGO POR FE	3.0 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 7.5	$10.20-7.5 = 2.7 \times 3$	8.10
flete VELARDEÑA - TORREON	SE TIENE UN FLETE DE	50/8.6	5.81
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn Nacional</b>	<b>198.91</b>



## CONCENTRADO DE ZINC

### MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (UNIÓN MINIERE)

#### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
CU	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC.	-	-
Zn	DEDUCC. DE 80 kg DEL CONTENIDO Y SE PAGA EL 100% DE LA COTIZACIÓN	$534.80 = 454 * 0.0220462 * 50$	390.22
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>390.22</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
MAQUILA	COSTO POR MAQUILA	180	180.00
ESCALACION POR PRECIO	DEL CIRCULAR DE CONTRALORIA DONDE SE ESTABLECE DEDUCCIÓN PARA VENTAS A TERCEROS	DEDUCCIÓN TOTAL 192.70 NO CONTABILIZADO EL FLETE	22.41
CASTIGO POR Fe	1.85 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 8.0%	$10.2 - 8.0 = 2.2 * 1.85$	4.07
flete VELARDEÑA -TAMPICO	SE TIENE UN FLETÉ DE	175.25/8.6	20.38
FLETE MARÍTIMO	SE TIENE UN FLETÉ DE	26	26.00
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>252.85</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

## CONCENTRADO DE ZINC

### MINERAL EN RESERVAS EN MINA REINA DEL COBRE (METALLGESELLCHAFT)

#### INGRESOS

METAL	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Pb	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Cu	NO SE PAGA EN CONC. DE ZINC	-	-
Zn	DEDUCC. DE 80 kg DEL CONTENIDO Y SE PAGA EL 100% DE LA COTIZACIÓN	$534-80=454 \times 0.0220462 \times 50$	500.45
<b>INGRESOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>500.45</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CONDICIÓN	CÁLCULO	VALOR DÓLARES
<b>MAQUILA</b>	<b>COSTO POR MAQUILA</b>	<b>167</b>	<b>167</b>
ESCALACION POR PRECIO DE ZINC	DEL CIRCULAR DE CONTRALORÍA DONDE SE ESTABLECE DEDUCCIÓN POR VENTAS A TERCEROS	DEDUCCIÓN TOTAL 198.01 SIN CONTABILIZAR FLETE	23.02
CASTIGO POR F <sub>o</sub>	1.75 DLL POR UNIDAD PORCENTUAL ARRIBA DE 8.0%	$10.2-8.0=2.2 \times 1.75$	3.85
FLETE VELARDEÑA-TAMPICO	SE TIENE UN FLETE DE	176.25/8.6	20.38
FLETE MARÍTIMO	SE TIENE UN FLETE DE	28.00	28.00
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>CONC. Zn EXPORTACIÓN</b>	<b>240.25</b>

## CONCENTRADO DE ZINC

### PRODUCCIÓN PONDERADA (REQUERIMIENTO NACIONAL Y EXPORTACIÓN).

#### PLAN DE EMBARQUES:

	TONELADAS
ELECTROLITICA DE ZINC	2,960
PEÑOLES	3,198
EXPORTACIÓN UNIÓN MINIERE	7,362
METALLGESELLCHAFT	1,353
<b>TOTAL</b>	<b>14,873</b>

#### INGRESOS

METAL	CÁLCULO	VALOR EN DÓLARES
Ag	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Pb	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Cu	NO SE PAGA EN CONCENTRADO DE ZINC	-
Zn	$((475.43 \cdot 2960 + 3198) + (500.45 \cdot (7362 + 1353))) / 14873$	490.09
<b>INGRESOS TOTALES CONC. ZINC PONDERADO</b>		<b>490.09</b>

#### COSTOS

CONCEPTO	CÁLCULO	VALOR EN DÓLARES
MAQUILA	$((170 \cdot 2960) + (185 \cdot 3198) + (180 \cdot 7362) + (167 \cdot 1353)) / 14873$	177.80
COSTO TRATAM. Y		
SOBRE PRECIO	$((32.73 \cdot 2960) + (22.41 \cdot 7362) + (23.02 \cdot 1353)) / 14873$	19.70
CASTIGO Fe.	$((8.10 \cdot 2960) + (8.10 \cdot 3198) + (4.07 \cdot 7362) + (3.85 \cdot 1353)) / 14873$	11.08
FLETE	$((13.40 \cdot 2960) + (8.81 \cdot 3198) + (48.38 \cdot 7362) + (48.38 \cdot 1353)) / 14873$	31.09
<b>COSTOS TOTALES CONC. ZINC. PONDERADO</b>		<b>239.75</b>

## VALOR UNITARIO DE LOS METALES EVALUANDO COMO MINA INDEPENDIENTE

### TOTAL DE MINERAL EN RESERVAS

CONCEPTO	T.M.S.	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %	FE %
MOLIENDA	300.000.00	110.00	1.06	1.36	2.63	8.31
CONC. Pb	3,925.00	5,263.00	54.20	6.40	3.86	7.20
CONC. Cu	10,112.00	721.00	1.94	26.00	4.50	25.40
CONC. Zn.	11,899.00	80.00	0.29	1.10	53.40	10.20

