

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA ECONOMICA

TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA
TRABAJO PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ECONOMISTA

MARIA LAURA WITHER CABALLERO
CODIGO : 690631 G

LIMA - PERU

AÑO 1983

LA GRAN MINERIA DEL COBRE EN EL PERU

I N D I C E

INTRODUCCION

- I . CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MINERIA METALICA EN EL PERU
 - 1. Participación en el Producto Bruto Interno (PBI)
 - 2. Participación en las exportaciones
 - 3. Participación en la Población Económicamente Activa (PEA)
 - 4. Reservas Mineras
 - 5. Producción Minera
 - 6. Producción Metalúrgica
- II. LA GRAN MINERIA EN EL PERU
 - 1. Características generales
 - 2. Producción
 - 2.1 Características
 - 2.2 Principales Metales producidos
 - 2.2.1 Cobre
 - 2.2.2 Plomo
 - 2.2.3 Zinc
 - 2.2.4 Plata
 - 2.2.5 Hierro
 - 2.2.6 Otros productos
 - 3. Inversiones
 - 4. Insumos
- III. LA GRAN MINERIA DEL COBRE EN EL PERU
 - 1. SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
 - 1.1 TOQUEPALA
 - 1.1.1 Características
 - 1.1.2 Reservas
 - 1.1.3 Inversión
 - 1.1.4 Mina
 - 1.1.4.1 Ley de cabeza
 - 1.1.4.2 Mineral producido
 - 1.1.4.3 Costo de Mina

- 1.1.4.4 Equipo de Mina
- 1.1.4.5 Productividad de la mano de obra
- 1.1.5 Planta Concentradora
 - 1.1.5.1 Características
 - 1.1.5.2 Producción de concentrados
 - 1.1.5.3 Ley de concentrados y recuperación
 - 1.1.5.4 Costo de tratamiento
 - 1.1.5.5 Rendimientos y consumos unitarios
 - a) Consumo de aceros
 - b) Consumo de reactivos
 - c) Consumo de energía

1.2 CUAJONE

- 1.2.1 Características Generales
- 1.2.2 Reservas
- 1.2.3 Inversión
- 1.2.4 Mina
 - 1.2.4.1 Ley de Cabeza
 - 1.2.4.2 Mineral Producido
 - 1.2.4.3 Costo Mina
 - 1.2.4.4 Equipo de Mina
 - 1.2.4.5 Productividad de la mano de obra
- 1.2.5 Planta Concentradora
 - 1.2.5.1 Producción de concentrados
 - 1.2.5.2 Ley de concentrados
 - 1.2.5.3 Costo de tratamiento
 - 1.2.5.4 Rendimientos y consumos unitarios
 - a) Rendimiento de mano de obra
 - b) Consumo de aceros
 - c) Consumo de energía
 - d) Consumo de agua
 - e) Consumo de cal

1.3 FUNDICION DE ILO

- 1.3.1 Características
- 1.3.2 Producción
- 1.3.3 Ley de Cobre Blister
- 1.3.4 Costo de Fundición
- 1.3.5 Consumo de combustible

2. MINERO PERU

2.1 CERRO VERDE I

2.1.1 Antecedentes

2.1.2 Características y Ubicación

2.1.3 Reservas

2.1.4 Inversión y Financiamiento

2.1.5 Mina

2.1.5.1 Producción de mina

2.1.5.2 Costo de Producción mina

2.1.5.3 Equipo mina

2.1.5.4 Productividad de la mano de obra

- 2.1.6 Planta de Procesamiento

2.1.6.1 Características de la Planta

2.1.6.2 Producción metalúrgica

2.1.6.3 Costo de producción Planta

2.1.6.4 Consumos unitarios

2.1.6.5 Abastecimiento de insumos

a) Energía

b) Agua

c) Acido Sulfúrico

2.1.7 Costo total de producción en Cerro Verde I

2.2 REFINERIA ELECTROLITICA DE COBRE (ILO)

2.2.1 Antecedentes

2.2.2 Características

2.2.3 Inversión

2.2.4 Producción

2.2.5 Proceso

2.2.5.1 Planta de Anodos

2.2.5.2 Planta Electrolítica

2.2.6 Costo de la Refinería

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

En este estudio se pretende evaluar los resultados obtenidos por la Gran Minería del Cobre en el Perú, a través del análisis de las características y logros alcanzados por la Southern Peru Copper Corporation (SPCC), y la Empresa Minera del Perú (MINERO PERU), las dos más grandes empresas mineras que explotan yacimientos de cobre en el Perú.

Su importancia radica en que, además del aporte que significa la sistematización de información dispersa que existe en el país sobre el tema, permitirá dar pautas para el establecimiento de ciertos criterios e indicadores técnico-económicos de rendimientos que sirvan de elementos de juicio a tener en cuenta para el desarrollo planificado de la explotación de futuros yacimientos de cobre.

El estudio consta de cuatro capítulos. En el Capítulo I se ha analizado, sucintamente, las Características Generales de la Minería Metálica en el Perú, mostrando a través de diversos indicadores su significado para la economía del país. El Capítulo II se dedica a analizar la Gran Minería en el Perú explicando las particularidades que la caracterizan en cuanto a su estructura de producción, inversión, tecnología e insumos, entre otras. En el Capítulo III se analizan los aspectos específicos de la Gran Minería del Cobre, de manera detenida, a través del estudio detallado de las unidades de la SPCC (Toquepala, Cuajone y Fundición de Ilo) y de las unidades de MINERO PERU (Cerro Verde I y Refinería de Cobre de Ilo). Finalmente en el Capítulo IV se presenta el Resumen y Conclusiones que se desprenden del desarrollo del estudio.

En la elaboración del presente trabajo se han presentado algunas dificultades debidas principalmente, a la falta de información confiable dada la diversidad de datos existentes sobre un mismo tema que generalmente se contraponían y a la dificultad encontrada en las empresas analizadas a proporcionar información.

I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MINERIA METALICA EN EL PAIS

El Sector Minero en el Perú está constituido por un total de 89 empresas, las que según ciertas características tales como capacidad productiva, grado de transformación del producto, monto de inversiones requeridas, entre otras, están agrupadas y diferenciadas en tres estratos denominados Gran, Mediana y Pequeña Minería. La tecnología empleada en el proceso de explotación minera es diversa, pudiendo clasificarse en términos generales en dos tipos para minería subterránea (socavón) y para cielo abierto o tajo abierto. La primera, es intensiva en el factor trabajo (mediana minería) mientras que la segunda lo es en el factor capital (Toquepala, Cuajone, Cerro Verde).

1. Participación en el PBI

El Sector Minero, aunque no es el más representativo en la conformación del Producto Bruto Interno, ha tenido una participación creciente en el mismo desde 1970, pasando de 6.9% a 9.5% en el año 1980, como consecuencia de la puesta en operación de los yacimientos cupríferos de Cuajone y Cerro Verde I. (Cuadro N° 1)

2. Participación en las exportaciones

En cuanto a las exportaciones de los principales productos de la minería metálica vemos que éstos constituyen una de las principales fuentes de ingreso de divisas para el país, ya que durante todo el período 1970-1982 representan más del 40% del valor total de las exportaciones, con extremos que fluctúan entre 53.1% y 41.8% en los años 1974 y 1979, respectivamente. (Cuadro N° 2)

En este sentido el sector minero, mediante sus exportaciones, ayuda a equilibrar la Balanza Comercial y consiguientemente la Balanza de Pagos.

3. Participación en la PEA

Caracteriza también el sector minero la poca absorción de mano de obra la misma que, además de tener niveles muy bajos durante el período 1970-1980, pues representa menos del 1.5% de la población

CUADRO N° 1

PBI DEL SECTOR MINERO.....

(Millones de soles a precios de 1970)

AÑO	PBI MINERO	%	PBI TOTAL
1970	19,840	8.2	240,666
1971	19,046	7.5	253,014
1972	20,398	7.6	267,782
1973	20,276	7.1	284,384
1974	21,026	6.9	303,879
1975 (1)	18,734	6.0	314,029
1976 (1)	20,401	6.3	323,559
1977 (2)	25,952	8.1	319,729
1978 (2)	29,871	9.5	313,983
1979 (2)	32,948	10.1	325,838
1980 (2)	32,025	9.5	335,853
1981 (2)	30,616	8.8	346,375
1982 *	23,947	9.0	265,493

FUENTE: 1970-1980 Memoria BCRP, 1980
1981-1982 Reseña Económica del BCRP,
Diciembre 1982.

