

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA**  
**MINERA Y METALURGICA**



**Análisis y proyección de Incremento de  
producción y reducción de costos  
en la mina Morococha de Centromín  
Perú S.A.**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO DE MINAS**

**Félix Llacua Torres**

**Lima - Perú**  
**1997**

## **ABSTRACTO**

El presente trabajo se desarrollo basado en el estudio efectuado anteriormente por la Empresa Centromin Perú S.A. en la Unidad de Morococha, con la finalidad de realizar un análisis mas detallado sobre las posibilidades de incrementar la producción, mejorar la productividad y bajar los costos de producción.

Tiene por objetivo principal el aumento de la producción y reducción de costos. Para la ejecución del mismo se ha realizado estudios en las actividades básicas de las operaciones de producción, recopilando información histórica (estadística) e información actualizada mediante estudios puntuales, las cuales sustentan la consistencia del mismo.

El capítulo I permite visualizar una introducción, objetivos y limitaciones del estudio, en los capítulos siguientes observaremos la información de todos los aspectos importantes de la Unidad minera ; siendo los capítulos IX y X los más relevantes ya que en ellos se incluye la metodología de análisis estratégico para este tipo de estudio, el que nos permite combinar teorías administrativas y operativas permitiendo generar planes de acción que mejoran las condiciones operativas de la unidad.

El resultado de este estudio se concluye en el capítulo XI y las recomendaciones del caso en el capitulo XII.

## INDICE GENERAL

	Pag.
<b>CAPITULO I      INTRODUCCION.....</b>	<b>01</b>
1.0. Introducción.....	01
1.1. Objetivo del Estudio.....	02
1.2. Limitaciones del Estudio.....	02
<b>CAPITULO II      GENERALIDADES.....</b>	<b>04</b>
2.1. Ubicación y Acceso.....	04
2.2. Historia.....	05
2.3. Propiedad Minera.....	07
2.3.1. Concesiones Mineras.....	07
2.3.2. Propiedad Común y Derechos de Terceros.....	08
2.3.3. Propiedad Superficial.....	09
<b>CAPITULO III      GEOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
3.1. Geología Regional.....	11
3.1.1. Secuencia Litológica.....	11
3.1.1.1. Grupo Excélsior.....	12
3.1.1.2. Grupo Mitu.....	12
3.1.1.3. Grupo Pucará.....	13

3.1.1.4. Grupo Goyllar.....	13
3.1.1.5. Grupo Machay.....	13
3.1.1.6. Capas Rojas.....	14
3.1.2. Rocas Intrusivas.....	14
3.1.2.1. Diorita Anticona.....	14
3.1.2.2. Monzonita Cuarcifera.....	15
3.1.2.3. Porfido de Cuarzo.....	15
3.1.3. Estructuras.....	15
3.1.3.1. Plegamientos.....	15
3.1.3.2. Fracturamientos.....	15
3.2. Geología Local.....	16
3.3. Estructuras.....	17
3.4. Mineralización.....	19
3.5. Metamorfismo de Contacto.....	19
3.6. Fallamiento.....	19
3.7. Brechamiento.....	20
3.8. Geología Minera.....	20
3.9. Proyectos Areas Aledañas.....	21
3.9.1. Toldo Dos Naciones.....	21
3.9.2. San Antonio - Veta Cecilia.....	24
3.9.3. San Antonio - Veta Norte.....	25
3.9.4. San Antonio - Madame Elvira.....	26
3.9.5. Pisagua.....	27
3.9.6. Buenaventura Porvenir.....	28

<b>CAPITULO IV</b>	<b>RESERVAS DE MINERAL</b> .....	30
4.1.	Metodología.....	30
4.2.	Clasificación de Reservas.....	32
4.3.	Reservas Operativas.....	32
4.4.	Reservas en Exploración .....	33
<b>CAPITULO V</b>	<b>MINERIA</b> .....	36
5.1.	Descripción de Zonas de Explotación.....	36
5.1.1.	Explotación Mina Central.....	36
5.1.2.	Explotación Minas Satélites .....	38
5.2.	Métodos de Minado.....	38
5.2.1.	Reducción Dinámica .....	38
5.2.2.	Reducción Estática Convencional.....	39
5.2.3.	Cámaras y Pilares Trackless.....	40
5.3.	Equipo Minero.....	41
5.4.	Maquinaria de Compresión.....	42
5.5.	Servicios Auxiliares.....	45
5.5.1.	Ventilación.....	45
5.5.2.	Aire Comprimido.....	46
5.5.3.	Drenaje.....	46
5.5.4.	Izaje.....	47
5.5.5.	Planta de Relleno.....	47
5.5.6.	Transporte de Personal.....	47
5.5.7.	Agua.....	47

5.5.8. Energía Eléctrica.....	48
5.5.9. Fuerza Laboral Mina.....	48
<b>CAPITULO VI METALURGIA.....</b>	<b>50</b>
6.1. Planta Concentradora.....	50
6.2. Descripción del Proceso.....	51
6.2.1. Trituración.....	51
6.2.2. Molienda.....	51
6.2.3. Flotación.....	52
6.2.4. Desagüe y Filtrado.....	53
6.2.4.1. Disposición del Relave.....	56
6.3. Equipo.....	56
6.4. Servicios Auxiliares de Concentradora.....	60
6.4.1. Agua Industrial.....	60
6.4.2. Laboratorio.....	61
6.4.3. Talleres.....	61
6.5. Fuerza Laboral.....	62
6.6. Resultados Metalúrgicos.....	62
6.7. Valorización y Destino de los Concentrados.....	63
6.8. Costos de Concentración.....	64
<b>CAPITULO VII INFRAESTRUCTURA.....</b>	<b>65</b>
7.1. Energía.....	65
7.1.1. Electro Andes .....	65

7.1.2. Eléctro Centro.....	65
7.1.3. Línea de Emergencia.....	65
7.2. Agua - Sistema de Bombeo.....	66
7.2.1. Agua Industrial.....	66
7.2.2. Agua Doméstica.....	67
7.3. Telecomunicaciones.....	68
7.3.1. Telefonía.....	68
7.3.2. Fáj.....	68
7.3.3. Radio.....	68
7.3.4. Televisión.....	69
7.3.5. Radios de Comunicación Interna.....	69
7.4. Edificaciones, Centros de Salud, Colegios y Viviendas.....	70
7.5. Transporte de Concentrado.....	72
<b>CAPITULO VIII SITUACION AMBIENTAL.....</b>	<b>74</b>
8.1. Evaluación Preliminar EVAP.....	74
8.1.1. Antecedentes.....	74
8.1.2. Fuentes Generadoras de Impacto Ambiental.....	75
8.1.3. Identificación de Impacto Ambiental.....	76
8.1.4.1. De las Aguas Acidas y Metales en Dilución.....	76
8.1.4.2. Canchas de Relave.....	77
8.1.4.3. Residuos Sólidos Domésticos y Aguas Servidas.....	78
8.1.4.4. Polvos.....	79
8.2. Plan de Adecuación y Medio Ambiente PAMA.....	80

<b>CAPITULO IX</b>	<b>ANALISIS ESTRATEGICO .....</b>	<b>81</b>
9.1.	Metodología.....	81
9.2.	Análisis de Escenarios.....	81
9.2.1.	Competencias Distintivas.....	82
9.2.2.	Creación de Cadena de Valor.....	83
9.2.3.	Actividades Primarias.....	83
9.2.4.	Actividades de Soporte.....	86
9.3.	Recursos Humanos.....	87
9.3.1.	Sistemas de Información.....	88
9.3.2.	Recursos Financieros.....	88
9.4.	Estrategias de Operación.....	88
<b>CAPITULO IX</b>	<b>ANALISIS .....</b>	<b>90</b>
10.1.	Introducción.....	91
10.2.	Generación de la Cadena de Valor.....	91
10.2.1.	Distribución de Costos Unitarios.....	91
10.2.2.	Análisis de Costos Unitarios.....	92
10.2.2.1.	Analisis de Costos Unitarios de Extracción.....	93
10.3.	Plan de Acción.....	95
10.3.1.	Antecedentes.....	95
10.3.2.	Perforación.....	96
10.3.3.	Voladura.....	96
10.3.4.	Campo.....	96
10.3.5.	Enmaderado.....	97



10.4. Estrategias.....	97
10.4.1. Antecedentes.....	97
10.4.2. Redistribución de la Organización de los Tajeos.....	97
10.4.3. Calculo y análisis de los Costos de la Alternativa Propuesta.....	98
10.4.4. Calculo de Costos de 17.000 TMS en Condiciones actuales para las Secciones de sulfurosa y Kingsmill.....	100
10.4.5. Alternativas Operacionales en la Voladura.....	102
10.5. Resumen de Costo Total .....	103
10.6. Efecto de las Alternativas Planteadas.....	104
10.6.1. Dilución su Efecto sobre los costos de Tratamiento.....	104
10.6.2. Estudio de tiempos de perforación de voladura.....	105
<b>CAPITULO XI      CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>CAPITULO XII      RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>112</b>

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.0. INTRODUCCION

Los requerimientos de una empresa minera han cambiado substancialmente en los últimos años, debido principalmente al desarrollo de nuevas teorías administrativas y operativas implementadas en otras áreas de negocios.

La actividad minera ha tenido una reacción lenta ante la demanda de economías globales y competitivas, en este marco donde la privatización de la Unidad de Negocio de Morococha está en marcha, el análisis de nuestra unidad operativa requiere de enfoques modernos para mejorar las condiciones de venta de la unidad y de su posible desarrollo sustentable.

La tesis trata de incorporar como aporte el uso de manejo estratégico y reingeniería como metodología para implementar acciones que permitan el incremento de producción y reducción de costos en la unidad Morococha. Esto se restringe al nivel operativo, dado que se puede observar que el enfoque corporativo ha dejado de ser una estrategia de venta.

Para plantear un plan de acción primero es necesario reconocer las actividades que forman la unidad de negocios dando prioridad a la operación misma. La eficiencia con que estas actividades se realizan determinan la cadena de valor (Porter, 1984). Un

análisis de estructura de costos permiten establecer estándares y el análisis de los sistemas mineros.

Conocido las actividades del sistema y su rendimiento, es posible analizar el sistema. Es por tanto posible alterar o cambiar de algún modo el sistema.

El sistema de trabajo de explotación de los tajeos es un sistema tradicional , este sin embargo es susceptible de cambios. Estos cambios en los sistemas de trabajo son el fundamento de la tesis y permiten incrementar la producción y reducir costos.

Además de los cambios propuestos en el sistema de trabajo de explotación se dan otros planes de acción (estrategias) que permiten mejorar las condiciones operativas de la unidad minera.

## **1.1. OBJETIVOS**

La tesis tiene el objetivo de *implementar mediante una metodología adecuada, estrategias que conduzcan al aumento de producción y reducción de costos*. Los cambios en los sistemas se dan a nivel operativo e involucran una reestructuración de la cuadrilla de trabajo, una mejora en la calidad de explotación (reducción de la dilución ) y reducción de los costos de perforación y voladura.

## **1.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

La tesis se ha centralizado en las actividades operativas primarias de la Unidad Morococha, un análisis similar deberá ser realizado para poder establecer planes de acción que permitan mejorar o cambiar los otros sistemas que forman el negocio

minero. Un adecuado conocimiento de la contribución marginal de cada zona de explotación, su relación al proceso metalúrgico y su proyección de precios permitiría una rápida respuesta a emergencia inmediatas y una respuesta a largo plazo expresada en mejores flujos de ingresos.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1. UBICACIÓN-ACCESO Y CLIMA

El distrito minero de Morococha está ubicado en el flanco Este de la Cordillera Occidental Central de los Andes del Perú en el distrito de Morococha, provincia de Yauli y departamento de Junín; a 142 km al Este de la ciudad de Lima y a 25 km al Oeste de la Fundición de La Oroya. Las coordenadas geográficas que corresponden al distrito son : 76°10' de Longitud Oeste y 11°336' Latitud Sur.

La mina se encuentra una altitud de 4.600 m.s.n.m., con un relieve topográfico abrupto, tipo alpino con elevaciones entre los 4.400 a 5.000 m.s.n.m.. Los valles son en “U”, cuyos fondos están ocupados por lagunas escalonadas y depósitos morrénicos, que son evidencia de la fuerte glaciación ocurrida en la zona.

El distrito minero es accesible fácilmente por las siguientes rutas

RUTA	DISTANCIA (km)
Carretera Central (Lima - Ticlio-Morococha )	142,00
Ramal Ferrocarril Central (La Oroya-Morococha)	32,00

El clima de la zona es en general frío durante todo el año; marcado por dos estaciones; la húmeda de Noviembre a Abril con precipitaciones de nevada y granizo; y la seca durante el resto del año con frío mas intenso y precipitaciones esporádicas. La

temperatura en verano varía de 3° C a 20° C y en invierno de -4° C a 14° C, la velocidad de los vientos alcanza de 45 a 50 km/h.

Por estas mismas condiciones, la zona no es propicia para la agricultura, solamente puede observarse la presencia de ichu, que sirve de alimento al ganado lanar de la zona.

## **2.2. HISTORIA DE LA MINA**

La historia minera del distrito de Morococha se remonta a la época incaica, cuando con implementos rústicos se trabajaron zonas con minerales de plata y oro. En la época española, en 1760 se explotaron minerales oxidados que contenían plata y sulfuros de plomo y zinc.

En 1850, fue trabajada por la familia Pfluker; en 1861 don Antonio Raymondi realizó un estudio de la región de Morococha, publicándose en 1902 con el título “Estudios Geológicos del Camino entre Lima-Morococha y alrededores de esta Hacienda.”

En 1894, el ferrocarril llegó a Yauli y es en este año que Morococha comienza a trabajar con métodos modernos y a mayor escala con L. Proaño, O. Valentine y D. Stuart.

En 1906, se formó la Backus y Jhonson del Perú.

En 1908, se formó la Morococha Mining Company, de la que formaron parte los miembros de la Cerro de Pasco Syndicate. Con estas dos grandes compañías, Morococha se convirtió en el segundo productor de cobre del Perú.

En 1911, Llego Harold Kingsmill a trabajar para la Morococha Mining Company. En 1913 comenzó y terminó el túnel Carlos Reynaldo en el nivel 400.

En 1915, la Morococha Mining Company fue reorganizada y pasó a formar parte de la Cerro de Pasco Corporation.

En 1918, todos los intereses de la Backus y Jhonston pasaron a la Cerro de Pasco Corporation.

En 1929, se inició el túnel Kingsmill, terminándose el año 1934, dando un gran potencial a la mina.

Desde 1966 a 1974 se efectuó el estudio del proyecto Toromocho, en 1974 la Cerro de Pasco fue nacionalizada formando la Empresa Minera del Centro del Perú.

De 1974 a 1980 se inició la producción de mineral de cobre del Proyecto Toromocho, así como las pruebas de lixiviación. En 1992 se reinició la producción de cobre para concentración.

En 1995, se inicia la etapa de producción de mantos y cuerpos de zinc, emplazados en las calizas Pucará.

En síntesis se puede decir que Morococha, es un distrito de renombre mundial, con una producción estimada a la fecha, de acuerdo a los registros llevados por la compañía minera, en aproximadamente 22 millones de toneladas, siendo la producción actual de alrededor de 80,000 toneladas mensuales, mineral que es tratado en cuatro plantas concentradoras.

En 1996, en Morococha se trató 333.547,00 T.M.S. con leyes de 0,46% de Cu, 0,76% de Pb, 3,60% de Zn y 166 g de Ag. La producción de concentrados fue de 6.268,00 t de Cu, 2.797,00 t de Pb y 19.327,00 t de Zn. La producción del Proyecto Toromocho fue de 182.200,00 T.M.S. con leyes de 1,03% de Cu y 26 g de Ag, la producción de concentrado fue de 7.204,00 t. Las reservas estimadas por Kaiser Ingenieros para el proyecto Toromocho a una ley de corte de 0,5% de Cu son de

364.000,00 t con 0,7% de Cu y 12,0 g de Ag, con un prospectivo de 90 millones de T.M.S. con una ley de 0,7% de Cu y 21,0 g de Ag. El potencial es de 367 millones de toneladas.

Las reservas probado probables a enero de 1996 totalizan 4 186.260,00 t, con leyes de 1,20% de Cu, 1,50% de Pb, 3,70% de Zn y 221,0 g de Ag, el mineral prospectivo-potencial está estimado en 3 516.000,00 toneladas.

## 2.3. PROPIEDAD MINERA

Como propiedades mineras la Unidad de Negocios Morococha está constituida por concesiones mineras, derechos a terceros y terrenos superficiales.