### VALOR DE LA PLATA

EN MINERAL	$300000 \cdot 110$	= C	33,000,000.00
Ag EN CONC. Pb.	$733.52 - 20.08 =$ $713.44 \cdot 3925$	= A	2,800,252.00
Ag EN CONC. Cu	$112.31771 = 104.6 \cdot 10112$	B	1,057,715.20

	A+B=D		D/C
VALOR UNITARIO DE PLATA	3,857,967.20	D	0.1169

### VALOR DEL PLOMO

EN MINERAL	$300000 \cdot 1.06$	=	318,000.00
Pb EN CONC. Pb	$412.17 \cdot$ $222.81 = 189.36 \cdot 3925$	=	743,238.00

VALOR UNITARIO DE PLOMO	$743238/318000$	2.3372
-------------------------	-----------------	--------

### VALOR DEL COBRE

EN MINERAL	300000*1.36	= C	408,000.00
Cu EN CONC. DE Pb.	107.14-83.7= 23.44*4908	= A	92,002.00
Cu EN CONC. DE Cu.	(417.86-203.24)*10112	= B	2,170,237.44

	A+B=D		D/C
VALOR UNITARIO DEL COBRE	2262239.44=	D	5.5449

### VALOR DEL ZINC ponderado

EN MINERAL	300000*2.63		789,000.00
Zn EN CONC. DE Zn.	490.09-239.75= 250.34 250.34*11899=		2,978,795.66

VALOR UNITARIO DEL ZINC.	789,000.00 / 2,978,795.66	3.7754
--------------------------	---------------------------	--------

**ANEXO**

**SECCIÓN C**

**VALOR UNITARIO DE LAS RESERVAS DE MINERAL**

## SECCIÓN C

### VALOR DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE REINA DEL COBRE EVALUANDO COMO PARTE DE LA UNIDAD

NOTA: ANÁLISIS TOMANDO VALORES PONDERADOS.

CLASIFICACIÓN	TONELADAS	ANCHO	g/t	%	%	%	%	VALOR US D lls
			Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	
PROBADAS	20,326.00	3.74	118.00	0.94	0.81	4.02	7.50	24.4424
PROBABLES	116,914.00	4.51	84.00	0.61	1.60	1.22	8.75	15.7553
INTERÉS	11,832.00	1.98	87.00	0.19	0.81	0.60	7.87	11.169
PILARES	39,118.00	5.66	139.00	3.15	0.45	3.63	5.77	26.9383
INFERIDO	186,946.00	5.18	121.00	0.97	1.49	3.27	8.75	24.6581
<b>TOTAL</b>	<b>375,136.00</b>	<b>4.84</b>	<b>110.11</b>	<b>1.06</b>	<b>1.36</b>	<b>2.63</b>	<b>8.34</b>	<b>21.6841</b>

### VALOR DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE REINA DEL COBRE EVALUANDO COMO MINA INDEPENDIENTE

NOTA: ANÁLISIS TOMANDO VALORES PONDERADOS.

CLASIFICACIÓN	TONELADAS	ANCHO	G/t	%	%	%	%	VALOR US D lls
			Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	
PROBADAS	20,326.00	3.74	118.00	0.94	0.81	4.02	7.50	35.653213
PROBABLES	116,914.00	4.51	84.00	0.61	1.60	1.22	8.75	24.721168
INTERÉS	11,832.00	1.98	87.00	0.19	0.81	0.60	7.87	17.370017
PILARES	39,118.00	5.66	139.00	3.15	0.45	3.63	5.77	39.805379
INFERIDO	186,946.00	5.18	121.00	0.97	1.49	3.27	8.75	37.014211
<b>TOTAL</b>	<b>375,136.00</b>	<b>4.84</b>	<b>110.11</b>	<b>1.06</b>	<b>1.36</b>	<b>2.63</b>	<b>8.34</b>	<b>32.7807</b>

# ANEXO

## SECCIÓN D

### FLUJOS DE EFECTIVO PARA LAS CUATRO OPCIONES DE AUMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA MINA REINA DEL COBRE



FLUJO DE EFECTIVO, PARA EL AUMENTO DE PRODUCCION CASO 1 (320 t/dia)