(1) Preliminares: Insituto Nacional de Estadísticas

(2) Preliminares: BCRP

* De enero a setiembre.

CUADRO N° 2

EXPORTACIONES DE PRINCIPALES PRODUCTOS METALICOS EN LAS EXPORTACIONES NACIONALES

(Valor en millones de soles)

AÑO	COBRE		PLATA		PLOMO		ZINC		HIERRO		TOTAL MINER.MET.		TOTAL NACIONAL
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	
1970	10,418	26.0	2,392	6.0	1,362	3.4	1,816	4.5	2,544	6.4	18,532	46.3	40,023
1971	6,584	19.1	1,828	5.3	1,052	3.0	1,810	5.3	2,405	7.0	13,679	39.7	34,420
1972	7,296	19.9	2,384	6.5	1,284	3.5	2,671	7.3	2,514	6.9	16,149	44.1	36,571
1973	11,002	25.6	2,664	6.2	1,652	3.8	3,610	8.4	2,349	5.4	21,277	49.4	43,027
1974	13,464	23.1	6,387	11.0	2,547	4.4	6,193	10.6	2,326	4.0	30,917	53.1	58,178
1975	6,163	11.8	5,810	11.2	1,677	3.2	6,110	11.7	2,187	4.2	21,947	42.1	52,114
1976	13,029	17.2	8,604	11.3	3,048	4.0	9,082	11.9	3,236	4.3	36,999	48.8	75,806
1977	30,449	20.9	14,398	9.9	6,531	4.5	10,598	7.3	7,105	4.9	69,081	47.5	145,347
1978	63,791	21.0	32,364	10.7	14,071	4.6	20,794	6.8	11,570	3.8	142,590	46.9	303,428
1979	150,113	19.1	87,416	11.1	32,584	4.1	38,427	4.9	19,101	2.4	327,641	41.8	784,475
1980	172,095	19.3	71,401	8.0	87,649	9.8	48,058	5.4	21,741	2.4	400,944	44.9	892,126
1981 *	223,407	16.2	131,764	9.6	92,488	6.7	114,871	8.3	39,276	2.8	601,806	43.7	1'374,651
1982 **	235,226	14.1	103,304	6.2	97,022	5.8	132,620	8.0	57,934	3.5	626,106	37.5	1'665,428

FUENTE : 1970 -1977 Elaborado en base a la Memoria 1980 del BCRP

1978 -1980 Elaborado en base a datos de la Reseña Económica del BCRP, de Noviembre de 1981

1981 -1982 Elaborado en base a datos de la Reseña Económica del BCRP, de Diciembre de 1982

*Preliminar

**Preliminar de Enero a Octubre

- económicamente activa (PEA) muestra también tendencia decreciente pasando de 1.28% en 1970 a 0.93% en 1980. (Cuadro N° 3)

CUADRO N° 3

PARTICIPACION DE LA POBLACION OCUPADA EN
MINERIA EN LA PEA NACIONAL
(Miles de Personas)

AÑO	SECTOR MINERO		PEA NACIONAL
	PEA	%	
1970	54	1.28	4,200
1971	53.5	1.24	4,300
1972	54	1.23	4,400
1973	50	1.11	4,500
1974	53	1.12	4,700
1975	54	1.12	4,800
1976	54.5	1.11	4,900
1977	57	1.12	5,100
1978	57	1.07	5,300
1979	51	0.94	5,400
1980	52	0.93	5,600

FUENTE : Elaborado en base a datos obtenidos en la Memoria 1980-1982, del Ministerio de Energía y Minas, Tomo I.

4. Reservas Mineras

Las reservas mineras están constituidas por aquellos yacimientos en los cuales se han evaluado y determinado los volúmenes de mineral explotable, siendo expresadas en el volumen de contenido fino de un determinado metal. Dichas reservas no permanecen estáticas sino que se incrementan al desarrollarse nuevas labores de prospección y exploración.

Al ritmo de producción actual las reservas de cobre alcanzarán para 78 años, las de plata, plomo y zinc para 15, 17 y 14 años respectivamente y las de hierro para 193 años (cuadro N° 4)

CUADRO N° 4

PRODUCCION MINERA ANUAL Y RESERVAS PROBADAS

DEL PERU 1981

(Miles TMF)

	COBRE	PLATA	PLOMO	ZINC	HIERRO'
RESERVAS COMPROBADAS	25,500	23	3,215	7,138	781,500
PRODUCCION ANUAL	328	1.5	187	497	4,033
% DE LAS RESERVAS	1.3	6.5	6.0	6.7	0.5
AÑOS DE PRODUCCION	78	15	17	14	193
PRODUCCION ANUAL PARA 15 AÑOS	1,700	1.5	214	497 *	52,100
COLOCACION A NIVEL MUNDIAL	7°	3°	5°	3°	9°

FUENTE : Elaborado en base a datos obtenidos en la Memoria 1981 del BCRP y en el Anuario Minero Comercial 1981'

* Sólo alcanza para 14 años

De otro lado nuestro potencial minero, además de superar largamente las actuales reservas probadas de los cinco principales metales, representa una parte significativa del potencial mundial, principalmente en lo que se refiere al cobre y a la plata, pues representan el 14.7% y 16.2 %, respectivamente. (Cuadro N° 5)

CUADRO N° 5

SIGNIFICADO DEL POTENCIAL MINERO DE LOS PRINCIPALES METALES PRODUCIDOS
(miles de TM)

METAL	POTENCIAL MUNDIAL	POTENCIAL PERUANO	%
COBRE	698,600	103,000	14.7
PLATA	425	69	16.2
PLOMO	550,000	12,000	2.2
ZINC	353,840	25,810	7.3
HIERRO	400,000 x 10 ³	3,130 x 10 ³	0.8

FUENTE : "Minería : Sector Prioritario" Florez Pinedo,Guillermo
Octubre 1979.

5. Producción Minera

La producción minera metálica cubre una diversidad de productos siendo los de mayor relevancia el cobre, hierro, plata y plomo, y entre los de menor importancia tenemos el cadmio, bismuto, indio, telurio, oro, molibdeno, etc.

La producción del Sector Minero está caracterizada por la concentración de la producción minera en grupos de empresas de características comunes, que conforman los estratos denominados Gran, Mediana y Pequeña Minería.

La Producción minera de los 5 principales productos no ha registrado mayores incrementos en el período 1970-1982, salvo en el caso del cobre, cuya producción se ha visto significativamente incrementada en los años 1976 y 1977 con la explotación de los yacimientos de Cuacone y Cerro Verde I, respectivamente.

La evolución de la producción minera metálica en el período 1970-1982 se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 6

PRODUCCION MINERA METALICA

(miles de Unidades)

AÑO	COBRE (TMF)	PLATA (kg F)	PLOMO (TMF)	ZINC (TMF)	HIERRO (TMF)
1970	218	1,217	164	360	6,249
1971	213	1,264	172	386	5,617
1972	226	1,269	190	448	6,086
1973	215	1,287	198	459	5,852
1974	222	1,215	178	450	6,220
1975	176	1,201	168	433	5,067
1976	188	1,233	178	462	3,138
1977 (1)	336	1,298	178	477	4,033
1978 (1)	376	1,337	183	457	3,275
1979 (1)	397	1,364	184	491	3,622
1980 (1)	367	1,392	189	488	3,778
1981 (1)	328	1,460	187	497	4,033
1982 (1)	369	1,663	212	556	s.d.

FUENTE: 1970 -1981 Memoria 1981 BCRP
 1982 Dirección de Estadística del Ministerio de
 Energía y Minas.
 (1) Preliminar.

6. Producción Metalúrgica

La actividad minero-metalúrgica en el país comprende las actividades de extracción de minerales de las minas y su posterior beneficio en plantas de concentración, fundición y refinación, principalmente.

Así, el Sector Minero produce a partir de los minerales de cobre, concentrados con una ley comprendida entre 20 y 40% de cobre, los que a su vez son convertidos, mediante procesos de fundición, en productos con menor contenido de impurezas, llamados cobre blister (99.2% de cobre). Este blister al ser tratado en plantas de refinación da como resultado un producto con una ley de 99.99% de cobre.

Para el caso de los minerales de plomo, plata y zinc, se obtiene también a partir de éstos, concentrados de diferente ley, dependiendo ésta de la ley inicial del mineral y de la tecnología utilizada en su recuperación. A partir de estos concentrados se obtiene mediante procesos de fundición y refinación, plomo, plata y zinc refinados, o sea metal con una mínima cantidad de impurezas.