### 2.3.1. Concesiones Mineras

Tiene nueve concesiones mineras con un total de 6.800 hectáreas y que están distribuidas como sigue

**TABALA 2.1. CONCESIONES MINERAS**

N°	Nombres	Ha	Padrón o Código	Resolución	As.	Ficha	Fecha
1	Morococha-1	1.000	4352		1	11119	94/03/7
2	Morococha-2	500	4353		1	11120	94/03/7
3	Morococha-3	1.000	4354		1	11121	94/03/7
4	Morococha-4	800	4355		1	11122	94/03/7
5	Morococha-5	1.000	4356		1	11123	94/03/7
6	Morococha-6	900	4357		1	11124	94/03/10
7	Morococha-7	900	4358	117092	1	11125	94/03/10
8	Morococha-8	200	01-02126-93				
11	Centromin-20	500	01-01692-95	4691-96			
	<b>TOTAL</b>	<b>6.800</b>					



## 2.3.2. Propiedad Común y Derecho de Terceros

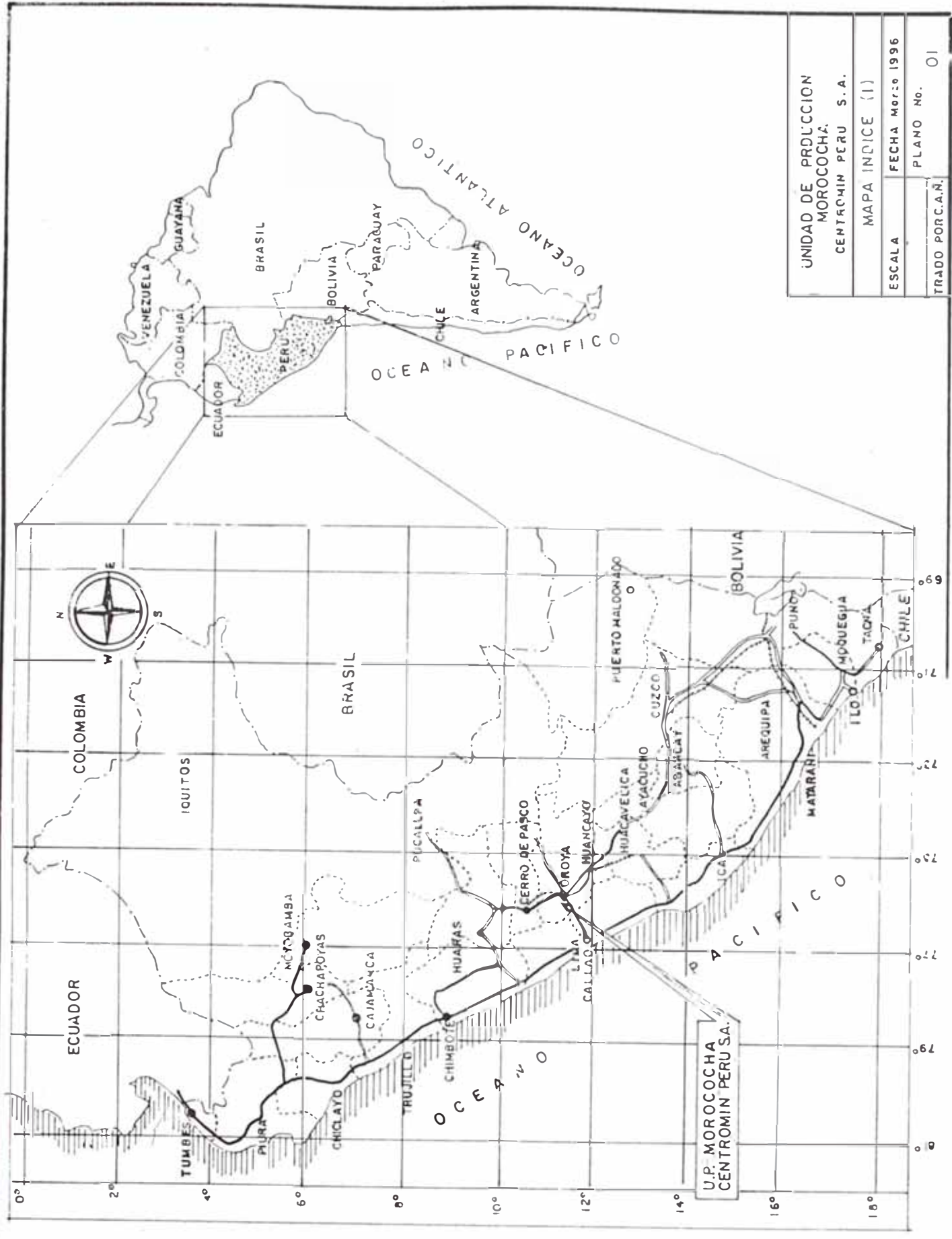
TABLA 2.2. PROPIEDAD COMUN Y DE TERCEROS

	N° Cons. a Terceros	Ha.	N° Cons. a Centromin	Ha.	Vencimiento
<b>S.M. YAULI</b>					
De Centromin-Perú	18	43			96-05-01
De Centromín-Perú (20% - 80%)	06	15			96-05-01
De Centromin-Peru (63% - 27%)	02	02			95-07-18
De Yauli			04	13	96-05-01
Puquiococha 62.5%, Yauli 37.5%			05	11	07-01-04
<b>TOTALES</b>	<b>26</b>	<b>60</b>	<b>09</b>	<b>24</b>	
<b>SANTA RITA</b>					
De Centromin-Perú	82	301			94-05-18
<b>AUSTRIA DUVAZ</b>					
De Centromin-Perú	20	50			95-07-27
De Centromin-Perú	04	04			94-07-16
De Centromin-Perú	03	09			95-07-02
Austria Duvaz			16	41	95-03-20
<b>TOTALES</b>	<b>27</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>41</b>	
<b>CENTRAMINAS S.A.</b>					
De Centromin-Perú	37	179			95-05-31
De Centraminas			14	49	95-05-31
De Centraminas			02	10	95-07-15
<b>TOTALES</b>	<b>37</b>	<b>179</b>	<b>16</b>	<b>59</b>	
<b>OTROS</b>					
De otros a Centromin-Perú			53	165	95-05-31
<b>TOTALES</b>			<b>53</b>	<b>165</b>	

### **2.3.3. Propiedad Superficial**

La Unidad de Negocios Morococha tiene un área superficial de 5.394,3 Hectáreas, inscrito en el tomo 64, asiento N° 2456 con ficha N° 11227 en los registros de propiedades de Huancayo.

El área de superficie de Puy Puy corresponde a la zona de Pumabamba y Chalhuacocha, consta de 1.200,00 hectáreas y esta inscrita en los registros de propiedades de Huancayo con ficha N° 11196.



UNIDAD DE PRODUCCION MOROCOCHA, CENTROMIN PERU S.A.	
MAPA INDICE (I)	
ESCALA	FECHA Marzo 1996
TRADO POR C.A.N.	PLANO No. 01

## CAPITULO III

### GEOLOGIA

#### 3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El distrito minero de Morococha se ubica al norte del gran Domo de Yauli. La secuencia estratigráfica lo constituyen rocas del paleozoico y mesozoico, y están representadas por los volcánicos Catalina del Grupo Mitu, calizas del Grupo Pucará, areniscas del Grupo Goyllar y calizas del Grupo Machay. La tectónica Andina se manifiesta con similitud a la de San Cristóbal, con estructuras regionales y locales. La estructura dominante es el anticlinal de Morococha. La mayor actividad ígnea ocurrió a fines del terciario con las intrusiones de la Diorita Anticona, granodiorita San Francisco, monzonitas y pórfido cuarcífero.

##### 3.1.1. Secuencia Litológica

Estratigráficamente el distrito minero está constituido por rocas que van desde el paleozoico hasta el mesozoico. Los Grupos Excélsior, Pucará, Goyllarisquisga y Machay han sido intruídos por rocas ígneas que varían desde diorita a pórfido de cuarzo, estas intrusiones han metamorfizado y metasomatizado a las rocas sedimentarias existiendo halos de alteración desde Hornfels y tremolita-actinolita hasta marmolizaciones débiles de las zonas más alejadas.

Contemporáneamente a la instalación de los intrusivos se produjeron plegamientos, fracturamientos y brechamientos que dieron origen a los anticlinales,

sinclinales y canales secundarios que guiaron el paso de las soluciones hidrotermales mineralizantes, albergandolas en concordancia con los cambios fisico-químicos, litológicos y alteraciones.

La mineralización de mena esta constituida esencialmente por mineral de plata, plomo, zinc, cobre y algunos valores de tungsteno. Estudios de distribuciones mineralógicas, cocientes metálicos y halos de alteración indicarían una zona central e inferior a partir de la cual se habría producido el flujo de las soluciones hidrotermales mineralizantes que invadieron el distrito minero de Morococha a través de canales secundarios pre-existentes.

La secuencia estratigráfica de Morococha esta constituido por rocas que van desde el paleozoico hasta el mesozoico y comprenden las siguientes unidades

#### **3.1.1.1. Grupo Excélsior (Devónico)**

El Grupo Excélsior aflora en; Yauli, Carahuacra, San Cristóbal, Andaychahua, etc. Estas rocas son consideradas las mas antiguas de la región, infrayacen en discordancia angular a las rocas del Grupo Mitu. Se componen de lutitas de diferentes colores intercaladas con areniscas. Localmente las lutitas así como las areniscas están metamorfasadas a pizarras y cuarcitas, esquistos sericíticos, cloríticos y talcosos. en algunos lugares contienen calizas y derrames lávicos.

La potencia del Grupo se desconoce, sin embargo J.V. Harrison (1943), estima una potencia de 1.800 metros para una serie equivalente en los alrededores de Tarma.

#### **3.1.1.2. Grupo Mitu (Permico Medio a Superior - Triasico Inferior)**

Aflora extensamente en las áreas de Yauli, San Cristobal, Andaychahua, Tingocancha, Morococha, etc. Esta constituida por : a) secuencias terrígenas;

Subyace concordantemente a las rocas correspondientes a las capas rojas y están constituidas esencialmente por una secuencia de calizas intercaladas con algunos horizontes lutaceos. Localmente contienen intercalaciones de derrames de composición basáltica.

### **3.1.1.6. Capas Rojas (Terciario Inferior)**

Se hallan en las áreas de Ticlio, Tuctucocha, Huari, etc. , tienen espesores hasta de 1.000 metros y están constituidos mayormente por lutitas, lodolitas y areniscas de colores predominantemente rojizos intercalados con bancos conglomeráticos y capas de caliza gris blanca o amarillenta.

### **3.1.2. Rocas Intrusivas (Terciario)**

Se distribuyen en forma de stocks, apófisis y diques. Están constituidas por rocas granulares intermedias a ácidas tales como dioritas, granodioritas, tonalitas y monzonitas cuarcíferas como : stock Chumpe, stock Carahuacra, diorita Anticona, etc.

La actividad ígnea comenzó durante el permiano. Los volcánicos Catalina son las rocas ígneas más antiguas del distrito. Los flujos volcánicos y diques están interstratificados con las rocas sedimentarias del Jurásico y Cretáceo, indican que durante el Mesozoico continuo la actividad ígnea. La mayor actividad ocurrió a fines del terciario con las intrusiones de la diorita Anticona, la Monzonita cuarcífera y el pórfido de cuarzo.

#### **3.1.2.1. Diorita Anticona**

Es la más antigua de las rocas ígneas del terciario. Se extiende al oeste y noroeste del distrito. Es de color verde oscuro a gris de textura porfirítica.

### **3.1.2.2. Monzonita Cuarcifera**

Es más reciente que la diorita Anticona, también llamada intrusiva Morococha; atraviesa los volcánicos Catalina, la caliza Pucará a la que ha alterado intensamente y la diorita Anticona. Son de color gris claro, granular de granos gruesos y grandes cristales de ortoclasa.

### **3.1.2.3. Pórfido de Cuarzo**

Es la roca ígnea más reciente; se ha reconocido un pequeño stock y algunos diques en la zona central. Atraviesa el stock de Monzonita Cuarcifera; consiste de fenocristales de cuarzo en una matriz afanítica de cuarzo, sericita y plagioclasas alteradas. Parece estar genéticamente mas relacionada con la mineralización de cobre.

## **3.1.3. Estructuras**

### **3.1.3.1. Plegamiento**

La estructura regional más importante es el Domo de Yauli, se extiende desde San Cristóbal hasta Morococha y está conformado por tres anticlinales que son: el anticlinal Pomacocha en el flanco Oeste, el anticlinal San Cristóbal - Morococha en la parte Central y el anticlinal Ultimátum en el flanco Este.

### **3.1.3.2. Fracturamiento**

Se ha establecido una secuencia polifacética de fracturas, tales como

**1ra Etapa.-** Fracturas pre-intrusión, originadas por fuerzas de compresión.

**2da Etapa.-** Fracturas pre-intrusión, producidas por fuerzas compresionales; sobreescurrecimientos; Pancar, Pomacocha, Gertrudis, Toldo - Potosí, etc.

**3ra Etapa.-** Fracturas post o concomitantes con los intrusivos terciarios pre-mineralización epigenética.

**4ta Etapa.-** Fracturamiento post-mineralización.

### 3.2. GEOLOGIA LOCAL

La secuencia estratigráfica del distrito de Morococha la constituyen rocas del paleozoico y mesozoico.

La actividad intrusiva se manifiesta desde fines del Cretáceo Superior al Terciario (Mioceno), con el emplazamiento de la diorita Anticoná, seguida por el intrusivo Morococha (monzonita cuarcífera, granodiorita) y finalmente el pórfido cuarcífero. La columna estratigráfica de Morococha es como se indica :

**TABLA 3.1. SECUENCIA ESTRATIGRAFICA**

PERIODO	GRUPO	DESCRIPCION
<i>Cretaceo Superior</i>	Machay	Lutitas rojas y calizas dolomíticas, calizas grises claras, horizontales fosfóricas, calizas macizas gris azuladas.
<i>Cretaceo Inferior</i>	Goyllarisquizga	Lutitas, areniscas finas negruzcas, cuarcitas y conglomerados rojos, derrames lávicos de basalto y diabasa.
<i>Jurásico Inferior</i>	Pucará	Calizas de color gris claro a blanco, capas de lutitas, margas y calizas dolomíticas de color azul-plomizo; interestratificados con las calizas, tenemos el basalto Montero y la traquita Sacracancha que actúan como estratos llave.



<b><i>Pérmico Superior</i></b>	Mitu	Representado por los volcánicos Catalina, que son derrames lávicos de dacitas y andesitas de color gris a verde que intemperizan a color chocolate marrón.
<b><i>Devónico</i></b>	Excélsior	Aflora fuera de la localidad de Morococha en Yauli Carahuacra, San Cristóbal y Andaychahua; sin embargo en el nivel 1700 de la mina Morococha (1700 pies debajo de superficie), a lo largo del Tunel Kingsmill se ha encontrado alguna exposición de este tipo de roca; esta constituido por lutitas y filitas negras a verde olivo con algunos horizontes de calizas y derrames lávicos.

### 3.3. ESTRUCTURAS

La estructura principal es el anticlinal Morococha cuyo eje tiene un rumbo de N20° W en la parte Sur, N 40° W en la parte Norte con inclinación de 10° a 15° al NW.

Luego del plegamiento se forma 2 tipos de fracturas; fallas longitudinales a lo largo del anticlinal rellenos con intrusivos y fallas longitudinales inversas emplazadas en los flancos E y W del anticlinal.

El anticlinal fue intruído en su parte axial, dando lugar al combamiento y a la formación de fracturas de cizalla y de tensión de rumbos NW-SE; NE-SW y E-W respectivamente. Existen varias zonas de brechas en la Caliza Pucará; esta se ubica en las zonas de fallas inversas o en la prolongación de ellas, así como en las zonas de Contactos de Caliza-Volcánico-Intrusivo.

### 3.4. MINERALIZACIÓN

La mineralización ocurre en forma de vetas, mantos, cuerpos arracimados, cuerpos de contactos, disseminados, stockworks, etc. La mineralización epigenética evidencia un zonamiento horizontal concéntrico, zona central de cobre, intermedia de plomo-zinc y externa de plomo plata.

### 3.5. METAMORFISMO Y METASOMATISMO

La intrusión de la Diorita Anticona alteró moderadamente las rocas adyacentes. El intrusivo Morococha y el pórfido de cuarzo alteraron más intensamente a las calizas Pucará, especialmente en los alrededores del stock San Francisco.

Según T. G. Moore (1936) y P. Hapala (1953) se ha establecido tres tipos principales de alteración a : marmolización, silicatos no hidratados y silicatos hidratados.

Los silicatos no hidratados más abundantes son: diópsido, granate, tremolita-actinolita, epidota y biotita. Este tipo de alteración tiende a seguir los horizontes D y E (A. J. Terrones) de la caliza Pucará.

Los silicatos hidratados mas abundantes son: serpentina, clorita y talco. La serpentina junto con el talco ocurre en los estratos del horizonte F.

La alteración hidrotermal producida por las soluciones consiste de sericitización, piritización, silicificación, caolinización, propilitización y marmolización.

### 3.6. FALLAMIENTO

Probablemente a fines del Cretáceo, fuerzas de compresión de dirección E-W comenzaron a formar el Anticlinal Morococha. A principios del terciario y por aumento

de la intensidad de las fuerzas de compresión las rocas cedieron por ruptura y se formaron fallas inversas (Gertrudis en el flanco Oeste y Potosí-Toldo en el flanco Este) de buzamiento opuesto.

Posteriormente una intensa actividad ígnea que dió lugar a la intrusión de la diorita Anticona. La continuación de las fuerzas de compresión formó fallas de cizalla de rumbo NW-SE y SW-NE en la parte sur del distrito; y de rumbo E-W en la parte norte. Nueva actividad ígnea dio lugar a la intrusión de la monzonita cuarcífera y culminó con el pórfido de cuarzo. La continuación de fuerzas de compresión en combinación con la penetración del intrusivo Morococha produjeron fracturas de tensión, por arqueamiento del anticlinal, que en su parte sur tienen rumbo de N 70°E y en la parte norte de N 50°E .

### **3.7. BRECHAMIENTO**

Esta ubicado en las zonas de fallas inversas, en los contactos de caliza con los volcánicos Catalina, con el intrusivo Morococha o con el Basalto Montero. Son de origen tectónico y ocurrieron durante el plegamiento y la intrusión.

### **3.8. GEOLOGÍA MINERA**

La complejidad de la historia geológica del distrito y los diferentes tipos de rocas han dado lugar a la formación de una variedad de depósitos minerales que se extienden ampliamente en el distrito. Así tenemos vetas de relleno y reemplazamiento, cuerpos y mantos en el skarn y en la línea de mármoles, mantos y cuerpos piríticos en los contactos volcánicos volcánico-caliza y la presencia del complejo cuprífero porfirítico de Toromocho.

La mineralogía es compleja y numerosa; los minerales de mena más abundantes son la calcopirita, tetraédrica, enargita, esfalerita y galena; como minerales de ganga se tiene pirita, magnetita, cuarzo, silicatos y calcita. El zonamiento mineral es horizontal concéntrico bien definido, con cobre en la zona central, zinc-plomo en la zona intermedia y plomo-plata en la zona exterior.

La alteración también es compleja, esta representada por la silificación-piritización y marmolización. Esta gran alteración, posiblemente aloje trazas de minerales estratégicos, actualmente utilizados en la tecnología de punta.

Las vetas tienen potencias que van desde 1,0 a 1,5 metros, con buzamiento de 60° a 85°, siendo las rocas encajonantes volcánicas, calizas y en menor grado skarns. Los mantos tienen potencias que varían de 1,4 a 2,4 metros, con buzamiento de 15° a 30° cuyas rocas encajonantes son las calizas. En general la resistencia de las rocas van de competentes a semicompetentes.

### **3.9. PROYECTOS AREAS ALEDAÑAS**

Los principales proyectos son

#### **3.9.1. Toldo Dos Naciones**

##### **3.9.1.1. Ubicación y Acceso**

El área está ubicada a 4 km al Sudeste de Morococha, sobre el flanco Este del anticlinal del mismo nombre. Es accesible a partir de la carretera central por dos ramales:

- Morococha - Cajoncillo - Gallardete - Santa Clara a 4,5 km,
- Manuelita - Alpamina - Dos Naciones 5,3 km.

### 3.9.1.2. Geología Local

En el área se encuentran ampliamente expuestas, rocas volcánicas y sedimentarias del Paleozoico Superior a Mesozoico Inferior. Pequeños intrusivos del Terciario Medio afloran en la parte Sur.