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO		1997	1998	1999	2000	2001
CONCEPTO	OPERACION					
A	TONELADAS DE MINERAL	105,600	105,600	105,600	105,600	105,600
B	VALOR/TON	\$ 29.40	\$ 29.40	\$ 29.40	\$ 29.40	\$ 29.40
C	INGRESO	\$ 3,104,756.16	\$ 3,104,756.16	\$ 3,104,756.16	\$ 3,104,756.16	\$ 3,104,756.16
D	C. OPERACION/TON	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 1,618,848.00	\$ 1,618,848.00	\$ 1,618,848.00	\$ 1,618,848.00	\$ 1,618,848.00
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 1,485,908.16	\$ 1,485,908.16	\$ 1,485,908.16	\$ 1,485,908.16	\$ 1,485,908.16
G	DEPRECIACIÓN	66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 1,419,236.18	\$ 1,359,533.93	\$ 1,359,533.93	\$ 1,359,533.93	\$ 1,359,533.93
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 596,079.20	\$ 571,004.25	\$ 571,004.25	\$ 571,004.25	\$ 571,004.25
J	UTILIDAD NETA	\$ 823,156.99	\$ 788,529.68	\$ 788,529.68	\$ 788,529.68	\$ 788,529.68
K	DEPRECIACION	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 889,828.96	\$ 914,903.91	\$ 914,903.91	\$ 914,903.91	\$ 1,073,984.17
N	INVERSIÓN	\$ (726,772.66)				
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (726,772.66)	\$ 914,903.91	\$ 914,903.91	\$ 914,903.91	\$ 1,073,984.17

RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO

TREMA	VPN	TREMA	VPN
TREMA	29%		6% \$ 3,177,186.92
TIR	122%		18% \$ 2,085,677.36
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	10 meses		28% \$ 1,217,847.67
			48% \$ 688,066.30
			60% \$ 408,216.64
			76% \$ 237,222.82
			90% \$ 127,873.64
			106% \$ 66,443.89
			160% \$ (52,193.34)

NOTA: TODAS LAS CIFRAS MANEJADAS EN ESTA TABLA ESTAN EN DOLARES AMERICANOS

FLUJO DE EFECTIVO, PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION CASO 2 (380 t/día)

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO						
CONCEPTO	OPERACION	1997	1998	1998	2000	2001
A	TONELADAS DE MINERAL	125,400	125,400	125,400	125,400	125,400
B	VALOR/TON	\$ 29,88	\$ 29,88	\$ 29,88	\$ 29,88	\$ 29,88
C	INGRESO	\$ 3,746,387.70	\$ 3,746,387.70	\$ 3,746,387.70	\$ 3,746,387.70	\$ 3,746,387.70
D	C. OPERACION/TON	\$ 15,33	\$ 15,33	\$ 15,33	\$ 15,33	\$ 15,33
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 1,922,382.00	\$ 1,922,382.00	\$ 1,922,382.00	\$ 1,922,382.00	\$ 1,922,382.00
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 1,824,005.70	\$ 1,824,005.70	\$ 1,824,005.70	\$ 1,824,005.70	\$ 1,824,005.70
G	DEPRECIACIÓN	66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 1,757,333.72	\$ 1,697,631.47	\$ 1,697,631.47	\$ 1,697,631.47	\$ 1,697,631.47
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 738,080.16	\$ 713,005.22	\$ 713,005.22	\$ 713,005.22	\$ 713,005.22
J	UTILIDAD NETA	\$ 1,019,253.56	\$ 984,626.25	\$ 984,626.25	\$ 984,626.25	\$ 984,626.25
K	DEPRECIACIÓN	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 1,085,925.54	\$ 1,111,000.48	\$ 1,111,000.48	\$ 1,111,000.48	\$ 1,270,080.74
N	INVERSIÓN	\$ (725,772.86)				
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (725,772.86)	\$ (725,772.86)	\$ 1,111,000.48	\$ 1,111,000.48	\$ 1,270,080.74

RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO

TREMA	28%
TIR	150%
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	1 años

TREMA	VPN
5%	\$ 3,985,753.10
15%	\$ 2,657,182.87
28%	\$ 1,595,284.80
45%	\$ 941,699.76
60%	\$ 593,003.38
75%	\$ 377,526.82
90%	\$ 237,918.87
105%	\$ 144,029.39

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION CASO 3 (425 t/día)

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO						
CONCEPTO	OPERACION	1987	1988	1989	2000	2001
A	TONELADAS DE MINERAL	140,250	140,250	140,250	140,250	140,250
B	VALOR/TON	\$ 30.47	\$ 30.47	\$ 30.47	\$ 30.47	\$ 30.47
C	INGRESO	\$ 4,273,319.33	\$ 4,273,319.33	\$ 4,273,319.33	\$ 4,273,319.33	\$ 4,273,319.33
D	C.OPERACION/TON	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 2,150,032.50	\$ 2,150,032.50	\$ 2,150,032.50	\$ 2,150,032.50	\$ 2,150,032.50
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 2,123,286.83	\$ 2,123,286.83	\$ 2,123,286.83	\$ 2,123,286.83	\$ 2,123,286.83
G	DEPRECIACIÓN	66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 2,056,614.85	\$ 1,996,912.60	\$ 1,996,912.60	\$ 1,996,912.60	\$ 1,996,912.60
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 863,776.24	\$ 836,703.29	\$ 836,703.29	\$ 836,703.29	\$ 836,703.29
J	UTILIDAD NETA	\$ 1,192,838.61	\$ 1,158,209.31	\$ 1,158,209.31	\$ 1,158,209.31	\$ 1,158,209.31
K	DEPRECIACIÓN	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 1,259,508.59	\$ 1,284,583.54	\$ 1,284,583.54	\$ 1,284,583.54	\$ 1,443,663.80
N	INVERSIÓN					
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ (726,772.66)	\$ (726,772.66)	\$ (726,772.66)	\$ (726,772.66)	\$ (726,772.66)

RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO

TREMA	28%	VPN	5%	\$ 4,701,490.03
TIR	174%		15%	\$ 3,163,182.95
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	1 años		29%	\$ 1,929,407.93
			45%	\$ 1,186,223.73
			60%	\$ 786,676.11
			75%	\$ 601,722.76
			80%	\$ 336,329.61
			105%	\$ 222,444.54

FLUJO DE EFECTIVO, PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION CASO 4 (430 t/día)

ELEMENTOS DEL FLUJO DE EFECTIVO		1997	1998	1999	2000	2001
CONCEPTO	OPERACION					
A	TONELADAS DE MINERAL	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900
B	VALOR/TON	\$ 31.12	\$ 31.12	\$ 31.12	\$ 31.12	\$ 31.12
C	INGRESO	\$ 4,415,928.00	\$ 4,415,928.00	\$ 4,415,928.00	\$ 4,415,928.00	\$ 4,415,928.00
D	C.OPERACION/TON	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33	\$ 15.33
E	COSTO OPERACIÓN	\$ 2,175,327.00	\$ 2,175,327.00	\$ 2,175,327.00	\$ 2,175,327.00	\$ 2,175,327.00
F	UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$ 2,240,601.00	\$ 2,240,601.00	\$ 2,240,601.00	\$ 2,240,601.00	\$ 2,240,601.00
G	DEPRECIACIÓN	66,671.98	126,374.23	126,374.23	126,374.23	126,374.23
H	UTILIDAD BRUTA	\$ 2,173,929.02	\$ 2,114,226.77	\$ 2,114,226.77	\$ 2,114,226.77	\$ 2,114,226.77
I	IMPUEST. Y REP UTILIDAD (42%)	\$ 913,050.19	\$ 887,975.24	\$ 887,975.24	\$ 887,975.24	\$ 887,975.24
J	UTILIDAD NETA	\$ 1,260,878.83	\$ 1,226,251.53	\$ 1,226,251.53	\$ 1,226,251.53	\$ 1,226,251.53
K	DEPRECIACIÓN	\$ 66,671.98	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23	\$ 126,374.23
L	VALOR DE RESCATE					159,080.26
M	FLUJO DE EFECTIVO	\$ 1,327,650.81	\$ 1,352,625.76	\$ 1,352,625.76	\$ 1,352,625.76	\$ 1,511,706.02
N	INVERSIÓN	\$ (725,772.56)				
O	FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ 1,327,650.81	\$ 1,352,625.76	\$ 1,352,625.76	\$ 1,352,625.76	\$ 1,511,706.02

RESUMEN DE RESULTADOS DEL FLUJO DE EFECTIVO

TREMA	29%	VPN	5% \$ 4,982,048.28
TIR	183%		15% \$ 3,361,400.41
PERIODO DE RETORNO DE CAPITAL	1 año		29% \$ 2,080,375.79
			45% \$ 1,254,234.11
			60% \$ 820,893.04
			75% \$ 550,408.88
			90% \$ 373,513.29
			105% \$ 253,182.22
			150% \$ 63,337.21
			180% \$ 4,746.02

NOTA: TODAS LAS CIFRAS MANEJADAS EN ESTA TABLA ESTAN EN DOLARES AMERICANOS

**ANEXO**

**SECCIÓN E**

**COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN MINA, MOLINO  
E INDIRECTOS**

# COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN MINA, OPERACIÓN MOLINO E INDIRECTOS.

## COSTOS DE OPERACIÓN TODAS LAS MINAS

### MINERALES METÁLICOS DEL NORTE S.A. UNIDAD VELARDEÑA

#### RESUMEN DE COSTOS DE OPERACIÓN

MINA: TODAS LAS  
MINAS

#### CENTRO DE COSTOS

#### COSTO UNITARIO

PESOS	US Dls.
-------	---------

610	TUMBE
611	RODADO DE CARGA
620	JUMBOS
621	MANTO. DE MÁQUINAS PERFORFORACIÓN
624	MANTTO. EQUIPO DIESEL
640	ACARREO
650	MANTEO
660	TRANSPORTE DE MINERAL
670	BOMBEO
680	VENTILACIÓN
690	REPARACIÓN MINA
700	MANTTO. TIROS Y VENTANILLAS
710	QUEBRADORA
760	PREPARACIÓN GENERAL MINA
770	EXPLORACIÓN
775	NUEVOS TIROS Y EXTENSIONES
780	PERFORACIÓN A DIAMANTE
786	FUERZA MINA
787	AIRE MINA
790	MINA GENERAL