Para el desarrollo de la actividad metalúrgica el país cuenta con 89 plantas de concentración, equivalentes en promedio a 1 por empresa, 4 plantas de fundición, dos de ellas en La Oroya pertenecientes a CENTROMIN PERU, otra en Ilo perteneciente a la SPCC y la última en Chimbote perteneciente a SIDER PERU.

Asímismo se cuenta con 10 plantas de refinación, 8 de ellas en La Oroya pertenecientes a CENTROMIN y las dos restantes correspondientes a las unidades de la Refinería de Zinc de Cajamarquilla y a la Refinería de Cobre de Ilo, pertenecientes a MINERO PERU.

Además se cuenta con 3 plantas de lixiviación, dos del Banco Minero en Ica y Nazca y una en Arequipa para tratar los minerales de Cerro Verde I, perteneciente a MINERO PERU.

La producción minero metalúrgica nacional correspondiente a los 6 últimos años se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 7

PRODUCCION MINERO METALURGICA NACIONAL

(Miles de TM de contenido metálico)

PRODUCTO	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
<u>COBRE</u>	<u>164.5</u>	<u>211.2</u>	<u>338.1</u>	<u>366.5</u>	<u>400.4</u>	<u>379.6</u>	<u>329.3</u>
Refinado	71.4	131.6	187.3	182.7	230.8	223.5	200.4
Blister	85.1	46.8	133.7	136.1	140.5	125.1	101.9
Concentrados y Minerales	8.0	32.8	17.0	47.6	29.0	31.0	27.0
<u>PLOMO</u>	<u>154.0</u>	<u>169.0</u>	<u>170.7</u>	<u>170.5</u>	<u>174.0</u>	<u>176.1</u>	<u>171.7</u>
Refinado	71.0	74.1	79.2	74.2	85.7	77.8	72.3
Concentrados y Minerales	83.0	94.9	91.5	96.2	88.2	98.3	99.3
<u>ZINC</u>	<u>362.4</u>	<u>403.2</u>	<u>405.2</u>	<u>402.6</u>	<u>432.0</u>	<u>426.2</u>	<u>437.5</u>
Refinado	63.2	64.7	69.2	66.9	70.5	63.6	128.9
Concentrados y Minerales	299.2	338.6	336.6	335.6	361.5	362.5	308.6
<u>PLATA (Miles KF)</u>	<u>1,058.3</u>	<u>1,126.2</u>	<u>1,235.7</u>	<u>1,151.5</u>	<u>1,350.3</u>	<u>1,340.0</u>	<u>1,342.1</u>
Refinado	532.7	602.6	655.6	634.4	779.6	695.3	660.5
Esterlina	37.7	-	15.4	13.5	12.1	5.0	-
Blister y Barras mixtas	102.9	52.1	69.2	58.9	80.8	88.3	69.6
Concentrados y Miner.	385.0	471.5	495.5	444.6	477.7	551.4	611.9
<u>HIERRO</u>	<u>5,067.0</u>	<u>3,191.0</u>	<u>n.d</u>	<u>3,497.3</u>	<u>3,622.0</u>	<u>3,781.6</u>	<u>4,007.2</u>
Concentrados y Minerales	5,067.0	3,191.0	n.d	3,497.3	3,622.0	3,781.6	4,007.2

FUENTE: 1975-1981 Anuarios Mineros Comerciales 1978 , 1979 y 1981.

II. LA GRAN MINERIA EN EL PERU

1. Características Generales

La llamada Gran Minería en el Perú está constituida por 4 empresas: La Empresa Minera del Centro (CENTROMIN PERU), La Empresa Minera del Hierro (HIERRO PERU), La Empresa Minera del Perú (MINERO PERU) y la Southern Peru Copper Corporation (SPCC), siendo las 3 primeras de propiedad del Estado. CENTROMIN PERU se dedica a la explotación de yacimientos polimetálicos de cobre, plomo, zinc y plata principalmente, mientras que HIERRO PERU tiene a su cargo la explotación de yacimientos de hierro. Las dos últimas MINERO PERU y SOUTHERN son las más grandes empresas dedicadas a la explotación de yacimientos cupríferos a través de sus unidades de Cerro Verde I y de Toquepala y Cuajone, respectivamente.

Estas empresas, comprendidas dentro del estrato denominado Gran Minería, se caracterizan por su mayor volumen de producción, pues sólo la SPCC alcanza en 1981 una producción de 227.7 mil TMF de cobre, que representa el 70% de la producción nacional. MINERO PERU y CENTROMIN producen en el mismo año 31.4 y 25.8 mil TMF de cobre, equivalentes a 9.6% y 7.8% respectivamente de la producción nacional.

En cuanto al valor de la producción minera generada por la Gran Minería, se tiene que en 1981 esta alcanza un valor de US \$ 933 millones, cifra que representa el 64.2% del valor total de la producción minera, estimándose que para el año 1982 alcanzará un valor de US \$ 665 millones que significará una participación del 62.8% (1).

Respecto a las exportaciones de la Gran Minería, éstas alcanzan en 1981 un valor de 408,131 millones de soles, cifra que representa el 29.6% del valor de las exportaciones totales. Esta participación se alcanza aproximadamente, a partir de 1976 en que entraron en operación los yacimientos de Cuajone (1976) y Cerro Verde I (1977).

Las unidades de la Gran Minería se caracterizan también por desarrollar sus actividades con una alta mecanización y procedimientos

tecnológicos avanzados, los que le permiten alcanzar altos rendimientos en la explotación de yacimientos diseminados de baja ley, utilizando para ello el método denominado a cielo o tajo abierto, como en el caso de Toquepala y Cuajone de SPCC, Cerro Verde I , de MINERO PERU, y los yacimientos de Marcona, de HIERO PERU. CENTROMIN , sin embargo, utiliza en todas sus minas a excepción del Tajo Mc Cune, el sistema de explotación subterránea debido fundamentalmente a que explota yacimientos cuyos minerales están con - centrados formando vetas definidas.

Esta alta mecanización explica el elevado monto de inversiones efectuados para el desarrollo de los proyectos, como por ejemplo de Toquepala (US\$ 234 millones en 1960), Cuajone (US\$ 750 millones en 1976) y Cerro Verde I (US \$ 200 millones en 1977), entre otros y la poca mano de obra absorbida especialmente por este estrato, equivalente al 0.65% de la población económicamente activa que para el año 1981 alcanza a 5.7 millones de personas.

2. Producción

2.1 Características

La producción de las empresas de la Gran Minería se caracteriza por su mayor volumen en lo que se refiere al cobre y al hierro, pues en 1981, representa el 87.4% y 100% de sus respectivas producciones totales. En el caso de plomo, plata y zinc la producción de la Gran Minería no es la de mayor volumen pues en el mismo año representa aproximadamente el 40%, 29% y 43% , respectivamente, de sus totales, siendo más significativa la Media Minería, cuya producción alcanza más del 48% en el caso del plomo y zinc y del 70% en el caso de la plata. (Cuadro N°8)

Asímismo, se caracteriza por el grado de transformación al que llega el producto, ya sea blister o refinados, ya que la media minería sólo puede producir concentrados.

2.2 Principales metales producidos

2.2.1 Cobre En esta línea la Gran Minería produce blister y refinados.

- Blister : Es producido en dos plantas de fundición ubicadas una en La Oroya , a cargo de CENTROMIN, con una

CUADRO N° 8PARTICIPACION DE LA PRODUCCION DE LA GRAN, MEDIANA Y PEQUEÑA
MINERIA EN LA PRODUCCION MINERA TOTAL-1981 *

ESTRATO	COBRE		PLOMO		ZINC		PLATA		HIERRO	
	TMF	%	TMF	%	TMF	%	Kg F	%	TMF	%
GRAN MINERIA	285.0	87.1	74.6	39.9	215.0	43.3	429.2	29.4	4,034	100
MEDIANA MINERIA	38.8	11.8	90.0	48.2	257.4	51.8	1,030.8	70.6	-	-
PEQUEÑA MINERIA	3.8	1.1	22.1	11.8	24.3	4.9	-	-	-	-
TOTAL	327.6	100	186.7	100	496.7	100	1,460	100	4,034	100

FUENTE : Elaborado en base a datos obtenidos en el Anuario Minero
Comercial , 1981.

* Preliminares.

capacidad operativa de 58.3 mil TM por año, y otra en Ilo a cargo de SPCC, con una capacidad operativa de 270 mil TM por año, en promedio.