El grupo Mitu representado por los volcánicos Catalina aparece formando el basamento y núcleo del anticlinal Morococha. Consiste en derrames andesíticos y dacíticos de brechas de aglomerados y tufos.

El grupo Pucará está constituido por calizas dolomíticas y calcoarenitas. Son frecuentes nódulos de chert y horizontes fociíferos. Hacia el techo de la secuencia, aparecen calizas intercaladas con tufos verdes (traquita Sacracancha), derrames básicos (basalto Montero) y brechas sedimentarias (brecha Churruca). La actividad ígnea está representada por rocas de composición intermedia a básica reemplazadas en forma de diques y pequeños stocks que cortan a los volcánicos Catalina y a calizas Pucará.

### 3.9.1.3. Mineralización

Se presenta en forma de vetas y mantos de reemplazamiento. Las vetas alcanzan grandes extensiones tanto en horizontal como en la vertical emplazadas en volcánicos y calizas. Los volcánicos se ubican en el contacto volcánico calizas que guardan una estrecha relación genética con las vetas.

La mineralización consiste de galena, esfalerita, tetraédrita, cuarzo y piritita. Al microscopio se ha detectado chalcopirita y hubnerita y oro .

Los afloramiento muestran mineralización de sulfuros en los volcánicos y un avanzado grado de oxidación en las calizas. se ha reconocido en superficie las vetas,

Josefina, Maritza, Veta 9, Veta 10, Veta 11, Mercedes, Alpamina, Cotopaxi, San Andrés, Muchcapata, Antar, etc.

#### **3.9.1.4. Reservas**

Las reservas de mineral probado y probable fueron calculadas en 159.000 TMS con 0,3% Cu, 1,2 % Pb, 1,9 % Zn y 267,0 g Ag ; estimándose un mineral prospectivo y potencial de 1 860.000,00 TMS .

### **3.9.2. San Antonio - Veta Cecilia**

#### **3.9.2.1. Ubicación y Acceso**

El área de interés se ubica al norte de la mina Morococha a 4,7 km del Pique Central entre los niveles 400 y 1700. La accesibilidad es por medio de las labores que necesitan previa rehabilitación.

La veta Cecilia se emplaza en los volcánicos Catalina hacia el Este y en las calizas Pucará y sus derivados metamórficos hacia el Oeste.

#### **3.9.2.2. Mineralización**

El ensamble mineralógico está constituido por calcopirita, esfalerita, galena y tetraédrita dentro de una ganga de pirita, cuarzo y rodocrosita.

La Veta Cecilia es una estructura persistente tanto en su extensión vertical como en su longitud lateral, el rumbo de la veta varía de N 70°O a E-O, el buzamiento cambia de 80° S a 80°N.

La veta en su desarrollo hacia el oeste después de atravesar los volcánicos pasa a caliza silicatada, donde se encuentra un manto de zinc con una potencia de 10 metros.

### 3.9.2.3. Reservas

Las mejores concentraciones de mineralización de Cu, Zn y Ag están localizadas entre los niveles 400 y 1700.

**TABLA 3.2. RESERVAS ENTRE NIVEL 400 Y NIVEL 1700**

<b>NIVEL</b>	<b>TMS</b>	<b>%Cu</b>	<b>%Pb</b>	<b>%Zn</b>	<b>g Ag</b>
400	26.190	2,65	0,65	9,96	348
750	70.590	1,64	0,59	7,93	102
1000	77.540	1,93	0,45	6,79	113
1200	68.320	2,09	0,44	4,21	114
1450	60.300	1,90	0,03	4,21	67
1700	25.580	2,09	0,10	3,89	53
	<b>328.520</b>	<b>1,96</b>	<b>0,38</b>	<b>6,05</b>	<b>117</b>

### 3.9.3 San Antonio - Zona Norte

#### 3.9.3.1. Ubicación

El área se ubica a 1 km al norte de la mina Morococha y a una altura promedio de 4.600 m.s.n.m..

Es accesible a través de dos trochas carrozables a partir de la Carretera Central del Perú.

#### 3.9.3.2. Geología Local

El área de San Antonio se encuentra en el extremo Norte del anticlinal Morococha y forma parte de una estructura mayor conocida como el Domo de Yauli.

La unidad estratigráfica de mayor exposición corresponde al Grupo Pucará de Triásico-Jurásico, donde se reconocieron siete horizontes.

La actividad ígnea está representada por un stock de monzonita cuarcífera conocido como intrusivo Potosí, el cual se ha desarrollado una amplia aureola de alteración y metamorfismo en las calizas Pucará. El plegamiento dió lugar a fallas y fracturas longitudinales, reconociéndose estructuras de sobre-escurrimientos en ambos flancos del anticlinal de Morococha, conocidos como Toldo-Potosí y Gertrudis.

### **3.9.3.3. Mineralización**

Las fracturas y horizontes favorables del grupo Pucará fueron rellenados por soluciones mineralizantes de origen hidrotermal dando lugar a la formación de vetas, mantos de reemplazamientos y stockworks. Los minerales son la esfalerita, galena y tetraédrita principalmente.

Los controles litológicos y estructurales fueron decisivos para la ocurrencia de los procesos de mineralización.

### **3.9.3.4. Reservas**

Las reservas cubicadas de mineral probado y probable fueron de 525.000 TMS con leyes de 0,3 % Cu, 2,5 % Pb, 3,7 % Zn y 178 g Ag. Como mineral potencial se estima en 1 960.000 TMS.

## **3.9.4. San Antonio - Madame Elvira**

### **3.9.4.1. Ubicación y Acceso**

El proyecto se encuentra dentro de los límites de la mina Morocha, en el área de

San Antonio, sector Norte de la mina, 1,2 km del pique Central.



### **3.9.4.2. Geología Local**

En el área de interés se tiene calizas Pucará en contacto con los volcánicos y el intrusivo, están atravesados por un sistema de estructuras mineralizadas.

### **3.9.4.3. Mineralización**

La mineralización se presenta en mantos y cuerpos, con calcopirita y pirita. Esta mineralización está controlada por el contacto caliza intrusivo y las vetas transversales.

### **3.9.4.4. Reservas**

Las reservas de cobre probables, estimadas para el cuerpo Madame Elvira desde el nivel 400 hasta superficie son 500.000 TMS con 1,5 % Cu y 93,0 g Ag , así mismo, como mineral potencial se estima 2 000.000 TMS.

## **3.9.5. Pisagua**

### **3.9.5.1. Ubicación y Acceso**

El área Piragua está localizada a 5 km en línea recta al sureste del Pique Central de la mina Morococha e inmediatamente al Sur de la mina Dos Naciones.

El acceso se realiza desde la mina Morococha mediante trochas carrozables de : Manuelita - Alpamina - Pisagua con un recorrido 7,1 km.

### **3.9.5.2. Geología Local**

Afloran 5 vetas principales : San Miguel, Bayo, Alpamina 2, Pisagua y Milagro; con extensiones que varían entre 400 a 1200 m y potencias de 0,65 a 1,35 m; estas se emplazan tanto en las calizas Pucará como en los volcánicos Catalina. Los mantos se

*"ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INCREMENTO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA MINA MOROCOCHA - CENTROMIN PERU S.A." TESIS DE GRADO FELIX LLACUA TORRES*

localizan en el contacto volcánico-Caliza, así como en ciertos horizontes de calizas arenáceas, guardando una estrecha relación genética con las vetas.

### **3.9.5.3. Mineralización**

Se ha reconocido mineralización de Pb-Ag, en forma de vetas y mantos, que corresponden al halo exterior del zonamiento del distrito minero de Morococha.

### **3.9.5.4. Reservas**

Considerando los clavos mineralizados de las vetas: San Miguel, Bayo y Pisagua, se ha estimado como mineral prospectivo y potencial un total de 634.050 TMS para una potencia de 1,0 m .

Las leyes que reportan los muestreos de afloramiento son : 0,04% Cu , 1,72 % Pb, 0,88 % Zn y 305 g Ag.

## **3.9.6. Buenaventura Porvenir**

### **3.9.6.1. Ubicación y Acceso**

Al área de estudio se ubica aproximadamente a 3 km al Suroeste de la mina Morococha, en las cercanías de Toromocho. El área es accesible mediante la carretera Morococha-Toromocho-Porvenir (5,4 km).

### **3.9.6.2. Geología Local**

Afloran calizas Pucará, intruídas por las monzonitas cuarcífera Yantac, la cual ha originado una fuerte alteración de las calizas como silicificación, granatización y

silicatación. Existen sistemas conjugados de fracturas de cizalla representando vetas como Asia, Buenaventura, Alberto, Emilio y Porvenir. Las estructuras mineralizadas que afloran en el área son vetas, mantos y cuerpos de reemplazamientos.

### **3.9.6.2. Mineralización**

El área se encuentra dentro del halo de cobre de acuerdo al zonamiento del distrito. La asociación mineralógica es de magnetita, sulfuros diseminados de cobre-zinc. Bordeando el intrusivo monzonítico y dentro de las calizas silicatadas se encuentran cuerpos de magnetita, pirita con escasa diseminación de sulfuros de cobre. Alcanzan extensiones de hasta 500 m con potencias variables de 5 a 20 metros.

Las vetas Asia y Buenaventura se encuentran al norte del área y tienen rumbos promedios de N 75°W y buzamientos de 75° y 70° NE cuya mineralización es de cuarzo, óxido de manganeso y limonita con valores anómalos de Cu, Pb, Zn y Ag. Al extremos sur existen las vetas de la mina Alberto Emilio emplazadas en el stock Yantac, con pirita y cuarzo y esporádica presencia de esfalerita y galena.

### **3.9.6.4. Reservas**

Entre Marzo y Diciembre de 1996, se llevó a cabo una campaña de perforación diamantina, totalizando 1.561 metros, además se tuvo un avance de 106 metros en el cruce. Con este programa se ha reconocido en forma parcial un cuerpo con contenido de zinc, encontrándose también mineralización de cobre-Plata. Se logró ubicar 30.000 TMS con 0,3 %Cu, 0,03 %Pb, 6,5 %Zn y 12 g Ag y como mineral indicado por perforación 111.870 TMS con 0,42 %Cu, 0,10% Pb, 4,02 % Zn y 31 g Ag estimándose un potencial de 100.000 TM.

## CAPITULO IV

### RESERVAS DE MINERAL

#### 4.1. METODOLOGIA

Los principales criterios de cubicación son

- **Clasificación de leyes de muestreo.**
- **Dilución :** Para vetas, cuerpos y mantos se ha considerado la siguiente fórmula para el calculo del ancho permisible de rotura.

*Ancho de Veta < 0,79 m*

*A.P. = 1,0 m*

*Ancho de Veta > 0,79 m*

*A.P. = A. Veta + 0,21 m*

- **Delimitación de bloques de mineral :** En base a la separación en tramos de mineral económico, marginal o submarginal; así como a las características mineralógicas, controles estructurales y controles litológicas.
- Calculo de áreas, volúmenes, tonelaje y leyes.
- Factores de corrección de leyes.

El estimado de reservas esta basado en el cut off geologico U.S. \$ 25,72

**TABLA 4.1. RESERVAS ENERO 1996**

<b>MINERAL</b>	<b>TMS</b>	<b>% Cu</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>g Ag/TMS</b>
Probado	2 431.300	1,2	1,5	3,7	220,00
Probable	1 754.960	1,2	1,5	3,7	222,00
<b>Total</b>	<b>4 186.260</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>3,7</b>	<b>221,00</b>
Prospectivo	1 194.000				
Potencial	2 322.000				

La siguiente tabla muestra en rango de las reservas geológicas por niveles de Cut-off.

**TABLA 4.2. RESERVAS DE ACUERDO AL CUT OFF**

<b>Cut Off US \$/tn</b>	<b>TMS</b>	<b>% Cu</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>g Ag</b>	<b>Valor US \$/t</b>
0	6 869.490	1,00	1,10	2,70	169	34,69
5	6 810.750	1,00	1,10	2,70	170	34,96
10	6 534.650	1,00	1,10	2,80	175	36,11
15	5 999.300	1,10	1,20	3,00	185	38,22
20	5 257.600	1,10	1,30	3,30	199	41,12
25	4 355.570	1,20	1,40	3,60	218	44,94
25.72	4 186.260	1,20	1,50	3,70	221	45,59
30	3 516.100	1,30	1,60	4,00	238	49,15
35	2 775.590	1,30	1,80	4,30	262	53,56
40	2 212.160	1,40	2,00	4,70	284	57,66
45	1 686.380	1,40	2,20	5,00	310	62,39
50	1 240.650	1,50	2,40	5,30	344	67,77
55	974.470	1,60	2,60	5,60	362	71,96
60	726.690	1,60	2,80	5,90	693	76,85
65	546.860	1,80	3,00	6,00	420	81,66
70	394.470	1,90	3,0	6,30	453	87,45
75	303.800	1,90	3,50	7,0	470	91,1
80	238.100	2,10	3,90	6,80	479	95,55

85	169.460	2,60	3,60	6,20	510	100,87
90	133.110	2,40	3,80	6,60	552	104,63
95	91.590	3,00	3,30	7,60	543	110,44
100	91.590	3,00	3,30	7,60	543	110,44

## 4.2. CLASIFICACIÓN DE RESERVAS

Están clasificadas en

- **Probadas** .- Reservas que no tienen riesgo de la discontinuidad, 100% de certeza.
- **Probables** .- Es aquel cuya continuidad puede inferirse con algún riesgo 75% de certeza.
- **Prospectivo** .- Mineral cuyo tonelaje y leyes se basan mayormente en el amplio conocimiento del carácter geológico del depósito. Estas evidencias pueden ser diagramas de curvas de isovalores, algunos sondajes diamantinos, cateos y áreas de influencia cercana a bloques de mineral probado o probable, 50 % de certeza.
- **Potencial** .- Es el mineral cuya estimación se basa mayormente en el conocimiento de carácter geológico del yacimiento, es decir de litologías favorables, estructuras geológicas, anomalías geoquímica, relación con minas vecinas, etc. 25 % de certeza.

## 4.3. RESERVAS OPERATIVAS

Las reservas operativas corresponden a áreas mineralizadas con adecuada infraestructura para su inmediata explotación.

Las reservas operativas de Morococha representan aproximadamente el 14% del mineral probado - probable de las reservas y son mostradas en el siguiente cuadro

**TABLA 4.3. RESERVAS PROBADO-PROBABLE**

ZONA	TMS	% Cu	% Pb	% Zn	g Ag/t
Sulfurosa	476.810	1,00	1,40	3,30	239
Kingmill	20.080	0,90	0,90	2,20	140
San Antonio	28.080	0,70	1,50	6,20	160
Gertrudis	16.690	0,20	0,50	9,10	101
Alapampa	54.610	0,70	1,50	5,70	201
<b>Total</b>	<b>599.270</b>	<b>0,90</b>	<b>1,40</b>	<b>3,80</b>	<b>225</b>

#### 4.4. RESERVAS ZONIFICADAS

**TABLA 4.4. RESERVAS POR ZONAS**

ZONA	RESERVAS PROBADO-PROBABLE					Prospectivo	Potencial
	TMS	%Cu	%Pb	%Zn	g Ag	TMS	TMS
Sulfurosa	1 607.490	1,10	1,60	3,50	234	497.000	1 158.000
Kingmill	1 727.100	1,70	0,70	2,90	200	168.000	277.000
San Antonio	452.030	0,30	3,10	5,30	219	95.000	179.000
Gertrudis	47.170	0,60	0,50	7,80	116	434.000	708.000
Alapampa	352.470	0,50	2,80	5,70	274		
<b>Total</b>	<b>4 186.260</b>	<b>1,20</b>	<b>1,50</b>	<b>3,70</b>	<b>221</b>	<b>1 194.000</b>	<b>2 322.000</b>

#### 4.5. RESERVAS EN EXPLORACIÓN

Morococha tiene un considerable potencial para exploración; especialmente en la búsqueda de yacimientos de baja ley emplazados en los contactos y en las calizas Pucará.

Las actividades de exploración y desarrollo en Morococha son clasificados en operaciones y exploración especial. El objetivo de la exploración de operaciones es

reemplazar reservas, la exploración especial conforma reservas en zonas aledañas como un incremento.

**TABLA 4.5. EXPLORACION Y DESARROLLO 1991-1996**

AÑO	EXPLORACION Y DESARROLLO	NUEVAS RESERVAS				
		TMS	%Cu	%Pb	%Zn	g Ag
1991	4.581	375.257	0,53	0,82	6,19	149
1992	2.785	290.426	0,64	1,11	6,77	161
1993	2.142	250.110	0,50	1,10	8,60	174
1994	1.765	284.225	0,38	1,19	6,63	220
1995	2.104	319.600	0,74	1,37	3,30	232
1996	2.465	309.560	0,46	1,41	3,26	212

Para 1997 el programa de exploración y desarrollo contempla 3.400 metros y 2.800 metros en diamond drill. Adicionalmente se ha proyectado ejecutar 600 metros de exploración especial en las áreas de Buenaventura - Porvenir Y San Pablo.

Con el programa de exploración en mina Central se propone cubicar 350.000 TMS con 0,80 %Cu, 1,50 %Pb, 3,50 %Zn y 205 g Ag.

**TABLA 4.6. EXPLORACION Y DESARROLLO MINA CENTRAL 1997**

AREA	DDH (m)	EXPLORACION DESARROLLO (m)
SULFUROSA	400	700
KINGSMILL	700	1.000
SAN ANTONIO	800	800
	900	900
EXPLORACION Y DESARROLLO ESPECIAL 1997		
PORVENIR		300
SAN PABLO		300



A continuación se detalla brevemente el programa de exploración y desarrollo 1997 :

**a) Sulfurosa**

Se proyecta ejecutar un avance de 700 metros y están dirigidos principalmente hacia las vetas Ramal 500 de San Andrés, Maritza, Muchcapata y San Andrés, en los volcánicos Catalina del grupo Mitu. Se propone cubicar 80.000 TMS con 0,40% Cu, 1,30 %Pb , 1,40 %Zn y 209 g Ag.

**b) Kingsmill**

El avance propuesto es de 1.000 metros y están orientados básicamente hacia las vetas Milagro 1, Minero Manuelito, La Joven y Alicia 6, en los volcánicos Catalina del grupo Mitu. Se estima cubicar 150.000 TMS, 0,90% Cu, 1,60 %Pb, 3,70 %Zn y 227 g Ag.