6.92	0.80
0.38	0.04
0.11	0.01
0.49	0.06
11.38	1.32
5.73	0.67
1.26	0.15
5.91	0.69
1.17	0.14
0.08	0.01
0.22	0.03
0.44	0.05
0.48	0.06
4.51	0.52
3.57	0.42
1.47	0.17
1.38	0.16
6.44	0.75
1.37	0.16
3.41	0.40

#### TOTAL TODAS LAS MINAS

56.72	6.60
\$ / t	US Dts / t

# COSTOS DE OPERACIÓN MOLINO.

## MINERALES METÁLICOS DEL NORTE UNIDAD VELARDEÑA

### RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

### MOLINOS

CENTRO DE COSTOS	
------------------	--

811	DESCARGA DE MINERAL
814	QUEBRADORA
817	MUESTREO
821	MOLIENDA
824	FLOTACIÓN
827	FILTROS
831	JALES
834	ACARREO CONCENTRADO
890	MOLINO GENERAL

TOTAL COSTOS MOLINO	
---------------------	--

COSTO UNITARIO	
----------------	--

PESOS	USD/lb
-------	--------

0.53	0.06
2.44	0.28
0.23	0.03
4.48	0.52
10.36	1.20
1.02	0.12
1.46	0.17
0.52	0.06
16.85	1.96

<b>37.89</b>	<b>4.41</b>
\$ / t	US Dls/t

# RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS TOTAL UNIDAD

## MINERALES METÁLICOS DEL NORTE S.A.

### UNIDAD VELARDEÑA

#### RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

#### INDIRECTOS

##### CENTRO DE COSTOS

##### COSTO UNITARIO

##### PESOS US Dls

910	PLANTA GENERAL
911	VELADORES
920	DEPARTAMENTO DE MANTTO.
921	TALLER MECÁNICO
922	TALLER ELÉCTRICO
923	TALLER CARP. Y PINTURA
931	PATIOS Y SUPERFICIE
934	AUTOMÓVILES Y CAMIONES
938	SISTEMA DE AGUA
941	BAÑOS Y VESTIDORES
942	CAMPOS DE JUEGO
944	DIVERSIONES Y PASATIEMPOS
945	CLUBES
982	CAMINOS
983	OTROS BENEFICIOS Y PREST.
984	OFICINA DE ENSAYE
985	LABORATORIO
988	INGENIERÍA
987	GEOLOGÍA
988	OFICINA Y ALMACÉN
989	PLANEACIÓN
970	INGENIERÍA INDUSTRIAL
971	DEPARTAMENTO DEL TRABAJO
972	SEGURIDAD
973	ADMINISTRACIÓN DE LA UNIDAD
981	COLONIA DE EMPLEADOS
984	CASA DE EMPLEADOS
988	COMEDORES
987	TIENDAS
991	HOSPITAL

1.940	0.220
0.660	0.070
0.230	0.026
0.350	0.040
0.350	0.040
0.490	0.056
0.030	0.003
2.160	0.251
0.020	0.002
0.020	0.002
0.120	0.013
0.110	0.012
0.120	0.013
0.320	0.037
13.160	1.530
0.770	0.089
0.010	0.001
0.800	0.093
0.640	0.074
2.820	0.320
0.120	0.013
0.100	0.011
2.020	0.230
1.040	0.120
5.770	0.670
0.890	0.100
0.190	0.022
0.700	0.081
0.010	0.001
1.360	0.150

##### TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS

37.320	4.340
\$/t	US Dls/t



**RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN DE LA MINA REINA DEL COBRE.**

**MINERALES METÁLICOS DEL NORTE S.A.  
UNIDAD VELARDEÑA**

**RESUMEN DE COSTOS DE OPERACIÓN**

**MINA: REINA DEL COBRE**

CENTRO DE COSTOS		COSTO UNITARIO	
		PESOS	US Dóls
610	TUMBE	2.42	0.85
611	RODADO DE CARGA	0.23	0.03
621	MANTO. DE MAQUINAS PERFOR	0.17	0.02
624	MANTTO. EQUIPO DIESEL	1.95	0.23
640	ACARREO	1.88	0.22
650	MANTEO	0.33	0.04
660	TRANSPORTE DE MINERAL	5.75	0.67
670	BOMBEO	0.10	0.01
680	VENTILACIÓN	-	-
690	REPARACIÓN MINA	0.10	0.01
700	MANTTO. TIROS Y VENTANILLAS	0.16	0.02
710	QUEBRADORA	0.08	0.01
760	PREPARACIÓN GENERAL MINA	1.34	0.16
770	EXPLORACIÓN	1.34	0.16
775	NUEVOS TIROS Y EXTENSIONES	0.12	0.01
780	PERFORACIÓN A DIAMANTE	1.10	0.13
788	FUERZA MINA	0.71	0.08
787	AIRE MINA	0.35	0.04
790	MINA GENERAL	0.67	0.08
<b>TOTAL MINA</b>		<b>23.47</b>	<b>2.73</b>
		\$/t	US Dóls t

NOTA: TODOS LOS COSTOS AQUÍ INDICADOS SON BASADOS EN TONELADAS MOLIDAS  
BASE DE MOLIENDA 300,000 TONELADAS ANUALES.