El blister, de La Oroya sigue su proceso productivo de refinación íntegramente. Unas 140,000 TM del blister producido - en Ilo, son insumidas por la Refinería de Ilo, de MINERO PERU, siendo el saldo comercializado en esa forma.

En 1981, la Gran Minería produjo 229 mil TMF de cobre blister.

Refinado Este es producto de la Refinería de La Oroya (CENTROMIN), Refinería de Ilo y la Planta de Electrodeposición de Cerro Verde I, ambas de MINERO PERU. En conjunto para 1981, alcanzan 199.1 mil TMF.

El cobre refinado en La Oroya se presenta en la forma de wire-bars. La Refinería de Ilo produce cátodos electrolíticos de una de las mejores calidades a nivel mundial. En Cerro Verde, se obtiene cátodos tipo electrowon, que son de mayor calidad - que los de Ilo.

Como un producto derivado o posterior al proceso de refinación se obtiene el Alambroón de Cobre, que sólo lo ofrece CENTROMIN, a partir de los wire-bars. Como se sabe es un producto de la industria de transformación del cobre.

2.2.2 Plomo: En lo que se refiere a este mineral, el Circuito de Plomo de La Oroya, a cargo de CENTROMIN, es el único que produce plomo refinado, teniendo una capacidad de producción de 81.6 mil TM. Dicha empresa produce 130 mil TM de concentrados de plomo (aproximadamente el 39% de la producción de concentrados de plomo); sin embargo este volumen no le alcanza para abastecer la capacidad de la refinería, teniendo que adquirir aproximadamente 20 mil TM de concentrados de plomo de la mediana minería.

En 1981 la gran minería produjo 71.7 mil TM de plomo refinado.

2.2.3 Zinc : En el caso del zinc la producción de refinado es hecha en el Circuito de Zinc de La Oroya, de CENTROMIN y

la Refinería de Zinc de Cajamarquilla, de MINERO PERU .

En relación con el caso anterior la producción de concentrados de CENTROMIN es superior a su capacidad de refinación por lo parte de esta producción, ascendente a aproximadamente 200 mil TM de concentrados, era exportada en forma de concentrados.

A partir de 1981 esta producción excedente abastece la Refinería de Zinc de Cajamarquilla. En 1981 la gran minería produjo 123.7 mil TMF de zinc, de las que 64.6 mil TMF fueron obtenidas en La Refinería de La Oroya y las 59.1 mil TMF restantes en la Refinería de Zinc de Cajamarquilla.

2.2.4 Plata En el Complejo Metalúrgico de La Oroya no existe un circuito argentífero propiamente dicho, sino que la plata refinada es resultado del procesamiento de diferentes concentrados (de plomo, de cobre y de zinc) que contienen plata .Como la capacidad total de refinación en La Oroya es de 750 TMF por año y CENTROMIN produce alrededor de 290 TMF de sus propias minas, completa la diferencia comprando la producción de otras minas privadas medianas.

En 1981, la producción de plata refinada fue de 657 TMF.

2.2.5 Hierro: Los minerales de hierro explotados por HIERRO - PERU son transformados en concentrados, los que se producen bajo la forma de Sinter de alta ley, Pelets Normal , Pelets Bajo Sílice, Lodos y Tortas, según las características de composición y forma requeridas por SIDER PERU. En 1981 , se produjo 4 millones de TM de concentrados.

2.2.6 Otros productos : Además de los productos citados anteriormente, en la Refinería de La Oroya se obtiene, en volúmenes no mayores de 500 TM, cadmio, bismuto, selenio , indio, telurio y oro, en forma de refinados y otros productos de menor demanda internacional, como arsénico y ácido sulfúrico.

A manera de resumen puede apreciarse (Cuadro N°9). Los volúmenes de producción metalúrgica de los principales metales obtenidos por la Gran Minería.

CUADRO N° 9

PRODUCCION METALURGICA DE LA GRAN MINERIA

(en Miles de unidades)

PRODUCTOS	1980	1981
<u>COBRE BLISTER (TMF)</u>	<u>266.7</u>	<u>229.0</u>
Fundición de Ilo (SPCC)	264.9	229.0
Fundición La Oroya (Centromin)	1.8	-
<u>COBRE REFINADO (TMF)</u>	<u>223.5</u>	<u>199.1</u>
Refinería Ilo (Minero Perú)	141.6	125.5
Cerro Verde I (Minero Perú)	33.2	33.4
Refinería La Oroya (Centromin)	48.6	40.2
<u>PLOMO REFINADO (TMF)</u>	<u>77.8</u>	<u>71.7</u>
Refinería La Oroya (Centromin)	77.8	71.7
<u>ZINC REFINADO (TMF)</u>	<u>59.4</u>	<u>123.7</u>
Refinería La Oroya (Centromin)	59.4	64.6
Refinería de Cajamarquilla (Minero Perú)	-	59.1
<u>PLATA REFINADA (KF)</u>	<u>695.3</u>	<u>657.0</u>
Refinería de La Oroya (Centromin)	693.0	654.2
San Juna de Lucanas	2.3	2.8
<u>OTROS PRODUCTOS REFINADOS (En Unidades)</u>		
Cadmio (TMF)	174	312
Bismuto (TMF)	490	638
Selenio (TMF)	23	22
Telurio (TMF)	21	22
Indio (TMF)	3	8

FUENTE : Anuario Minero Comercial 1981

3. Inversiones

Una característica de la Gran Minería es el elevado monto de inversiones requerido para poner en marcha nuevos proyectos mineros o efectuar ampliaciones para incrementar y mantener volúmenes de producción y modificar procesos o hacer aún más eficientes los actuales.

Así por ejemplo, la SPCC ha invertido US \$ 1,900 por tonelada de capacidad instalada en Toquepala (1960) y US \$ 4,200 en Cuajone (1976), mientras que MINERO PERU ha invertido aproximadamente US \$ 6,100 por tonelada de capacidad instalada en Cerro Verde I (1977), US \$ 311 en la Refinería de Ilo (1975) y US \$ 1,980 por tonelada de capacidad instalada en la Refinería de Zinc de Cajamarquilla (1981).

4. Insumos

Dada la dimensión de los proyectos que explota la Gran Minería la adquisición de insumos por este estrato es bastante significativa con respecto al total de los insumos utilizados por el Sector. Es por ello que, en especial la gran minería contribuye al desarrollo de la industria nacional en función de la gran cantidad y variedad de insumos de origen nacional que utiliza.

Así en los años 1974 y 1975 el valor de los insumos llegó a los 4,784 y 5,019 millones de soles respectivamente. De estos totales la gran minería adquirió el 74% y el 75% en los años antes citados.

En 1980 la gran minería adquiere aproximadamente el 70% del valor total de los insumos consumidos por el Sector Minero.

Los rubros más importantes dentro de los insumos utilizados por la Gran Minería son los productos de petróleo y carbón, siguiéndole los productos de hierro, acero y productos metálicos y en tercer lugar se encuentran los repuestos.

III.- LA GRAN MINERIA DEL COBRE

Después de la caracterización global de la Minería Metálica del país y de la Gran Minería, centramos nuestro análisis en la llamada Gran Minería del Cobre por cuanto es el metal de mayor transcendencia en la economía del país ya que contribuye con alrededor del 45% de valor de las exportaciones mineras y aproximadamente el 20% de las exportaciones totales.

El alto grado de centralización de la producción, que se manifiesta en que sólo tres empresas producen en la actualidad el 87% de la producción total de cobre, destacando una con alrededor del 70% de esta producción, justifica su estudio detallado.

Para el análisis hemos considerado a la SPCC, con sus unidades de Toquepala, Cuajone y Fundición de Ilo, y a MINERO PERU con sus unidades de Cerro Verde I y Refinería de Cobre en Ilo, las mismas que serán estudiadas detenidamente en el siguiente acápite.

No se considera en el análisis a CENTROMIN PERU, por las razones que se detallan a continuación. Primero, es una empresa que explota yacimientos de minerales polimetálicos (cobre, plomo, plata y zinc) mediante el método de explotación subterránea. Segundo, tiene una producción minera equivalente al 8.2% de la producción de cobre de la Gran Minería, obtenida en sus cinco unidades, cuyas producciones en promedio alcanzan los mismos niveles de algunas empresas de la Mediana Minería. Tercero, produce en promedio como unidad metalúrgica 48 mil TMF de cobre refinado (21% de la Gran Minería) para lo que recurre a compras de concentrados de otras empresas de la Mediana Minería. En cuarto y último lugar, la gran variedad de productos que se procesan en el Complejo Metalúrgico de La Oroya, así como la antigüedad de sus instalaciones (la fundición data de 1922 y la Refinería de 1948), le dan a esta empresa características tan específicas y peculiares, que no permiten obtener indicadores significativos que puedan ser tomados como representativos de empresas de la Gran Minería y menos ser utilizados y generalizados a otros proyectos.

1. SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

La Southern Peru Copper Corporation se constituyó en el Perú en 1952 con la participación de 4 compañías:

- a) ASARCO que participó con los aportes de los yacimientos de Toquepala y Quellaveco, lo que representó el 57.75 % de las acciones de la nueva empresa.

- b) Philips Dodge Corporation que participó con el aporte de personal técnico para la explotación de las minas lo que representó el 16% de las acciones;

- c) Cerro de Pasco Corporation con 16% de las acciones;

- d) Newmont Mining Corporation con 10.25% de las acciones.

La Southern explota en el Perú los grandes yacimientos de cobre porfirítico de Toquepala y Cuajone, cuya producción de concentrados se destina a la Fundición de Ilo en donde se transforman en cobre blister.

Esta empresa privada es la mayor productora de cobre-molibdeno del Perú, con 267,000 TM de cobre blister y 4,500 TM de concentrados de molibdenita en 1980.

1.1 TOQUEPALA

1.1.1 Características y Antecedentes Generales

El depósito de Toquepala que se caracteriza por ser un yacimiento diseminado de cobre de tipo porfirítico, está ubicado en el distrito de Ilabaya, provincia y departamento de Tacna, a 3,413 m.s.n.m. El depósito tiene una dimensión aproximada de 1,100 mts. de largo por 900 mts. de ancho.

Las operaciones de desbroce de la mina se iniciaron hacia fines de 1956 y para llegar al cuerpo mineralizado se tenía que remover una sobrecapa de 120 millones de toneladas (2). Inició sus operaciones propiamente dichas en enero de 1960, constituyéndose en el primer gran proyecto de la SPCC.

Dadas las características de mineralización, la explotación se hace utilizando el método de tajo abier

to, mediante el empleo de bancos que tienen una altura promedio de 15 mts. por 25 mts. de ancho.

1.1.2 Reservas

Inicialmente las reservas de Toquepala, fueron calculadas en 410 millones de TM con una ley de 1.2 % y a fines de 1973 las reservas estimadas del mineral ascendían a 262 millones de TM con una ley promedio de 0.904 % de cobre y 0.03 % de sulfuro de molibdeno o molibdenita ($Mo S_2$).

En 1979 las reservas se calculaban en 165.5 millones de TM con una ley promedio de 0.849% de cobre y en 1980 en 152 millones de TM con una ley promedio de 0.847 % de cobre.

Se ha considerado como reserva el mineral cuya ley es superior al 0.45% de Cu tratándose de sulfuros y se estima que tiene una vida útil de 10 años al ritmo de producción de 1980.

1.1.3 Inversión

La inversión total, al 1° de enero de 1960, para llevar a cabo el proyecto ha sido de US \$ 234 millones (2) cifra que fue incrementada 6 años después en US \$ 50 millones para ampliar la capacidad de la concentradora y extender el tendido de vías férreas al tajo. (Cuadro N° 10).

Esto quiere decir que un descenso en la ley de cabeza hace que necesariamente se tenga que preveer nuevas inversiones para ampliar tanto la mina como la concentradora, para mantener los volúmenes de contenido fino.

En 1979 se estimaba una inversión adicional de aproximadamente US \$ 140 millones para incrementar la producción en 40,000 TM de cobre/año y darle 15 años adicionales - de vida útil. Actualmente, el proyecto no se encuentra en desarrollo dadas las condiciones existentes en el mercado mundial del cobre.

CUADRO N°10FINANCIAMIENTO DE LA INVERSION INICIAL DETOQUEPALA

(En Millones de US \$)

FUENTES FINANCIERAS	MONTO DESEMBOL- SADO	PARTICIPACION RELATIVA %
1.- Export-Import Bank of Washington (EXIMBANK)	110	46.4
2. Empresas Accionistas	114	49.4
3. Créditos de fabricantes y proveedores de maqui- naria y equipo.	10	4.2
TOTAL	234	100.0

FUENTE: "Aspectos Generales de la Comercialización del Cobre Peruano".

Dirección General de Comercio del Ministerio de Indus-
tria y Comercio. Tomado del Diagnóstico de la Realid-
dad Nacional (Volumen I). Instituto Nacional de Pla-
nificación.

1.1.4 Mina1.1.4.1 Ley de Cabeza

En los 21 años que viene explotándose Toquepala se ha ido produciendo un considerable descenso en la ley promedio del contenido de cobre en el mineral.

En el año de inicio de actividades la ley de ca-
beza era de 1.73 % de cobre. Durante los prime-
ros 5 años de explotación la ley bajó en prome-

dio a 1.5% y desde 1975 descendió a 0.95%. Durante 1980 y los 4 años siguientes dicha ley se estima en promedio en sólo 0.916% de contenido de cobre.

Este descenso en la ley del contenido de cobre en el mineral ha traído como consecuencia que cada año se tenga que incrementar la cantidad de mineral que entra a la concentradora con el fin de mantener el nivel de producción de cobre fino.

Por lo tanto, cada año se incrementará también el volumen de material minado, haciendo que los costos de minado y de concentración se incrementen debido a los mayores volúmenes de material minado y mineral tratado requeridos, y que se tenga que efectuar fuertes inversiones para ampliar la capacidad instalada de la concentradora a fin de que mayores cantidades de mineral pueden ser tratados en ella.

CUADRO N° 11

LEY DE CABEZA DE TOQUEPALA

Año	Ley de Cabeza (% Cu)
1960	1.730
1972	1.220
1973	1.215
1974	1.203
1975	1.057
1976	1.050
1977	0.938
1978	0.910
1979	0.902
1980	0.899

FUENTE: SPCC Reportes de Producción.

Es importante destacar que por cada 0.01 % menor de ley de cabeza de mineral deberá minarse, teóricamente, alrededor de 50,000 toneladas métricas más a fin de mantener los volúmenes de producción de cobre fino.

1.1.4.2 Mineral Producido

Al iniciar sus operaciones productivas la mina produjo 8.5 millones de toneladas de mineral. Con la primera ampliación de la planta en 1966, se sobrepasó la producción de 10 millones de toneladas, hasta llegar a producir 13.8 millones de toneladas en 1979 y 14.3 millones de toneladas de mineral en 1980. (Cuadro N° 12). Es importante mencionar que el volumen de material minado es de 48 millones de toneladas en 1980 y sólo un 30% está constituido por mineral recuperable.

1.1.4.3 Costos de Mina

Los continuos incrementos en los volúmenes de material minado y de mineral producido tienen una incidencia directa en los costos de transporte y voladura debido a los mayores volúmenes de material a movilizar.

Por otro lado conforme la mina se va profundizando los costos de acarreo se encarecen debido al aumento

CUADRO N° 12VOLUMENES DE MINERAL PRODUCIDO EN TOQUEPALA

AÑO	MINERAL PRODUCIDO (Miles TM)	MATERIAL MINADO (Miles TM)
1960	8,531	25,595
1965	10,040	30,120
1973	12,217	38,343
1974	13,488	40,627
1975	12,265	36,069
1976	13,650	38,688
1977	14,348	43,295
1978	13,093	39,175
1979	13,884	41,448
1980	14,321	48,018

FUENTE: 1960 -1977 Reportes de Producción de la SPCC
 1978 -1980 Memorias Anuales de la SPCC para
 1978, 1979 y 1980.

de las gradientes y las distancias que hay que recorrer. Como puede observarse en el Cuadro N° 13 , los costos de minado se incrementaron en un 3.3% en 1979 y en 16.2% en 1980. Los aumentos más importantes fueron del 33% en el precio del petróleo N° 6 y en repuestos del orden del 15%.

CUADRO N° 13

COSTOS DE MINADO EN TOQUEPALA

AÑO	1978	1979	1980
Costo (US \$/TM)	0.8388	0.8666	1.0067

Incrementos (%)	-	3.3	16.2

FUENTE: Elaborado en base a las Memorias Anuales de la SPCC para 1978 , 1979 y 1980.