**c) San Antonio**

El avance propuesto es de 800 metros; están orientados hacia las vetas Huamachuco, Esmeralda, María Luisa y Catalina ; por debajo del nivel 100, en las calizas dolomíticas del grupo Pucará. Se estima cubicar 50.000 TMS con 0,50 %Cu, 1,40 %Pb , 4,70 %Zn y 164 g Ag.

**d) Alapampa**

En esta zona se ha considerado un avance de 900 metros, dirigidos hacia las vetas Venecia, San Luis 7, Guillermina y Manto Alampa, debajo del nivel 100, en las calizas silicificadas del grupo Pucará . Se proyecta cubicar 70.000 TMS con 0,40 %Cu, 1,70 %Pb, 4,50 %Zn y 183 g Ag.

## CAPITULO V

### MINERIA

Por las características del yacimiento de la Unidad Morococha, actualmente se opera en la Mina Central (Kingsmill y Sulfurosa) y en las Minas Satélites (Gertrudis y San Antonio) que son 100% propiedad de Centromin Perú.

Adicionalmente se viene explotando en pequeña escala el Tajo Toromocho desde el año 1992 y el Tajo porvenir desde Junio 1996.

#### 5.1. DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE EXPLOTACIÓN

##### 5.1.1. Explotación Mina Central

La Mina Central que comprende las secciones Kingsmill y Sulfurosa, es accesible por tres piques principales cuyas estructuras son de dos compartimientos, estos son utilizados para el transporte de personal, materiales y mineral desde diferentes niveles de trabajo; estos son, Pique María para transporte de personal, materiales y mineral con 2,5 toneladas de capacidad de Skip, Pique Central para transporte de personal y mineral con 3,5 toneladas de capacidad de Skip y Pique Natividad para servicios netamente.

La Mina Central tiene seis niveles por donde se realiza la extracción del mineral (Nv. 400, 750,1000,1200,1450 y 1700), siendo el nivel 1700 el nivel más profundo, el cual sirve además para drenaje.

Cada nivel tiene cortadas (cruceiros) de más de dos km que interceptan diferentes vetas y zonas mineralizadas que han sido o están siendo explotadas. El mineral explotado en los tajeos se transfiere por medio de ore pass a los diversos niveles, por donde son transportados con locomotoras hacia las tolvas ubicadas en los piques de extracción.

Por las características de las vetas se aplican métodos de Reducción Dinámica y Reducción Estática Convencional.

Los accesos a las labores de operación (tajeos) es realizado por medio de chimeneas convencionales y para los servicios auxiliares se cuenta con chimeneas raise borer y convencionales.

El mayor porcentaje de explotación actualmente es realizado con el método de Reducción Dinámica, debido a la dureza de las cajas encajonantes y el buzamiento de las vetas.

Los recursos utilizados en las operaciones unitarias de la Mina Central son

**TABLA 5.1. RECURSOS EN LAS OPERACIONES UNITARIAS**

<b>OPERACION UNITARIA</b>	<b>RECURSOS USADOS</b>
Perforación	Maquinas Jack leg y Stoper
Voladura	Dinamita semexa 60% y ANFO
Limpieza y Acarreo	Winches eléctricos
Transporte	Locomotora a trolley de 4 y 6 toneladas con carros de 2,2 toneladas de capacidad.
Izaje	Piques con skips de 2,5 y 3,5 toneladas de capacidad.

### 5.1.2. Explotación Minas Satélites

Como satélite a la mina Central se tienen las secciones de Gertrudis y San Antonio; el acceso a las labores de operación (tajeos) es por medio de rampas y chimeneas convencionales.

La limpieza y acarreo de mineral se hace con scooptrams desde las cámaras hasta los ore passes, que integran las minas desde el nivel 100 hasta el nivel 400, desde este nivel mediante locomotoras eléctricas el mineral es transportado hasta los piques Central (Gertrudis) y Cancha Carlos Reynaldo (San Antonio).

Los métodos de explotación utilizados en estas minas son : Cámaras y pilares Trackless y Reducción.

Los principales recursos en las diferentes minas son :

**TABLA 5.2. RECURSOS DE OTRAS MINAS**

Operación Unitaria	Recursos Usados	
	Gertrudis	San Antonio
Perforación	Jackleg y stoper	Jackleg y stoper
Voladura	Dinamita 60% y Anfo	Dinamita 60% y Anfo
limpieza	Scoop Diesel de 2,2 yd <sup>3</sup>	Winches eléctricos
Acarreo	Scoop Diesel de 2,2 yd <sup>3</sup>	Scoop Eléctrico de 1,5 yd <sup>3</sup>
Transporte	Locomotora 6 t, carros de 2,2 t.	Locomotora 6 t, carros de 2,2 t.
Personal	Contrata	Contrata

## 5.2. MÉTODOS DE MINADO

### 5.2.1. Reducción Dinámica (Shrinkage)

Aplicado a vetas con muy buena estabilidad de terreno y buzamiento mayor a

70°, la preparación se empieza a niveles inferiores con la construcción de box holes y la construcción de echaderos. La explotación sube progresivamente con la acumulación simultánea del material roto y la extracción de 1/3 del volumen roto.

Este método de explotación no requiere de relleno durante el proceso de rotura de todo stope. Al terminar de extraer todo el mineral se debe de proceder a rellenar todo el tajeo o colocar algún tipo de sostenimiento que garantice la estabilidad del área y no se produzcan posteriores estallidos de roca.

**TABLA 5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Ancho de Minado	1,0 metro
Altura de Tajeo	70 metros
Longitud del Tajeo	55 a 60 metros
Sostenimiento	Autosostenido con cajas competentes o puntales de madera cuando lo requiera.
Perforación	Maquinas JackLeg y Stoper
Voladura	Dinamita Semexa 60% y Anfo.
Transporte	En el nivel de extracción con locomotoras eléctricas más carros.

### 5.2.2. Reducción Estática Convencional

Aplicado a vetas con cajas semiconsistente. La preparación consiste en construir chimeneas-chutes-camino a ambos extremos del tajeo y subnivel uniendo estas chimeneas; la explotación progresa en forma ascendente sobre carga hasta terminar de completar el tajeo, para finalmente proceder con la limpieza.

**TABLA 5.4. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Ancho Mínimo de Minado	1,0 metro
Altura de Tajo	70 metros.
Longitud de Tajeo	50 a 60 metros.
Sostenimiento	Generalmente se soporta con puntales de madera y/o pilares de mineral.
Perforación	Maquina Jackleg y stoper
Voladura	Dinamita 60% y Anfo
Limpieza y Acarreo	Winches
Transporte	Con locomotoras y carros metaleros.

### 5.2.3. Cámaras y Pilares

Aplicado a la explotación de mantos horizontales e inclinados con buzamiento menores a 40° y estructuras competentes; la preparación consiste en la construcción de rampas de acceso sobre mineral marginal y chimeneas convencionales para servicios y ventilación; desde las rampas diseñadas en la caja piso, se construyen cámaras perpendiculares hasta delimitar la caja techo y otras transversales dejando pilares sistemáticos. Finalmente se realzan las cámaras sobre carga hasta el piso superior. La limpieza y acarreo se realiza con scooptrams diesel hasta los ore passes que conducen el mineral hasta el nivel de transporte inferior.

**TABLA 5.5. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Potencia de Manto	5 a 25 metros
Altura de Tajeo	9 metros
Longitud de tajeo	30 a 60 metros
Rampas	12%
Sostenimiento	Pilares de mineral
Perforación	Con Jackleg y stoper
Limpieza y Acarreo	Con scoop diesel de 2.2 yardas cubicas
Transporte	Con locomotoras eléctricas y carros metaleros.

### 5.3. EQUIPO MINERO

Los equipos utilizados en mina se clasifican como sigue :

**TABLA 5.6. EQUIPO DE MINA**

EQUIPO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Pala Neumática	23	19 en operación (prom.)
Winches Eléctricos	15	
Winches neumáticos de izaje	13	
Cargador frontal 2 yd <sup>3</sup> y de 4 yd <sup>3</sup>	02	
Montacarga 3,5 yd <sup>3</sup>	01	
Tractor de orugas de 24 t	01	En reparación
Perforadoras Jackleg	121	3 en stand by
Perforadoras stoper	110	
Locomotoras 4 y 6 t trocha 20"	24	
Locomotora de 6 t trocha de 24"	03	
Carros balancín 40 pie <sup>3</sup> trocha 20"	146	Nv 400, 750,1000 y 1200
Carros balancín 40 pie <sup>3</sup> trocha 24"	20	Nv 1700
Volquetes 12 t	02	

**TABLA 5.7. SCOOPTRAMS**

Nº Equipo	Marca	Modelo	Año	Capacidad	Observaciones
1	Wagner Mining	ST-2D	1996	2,5 yd <sup>3</sup>	Diesel
1	Eimco Jarvis Clark	EJC-60	1996	1,25 yd <sup>3</sup>	Eléctrico

**TABLA 5.8. EQUIPO PESADO**

Nº Equipo	Marca	Modelo	Año	Capacidad	Observaciones
EPL-0293	Volvo	L120C	1995	3 yd <sup>3</sup>	Cargador frontal
EPL-0280	Fiat Allis	FR-10B	1990	2 yd <sup>3</sup>	Cargador frontal
EPJ-0150	Caterpillar	V-110	1982	3,5 yd <sup>3</sup>	Montacarga
EPB-0356	Fiat Allis	FD-20	1986	24 yd <sup>3</sup>	Tractor

#### 5.4. MAQUINARIA DE COMPRESION

**TABLA 5.9. COMPRESORAS**

Nº Equipo	Marca	Tipo	Año	Capacidad Teórica (cfm)	Capacidad Real (cfm)	Ubicación
3	Ingersol Rand	PRE-2	1917	2400	1641	Morococha
6	Ingersol Rand	PRE-2	1951	4200	3266	Morococha
14	Ingersol Rand	XLE	1965	2500	1875	Morococha
9	Atlas Copco	ZR-5AE	1980	2250	1800	Morococha
10	Atlas Copco	ZR-5AE	1980	2250	1800	Morococha
15	Atlas Copco	ZR-6	1990	2690	2264	Morococha
16	Atlas Copco	ZR-6	1990	2690	2264	Morococha
17	Atlas Copco	ZR-6	1990	2690	2264	Morococha
18	Atlas Copco	ZR-6	1992	2690	2264	Morococha



## 5.5. SERVICIOS AUXILIARES

### 5.5.1. Ventilación

En la sección Sulfurosa de la mina Central, comparando la cantidad de aire que ingresa a la mina con la cantidad necesaria, se determina que existe un déficit de 505 m<sup>3</sup>/min (17834CFM), que representa el 46.76% del aire requerido; aquí se cuenta con cinco ventiladores eléctricos de 10000 CFM cada uno.

En la sección Kingsmill de la Mina Central, existe un déficit de 135 m<sup>3</sup>/min (4767 CFM) que representa el 15% de las necesidades; se cuenta con 2 ventiladores eléctricos de 10000 CFM y un ventilador eléctrico de 30000 CFM.

En la sección Gertrudis (Satélite) existe un déficit de 347 m<sup>3</sup>/min (12254 CFM) que representa el 16,25% del aire requerido; se cuenta con un ventilador eléctrico de 10000 CFM.

En la sección San Antonio (Satélite) también existe un déficit de 279 m<sup>3</sup>/min (9853 CFM) que representa el 28% de lo requerido; se cuenta con un ventilador eléctrico de 30000CFM.

**TABLA 5.10. RED DE VENTILACION**

	Sulfurosa	Kingsmill	Gertrudis	San Antonio
Ingreso aire m <sup>3</sup> /min	575	765	1.789	717
Salida aire m <sup>3</sup> /min	692	686	1.410	
Necesidades m <sup>3</sup> /min	1.080	900	2.136	996
Ventilación. Principal	5 de 10.000 cfm	2 de 10.000 cfm 1 de 30.000 cfm	1 de 10.000 cfm	1 de 30.000 cfm

### 5.5.2. Aire Comprimido

Las minas son abastecidas por compresoras estacionarias, que satisfacen los requerimientos de estas; actualmente se tiene en operación nueve compresoras, tres Ingersoll Rand y seis Atlas Copco de propiedad de CMP, con una capacidad instalada teórica de 24369 CFM y una capacidad real de 19438 CFM siendo el consumo de aire en la Mina de 11750 CFM en promedio.

La distribución de compresoras estacionarias es como sigue

**TABLA 5.11. RED DE AIRE COMPRIMIDO**

MARCA	MODELO	CAUDAL TEORICO (cfm)	CAUDAL REAL (cfm)	PRESION MAXIMA(psi)
Ingersoll Rand	PRE-2	2.400	1.641	100
Ingersoll Rand	PRE-2	4.200	3.266	130
Atlas copco	ZR-5AE	2.250	1.800	160
Atlas copco	ZR-5AE	2.250	1.800	160
Ingersoll Rand	XLE	2.500	1.875	125
Atlas copco	ZR-6	2.690	2.264	150
Atlas copco	ZR-6	2.690	2.264	150
Atlas copco	ZR-6	2.690	2.264	150
Atlas copco	ZR-6	2.690	2.264	160

### 5.5.3. Drenaje

Toda la filtración del área de Morococha se concentra en el túnel Kingsmill (nivel 1700), saliendo a superficie desembocando en el río Yauli (en Mahr Túnel), con un caudal promedio mensual de 109,3 m<sup>3</sup>/min.

#### **5.5.4. Izaje**

Este servicio es para la Mina Central (Sulfurosa y Kingsmill), a través de los Piques Central y María; es utilizado para personal, materiales, herramientas, equipos y mineral.

#### **5.5.5. Planta de Relleno**

Actualmente no se utiliza relleno de ningún tipo.

#### **5.5.6. Transporte de Personal**

A la mina Central (Sulfurosa y Kingsmill) ingresan vía los piques Central y María, a las minas Satélites se moviliza el personal y los materiales mediante camiones de servicio.

El movimiento de mineral y desmonte se realiza a través de líneas de riel en los diversos niveles. La extracción de mineral de los tajeos es con carros de 1 m<sup>3</sup> y usando locomotoras a Trolley en el rango de 4 a 6 toneladas.

#### **5.5.7. Agua**

El agua para las operaciones de mina proviene de la Laguna de Huacracocha la cual aporta 2.500 GPM y del Túnel Vulcano con 720 gpm. Esta agua es repartida y almacenada para la Planta Concentradora, servicios industriales y la mina, en tanques, para la zona de Gertrudis y Lourdes, en un tanque de 43 m<sup>3</sup>; para las demás zonas se trasladan a tres tanques ubicados en Tintacocha con una capacidad total de 1.237 m<sup>3</sup>, de donde se distribuye a dos zonas ubicadas en Cajoncillo de 112,5 m<sup>3</sup> y 120 m<sup>3</sup>

respectivamente, de aquí son repartidas a la mina por medio de una tubería de fierro de 4" de diámetro que baja por el pique María para las zonas de Sulfurosa y Kingsmill.

### 5.5.8. Energía Eléctrica

La energía de la mina es alimentada por la subestación de compresoras en 2.3 kV , transformada en 440 V y 110V , como corriente alterna para los motores de las ventiladoras, winches y otros usos. Para la corriente de la línea de Trolley la corriente es transformada a 250 V de corriente continua para el tráfico de las locomotoras.

### 5.5.9. Fuerza Laboral Mina

La mina cuenta con la siguiente fuerza laboral

**TABLA 5.12. MINA SUBSUELO**

Sección	Prefijo	Empresa					Contrata			Total P + C
		PD	PM	PMP	PAS	TOTAL	D	MP	TOTAL	
Mina	105	13	4	3	6	26	388		388	414
Of. Mina	143	0	1			1	2		2	3
Tracción	130	1				1	62		62	63
Izaje	131	11				11				11
Manipuleo	133	0				0				0
Servicio Mina	141	2				2				2
Bodega Mina	142	0				0	4		4	4
<b>TOTAL</b>		<b>27</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>41</b>	<b>456</b>		<b>456</b>	<b>497</b>

TABLA 5.13 OTROS SERVICIOS MINA

Sección	Prefijo	Planilla					TOTAL
		Diario	Mensual	PMP	PAS	Contrata	
Mantenimiento							
Mant. Mecánico	170	1		1	1	4	7
Rep.Equi. Mina	171	1				5	6
Mant.Elec.Mina	173	1	1			14	16
Mant. Eléctrico	481	2	1		1	14	18
Taller Mecánico	552	2				22	24
Compresoras	562	4	1				5
Vehículos Liv.	551	2				2	4
Serv. Motriz	554					4	4
Geología							
Geología Mina	711	2	1	3	2		8
Muestreo	718	1				17	18
Ingeniería							
Ingeniería	144		4		1	10	15
Aserradero/Con			1			10	11
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>98</b>	<b>136</b>

## CAPITULO VI

### METALURGIA

#### 6.1. PLANTA CONCENTRADORA

La Planta concentradora “Amistad” de Morococha es una planta industrial de beneficio de minerales complejos por el método de flotación mediante espumas. Se dividen en campañas por mineral de Cu, Pb, Zn y Ag denominado “Combinado” y otra campaña de mineral de cobre procedente del Tajo “Toromocho”

Inicio sus operaciones en 1920, entre 1920 y 1963 trató básicamente mineral de cobre y plata. Entre 1960 y 1968, se recupero adicionalmente minerales de tungsteno. La capacidad de tratamiento histórica varió de la siguiente manera : en el periodo 1920 a 1952 se estima una capacidad de tratamiento promedio de 600 tpd, no se cuenta con datos oficiales. Entre 1953 y 1962 se obtiene una capacidad de tratamiento promedio de 778 tpd. Entre 1963 y 1971 la capacidad alcanza un promedio de 1225 tpd. Entre 1973 a 1987 la capacidad aumenta a 1377 tpd. Entre 1988 y 1992 el tratamiento disminuye a niveles de 917 tpd.

A partir de 1993 a 1995 la capacidad de tratamiento alcanza los niveles de 1392 tpd, porque se inicia el tratamiento del mineral de Cu de Toromocho. La capacidad instalada actual es de 1.450 ó 522.000 t/año

## **6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **6.2.1. Trituración**

El mineral procedente de mina María, Central y Lourdes es transportado mediante volquetes, hacia la tolva “metálica” de 500 t de capacidad. La tolva denominada de “concreto” de 150 t de capacidad recibe el mineral procedente de Gertrudis nivel 100/315 y de Lourdes. Cada mineral se tritura a una tolva exclusiva para cada tipo de mineral, lo que permite efectuar el blending antes de ingresar a la molienda.