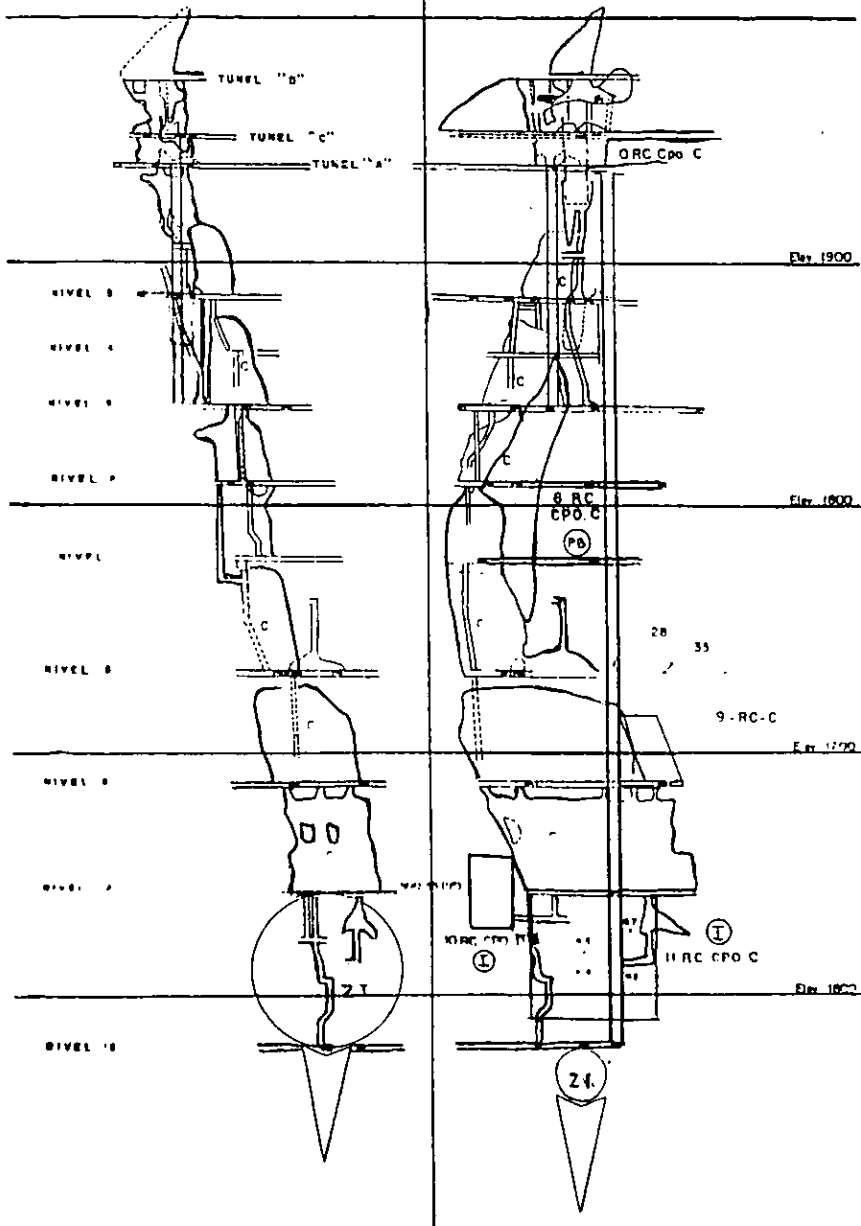
**ANEXO**

**SECCIÓN F**

**PLANOS DE LAS RESERVAS DE MINERAL Y ZONAS  
DE INTERÉS PARA EL AUMENTO DE LA  
PRODUCCIÓN**

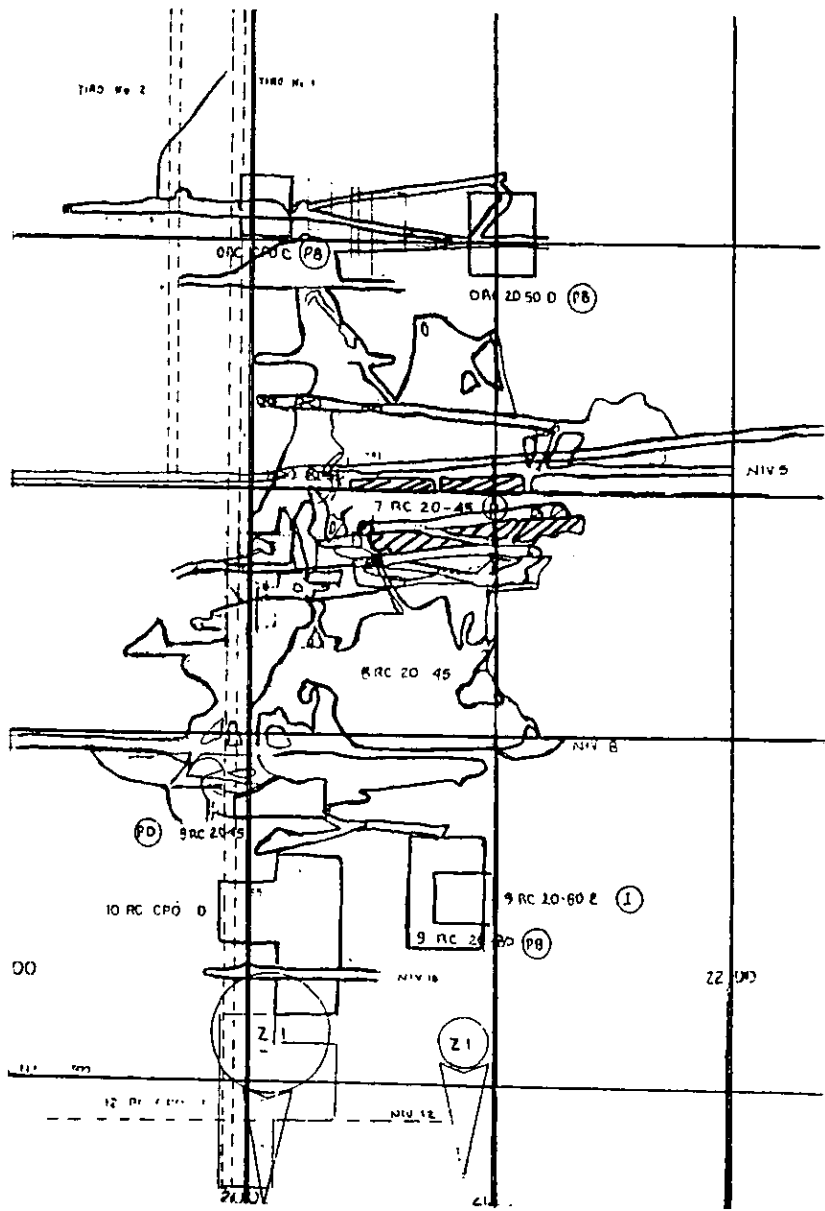
PROYECCION SOBRE "B-B" VIENDO N 35°W

PROYECCION SOBRE "C-C" VIENDO N 39°E