1.1.4.4 Equipo de Mina

El principal equipo de mina utilizado para la producción en Toquepala está constituido por :

- . 6 perforadoras eléctricas rotativas
- . 10 palas eléctricas con cucharones de 9 yardas³
- . 1 pala diesel con cucharón de 31/2 yardas³
- . 4 volquetes de 100 toneladas.
- . 2 volquetes de 75 toneladas
- . 28 volquetes de 37 toneladas
- . 4 locomotoras eléctricas de 1800 HP
- . 5 locomotoras eléctricas de 1850 HP
- . 135 vagones de ferrocarril de descargue lateral y de 43 yardas³.

Adicionalmente, para los servicios de preparación, reparación, mantenimiento y transporte se cuenta con nu

merosas unidades auxiliares como grúas, cargadores frontales, tractores, niveladoras, etc.

Como es de suponer el equipo principal de mina ha sufrido variaciones desde el año de inicio de sus operaciones, sobre todo en lo concerniente a la capacidad de las unidades de transporte, básicamente camiones. Cuando empezó a operar Toquepala lo hizo con 90 unidades ; con la ampliación de la capacidad de la planta en 1964, se operaba con 118 camiones y 10 años despues, producida la segunda ampliación, se utilizaron solamente 39 camiones. A fines de 1976 el equipo de camiones estaba constituido por 34 unidades.

Esta disminución tan notoria de unidades ha implicado una menor capacidad de carga la que ha tenido que ser suplida por una mayor frecuencia de viajes de estos camiones y por el mejoramiento y ampliación del sistema de carguío utilizados en la mina constituido por las locomotoras Diesel.

Rendimientos de Equipo de Mina

Considerando el rendimiento promedio del equipo principal de mina, vale decir las perforadoras, palas, volquetes y locomotoras, tenemos que las perforadoras rotativas perforan como promedio entre 317 y 348 pies/turno.

Las palas son el equipo principal alrededor de las cuales se puede decir que se desarrolla toda la etapa de carguío, siendo el rendimiento promedio de cada pala/turno entre 5,700 y 6,000 toneladas.

El sistema de transporte es combinado entre camiones y ferrocarril. Los camiones, como promedio, transportan por turno entre 920 y 1,070 toneladas de mineral siendo el promedio para las locomotoras de 3,000 toneladas.

Es conveniente hacer presente que la altura del yacimiento condiciona de tal manera, que las máquinas diesel pierden mucha fuerza. Los camiones standard

tienen una fuerza promedio por debajo de lo normal y con motores eléctricos requieren un especial mantenimiento. Un standard de energía a nivel del mar de 525 HP sólo desarrolla en la mina 304 HP. (3).

1.1.4.5 Productividad de la Mano de Obra

En los años iniciales de operación de la mina se estuvo obteniendo 134 toneladas/hombre-guardia (3). Entre 1973 y 1975 ha mantenido considerables fluctuaciones - con una tendencia decreciente, la misma que a partir - de 1975 se muestra creciente pero que no llega alcanzar los niveles alcanzados en los años iniciales.

Actualmente se está produciendo un promedio de 124 toneladas minadas/hombre-guardia.

1.1.5 Planta Concentradora

El proceso metalúrgico del Proyecto Toquepala llega hasta la producción de cobre blister, pasando por la producción de concentrados de cobre y molibdeno.

Inicialmente, la planta concentradora fue diseñada para tratar 30,000 TM de mineral por día. A los cinco años de operación, conforme avanzaba la etapa de producción con descenso de la ley de cabeza del mineral beneficiado, se tuvo que ampliarla para tratar 40,000 toneladas métricas por día. Por la misma causa de disminución de la ley de cabeza y la necesidad de mantener los niveles de producción de cobre fino en 1974 se hizo necesario ampliarla nuevamente hasta una capacidad de tratamiento de 45,000 TM de mineral diarios para producir alrededor de 1,700 TM de concentrados por día.

El promedio diario de mineral tratado se ha ido incrementando años tras año y continuará haciéndolo hasta alcanzar su nueva capacidad de diseño.

Así, mientras que al iniciar sus operaciones productivas se trató 8.5 millones de toneladas de mineral por año, en 1978 se trató 13 millones de toneladas, en 1979, 13.8 millones de toneladas y en 1980, 14.3 millones de toneladas de mineral ,

tonelaje último que representa el 88% de la capacidad instalada de tratamiento.

A pesar de no poder hacer una relación muy directa entre la utilidades de capacidad de las concentradoras de Toquepala y los estándares norteamericanos, debido a que la capacidad de diseño de la concentradora de Toquepala es sólo el 7.2% de la de los estándares norteamericanos, es importante destacar que la capacidad de tratamiento que se utiliza en la concentradora de Toquepala respecto al total de su capacidad instalada es superior a la de los estándares norteamericanos.

1.1.5.1 Características

Las principales características de la concentradora de Toquepala, que se encuentra a 6 km. de la mina, pueden resumirse en lo siguiente

- La operación de Chancado se efectúa en tres etapas:

.Chancado primario para material con tamaños mayores de 8", utilizando una chancadora giratoria Taylor; . chancado secundario para material menor de 8" utilizando 2 chancadoras giratorias Norberg y tipo Symons; y . chancado terciario utilizando cuatro chancadoras de conos giratorios denominados de cabeza corta, tipo Symons, obteniéndose un producto reducido a menos de 3/4"

La molienda se efectúa en 4 secciones. Tres son con molinos de bolas y la cuarta utiliza 2 molinos de barras y 6 de bolas complementada con ciclones.

La capacidad de molienda es de 45,000 TM/día. La flotación y remolienda se efectúa con 1.2 filas de flotación "roughs", con 14 celdas Galligher N° 48 de 40 pies³ por cada fila, 8 molinos de remolienda, 4 filas de celdas de limpieza y 4 filas de celdas de relimpieza.

1.1.5.2 Producción de concentrados

En la concentradora de Toquepala por las características del mineral que trata, se producen dos tipos de concentrados : de cobre y de molibdenita.

Como es de suponer hay una correlación directa entre los volúmenes de producción de mineral y los volúmenes remitidos a la concentradora. En este sentido los mayores incrementos en volumen de mineral tratado responderán a las mayores exigencias de la planta de beneficio en función a la menor ley de cabeza y al volumen esperado de contenido fino.

En los últimos 8 años, la producción de concentrados de cobre no ha mantenido una tendencia definida pues se han manifestado muchas fluctuaciones tal cual puede observarse en el cuadro N° 14 . La causa la podríamos encontrar en los abastecimientos de mineral de cabeza más que en otro elemento; aunque la caída más fuerte la encontramos en el año 1975, en que se produjo la segunda ampliación, a partir del cual se produce una recuperación en los volúmenes de producción de concentrado pero sin ser marcadamente creciente con respecto a los años anteriores al de la ampliación mencionada.

En el año 1980, la producción alcanza una cierta recuperación llegando a 441,340 toneladas de concentrados con una ley de 24.5% de Cu, el mismo que contiene aproximadamente 0.55% de molibdenita en forma de concentrado, produciéndose en el mismo año 2,614.8 TM de concentrados con una ley aproximada de 87.4 % de molibdenita.

CUADRO N° 14PRODUCCION CONCENTRADORA TOQUEPALA

AÑOS	Concentrados de Cobre (Miles TM)	Concentrados de Molibdenita (TM)
1960	444.6	n.d.
1973	463.9	n.d.
1974	527.9	n.d.
1975	416.6	n.d.
1976	483.1	n.d.
1977	439.4	n.d.
1978	422.1	1,242
1979	421.1	2,000.4
1980	441.3	2,615

FUENTE : 1960-1977 SPCC Reportes de Producción de Concentrado
ra .

1978-1980 Memorias Anuales SPCC 1978, 1979 y 1980.

Un estudio efectuado en 1980 por el Bureau de Minas (4) en plantas de concentración de Estados Unidos, revela que plantas que tratan mineral con contenido de cobre y molibdeno en un volumen de 172'845,700 TC anuales obtienen 3'212,381 TC de concentrados de cobre con una ley de 24.8%, teniendo consecuentemente una relación de concentración de 53.8: 1.

En la mina Toquepala en cambio, la relación de concentración asciende a 32.2 : 1 ya que al tratarse 14.3 millones TM de mineral de cobre-molibdeno, se obtienen 443,954.8 TM de concentrados de cobre, con una ley de 24.5%.

Esta mayor relación de concentración en las plantas de Estados Unidos está evidenciando una menor ley de cabeza del mineral que se emplea. Así tenemos que mientras en USA la ley de cabeza es de 0.55 % en Toquepala la ley es de 0.916%.