El mineral acumulado en cada tolva cae mediante alimentadores reciprocantes a las fajas transportadoras que alimentan, previo paso por un grizzly, a la chancadora primaria Allis Chalmers 24” x 36”, el producto es enviado al cedazo vibratorio de 5” x 16’. El oversize es reducido de tamaño en la chancadora Symons Standar de 4’, el producto se junta con el undersize del cedazo vibratorio y conforman el producto final de chancado, menos 3/4” para ser enviados a las dos tolvas de finos de 300 toneladas de capacidad cada una. El circuito de chancado es abierto.

### **6.2.2. Molienda**

De las tolvas de finos se descarga el mineral por medio de dos alimentadores de faja de velocidad variable, que alimenta a otra en el que se efectúa el pesaje mediante una balanza Ronan controlada por el controlador Smar que enlaza con los alimentadores de velocidad variable para efectuar el blending necesario antes de ingresar al molino primario de barras Marcy 9’ x 12’.

A continuación se efectúa la molienda secundaria entre dos molinos Marcy 6' x 4,5' y un molino Marcy 8' x 6' en circuito cerrado por hidrociclones Krebs de 20 para realizar la clasificación primaria.

El rebose de esta etapa de clasificación primaria es flotado en una celda unitaria OK-5 Outokumpu que produce un concentrado bulk final, el relave de esta celda se envía a la tercera etapa de molienda en un molino de 8' x 6' en circuito cerrado de la clasificación secundaria con hidrociclón Krebs de 20", el rebose de esta etapa es el alimento para la flotación bulk.

### **6.2.3. Flotación**

El producto de molienda se flota en forma selectiva en dos circuitos de flotación bulk Cu-Pb y flotación de zinc . Al concentrado de flotación se le somete a separación Cu-Pb en un tercer circuito.

#### **6.2.3.1. Flotación Bulk**

Este circuito está conformado por tres bancos A, B y C de 14 celdas Agitair 48, dispuestos en forma paralela, el concentrado Rougher-Bulk es enviado al banco D Agitair de 48" que constituyen cuatro etapas de limpieza. El producto de los scavenger bulk de los bancos A, B y C retornan de nuevo a la cabeza. El relave de estos tres bancos es la cabeza de flotación del circuito de Zn.

#### **6.2.3.2. Circuito de Separación Cu-Pb**

El concentrado obtenido de la cuarta limpiadora del banco D es alimentado a un banco de flotación de 14 celdas marca Agitair de 36" para la separación Cu-Pb. Se



obtienen dos productos; el concentrado de plomo mediante flotación y el cobre constituido por el relave de la flotación de plomo.

### **6.2.3.3. Flotación de Zinc**

El relave del circuito bulk constituye cabeza de flotación para este circuito. Se dispone de un banco de tres celdas Agitair 120 de 300 pies<sup>3</sup> de capacidad. El concentrado de este banco alimenta a una segunda limpiadora de las tres etapas de limpieza en celdas Denver DR-100 que posee este circuito, las espumas de la tercera limpiadora es el concentrado final de zinc.

El relave del banco 120 alimenta a otro banco Outokumpu de flotación rougher secundario, el concentrado de esta celda alimenta a la primera limpiadora, el relave de este banco Outokumpu alimenta a un segundo banco Outokumpu de flotación Scavenger, las espumas de este banco regresa a la cabeza conjuntamente con el relave de la primera limpiadora, mientras que su relave constituye el relave final.

### **6.2.4. Desagüe y Filtrado**

Esta sección consta de dos espesadores para los concentrados de cobre y zinc respectivamente. La descarga de estos espesadores, con alta densidad, se envía hacia sus respectivos filtros de tambor con lo que se obtienen concentrados de cobre y zinc con humedades entre 9 y 12 % de agua., el rebose de ambos espesadores se envía a pozas o cochas de recuperación y decantación, el rebose de estas pozas son descargadas al medio ambiente. El concentrado de plomo se acumula en una poza de decantación previo a su filtrado en filtro de tambor, el rebose de esta poza de concentrado también se envía a otra poza de recuperación de finos.

### 6.2.4.1. Disposición de Relave

Los relaves de la planta de beneficio son depositados en la laguna “Huascacocha” ubicada aproximadamente a 2 km de la planta, son llevado a través de una tubería de 8” de diámetro y por bombeo directo. La mencionada laguna tiene capacidad para 15 años. El dique de la misma es de concreto y posee una compuerta graduable con sistemas de rebose.

Desde la planta hasta el lugar denominado “compuerta” a 1 km de la planta, se tiene construido un canal de concreto para casos de emergencia, además el canal recolecta el agua de escorrentías y desagües de campamentos. Actualmente se tiene proyectado la construcción de la parte de canal faltante, aproximadamente 300 metros.

## 6.3. EQUIPO DE PLANTA CONCENTRADORA

**TABLA 6.1. CHANCADO**

Descripción	HP	Marca	Tamaño	Año
Chancadoras				
Quijadas	100	Allis Challmers	24' x 36''	1990
Giratorias	60	Mc Cully	10''	1955
Giratoria	100	Symons STD	4''	1950
Fajas y Alimentadoras				
Alim. Reciproco N°1	7.5	Cerro de Pasco Coper Co.		1968
Alim. Reciproco N°2	7,5	Cerro de Pasco Coper Co.		1968
Alim. de Tambor	1,0	Cerro de Pasco Coper Co.		1960
Faja Alimentadora N°1	10	Cerro de Pasco Coper Co.		1968
Faja Alimentadora N°2	10	Cerro de Pasco Coper Co.		1968
Faja N° 1	10	Cerro de Pasco Coper Co.	30'' x 238'	1920
Faja N° 2	10	Cerro de Pasco Coper Co.	30'' x 113'	1920

Faja N° 3	15	Cerro de Pasco Coper Co.	36" x 136'	1974
Faja N° 3A	20	Cerro de Pasco Coper Co.	36" x 90'	1990
Faja N° 4	15	Cerro de Pasco Coper Co.	30" x 180'	1989
Faja N° 5	10	Cerro de Pasco Coper Co.	30" x 135'	1955
Faja N° 6	7,5	Cerro de Pasco Coper Co.	30" x 95'	1955
Faja N° 7	7,5	Cerro de Pasco Coper Co.	30" x 48'	1981
Magneto		Eriez		1970
Detector de Metales		Outokumpu		1978
Cedazo Vibratorio	25	Allis Chalmers	5' x 16'	1972

**TABLA 6.2. MOLIENDA**

Descripcion	Hp	Marca	Tamaño	Año
Alim. de faja N° 8	2	CMP	24" x 25'	1961
Alim. de faja N° 8A	5	CMP	24" x 40'	1961
Faja N° 9	6	CMP	24" x 72'	1961
Faja N° 10	3	CMP	24" x 93'	1961
Molino de barras N° 1	500	Marcy	9' x 12'	1961
Molina de barras N° 2	250	Marcy	8' x 6'	1955
Molina de barras N° 5	250	Marcy	8' x 6'	1985
Molina de barras N° 3	100	Marcy	6' x 4.5'	1949
Molina de barras N° 4	100	Marcy	6' x 4.5'	1949
Bomba N° 1	100	Denver SRL-C	10" x 8"	1960
Bomba N° 2	100	Denver SRL-C	10" x 8"	1960
Bomba N° 3	75	Denver SRL-C	8" x 6"	1988
Bomba N° 4	70	Denver SRL-C	8" x 6"	1988

**TABLA 6.3. FLOTACION**

Descripcion	Hp	Marca	Tamaño	Año
<b>Flotación Bulk</b>				
Celdas SK-5	25	Outokumpu	5 m	1996
Banco A (14 celdas)	15	Agitair N° 48	40 pie <sup>3</sup>	1964
Banco B (14 celdas)	15	Agitair N° 48	40 pie <sup>3</sup>	1964
Banco C (14 celdas)	15	Agitair N° 48	40 pie <sup>3</sup>	1965
Banco D (18 celdas)	15	Agitair N° 48	40 pie <sup>3</sup>	1965
<b>Separación Cu-Pb</b>				
Banco E (14 celdas)	7,5	Agitair N° 36	24 pie <sup>3</sup>	1971
<b>Flotación Zinc</b>				
Banco F (3 celdas)	20	Agitair 120	300 pie <sup>3</sup>	1993
Banco G (6 celdas)	15	Outokumpu OK-8	300 pie <sup>3</sup>	1989
Banco H (8 celdas)	25	Denver Sub-A	100 pie <sup>3</sup>	1991

**TABLA 6.4. BOMBAS**

Descripcion	Hp	Marca	Tamaño	Año
Centrifuga N° 5	48	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 6	35	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 7	25	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 8	30	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 9	7,5	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 18A	75	Denver SRL-C	8" x 6"	1980
Centrifuga N° 18B	50	Denver SRL-C	8" x 6"	1980
Centrifuga N° 20	30	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 21	30	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 27	15	Wifley 4C	3"	1980
Centrifuga N° 28	10	Wifley 4C	3"	1980

Bomba Agua Industrial	20	Hidrostal		1995
Bomba Agua Industrial	20	Hidrostal		1996
Espesador de Relaves	3		40' x 10'	1960

**TABLA 6.8. INSTRUMENTACION**

Descripcion	Ctd	Marca	Año
Balanza Electrónica	1	Ronan	1995
Densimetro	3	Ronan	1995
pHmetro continuo	2	Foxboro	1995
pHmetro continuo	2	Bailey	1995
pHmetro continuo	1	Great Lake	1995
Controlador	4	Smar CD-600	1995
Flujometro	3	Bailey	1995
Computadora 486	1	Biocomp-Hyundai	1995
Interface PC - Controler	1	ICS-1.2.0	1995
PLC	1	Allan Bradley	1996
Sensores de Nivel	2	Badger Meter	1995
Sensores de Nivel	1	Milltronics	1995
Actuadores	3	Foxboro	1995
Controladores	4	Honeywell	1995
Variador de Velocidad	2	Sumitomo	1996

## 6.4. SERVICIOS AUXILIARES DE CONCENTRADORA

### 6.4.1. Agua Industrial

Procede de la laguna Huacracocho ubicada en un nivel superior a la Planta lo que permite su alimentación por gravedad, esta laguna suministra el 70% del agua industrial

utilizada en planta, mientras que la diferencia proviene de las filtraciones del túnel

*"ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INCREMENTO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA MINA MOROCOCHA - CENTROMIN PERU S.A." TESIS DE GRADO FELIX LLACUA TORRES*

Cobriza agua que es bombeada a un tanque de almacenamiento que alimenta las operaciones de planta. El consumo total de la Planta es de aproximadamente 1200 gpm.

#### **6.4.2. Laboratorio**

La Planta dispone de un laboratorio Analítico y otro Laboratorio Experimental, el primero de ellos realiza ensayos químicos tanto para las muestras procedentes de Planta concentradora como para los de Mina y Geología.

La toma de muestras en Plantas se efectúa por guardias, mediante muestreadores automáticos para el mineral de cabeza como para los productos finales. El laboratorio Analítico reporta los resultados tanto por guardias como por compositos diarios para calcular la performance metalúrgica de la planta. El análisis químico se realiza utilizando los métodos de vía clásica y por absorción atómica.

El laboratorio experimental está a cargo del metalurgista de Planta , en ella se realizan pruebas de flotación estándar, molienda, evaluación de reactivos, análisis de mallas, determinación de sales solubles, simulaciones y otros.

#### **6.4.3. Talleres**

Existen dos talleres para el mantenimiento de las operaciones, uno de mantenimiento mecánico el que esta a cargo de un ingeniero mecánico y otro de mantenimiento eléctrico. Ambos talleres prestan servicio a las operaciones durante las 24 horas.

## 6.5. FUERZA LABORAL

**TABLA 6.9. FUERZA LABORAL A DICIEMBRE DE 1996**

Sección	Prefijo	Planilla					Contrata			Total
		PD	PM	PMP	PAS	Total	D	MP	Total	
Dm. Planta	224		2	3	3	8				8
Trituración	205						7		7	7
Molienda	210						4		4	4
Flotación	215						10		10	10
Desague	220						4		4	4
Reactivos	242						1		1	2
Mant. Mecánico	251	15	1		1	17				17
Mant. Eléctrico							2		2	2
Mant. Electronico									1	1
Superficie	253						4	1	4	4
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>58</b>

Fuerza Laboral a Diciembre de 1996.

## 6.6. RESULTADOS METALÚRGICOS

**TABLA 6.10. ESTADISTICA METALURGICA**

PERIODO	PRODUCTO	t	%Cu	% Pb	% Zn	kg Ag
<b>1995</b>	Conc. Cu	6.907	14,25%	4,13	11,44	20,834
	Conc. Pb	3.264	6,32%	52,07	4,85	19,204
	Conc. Zn	19.178	1,59%	0,79	51,29	6,449
	<b>Recuperación (%)</b>		<b>55,77</b>	<b>64,77</b>	<b>82,08</b>	<b>65,00</b>
<b>1996</b>	Conc. Cu	6.268	14,03	6,27	13,32	20,859
	Conc. Pb	2.797	5,87	54,57	5,13	15,420
	Conc. Zn	19.327	1,40	0,86	51,25	5,728
	<b>Recuperación (%)</b>		<b>57,32</b>	<b>60,30</b>	<b>82,54</b>	<b>65,51</b>

"ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INCREMENTO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA MINA MOROCOCHA - CENTROMIN PERU S.A." TESIS DE GRADO FELIX LLACUA TORRES

**TABLA 6.11. MINERAL DE Cu DE TOROMOCHO**

Período	Producto	t	% Cu	kg Ag
1995	Conc. Cu	6.305	23,68	3,235
	<b>Recuperación</b>	(%)	<b>82,46</b>	<b>81,26</b>
1996	Conc. Cu	7.204	21,51	4,963
	<b>Recuperación</b>	(%)	<b>83,01</b>	<b>102,43</b>

## 6.7. VALORIZACIÓN Y DESTINO DE LOS CONCENTRADOS

Para la valorización de los concentrados se aplican modelos de comercialización a condiciones del mercado, según los análisis químicos de cada producto.

Las valorizaciones promedio de los concentrados para los últimos años son :

**TABLA 6.12. MINERAL COMBINADO**

Año	Concentrado Cu Combinado		Concentrado Cu Toromocho		Concentrado Pb		Concentrado Zn	
	t	US \$	t	US \$	t	US \$	t	US \$
1992	6.843	275,10			2.732	477,81	26.441	294,76
1993	10.076	290,79			2.967	388,78	25.504	165,76
1994	6.689	462,59	7.382	413,81	3.050	866,38	24.617	265,75
1995	6.907	620,51	9.504	525,25	3.264	1.033,73	19.178	243,88
1996	6.268	561,18	7.204	403,02	2.797	991,50	19.327	255,01

**TABLA 6.13. DESTINO DE LOS CONCENTRADOS**

Producto	Producción	Destino 1996			
		La Oroya	Cajamarquilla	Callao	Total
Conc. Cu	13.472	13.472			13.472
Conc. Pb	2.797	2.797			2.797
Conc Zn	19.327			19.327	19.327



## 6.8. COSTOS DE CONCENTRACIÓN

En forma comparativa respecto a 1994 y 1995 el costo de 1996 por elemento de costo, es el siguiente

**TABLA 6.14. COSTOS POR SECCION**

<b>SECCIÓN</b>	<b>1994 US \$/T</b>	<b>1995 US \$/T</b>	<b>1996 US \$/T</b>
Recibo de Minerales	0,167	0,129	0,059
Chancado	0,373	0,530	0,347
Molienda	1,323	0,790	0,934
Flotación	1,836	1,342	1,313
Desague	0,133	0,154	0,105
Disposición de Relaves	0,052	0,058	0,038
Manipuleo de Concentrados	0,060	0,002	0,021
Administración General	0,662	1,154	0,928
Metalurgia	0,110	0,050	0,125
Servicio Mantenimiento	0,482	0,238	0,223
Servicios planta	0,429	0,341	0,286
Total Costo Directo	5,60	4,790	4,379
Costo Indirecto	1,53	1,22	
<b>Costo Total</b>	<b>7,13</b>	<b>5,96</b>	

## **CAPITULO VII**

### **INFRAESTRUCTURA**

#### **7.1. ENERGÍA**

La energía que requiere la Mina Morococha es a través de las siguientes empresas :

##### **7.1.1. Electro Andes**

Es una empresa subsidiaria que va a generar energía con equipos y personal de Centromin Perú S.A., para lo cual se ha celebrado un contrato entre Electro Centro y Centromin Perú S.A.

##### **7.1.2. Electro Centro**

Es una empresa regional del centro del Perú, dedicado a comercializar energía en baja tensión, a través de nuestras líneas a pequeños usuarios.

##### **7.1.3. Línea de Emergencia**

Si hubiera problemas de generación de energía por parte de D.E.T., el sistema de transmisión está interconectado con la línea de transmisión de electro Perú y Electro Centro, los abastecerían en forma automática el sistema, también existe otra alternativa que es el abastecimiento de energía por la ruta de Casapalca.

El sistema de Morocha se puede apreciar mejor en el diagrama de flujo.

## 7.2. AGUA - SISTEMA DE BOMBEO

Las fuentes de agua :

- Laguna Huacracocha
- Túnel Vulcano
- Laguna San Antonio
- Puquial Santo Toribio

Las dos primeras son para uso industrial mientras que las otras dos son de uso domestico.

### 7.2.1. Agua Industrial

#### 7.2.1.1. Laguna Huacracocha

El agua que proviene de esta laguna, es conducido a través del túnel Minerva y abastece a las siguientes secciones

**TABLA 7.1. DISTRIBUCION DE AGUA DE LA LAGUNA HUACRACOCHA**

SECCION	CAUDAL (gpm)
Planta concentradora	580
Compresoras	200
Limpieza	200
Talleres	200
<b>Total</b>	<b>1180</b>

#### 7.2.1.2. Túnel Vulcano

El caudal de agua es proveniente de las filtraciones producidas en la mina Vulcano, el caudal aproximado que utilizamos es de 800 gpm.

El Consumo se distribuye como sigue :

**TABLA 7.2. DISTRIBUCION DE AGUA DEL TUNEL VULCANO**

DESCRIPCION	CAUDAL (gpm)
Planta Concentradora	620
Perforación Mina-Niveles 1000, 1200, 1450,1700	180
<b>TOTAL</b>	<b>800</b>

### 7.1.2. Agua Doméstica

#### 7.1.2.1.Sistema de Agua Domestica Tuctu

Proviene de las filtraciones producidas por la laguna Santo Toribio

- El sistema tiene clorificador
- Su caudal promedio es de 75,00 gpm.
- El abastecimiento es por gravedad.