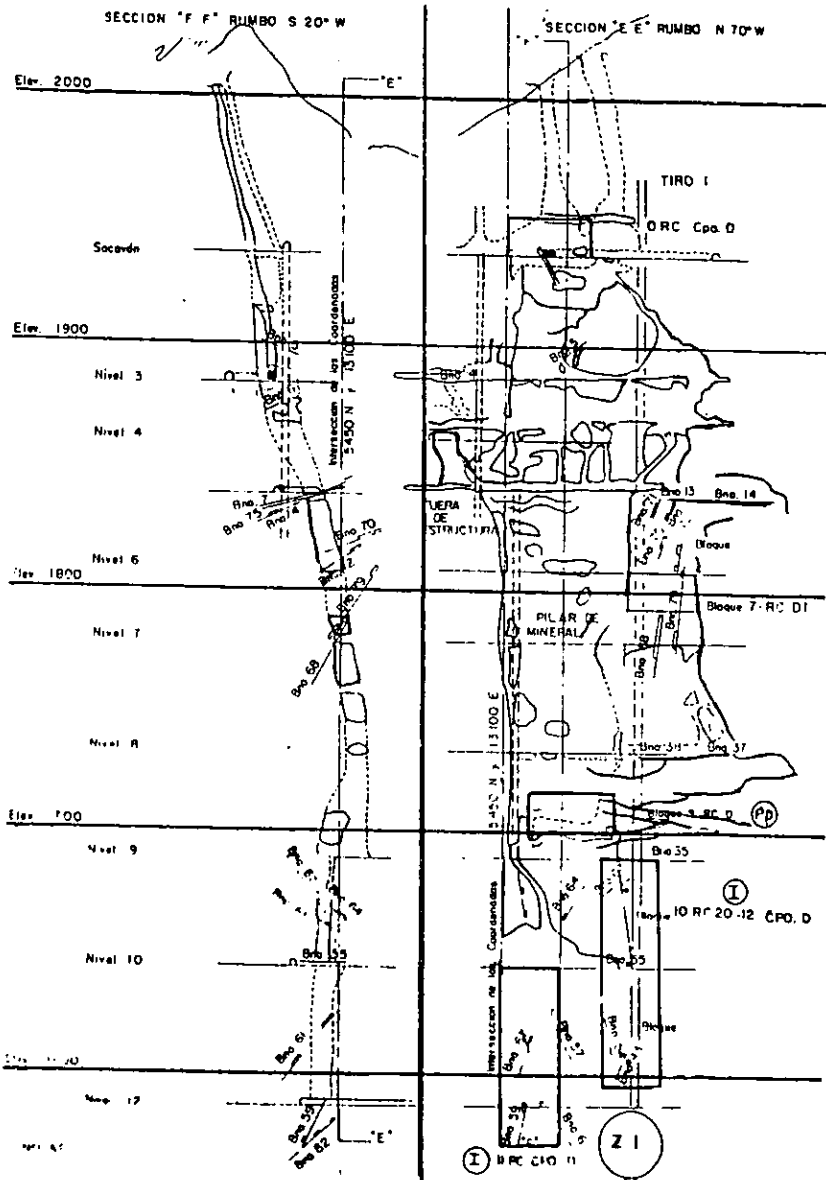
**NO MENCLATURA:**  
 PB: RESERVAS PROBADAS  
 PR: RESERVAS PROBABLES  
 Z: RESERVAS DE INTERES  
 ZI: ZONAS DE INTERES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
PLANOS DE RESERVAS		
ESCALA: SIN	FIGURA: PLANO 1	FECHA: 2000