En cuanto al destino de los concentrados producidos se puede decir que la totalidad de los concentrados de cobre pasan a la Fundición de Ilo para ser convertidos en cobre blister, mientras que los concentrados de molibdenita se exportan como concentrados.

1.1.5.3 Ley de Concentrados y recuperación

En el caso de Toquepala es interesante observar la tendencia de la ley del concentrado que es marcadamente descendente, lo que afecta el volumen de finos producidos. Como compensación a este descenso de ley debe producirse una mayor cantidad de concentrados o mejorar significativamente los porcentajes de recuperación. Sin embargo éstos también han descendido. Al inicio de las operaciones en Toquepala la ley promedio del concentrado fue de 34.14% Cu con un porcentaje de recuperación del 93.3%. Sin embargo estos indicadores manifestaron una apreciable disminución en el año 1965 en que se alcanzaron 27.55% Cu y 88.26% (ley de concentrado y % de recuperación respectivamente). A partir de ese año puede decirse que estos indicadores se mantienen hasta 1973 en que se inicia una marcada tendencia descendente tal cual puede apreciarse en el Cuadro N°15. Esto nos puede estar indicando, básicamente, que a los niveles más bajos de extracción de mineral, cuando la ley de cabeza está descendiendo se presentan serios problemas de tipo metalúrgico que impiden mantener la recuperación inicial, o que la asociación o características mineralógicas no permiten otra salida y por lo tanto

debe alimentarse la planta con volúmenes de mineral cada vez mayores.

CUADRO N° 15

LEY DE CONCENTRADOS Y % DE RECUPERACION EN TOQUEPALA

AÑO	Ley de Concentrado (%)	(%) de Recuperación
1960	34.14	93.34
1965	27.55	88.26
1973	27.96	85.63
1974	27.38	86.0
1975	25.99	83.95
1976	26.24	85.10
1977	24.97	83.80
1978	25.32	83.00
1979	25.51	83.96
1980	24.53	82.27

FUENTE: 1960-1977 SPCC Reportes Anuales de Concentradora
1978-1980 Memorias Anuales SPCC 1978,1979 y 1980

1.1.5.4 Costos de tratamiento

Como se dijo anteriormente, los continuos descensos en la ley de cabeza del mineral hacen que cada vez se tenga que tratar mayores cantidades de mineral con el fin de mantener los niveles de producción de cobre fino.

Ello indudablemente influye en los costos de tratamiento incrementándolos debido a los mayores volúmenes de mineral que hay que tratar.

Asimismo los constantes incrementos de los costos de la energía eléctrica, de los insumos de molienda y de los respuestos en general dan

como resultado fuertes incrementos en los costos de tratamiento.

Así mientras en 1978 el costo de tratamiento asciende a US \$ 1.51 por TM, en 1979 se incrementa en 8.5% que en valor representa US \$ 1.64 TM. Finalmente en 1980 el costo de tratamiento se incrementa a 2.26 representando un incremento del 38% respecto al año anterior.

CUADRO N°16

COSTO DE TRATAMIENTO - TOQUEPALA

AÑO	1978	1979	1980
Costo US \$/TM	1.5102	1.64	2.26
Incremento (%)	-.-	8.5	38

FUENTE Elabrado en base a las Memorias Anuales
SPCC. 1978, 1979 y 1980.

1.1.5.5 Rendimientos y consumos unitarios

En la concentradora de Toquepala normalmente se trabaja el equivalente a 11 meses durante el año, a pesar de que operaciones de esta - envargadura no deberían paralizarse ni un solo día; sin embargo se sabe que descontadas las paralizaciones parciales por mantenimiento programados, por imprevistos y algunas paralizaciones totales por huelgas u otras circunstancias encontramos, que como promedio se trabajó durante los últimos 5 años (1976-1980) 327 días por año, con extremos que fluctuaron entre 295 días laborados y 350 días.

Igualmente como promedio podríamos estimar que se procesan por día 41,500 toneladas secas de mineral.

a) Consumo de aceros : En este acápite tomaremos en consideración la parte concerniente al consumo unitario de bolas y barras utilizadas en el proceso de molienda y remolienda.

Es importante remarcar el significado que tienen los consumos de acero a nivel de país, sobre todo si lo vemos por el lado de la dinamización de actividades manufactureras que se desarrollan en función a las demandas de la gran minería y en este caso de Toquepala.

Los consumos unitarios de acero en la planta concentradora puede decirse que son relativamente estandar de 1.66 lbs/TM; sin embargo encontramos ciertas variaciones que es necesario comentar dada la cantidad de mineral beneficiado diariamente.

Así por ejemplo, en 1973 el consumo de aceros en la planta concentradora de Toquepala fue de 1.59 Lbs/tonelada de mineral molido; para el año 1974 se produjo un incremento considerable del orden de 0.13 Lbs/tonelada de mineral beneficiado lo cual representó en términos relativos un 8% de incremento pero en valores absolutos significó con respecto al año anterior un total de 790 toneladas de aceros para el año 1974; el año 1975 se mantuvo el mismo nivel de consumos unitarios para descender en 1976 a 1.70 Lbs/tonelada de mineral tratado, diferencia aparentemente poco significativa pero que dados los volúmenes de mineral tratado y teniendo en consideración que por cada aumento o disminución en el consumo de aceros del orden de

los 0.01 Lbs/tonelada, representa para cada año entre 60 y 65 toneladas de acero más o menos - que deba utilizarse, resulta muy importante. En 1977 y en los 3 años siguientes hay un considerable descenso en los consumos unitarios de acero con respecto a los 5 años anteriores pues se consumió un promedio de 1.64 Lbs/tonelada de mineral beneficiado. Esto como es de suponer - redundará definitivamente en los costos del proceso de concentración.

Es importante mencionar que el consumo total de aceros en la concentradora de Toquepala en 1980 que asciende a 1.65 Lbs/Tm. de mineral molido es menor que el consumo de aceros en plantas de concentración de USA, que en el mismo año asciende a 1.805 Lbs/Tm (4) de mineral molido.

b) Consumo de Reactivos : Dada la particularidad de los minerales beneficiados, la utilización - de reactivos no es muy diversificada. Por la - función que cumplen están agrupados en colectores y flotadores. Incluiremos también en este acápite a la cal.

- Consumo de cal : El consumo de cal muestra - una tendencia creciente, lo que podría explicarse por una disminución de la ley y un aumento proporcional de pirita por tratarse de minerales que están en la zona más profunda del tajo como también por la mayor cantidad de insolubles. Estos consumos unitarios de cal pasaron de 3.4 Lbs/tonelada en 1973, a 4.2 Lbs/tonelada de mineral beneficiado en 1980. Esto representó un incremento en el consumo de 0.80 Lbs/toneladas cifra que convirtiéndola a valores absolutos representa aproximadamente 5,197 toneladas por año de mayor consumo de cal.

En cuanto al consumo de cal en USA es de 3.173 Lbs/TM en 1980, inferior al de Toquepala que en el mismo año alcanza a 4.2 Lbs/Tm.

- Colectores .- Los consumos unitarios de colectores podría decirse que se mantienen en proporciones estándares con muy pequeña variación en el período de análisis.

- Flotadores.- Este tipo de reactivos cuya función se complementa con el anterior si varía su utilización en función directa a la ley de cabeza del mineral y es por esta razón que se nota un considerable descenso en la proporción en que es añadido al proceso de concentración, variación bastante significativa pues ha descendido de 0.029 Lbs/tonelada de concentrados a 0.012 Lbs/Tonelada de concentrados producidos en el período 1973-1980.

c) Consumo de energía : En la planta concentradora de Toquepala los consumos unitarios de energía se ha mantenido constante de 1975 a 1977, año a partir del cual muestra una tendencia ligeramente creciente. En promedio se puede decir que el consumo de energía eléctrica es de 12.5 kwh/Tm., mientras que en USA el consumo asciende a 14.4 - Kwh/Tm. de mineral molido.

1.2 CUAJONE

1.2.1

Características Generales

El yacimiento está ubicado en el distrito de Tarata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, a unos 3,500 msnm y a una distancia de 140 Km del Océano Pacífico. Es un yacimiento diseminado de cobre porfirítico y se explota mediante el sistema a cielo abierto. Se considera como mineral a un material con ley superior a 0.45% de cobre.