#### 7.1.2.2. Sistema de Agua Doméstica Morococha

Este sistema es proveniente de la Laguna de San Antonio, abastece a todo el campamento de las viviendas de los trabajadores.

- Caudal promedio 220,00 gpm
- El abastecimiento es por gravedad.

## **7.3. TELECOMUNICACIONES**

### **7.3.1. Telefonía**

Características importantes :

- Central Telefónica Harris modelo D1201
- Capacidad de abonados 384
- Tendido planta interna local: línea física
- Comunicaciones con otros campamentos: vía microondas
- Salida a Telefónica del Perú : vía microondas.
- Código de ciudad: 064
- Números asignados: 3928670/ 392871/392872/392873
- N° Central telefónica: uso local 85, uso de Red Centromin 35085
- Ubicación: Oficinas Generales de la Unidad.

### **7.3.2. FAX**

- A través de la central telefónica U.N. Morococha
- Numero asignado: 35109
- La modalidad de salida hacia campamentos y telefónica es según se describe para la telefonía.

### **7.3.3. RADIO**

Ubicación: En superintendencia General, interconectado con :

- El sistema de Centromin Perú.

- Central telefónica, comunicaciones con Oroya-DET
- Casa compresoras, comunicación con Pachachaca-Hidro.

#### 7.3.4. TELEVISION

La señal de televisión es captada por una estación retransmisora perteneciente a la Unidad, ubicada en el Cerro Potosí (frente a Morococha). La señal captada proviene de la casita 5. Estación instalada por Centromin Perú para la retransmisión de la señal de su Canal 7 de Televisión, para los campamentos de San Cristobal, Andaychagua, Morococha y Casapalca. Esta señal es cambiada de frecuencia por la estación repetidora de Morococha con la finalidad de evitar interferencias, siendo el canal de salida el 11, señal que cubre la zona residencial de Tuctu, Golf, Morococha y campamentos de empresas vecinas.

#### 7.3.5. RADIOS DE COMUNICACION INTERNA

- Uso: local, utilizado por las áreas de operaciones de minas y concentradora, jefes de departamento y la Superintendencia General.
- Marca: Motorola
- Modelos y cantidad :

P110	12
HT600	7
HT1000	10

## 7.4. EDIFICACIONES, CENTROS DE SALUD, COLEGIOS Y VIVIENDAS

### 7.4.1. Oficinas Administrativas

Las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en Morococha, consisten de 5 edificaciones en buenas condiciones, con la siguiente distribución:

**TABLA 7.3. INFRAESTRUCTURA**

Ubicación	Función	Area (m <sup>2</sup> )
Morococha	Superintendencia, Ingeniería, Geología e Informática.	380,00
	Minas, Casa de lamparas e Ingeniería Industrial	234,00
	Contabilidad, Oficinas de tiempo y Capacitación	225,00
	Seguridad	153,00
	Oficina Mantenimiento Mecánico-Eléctrico	356,00
	Oficinas Suministros	95,00
	Oficina Concentradora Amistad	251,00
	Relaciones Industriales, Servicio Social	440,00
	Protección Interna	420,00

No se incluye área de patios, talleres y bodegas con o sin techo.

### 7.4.2. Bodega

La bodega general funciona en Morococha en una edificación de 1.320 m<sup>2</sup> de área techada, con depósitos de área sin techar de 940 m<sup>2</sup>.

El personal que labora en la bodega general es el siguiente :

SECCION	PLANILLA						
	PD	PD CTTA	PM	PM CTTA	PMP CTTA	PAS	TOTAL
BODEGA		2	3	2	1	1	9

### 7.4.3. Viviendas y Hoteles

Las viviendas están distribuidas en Tuctu y el golf para el personal staff, en Morococha para los empleados y obreros que laboran en la planta, Mina y otros servicios; distribuyéndose de la siguiente manera:

	<b>Cantidad</b>	<b>Población</b>
Viviendas Empleados y obreros	873	
Viviendas PAS	20	
<b>Total</b>	<b>2893</b>	<b>69</b>
Hoteles	1	23

### 7.4.4. Escuelas y Colegios Morococha

<b>Ubicación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Alum</b>	<b>Prof</b>
Morococha Vieja	CEF-31765	Inicial-Primaria-Secundaria	150	10
	CEF-31764	Inicial-Primaria-Secundaria	150	10
	CEE Horacio Zevallos	Inicial-Primaria-Secundaria	500	30

### 7.4.5. Hospitales

Las facilidades de salud comprenden una Posta Media del Ministerio de Salud y un Centro asistencial que está bajo la administración del Instituto Peruano de Seguridad Social (IPSS) estos proporcionan atención en medicina general, odontología y obstetricia.



#### 7.4.6. Otras Edificaciones

Existe un grupo de edificaciones repartidas entre Morococha y Tuctu que sirven para el esparcimiento y atención de la población en general, en los cuales se ofrecen servicios de club, comedores, cuarteles de policía, tiendas comerciales, iglesias, juegos mecánicos, campos de fútbol y varios campos deportivos pavimentados.

### 7.5. TRANSPORTE DE CONCENTRADO

La producción de concentrados sigue dos rutas principales:

Los concentrados de cobre, plomo y cobalto son transportados directamente a La Oroya.

Los concentrados de zinc se llevan directamente al Callao para exportación, o en algunos casos a la refinería de zinc de Cajamarquilla.

Los concentrados pueden ser transportados por vía férrea o por carteras desde la concentradora de Morococha a La Oroya o al Callao; actualmente se realiza por vía férrea.

#### 7.1. Tarifa de Transporte

A Diciembre de 1996, las tarifas internas que se vienen aplicando para el transporte de concentrados son los siguientes :

Ruta	Medio	Tarifa ( \$/t)
Morococha-Callao	Ferrocarril	7,33
Morococha- La Oroya		4,48

Las tarifas no incluye los impuestos respectivos.

## CAPITULO VIII

### SITUACION AMBIENTAL

#### 8.1. EVALUACIÓN PRELIMINAR EVAP

##### 8.1.1. Antecedentes

La evaluación de los impactos ambientales con motivo del PAMA, se efectúa en base a documentos como el EVAP efectuado con documentos de monitoreo del año 1994. La Declaración de Emisiones y Vertimientos con información del año 1995, caracterización de los componentes ambientales y de la actividad minero-metalúrgica.

La unidad de producción Morococha tiene como efluentes de contaminación más importantes

- Relaves provenientes de la planta concentradora y las aguas servidas, que los están enviando a la laguna Huascacocha que están registrados en los puntos de Monitoreo N° 406 y 407 respectivamente.
- El agua ácida que sale por el túnel Kingsmill, registrado con el punto de monitoreo N° 403; los datos se muestran en la tabla adjunta.

El agua que sale de la laguna Huascacocha y que está registrado en el punto de monitoreo 402, no se puede tomar como registro de composición en vista de que a Huascacocha están enviando relaves y aguas servidas de otros centros mineros del distrito de Morococha, así como también las aguas servidas de Morococha, por lo tanto el problema de contaminación ambiental ocasionado por los relaves y aguas servidas

que están yendo a la laguna de Huascacocha compete a varios infractores y debe ser contemplado en conjunto con participación directa de las autoridades competentes.

En estas mismas condiciones se encuentra el agua ácida que sale por el túnel Kingsmill, pues como se sabe por este Túnel Principal, salen todas las aguas de filtración subterránea de todas las minas del distrito minero de Morococha, por lo tanto el arreglo de la Contaminación Ambiental de estas aguas compete a todos los dueños de minas de esta zona, no solamente a UDP de Morococha y para llegar a esta solución tiene que ser la autoridad competente la que tiene que tomar acción.

- De acuerdo a la tabla , los efluentes controlados por los puntos 406 y 407, correspondientes a evacuación de relaves y aguas servidas, están arrojando a la laguna Huascacocha 168,13 kg/día de metales disueltos en estas aguas y el agua que sale por el túnel Kingsmill Punto 403 tiene 8.451,20 kg/día de metales disueltos que van a unirse a las aguas del río Yauli.
- Se ha encontrado diferencia en los datos de puntos de monitoreo, por lo que es conveniente se tenga mucho cuidado en lo futuro, de la toma de muestras de agua, su trato y en el análisis respectivo.

### **8.1.2. Fuentes Generadoras de Impacto Ambiental**

A partir del conocimiento detallado de los componentes ambientales y de las operaciones mineras y metalúrgicas, se ha llegado a precisar los diferentes impactos ambientales asociados a las actividades de la UDP Morococha.

Las principales fuentes generadoras de impactos en la UDP son

- Las aguas ácidas y metales en dilución

- Los relaves mineros
- Residuos sólidos domésticos y aguas servidas
- Polvos

### 8.1.3. Identificación de Impacto Ambiental

Los impactos de las actividades mineras se manifiestan sobre diferentes componentes del medio físico, biológico, socioeconómico y de interés humano. Para la UDP se han identificado los siguientes:

#### 8.1.4.1. De las Aguas Acidas y Metales en Dilución

- **Origen** : El drenaje ácido de la mina es el mas serio contaminante de este UDP, el agua ácida se origina por las filtraciones de aguas superficiales al ponerse al contacto con las áreas mineralizadas y rocas encajonantes, desde la superficie hasta el nivel 1700 donde se encuentran estas aguas, tanto de la UDP Morococha como de minas vecinas y van a salir por el túnel Kingsmill para ser vertidos al río Yauli, el que desemboca al río Mantaro en la ciudad de La Oroya. El río Yauli antes de la salida del túnel Kingsmill ya viene contaminado con las aguas de las minas San Cristóbal, Volcan y Planta Concentradora de Marh Tunel.
- **Carga Contaminante** : pH 4,33, Sulfato 1.370,19, Cu 4,74, Fe 6,8, Mn 24,43, Pb 0,19, Zn 23,74.
- **Impacto sobre el Medio Físico** : Estas aguas, además de las otras unidades mineras del distrito de Morococha, están contaminando aún mas las aguas del río Yauli con

una carga de 8.451 kg/día de metales. Además contaminan el sistema de aguas subterráneas que existen en la zona.

- **Impacto sobre el Medio Biológico** : Estas aguas ácidas afectan considerablemente a los componentes bióticos, no permitiendo el desarrollo de flora y fauna hidrobiológica. Las aguas contaminadas también tienen un efecto negativo sobre el ganado que pasta y bebe el agua en las márgenes del río Yauli, asimismo los suelos localizados en este río se encuentran impactados, considerándose a este como un río muerto hasta su desembocadura en el río Mantaro ; al cual contamina.
- **Impacto Sobre el Medio Socioeconómico** : Este impacto no afecta directamente a la UDP de Morococha, ya que su salida está en Marh Túnel afectando a la zona de la cuenca del río Yauli.

#### 8.1.4.2. Canchas de Relave

- **Origen** : Actualmente los relaves del proceso de concentración se envían al depósito Laguna de Huascacocha; donde también ingresan los relaves de las minas Santa Rita, Austria Duvaz, Centromin y Compañía Minera Yauli.  
Las aguas de la laguna de Huascacocha desembocan en la represa Forebay, que alimenta la Central Hidroeléctrica de Pachachaca, cuyas aguas turbinadas van al río Yauli.
- **Carga Contaminante** : 643,57 , Nitrato 3,63.
- **Impacto Sobre el Medio Físico** : Altera la geomorfología de la laguna y la contamina con iones de sulfato y nitratos que están sobre los límites máximos

permisibles. Es un potencial grande de ARD por el alto contenido de piritas y su gran volumen.

- ***Impacto Sobre el Medio Biológico*** : Los relaves disminuyen la superficie de los ecosistemas acuáticos, afectando significativamente a los habitantes naturales de la flora y fauna silvestre. También son afectados las características físico-químicas del agua impidiendo la reproducción de organismos acuáticos. En época de estiaje, la acción del viento arrastra partículas en suspensión, que afecta la calidad del aire y al depositarse en otras áreas afectan el suelo y la vegetación existente.
- ***Impacto Sobre el Medio Socioeconómico*** : Antiguamente se depositaban los relaves en la ex-laguna de Morococha, vertiéndose a lo largo de mas de 40 años, aproximadamente 12 millones de toneladas métricas de relave y otros sulfuros que están generando aguas ácidas. Toda esta zona esta densamente poblada , habiendo incluso colegios cercanos a la orilla de la laguna.

#### **8.1.4.3. Residuos Sólidos Domésticos y Aguas Servidas**

- ***Origen*** : La falta de tratamiento de los desechos sólidos domésticos y de las aguas servidas (Sulfato 231,90), que son depositados en la laguna Huascacocha, afectan al saneamiento ambiental.
- ***Impacto Sobre el Medio Físico*** : Afecta directamente la naturaleza físico-química del agua.
- ***Impacto Sobre el Medio Biológico*** : La descarga de las aguas servidas y residuos sólidos domésticos afecta en los cuerpos de aguas naturales produciendo efectos negativos sobre el hábitat acuático por la acumulación de sólidos, disminución de

oxígeno disuelto por descomposición de los materiales orgánicos y la presencia de sustancias tóxicas para los peces. Se ve afectada la flora y la fauna.

- **Impacto Sobre el Medio Socioeconómico :** Propician la aparición de enfermedades infecto contagiosas, tíficas y gastrointestinales, esto agravado por la falta de agua potable para el consumo humano. Los servicios higiénicos públicos en malas condiciones de mantenimiento, originan aniegos constantes constituyendo un problema para los pobladores.

#### 8.1.4.4. Polvos

- **Origen :** Se originan en diferentes puntos, siendo los mas evidentes los provocados por los vehículos que transitan por la carretera y por el viento que los levanta de la cancha de relaves, contaminando las áreas de Tuctu, Pique María hasta el Bock “D” Cajoncillo Bajo (3 jirones), Cajoncillo Alto (10 blocks) y la garita de vigilantes.
- **Carga contaminante :** Las partículas de polvo que se depositan en diferentes sectores
- **Impacto Sobre el Medio Físico :** cubre los suelos y contamina las viviendas e instalaciones.
- **Impacto Sobre el Medio Biológico :** Impide el crecimiento de la flora y fauna
- **Impacto Sobre el Medio Socioeconómico :** Afecta la salud de las personas, produciendo enfermedades respiratorias.

## 8.2. Plan de Adecuación y Medio Ambiente PAMA

La Unidad Morococha elaboró y presentó su PAMA según ley ante el Ministerio de Energía y Minas en el mes de Agosto de 1995, contempla los siguientes proyectos a realizar en los próximos cinco años

**TABLA 8.1. PROYECTOS A REALIZAR**

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Costo Total US \$</b>	<b>Monto de inversión US \$ Aprobado 1997</b>	<b>Observación</b>
Tratamiento de aguas ácidas Túnel Kingsmill Mina Morococha	4 333.355,00	150.000,00	Mitigación
Mitigación de Superficie Mina Morococha (zanjas de contorno y revegetación)	34.947,00	34.947,00	Remediación
Tratamiento de Desagüe y Basura Morococha	842.263,00	168.453,00	Mitigación
Tratamiento de Desagüe y Disposición de Basura Tuctu	23.364,00	23.364,00	Mitigación
Abandono de Canchas de Relaves Laguna Morococha	1 200.000,00	50.000,00	Remediación



## CAPITULO IX

### ANÁLISIS ESTRATÉGICO

#### 9.1. METODOLOGÍA

El análisis estratégico tiene la finalidad de reconocer fortalezas y debilidades de la compañía minera con la finalidad de formular estrategias en los distintos niveles. Así se formulan estrategias a nivel corporativo, nivel de negocios, nivel funcional y nivel de operaciones. Es evidente que el nivel de estrategias varía de acuerdo al tipo de compañía. Entendiendo que CENTROMIN PERÚ S.A. se extingue como corporación minera, las estrategias validas para la Unidad de Negocios de Morococha sólo se dan en los niveles de negocios funcional y operativo. La tesis se centraliza en las estrategias operacionales.

El análisis estratégico tiene dos análisis: (1) Análisis del entorno externo, y (2) Análisis del entorno interno. Como se indicó, la tesis se centra en el análisis operativo, por lo tanto el análisis que se realiza es el *análisis de entorno interno*.

#### 9.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO INTERNO

De acuerdo a Drucker (1985), la primera tarea de un administrador es pensar en términos de la misión de la compañía, esto es, partir de la pregunta ¿Qué es nuestra compañía? y ¿Qué debería ser nuestra compañía?. De acuerdo a David (1986), las razones por las que se debe definir la misión de una compañía son:

1. Asegurar uniformidad en los objetivos de la compañía

2. Proporcionar la base para la motivación de personal.
3. Desarrollar la base de la estructura organizacional.
4. Simplificar el traslado de los objetivos de la empresa en trabajo efectivo dirigido por objetivos comunes.

### **9.2.1. Competencias Distintivas**

La mayoría de metales son productos homogéneos comercializados en mercados globales a precios determinados por el mercado de metales (Mikessel y Whitney, 1987), por lo tanto, no es posible establecer competencia distintiva a través de los precios de los metales. Son las características del cuerpo mineralizado las que determina la mayoría de las características del negocio minero. Por lo tanto, las competencias distintivas de una compañía minera provienen de sus recursos mineros y sus capacidades internas para desarrollar sus recursos.

Reconociendo que la industria minera es un negocio sui géneris, las competencias distintivas pueden ser establecidas por los siguientes componentes de su entorno interno:

1. Recursos Mineros - Negocios Mineros.
2. Capacidades Administrativas
3. Capacidades Financieras
4. Desarrollo de sus Recursos Humanos
5. Exploración de Recursos Minerales
6. Explotación de Recursos Minerales
7. Implementación de Tecnología Moderna

8. Capacidades de Comercialización y
9. Flexibilidad Operacional y Administrativa.

### 9.2.2. Creación de la Cadena de Valor

El valor de una compañía minera esta determinada por la creación de valor a través de sus actividades cuyo beneficio sea menor a sus costo. Esto, se puede comparar a la contribución marginal que deja el negocio minero.

El negocio minero tiene un alto riesgo asociado al mercado, el cual no está bajo control. Por tanto la creación de la cadena de valor se orienta a la optimización nunca alcanzada de *reducción de costos* como la única forma de reducción del riesgo de la compañía.

Es de concluir que las estrategias se orientan a la creación de cadena de valor mediante la permanente reducción de costos. Esta reducción de costos es una manifestación de competencias distintivas creada mediante la cadena de valor.

La Figura 6, muestra la formación de cadena de valor para la Unidad de Negocios de Morococha. La Tabla 9.1. muestra las actividades primarias y de soporte que intervienen en la formación de la cadena de valor en una empresa minera.