**NO MENCLATURA:**  
 PD: RESERVAS PROBADAS  
 PB: RESERVAS PROBABLES  
 I: RESERVAS DE INTERES  
 Z1: ZONAS DE INTERES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
PLANOS DE RESERVAS		
ESCALA: SIN	FIGURA: PLANO 2	FECHA: 2000



**NOMENCLATURA:**  
 PD: RESERVAS PROBADAS  
 PB: RESERVAS PROBABLES  
 Z: RESERVAS DE INTERES  
 ZI: ZONAS DE INTERES

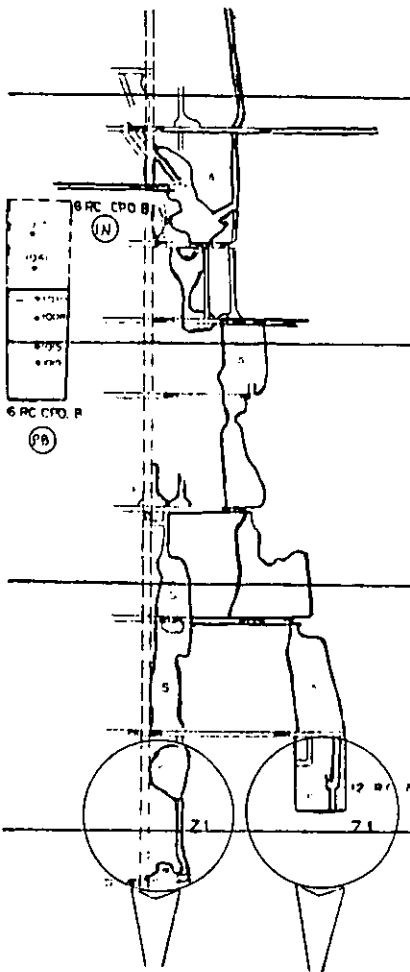
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
PLANOS DE RESERVAS		
ESCALA: SIN	FIGURA: PLANO 3	FECHA: 2000

PROYECCION SOBRE "B-B" VIENDO

N 33° W

PROYECCION SOBRE "A-A" VIENDO

N 55° W



TUNEL "A"

NIVEL 1

NIVEL 2

Elev 1900

NIVEL 3

NIVEL 4

NIVEL 5

NIVEL 6

Elev 1800

NIVEL 7

NIVEL 8

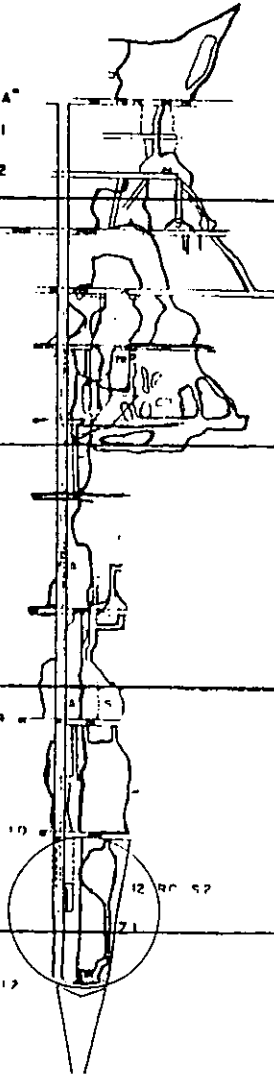
Elev 1700

NIVEL 9

NIVEL 10

NIVEL 12

Elev 1600



**NOMENCLATURA:**  
 PD: RESERVAS PROBADAS  
 PR: RESERVAS PROBABLES  
 IR: RESERVAS DE INTERES  
 Z1: ZONAS DE INTERES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TRONCO PROFESIONAL		
SANTIAGO RAMIREZ ALBA		
PLANOS DE RESERVAS		
ESCALA: SIN	FIGURA: PLANO 4	FECHA: 1900