### 9.2.3. Actividades Primarias

Las actividades primarias en minería son operaciones, comercialización y servicios. Como nuestro objetivo es elaborar estrategias a nivel operativo sólo definamos las actividades operacionales relacionadas.

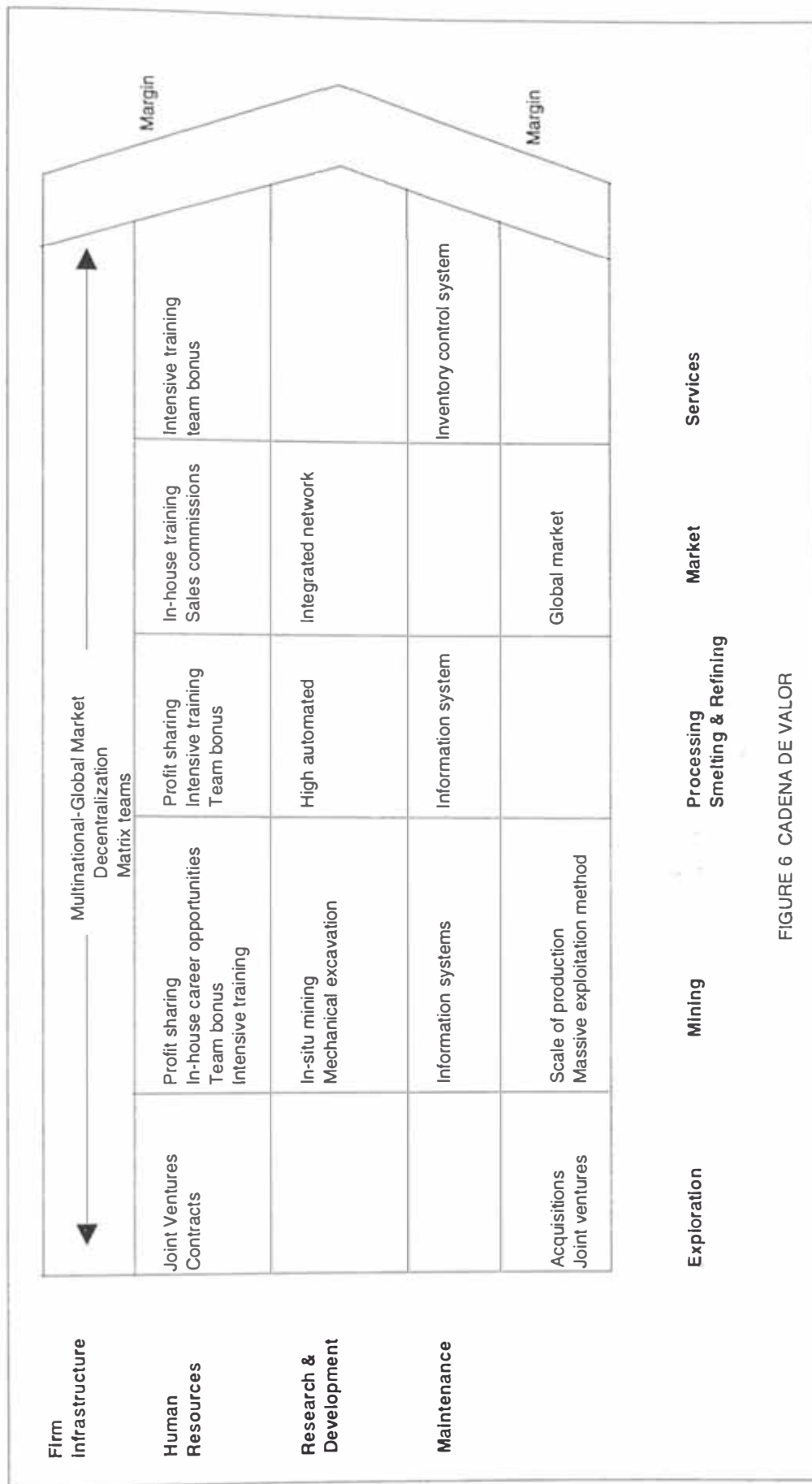


FIGURE 6 CADENA DE VALOR

**TABLA 9.1. ACTIVIDADES PRIMARIAS**

<b>Actividad</b>	<b>Ventajas</b>
Exploración	Capacidad de negociación para evaluar y adquirir propiedades mineras, compartir riesgo, reducir costos y riesgos.
Explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escala de producción</li> <li>• Tecnología flexible de producción</li> <li>• Métodos de explotación masiva.</li> </ul>
Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología flexible de producción</li> <li>• Sistemas de información para mejores cambios (sensores, monitores, etc.)</li> <li>• Alta capacidad de procesamiento.</li> </ul>
Fundición y Refinería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología flexible de producción</li> <li>• Sistemas de información</li> </ul>
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sección mercado de metales, para reducir el riesgo de mercado de la compañía</li> <li>• Mercado global.</li> <li>• Integración de mercado y valor agregado.</li> <li>• Inversión para investigar y desarrollar nuevos usos del metal y nuevos mercados.</li> </ul>
<b>Actividades de Soporte</b>	
Manejo de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de inventarios para reducir el capital de inventarios</li> </ul>
Calidad Total	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto del cliente interno, para medir la estándares de actividades internas.</li> <li>• Producción de metal con alta productividad, bajo desmonte y mínimo perdida de tiempo.</li> <li>• Conservación de mineral a través de una óptima explotación, desarrollo y uso del mineral.</li> <li>• Mejor producto final.</li> </ul>
Investigación y Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión de nuevos métodos para explorar, explotar y tratar el mineral.</li> <li>• Transladar nuevos avances tecnologicos a los procesos de la industria minera.</li> <li>• Asegurar salud y seguridad a los trabajadores.</li> </ul>

### **9.2.3.1. Curva de Producción**

Es importante en el análisis interno establecer la curva de producción y costos como una medida primaria de rendimiento. Esta curva se refiere a la reducción sistemática de los costos con el aumento de la producción.

### **9.2.3.2. Tecnología Moderna de Producción**

La tecnología moderna de producción se refiere a la capacidad de la compañía para (1) incrementar el uso de maquinaria, (2) mejorar la calidad y control en todas las etapas del proceso productivo y (3) reducir las condiciones inseguras y mitigar los efectos sobre nuestro medio ambiente.

### **9.2.4. Actividades de Soporte**

Las actividades de soporte incluyen: (1) la administración de materiales, (2) la reducción de costos y (3) la calidad del proceso.

#### **9.2.4.1. Administración de Materiales**

A menudo se le asocia al departamento de logística, esta tiene como finalidad el control de compras, planeamiento de producción y el control y distribución de materiales. Una buena administración de materiales resulta en una reducción de costos mejorando la calidad del proceso.

#### **9.2.4.2. Reducción de Costos**

Esta es una actividad fundamental de soporte en la creación de la cadena de valor. El control, análisis de costos y reducción de costos son las actividades de soporte

más importante y si bien puede ser centralizada en un departamento de costos su competencia afecta a todas las actividades de la compañía.

#### **9.2.4.3. Calidad del Proceso**

Calidad de proceso se refiere a la creación de la cadena de valor maximizando el rendimiento de las actividades que componen el negocio minero. En un proceso una actividad es complementaria a otra. Su concepto es más amplio que sólo considerar la calidad del producto, es la calidad del proceso y el producto de venta.

En este proceso se debe incluir el control y mitigación del efecto del negocio sobre el medio ambiente.

#### **9.2.4.4. Investigación y Desarrollo**

La industria minera es dinámica en su desarrollo. Las necesidades de la sociedad cambian, por tanto las compañías mineras deben investigar la manera innovativa de explotar sus recursos minerales al menor costo.

### **9.3. Recursos Humanos**

La administración de Recursos Humanos es fundamental en todo negocio entendiendo como recursos humano a todos los trabajadores de la compañía minera desde los administradores hasta los trabajadores de mina. La aplicación de cualquier estrategia sólo se puede lograr a través de sus trabajadores y a través de trabajadores de terceros (servicios). El planeamiento de la administración y políticas a aplicarse influye sobremanera en el resultado de una estrategia.

### **9.3.1. Sistemas de Información**

Los gastos generales constituyen un rubro muy importante en la estructura de costos de una compañía. La rapidez y eficiencia con que se desarrollen las actividades que generan gastos generales resultan en la reducción y aumento de los gastos generales.

En este sentido los sistemas de información han revolucionada la rapidez, precisión y necesidad de recursos humanos en la industria minera. La implementación de sistemas de información es de necesidad para reducir costos.

### **9.3.2. Recursos Financieros**

Dentro del análisis interno es necesario incorporar un estudio financiero. Toda aplicación de estrategias requiere de un financiamiento, ya sea con recursos internos o externos. Una posición financiera débil reduce las posibilidades de desarrollo, exploración, reemplazo de equipo e implantación de nueva tecnología que si bien reduce los costos operativos aumenta el requerimiento financiero en un momento determinado.

## **9.4. ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN**

Las estrategias de operación son aquellas que se toman a nivel operativo y fundamentalmente buscan el aumento del margen de contribución a través de una reducción de costos. De ello se desprende, que la mejor estrategia de una compañía minera es aquella cuyo objetivo es la reducción de costos sin reducir la calidad del proceso que incluye la calidad de producto así como la calidad de trabajo en relación a su impacto ambiental sobre el ecosistema. Las estrategias a nivel operativo incluyen estrategia que afectan a :



- Recursos Humanos
- Recursos Mineros
- Implementación de Nueva Tecnología
- Planeamiento de Operaciones
- Reducción de Costos en todas las actividades
- Reingeniería

## CAPITULO X

### ANÁLISIS

#### 10.1. INTRODUCCIÓN

En el Capitulo anterior se dieron las premisas del análisis que debe seguirse con la finalidad de dar un desarrollo sustentable a la Unidad de Negocios de Morococha. Los objetivos de la tesis se basan en el análisis del entorno interno, específicamente mina. El análisis se circunscribe primeramente a la reducción de costos y maximización de utilidad operativa, usando como criterio base el análisis marginal y el reconocimiento de costos relevantes en la operación minera.

Establecidos los costos relevantes se establecerán estrategias para reducir los costos más importantes de manera que se logra la mayor contribución marginal. Es conocido que la contribución marginal es la diferencia de los ingresos menos los costos variables, nuestro primer control, por tanto es sobre los costos.

Seguidamente se establecen las estrategias que afectan a los ingresos, esto es, las leyes de minado y el programa de explotación. Si bien los precios de los metales no son confortables, es posible de controlar la calidad de los minerales especialmente cuando se tiene minerales polimetálicos y una planta de proceso flexible que permite una mezcla de acuerdo a la evaluación de precios por cada metal.

## 10.2. GENERACIÓN DE LA CADENA DE VALOR EN MINA

La generación de la cadena de valor en mina se basa en la mejora de rendimientos en las operaciones unitarias de mina, para ello es de importancia reconocer la distribución de costos unitarios actuales.

### 10.2.1. Distribución de Costos Unitarios

Las Tablas 10.1 y 10.2. que se presentan a continuación muestran la distribución de costos en la zonas 2 y 4 respectivamente; estas zonas se consideran representativas de la operación en su conjunto, por tanto, un análisis de su incidencia nos permitirá centralizar esfuerzos por reducir los costos más relevantes.

**TABLA 10.1. COSTOS UNITARIOS ZONA 2**

Costos Mina	Promedio (\$/Tm)	Incidencia (%)
Exploración y Desarrollo	1,54	11
Preparación de Tajeos	1,90	14
Extracción	5,19	37
Líneas de Agua- Aire	0,50	4
Gastos Generales de Operación	4,77	34
<b>COSTO DE MINA</b>	<b>13,89</b>	<b>100</b>

**TABLA 10.2. COSTOS UNITARIOS ZONA 4**

Costos Mina	Promedio (\$/Tm)	Incidencia (%)
Exploración y Desarrollo	4,56	25
Preparación de Tajeos	1,31	7
Extracción	4,84	37
Líneas de Agua- Aire	0,89	4
Gastos Generales de Operación	6,63	34
<b>COSTO DE MINA</b>	<b>18,22</b>	<b>100</b>

La Tabla 10.3. muestra la tendencia promedio de la mina considerando todas las zonas de explotación.

**TABLA 10.3. COSTOS UNITARIOS PROMEDIOS DE TODA LA MINA**

<b>COSTOS MINA</b>	<b>PROMEDIO (\$/TM)</b>	<b>INCIDENCIA (%)</b>
Exploración y Desarrollo	2,41	10,32
Preparación de Tajeos	2,22	9,50
Extracción	6,13	26,24
Líneas de Agua- Aire	0,69	2,95
Costos Generales de Operación	5,43	23,24
Gastos Generales	6,48	27,74
<b>COSTO DE MINA</b>	<b>23,36</b>	<b>100,00</b>

### 10.2.2. Análisis de Costos Unitarios

Antes de incluir el concepto de análisis marginal es necesario identificar los costos relevantes en el sistema. De las Tablas 10.1., 10.2. y 10.3. de costos unitarios podemos observar que los costos relevantes se dan en los rubros de exploración y desarrollo, extracción y gastos generales. Exploración y desarrollo son considerados costos fijos, si bien dentro de su estructura tienen costos variables. Los costos de extracción incluyen las actividades de perforación y voladura así como el acarreo. Sus componentes de costos son en su mayoría costos variables, si bien tienen un componente fijo dentro de los niveles de producción: la mano de obra. Los costos generales de mina incluyen en su mayoría costos fijos. En cuanto a los Gastos Generales de mina no asignables a las zonas de explotación son demasiado altos e influyen en un 27,74% sobre el costos total de mina.

Para realizar el análisis debemos primero encontrar los componentes de cada costo unitario de manera de reconocer su incidencia. Primero partamos de la premisa que el desarrollo y exploración son actividades necesarias que son el reflejo de una adecuada política de la empresa para recuperar y aumentar las reservas de mineral. Por lo tanto, el orden de análisis será: primero analizar los costos de extracción, luego los costos generales y finalmente los gastos generales. Es importante recalcar que podemos reconocer componentes que influyen a otras actividades como exploración y desarrollo, por ejemplo el uso de explosivos.

#### 10.2.2.1. Análisis de Costos Unitarios de Extracción

Primero analizamos la distribución de costos de acuerdo al método de explotación. La Tabla 10.4. muestra la distribución de interés.

**TABLA 10.4. COSTOS UNITARIOS DE EXTRACCION**

<b>MÉTODO DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>COSTOS UNITARIO (\$/TM)</b>	<b>DISTRIBUCIÓN (%)</b>
Corte y Relleno	0,01	0,10
Reducción	4,48	43,20
Reducción Estática	5,19	50,05
<b>Total</b>	<b>10,37</b>	<b>100,00</b>

Como se observa en la Tabla anterior, los método de explotación que tienen mayor incidencia son los de reducción. Es por tanto necesario analizar los componentes de los costos de extracción por el método de reducción.

La siguiente Tabla 10.5. muestra los componentes de los costos de reducción.

**TABLA 10.5. COSTOS DEL METODO DE REDUCCION**

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO UNITARIO (\$/TM)</b>	<b>INCIDENCIA (%)</b>
Madera	0,22	4,98
Explosivos	1,26	28,51
Barrenos Brocas	0,40	9,05
Petróleo	0,00	0,00
Aire para Perforación	0,00	0,00
Materiales Generales	0,22	4,98
Varios	0,04	0,90
Materiales de Mantenimiento	0,00	0,00
Taller	0,03	0,68
Contrata servicios	2,25	50,90
<b>TOTAL</b>	<b>4,42</b>	<b>100,00</b>

El rubro más importe es el de contrata, esto indica la tendencia de la operación a servicios donde la mano de obra incide más.

El segundo rubro de mayor incidencia son los explosivos con un 28,51% del total.

Del análisis de costos se debe indicar estrategias operacionales que mejoren el rendimiento de las contrata y reduzcan el consumo de explosivos o mejoren su eficiencia.

Seguidamente se deben analizar el segundo costo unitario de mayor incidencia, estos son los costos generales de mina. La Tabla 10.6. que se indica a continuación muestra los componentes de los costos generales de mina.

**TABLA 10.6. COSTOS GENERALES DE MINA**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO UNITARIO (\$/TM)</b>	<b>INCIDENCIA (%)</b>
Labor PAS	0,28	5,92
Labor Mensual	0,32	6,77
Labor diaria	0,00	0,00
Madera	0,00	0,00
Materiales Generales	0,47	9,94
Viáticos/viajes	0,02	0,42
Varios	0,00	0,00
Materiales de Mantenimiento	0,15	3,17
Taller	2,43	51,37
Contratas	1,05	22,20

De la Tabla anterior reconocemos que los costos de mayor incidencia se dan en el área de materiales de mantenimiento y contratas. Esta incidencia es evidente dado que el sistema de contratas se viene implementando en toda la unidad operativa. Se debe dar mayor énfasis al planeamiento y control en la administración de materiales de mantenimiento y contratas.

### **10.3. PLAN DE ACCIÓN**

#### **10.3.1. Antecedentes**

Después de haber realizado el análisis de costos y su incidencia se demuestra que la tendencia de explotación es hacia los métodos de explotación por reducción convencional y estática, por lo tanto nuestros esfuerzos se centrarán primero en plantear alternativas de acción que reduzcan los costos de extracción. Para lograr definir alternativas de acción, primero describamos las actividades.

### 10.3.2. Perforación

La perforación en un tajeo es la actividad más importante y costosa dentro del ciclo de minado, las otras operaciones de voladura, campo y enmaderado están sujetas a la eficiencia de la perforación.

Por otra parte, más del 40% del costos en el ciclo de minado le corresponde a la perforación, como se muestra del análisis realizado, razón por la cual la supervisión debe ser dirigida de tal manera que mejore los rendimientos.

### 10.3.3. Voladura

Esta es una de las actividades que complementan la eficiencia de una buena perforación en los tajeos es una buena distribución de carga y secuencia de encendido.

En la mina de Morococha, la voladura en todos los tajeos del subsuelo se realiza en un 100% con explosivos tradicionales: así el 90% del consumo es de dinamita exsa 60% de 7/8" x 7" y 10% de gelatina de 75% de 7/8"x7, guías de seguridad corrientes, fulminantes N 6 , conectores y guía rápida (igniter cord) para los encendidos.

En algunos tajeos ya se está usando faneles de color rojo del 1 a 10 de 2,8 m de longitud cada uno y su costos es de US\$ 1,21 c/u. el resultado es bueno, sobre todo en la fragmentación y sería conveniente ampliar el uso de faneles usando como explosivo el AN-FO para mejorar la fragmentación y reducir las tareas de los banqueros en las parrillas y bajar los costos.

### 10.3.4. Campo

Esta actividad es importante porque la perforación y voladura van a depender de:

1. Avance en el preparado en el campo,



2. La distancia de techo a piso sea uniforme a todo lo largo del tajeo, con ocho pies de distancia entre piso y techo,
3. El desatado del material suelto del techo y cajas deben realizarse con bastante cuidado hasta que no exista material suelto,
4. En la distribución de personal es recomendable que uno de los camperos, el de mayor experiencia, al mismo tiempo actúe como encargado de la labor en una de las guardias.

### **10.3.5. Enmaderado**

Esta es otra actividad de la cual depende en gran parte el avance del disparador, si el enmaderado es lento, las otras tres operaciones también avanzan en forma lenta.

## **10.4. ESTRATEGIAS**

### **10.4.1. Antecedentes**

Hemos reconocido la incidencia en el costos de cada actividad reconociendo que las medidas a implementarse en primer lugar deben centralizarse en el lugar mismo del origen del negocio: **los tajeos**.

A continuación se presentan las alternativas de acción con la finalidad de reducir los costos de mayor incidencia.

### **10.4.2. Redistribución de la Organización de los Tajeos**

La siguiente Tabla 10.7. muestra la comparación de distribución de personal con la finalidad de incrementar la producción por tajeo y reducir costos.

**TABLA 10.7. COMPARACION DE DISTRIBUCION DE PERSONAL  
DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN  
CADA TAJEO**

DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN CADA TAJEO			DISTRIBUCIÓN PROPUESTA EN CADA TAJEO		
	GUARDIAS			GUARDIAS	
	A	B		A	B
<b>Personal</b>	4	4	Perforista	2	2
			Disparador	2	0
			Campero	0	2
			Enmaderador	2	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Total General</b>	<b>8</b>		<b>Total General</b>	<b>10</b>	
En 5 tajeos	40			50	

Aparentemente el cuadro muestra una alternativa de acción que aumentará los costos de tajeos, sin embargo, la alternativa permitirá aumentar la producción de cada tajeo a 2.500 TMS, lo cual reduce los costos por unidad producida. Si bien a esta altura no se ha realizado un análisis marginal, se debe indicar que cada tonelada adicional producida (entendiendo que el margen operacional es positivo), añade valor a la unidad.

Para demostrar la viabilidad y conveniencia de esta alternativa se analizan los costos seguidamente.

#### 10.4.3. Cálculo y Análisis de Costos de la Alternativa Propuesta

La reducción de costos vía una reorganización del personal de tajeos se logrará mediante el aumento de número de taladros perforados por cada perforista. El aumento

*"ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INCREMENTO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA MINA MOROCOCHA - CENTROMIN PERU S.A." TESIS DE GRADO FELIX LLACUA TORRES*

del número de taladros es debido a la disponibilidad de mayor tiempo para perforación (la voladura no es realizada por el perforista).

La siguiente Tabla 10.8. muestra los detalles de esta reducción de costos.

**TABLA 10.8. COMPARACION DE COSTOS**

DATOS	ACTUAL	PROPUESTO
N° Tajeos	5	5
Perforistas / día	20	20
Total tareas/día	40	50
Total tareas 20 días/mes	1.000	1.500
Taladro/ H-G	15 x 8'	20x8'
Costos promedio por tareas (S/.)	40,01	48,01
Bonos x taladro x perforista (S/.)		10
Bonos x taladro x perforista		13,20
Eficiencia	4,6	13,60

El tonelaje roto para 20 taladros (incrementados) propuestos considerando la eficiencia de 1,7 TMS/taladro será:

$$20 \times 20 \times 25 \times 1,7 = 17.000 \text{ TMS rotas}$$

- El costo de tareas para las 17.000 TMS rotas:

$$1.250 \text{ tareas} \times \text{S/} 48,01 / \text{tarea} = \text{S/} 60.013$$

- Costo bonos de producción considerando una eficiencia mínima de 7 TMS/tarea para camperos, disparadores y enmaderado:

$$Y = 1/B(X-7)$$

$$Y = \text{S/} \cdot \text{x tarea}$$

$X = \text{eficiencia en TMS/tarea}$

$1/B = \text{constante } 1/0,5$

$Y = 1/0,5 (13,6 - 7) = 13,2 \text{ soles x tarea}$

$= 750 \text{ tareas x } 13,2 \text{ soles} = \text{S/ } 9.900$

- El costo bonos x taladro:

$20 \text{ perforistas x S/ } 10,00 \text{ x } 25 \text{ días/mes} = \text{S/ } 5.000$

**COSTO TOTAL = S/ 74.913**

#### 10.4.4. Cálculo de Costos de 17.000 TMS en Condiciones Actuales para las Secciones de Sulfurosa y Kingsmill

##### 1. Sección Sulfurosa

###### **Datos:**

Eficiencia promedio actual: 4,60

(enero-agosto 1994)

Costo promedio por tarea S/. 48.01/ tarea

Cálculo de tareas para los 17.000 TMS rotas

$17.000 / 4.6 = \text{S/ } 3.696 \text{ tareas}$

- **Costos de Tareas:**

$3.696 \text{ tareas por } 48,01 \text{ soles} = \text{S/ } 117.428$

- **Ahorros originados por mes**

$117.428 - 74.913 = \text{S/ } 102.515$

- **Ahorro originado/ año**

**$102.515 \times 12 = \text{S/ } 1.230.180$**

## 2. Sección Kingsmill ( condiciones actuales)

### **Datos:**

Eficiencia = 5,73 TMS x tarea

Costos promedio x tarea = S/. 49,43

Número de Tajeos = 5

Cálculo del número de tareas para 17.999 TMS en condiciones actuales:

$$17.000/5,73 = 2.967 \text{ tareas}$$

- **Costo de Tareas:**

$$2.967 \times S/. 49,43 \text{ soles} = S/. 146.651$$

- **Ahorro originado x mes**

$$146.651 - 74.913 = S/. 71.738$$

- **Ahorro originado por año**

$$S/. 71.738 \times 12 = S/. 860.856$$

### 10.4.5. Ahorro de las dos Secciones Sulfurosa y Kingsmill por el Sistema Propuesto por Mes

- **Ahorro por mes:**

$$S/. 102.515 + S/. 71.738 = S/. 174.253/\text{mes}$$

$$= \text{US\$ } 79.211/\text{mes}$$

- **Ahorro por año**

$$S/. 174.253 \times 12 = S/. 2 091.000/\text{año}$$

$$= \text{US\$ } 929.349/\text{año}$$

Tipo de cambio 1 US\$ = S/. 2,25

Como se puede apreciar al incrementarse el promedio de taladros en 20 de 8' de longitud y mejorar la eficiencia a 13,6 TMS x tarea, se podría obtener un ahorro bastante apreciable.

#### 10.4.5. Alternativas Operacionales en la Voladura

A continuación se presenta la Tabla 10.9. que compara los costos de dinamita versus AN-FO por secciones.

**TABLA 10.9. COMPARACION DINAMITA VS AN-FO**

SECCIÓN	TMS	Número Taladros	AN-FO			DINAMITA		
			Kg	\$	\$/TMS	Kg	\$	\$/TMS
Sulfurosa	47.087	47.636	63.356	17.300	0,367	26.000	41.880	0,889
Kingsmill	76.039	50.656	6.372	18.390	0,242	48.430	79.920	1,051
Gertrudis	77.860	61.028	81.167	22.160	0,285	44.550	71.730	0,921
San Antonio	17.117	14.384	19.131	5.223	0,305	10.600	71.314	1,012
<b>Total</b>	<b>218.103</b>	<b>173.704</b>	<b>231.026</b>	<b>63.073</b>	<b>0,289</b>	<b>129.580</b>	<b>210.580</b>	<b>0,967</b>

Tipo de Cambio 1 US\$ = S/. 2,20

#### *1. Costo de dinamita 60% usando como cebo en los 173.704 taladros al usar AN-FO*

- Cálculo el número de cajas =  $173.704/308$
- Cartuchos x caja cartuchos = 564 cajas

- Costo de las 564 cajas = US\$ 40,25 x caja

$$564 \text{ cajas} \times \text{US\$ } 40,25/\text{caja} = \text{US\$ } 22.700,00$$

- Costo/TMS:

$$\text{US\$ } 22.700/218.103 \text{ TMS} = \text{US\$ } 0,104/\text{TMS}$$

- Costo/TMS al usar AN-FO

$$\text{US\$ } 0,289/\text{TMS} + \text{US\$ } 0,104 /\text{TMS} = \text{US\$ } 0,393/\text{TMS}$$

- Ahorro/TMS al usar AN-FO en lugar de dinamita:

$$\text{\$ } 0,967/\text{TMS} - \text{US\$ } 0,393/\text{TMS} = \text{US\$ } 0,574/\text{TMS}$$

- Ahorro mensual que hubiera originado al usar AN-FO promedio de 10 meses:

$$218.103 \times 0,574/10 = \text{US\$ } 12.520$$

- Ahorro por año:

$$12.520 \times 12 = \text{US\$ } 150.200/\text{año}$$

## 10.5. RESUMEN DE COSTO TOTAL DESDE LA ROTURA EN TAJEOS HASTA OBTENER CONCENTRADOS

Es importante conocer la estructura de costos totales par poder evaluar alternativas de producción en base del mayor margen de contribución operacional.

La Tabla 10.10 que se muestra a continuación muestra la distribución de costos totales.

**TABLA 10.10. DISTRIBUCION DE COSTOS TOTALES**

<b>DETALLE</b>	<b>S/. x TMS</b>	<b>US\$/TMS</b>	<b>%</b>
Costos/TMS rotas en labores	16,02	7,28	25
Costos/TMS transportado a piques	7,33	3,33	13
Costos/TMS de izaje en piques	1,18	0,54	2
Costo de Transporte de tolva ó pique a concentradora	1,10	0,50	2
Costos TMS banqueros y otros	2,03	0,92	3
Servicios en Tolva Concentradora Costos Generales de Zona	23,11	10,51	35
Tratamiento Concentradora	11,27	5,123	18
Costo Mantenimiento de Relaves	1,17	0,53	2
<b>TOTAL</b>	<b>63,21</b>	<b>28,73</b>	<b>100</b>

## **10.6. EFECTO DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS SOBRE EL COSTO DE TRATAMIENTO**

Como se puede observar el costo de tratamiento se encuentra en **US\$ 28,73** demasiado alto en comparación con los costos operativos de otras minas polimetálicas del mismo nivel de producción. Si bien no es el objetivo de la tesis plantear alternativas a implementarse en la planta de tratamiento si podemos analizar el efecto de reducción de dilución sobre el costos de tratamiento.

### **10.6.1. Dilución su Efecto sobre los Costos de Tratamiento**

El costo de tratamiento es demasiado alto, por lo tanto desde mina podemos hacer más efectivo el proceso mediante una reducción del desmonte controlando la dilución.



Con la finalidad de bajar los costos y mejorar la ley de cabeza en por lo menos US\$ 8,15 /TMS hacemos un análisis de dilución de los tajeos en operación en las secciones de la mina Morococha y podemos notar que hay un exceso de rotura de desmote en promedio de 17.663 TMS. Si los supervisores hubiesen controlado la dilución el ahorro sería de US\$ 50.750/mes y US\$ 608.900/año. Es importante notar que la aplicación de servicios para la explotación requiere de un mayor control.

- Cálculo del costos de exceso de rotura por mes:

$$(17.663 \text{ TMS} \times \text{US\$ } 28,73) /9 = \text{US\$ } 50.750/\text{mes}$$

- Por año: US\$ 50.740 x 12 = US\$ 608.900

## **10.6.2. Estudio de Tiempos de Perforacion yVoladura**

### **10.6.2.1. Antecedentes**

Para la implementación de alternativas a nivel operativo, habiendo reconocido que el costo de tajeo es el más relevante, tenemos que realizar un estudio de tiempos de perforación en las diferentes zonas, para determinar los tiempos productivos e improductivos del personal de perforación que labora en la Unidad de Negocios Morococha.

### **10.6.2.2. Resumen del Estudio de Tiempos**

El resumen de los tiempos observados en las diferentes zonas de la mina se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 10.11. TIEMPOS PROMEDIOS**

ELEMENTOS BASICOS	Promedio Mina Central			Promedio Mina Satélites			Promedio Mina		
	min	hr	%	min	h	%	min	h	%
Tiempo Productivo	251	4.18	46.5	233	3.88	43.1	242	4.03	44.8
Tolerancias	109	1.82	20.1	151	2.52	28.0	130	2.17	24.1
Tiempo Improductivos	180	3.00	33.3	157	2.61	29.0	168	2.80	31.2
<b>Total</b>	<b>540</b>	<b>9.00</b>	<b>100</b>	<b>540</b>	<b>9.00</b>	<b>100</b>	<b>540</b>	<b>9.00</b>	<b>100</b>

Nota: los detalles se presentan en el Anexo respectivo.

Los resultados productivos netos de perforación y número de taladros son diferentes en las zonas de Kingsmill y Sulfurosa con respecto a Gertrudis y San Antonio; comparando a las diferentes zonas por el tipo de perforación que realizan, los tiempos productivos se indican en la siguiente tabla.

**TABLA 10.12. RESULTADOS COMPARATIVOS**

Descripción	Kinsmill	Sulfurosa	Gertrudes	San Antonio
T. productivo neto (h)	3,00	3,08	2,88	2,17
Número de Taladros	14	17	34	26
Equipo usado	stoper	stoper	jack leg	jack leg
Tipo de labor	Tajeo	Box Hole	Desarrollo	Desarrollo
Presión de aire y agua	Deficiente	Deficiente	Buena	Buena

En general el promedio actual del número de taladros perforados por guardia es de 20 taladros.

## CAPITULO XI

### CONCLUSIONES

1. Del estudio de tiempos se concluye que el tiempo productivo de perforación, se ha incrementado de 3.88 a 4.03 horas, equivalentes a **3.86%**
2. Los tiempos productivos netos de perforación y número de taladros son diferentes en las zonas Kingsmill y Sulfurosa, comparado a las zonas de Gertrudes y San Antonio.
3. Los resultados comparativos que se presentan en la Tabla 10.12. nos indica que debemos revisar el circuito de agua y aire (servicios), ya que en las zonas de Kingsmill y Sulfurosa son deficientes.
4. En general el promedio actual el número de taladros perforados por guardia es de 20 taladros notándose que el menor rendimiento de perforación se ubican en las zonas de Sulfurosa y Kingsmill debido a que
  - Son vetas muy angostos que dificultan la perforación.
  - La presión de aire es bajo por la distancia a los puntos de operación (7.8 km) ocasionando caídas de presión debajo del requerimiento normal (80 psi).
  - Las máquinas perforadoras son muy antiguas con más de 120.000 pies perforados y no ofrecen confiabilidad en su rendimiento, requiriendo constantes reparaciones y falta de repuestos originales debiendo utilizarse repuestos adaptados.

5. Los tiempos improductivos inevitables están influenciando por que las operaciones de las diferentes áreas de la zona sur (Sulfurosa y Kingsmill), están muy dispersas y lejanas ( 7 a 8 km), requiriendo:
- Transporte de personal
  - Bajar por el pique (Jaula)
  - Desplazamiento en la mina subterránea de 4 km aproximadamente.
  - La capacidad de la jaula en los piques es para 6 personas, ocasionando demoras en el acceso del personal a la mina.
6. Los tiempos improductivos por fallas mecánicas eléctricas son muy frecuentes por contar con instalaciones muy antiguas y por la falta de repuestos.
7. Con el horario actual el tiempo productivo puede incrementarse, si se eliminan los tiempos improductivos evitables (en promedio 0.31 horas/guardia), mediante una mayor supervisión directa al personal.
8. Además es factible un incremento del tiempo productivo, mediante el cambio de horario actual a otro corrido, en la cuál los alimentos se consideran antes o después de los horarios de entrada y salida.

#### **ALTERNATIVA PROPUESTA**

<b>Guardia de Día</b>	<b>12:00 m - 8:00 p.m. (corrido)</b>
<b>Guardia de Noche</b>	<b>11:00 p.m. - 7:00 a.m. (corrido)</b>

Este horario permitiría la eliminación de los tiempos de traslado del personal para tomar sus alimentos, el cuál varía según la zona de trabajo tal como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 11.1. TIEMPO DE TRASLADO DEL PERSONAL**

<b>Zonas</b>	<b>Sulfurosa</b>	<b>Kingsmill</b>	<b>Gertrudes</b>	<b>San Antonio</b>	<b>Promedio</b>
Minutos/guardia	33	60	45	18	39

9. Controlando la dilución el costo de mina y sobre todo el costo de tratamiento del mineral se reduciría, ya que se evitaría la entrada de desmonte al circuito de planta, mejorando la ley de cabeza en por lo menos \$ 8.15/TMS.
10. Además evitando el exceso de rotura de desmonte se ahorraría US \$ 608.900/año.
11. Ejercer un control más riguroso sobre los gastos generales que actualmente fluctúan en un promedio US \$ 10.51 / TMS.
12. Como estrategia de recursos humanos se ha considerado al incremento de servicios por terceros.

## CAPITULO XII

### RECOMENDACIONES

1. Mejorar la presión de aire y agua en las labores alejadas de la mina, especialmente en las zonas de Kingsmill y Sulfurosa.
2. Mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas perforadoras manuales. Llevar un control del record de pies perforados por máquinas.
3. Mejorar las condiciones de conexión de las mangueras y accesorios de los equipos de perforación.
4. Reemplazar los equipos de perforación que hayan cumplido su vida útil, los mismos que ofrecen baja disponibilidad, cuyos accesorios (repuestos) presentan deficiencias y no garantizan su operación normal durante el turno de labor.
5. Implementar el nuevo horario corrido con las ventajas de ganar mayor tiempo productivo y eliminar los tiempos por desplazamiento del trabajador para el refrigerio.

**BIBLIOGRAFIA**

**DAVID, F.R.**, 1986, *Fundamentals of Strategic Management*, Columbus Merrill publishing CIA., Columbus, Ohio, 350 pp.

**DRUKER, Peter**, 1985, *Management: Tasks, Responsibilityes, Practices*, Harper Business Publiser Inc. New york, 893 pp.

**INFORMATION MEMORANDUM U.N. MOROCOCHA**, 1997, Empresa Minera del Centro del Perú S.A., Lima.

**MEMORANDUM INTERNO**, 1996,1997, Empresa Minera del Centro del Perú S.A., Lima

**PORTER, M.E.**, 1985, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining a Superior Performance*, Free Press, New York, N.Y. 557 pp.