Inició sus operaciones propiamente dichas en mayo

CUADRO N° 17

PRINCIPALES INDICADORES EN TOQUEPALA

AÑOS	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Días de operación	297	333	289	354	333	295	350	303
Aceros (Lbs/Ton)	1.59	1.72	1.72	1.70	1.66	1.66	1.64	1.65
Cal (Lb/Ton)	3.4	3.5	3.9	3.8	4.0	4.1	4.3	4.2
Colectores (Lbs/Ton)	0.051	0.044	0.047	0.060	0.051	0.054	0.048	0.058
Flotadores (Lbs/Ton)	0.029	0.018	0.019	0.015	0.015	0.013	0.014	0.012
KWH/TM	12.23	12.21	12.47	12.46	12.48	12.50	12.49	12.51

FUENTE SPCC Reportes anuales de concentradoras.

de 1976 siendo el segundo gran proyecto de la Southern. Como antecedentes se puede señalar que legalmente, el inicio del gigantesco proyecto de Cuajone se produce con la firma del Contrato Bilateral entre Gobierno Peruano y la S.P.C.C., el 19 de diciembre de 1969, después de 18 meses de negociaciones.

La Cerro de Pasco Corporation entre 1942-1945, había efectuado 40 taladros diamantinos como programa de exploración, continuándose con 88 taladros diamantinos entre el período comprendido entre 1952 -1954.

La S.P.C.C. completó la exploración del depósito con 83 taladros entre 1956-1966, en que se contrató con la Boyles Brothers por un total de 80,500 pies aproximadamente y cuyo costo ascendió a la suma de S/. 57'960,000 (5

1.2.1 Reservas

Terminada la tarea de perforación en 1966 se inició el estudio de planeamiento de mina y entre 1968 y 1970 se efectuaron programas de perforación comprobatoria que confirmaron los estimados de reservas de mineral que se muestran en el Cuadro N° 18.

CUADRO N° 18

TIPO DE MINERAL	VOLUMEN DE RESERVAS (millones TM)	LEY PROMEDIO DE COBRE	CONTENIDO FINO (miles TM)
a) Mineral (Oxidos)	20	1.32	264
b) Mineral (Sulfuros)	430	0.99	4,257
c) Sulfuros de Baja Ley (0.20-0.44 % Cu)	102	0.32	326.4
TOTAL	552	0.88	4,847

FUENTE " El Proyecto Cuajone " Rodríguez Hoyle , Daniel, ponencia presentada en el VIII Congreso Mundial de Minería en Octubre 1974.

El volumen de desmonte fue estimado en 1,057 millones de TM con menos de 0.20 % de cobre.

En 1979 las reservas económicamente factibles de sulfuros de cobre se estimaron en 385'334,000 TM con una ley promedio de 0.93% de cobre y al año siguiente las reservas de mineral estimadas alcanzaban las 370'473,599 TM con una ley promedio de 0.920 % de cobre. Como promedio la ley de molibdeno es de 0.03% de molibdenita.

1.2.3 Inversión

A la fecha de la firma del contrato de Cuajone (1969) y de acuerdo al mismo, se estimó la inversión de este gran proyecto en 355 millones de dólares, pero desde esa fecha hasta su puesta en operación este monto ha sufrido variaciones que han llegado incluso a ser superiores al doble de la cifra originalmente prevista.

Así por ejemplo, en Junio de 1971, esta cifra fue reajustada llegando a estimarse en 417.94 millones de dólares el costo del proyecto (5). A partir de esta fecha se contó extraoficialmente con cifras relativas a la inversión total. Los montos estimados iban de 425 a 550 millones de dólares sin descartar la posibilidad que esa cifra sobrepasara los 600 millones de dólares lo que convertía en el proyecto minero individual más costoso que jamás se hubiera intentado desarrollar en el mundo (6).

Las cifra de 620 millones de dólares parecía definitiva hasta fines de 1975 (7). Sin embargo, en 1980, se sabe que la inversión efectuada en Cuajone fue de US \$ 750 millones (8) estimándose que en unos pocos años se requerirá una inversión adicional de US \$ 100 millones más para mantener el nivel de producción actual.

Las fuentes globales de financiamiento utilizadas

han sido las siguientes. (6)

- Capital propio	US \$	216 millones
- Créditos de libre disposición.	US \$	208 "
- Créditos de proveedores para maquinaria y equipo	US \$	142 "
- Créditos de compradores de cobre	US \$	54 "
		que dan un total de US \$ 620 millones

El costo de inversión del proyecto distribuido en sus diversos rubros de infraestructura y elementos de producción se aprecia en el cuadro N° 19.

CUADRO N° 19

RUBRO DE INVERSION	INVERSION (US \$)	PARTICIPACION (\$)
- Túneles	59'578,035	8.07
- Carreteras principales	6'538,326	0.89
- Líneas de transmisión de energía y comunicaciones.	16'579,272	2.24
- Sistema de aprovisionamiento de agua	31'296,845	4.24
- Expansión del Ferrocarril Industrial	25'893,875	3.51
- Ampliación de la Planta de Fuerza	18'486,439	2.50
- Instalaciones de la mina	40'047,080	5.42
- Concentradora	122'448,787	16.58
- Instalaciones Industriales Comunes	43'393,410	5.88
- Ampliación de la fundición	65'119,223	8.82
- Hospitales, viviendas y campamentos	77'940,788	10.56
- Desbroce de la mina	76'772,452	10.40
- Intereses Capitalizados	83'217,208	11.27
- Propiedad minera y otros	2'315,931	0.31
Sub-total	669'627,653	90.69
- Capital de trabajo	68'768,587	9.31
TOTAL INVERSION	738'396,240	100.00

FUENTE : "El Proyecto Cuajone " Rodríguez Hoyle, Daniel ,
ponencia presentada en el VIII Congreso Mundial
de Minería , Octubre 1974.

El costo aproximado por tonelada de capacidad instalada es de aproximadamente US \$ 4,200 , unas 2.2 veces el de Toquepala, cuyo costo por tonelada de capacidad instalada fue de US \$ 1,900 .

1.2.4 Mina

Por las características de la explotación, durante el proceso de extracción de mineral, una considerable cantidad está constituido por material llamado estéril o de desecho. El equipo de mina se diseñó por lo tanto para movilizar un total aproximado de 5 a 6 millones de toneladas de material por mes de los cuales sólo 1.2 a 1.5 son de mineral.

1.2.4.1 Ley de Cabeza

La ley promedio de cobre en el mineral con que el proyecto Cuajone inició sus operaciones fue de 1.44% , mucho menor que la ley promedio con que Toquepala inició sus operaciones que fue de 1.73% Cu. Como era de esperarse, esta ley de cabeza ha tenido una tendencia descendente ; así mientras en 1978 es de 1.41% Cu, en 1979 y 1980 declinó a 1.37 % y 1.15% Cu, respectivamente.

Por este motivo cada año se tendrá que incrementar la cantidad de mineral tratado en la concentradora y por lo tanto de material minado con el fin de mantener el nivel de producción de cobre fino.

CUADRO N° 20

LEY DE CABEZA CUAJONE

AÑO	LEY DE CABEZA (% Cu)
1976	1.44
1977	1.42
1978	1.41
1979	1.37
1980	1.15

FUENTE SPCC Reportes de Producción.

1.2.4.2 Mineral producido

Al iniciar sus operaciones se consideró obtener como promedio anual un total aproximado de 16 millones de toneladas de mineral sin embargo durante los primeros 8 meses de operaciones (mayo-diciembre 1976) sólo se produjo 1.8 millones de toneladas de mineral cifra que parece insignificante pero que se justifica si tomamos en cuenta que durante ese tiempo se estaba extrayendo mucho desmonte y material lixiviable con lo cual se llegó a remover un total de 57 millones de toneladas de material. Durante 1977 y los 3 años siguientes se produjo aproximadamente 15.2 millones de toneladas de mineral por año.

Es importante mencionar que el volumen de material minado es de 60.9 millones de TM en 1980 y sólo una cuarta parte está constituida por mineral recuperable. (Cuadro N° 21)

CUADRO N° 21

VOLUMENES DE MINERAL PRODUCIDO - CUAJONE

AÑO	MINERAL PRODUCIDO (Miles TM)	MATERIAL MINADO (Miles TM)
Mayo-Dic. 1976	1,800	57,000
1977	15,200	60,800
1978	15,159	67,273
1979	15,504	60,397
1980	15,180	60,900

FUENTE: 1976 -1977 SPCC Reportes de Producción
1978 -1980 Memorias Anuales SPCC 1978,1979 ,1980.

1.2.4.3 Costo Mina

Como los volúmenes de material minado , durante los primeros 5 años de operación de la mina, se han mantenido relativamente constantes los incrementos en los costos de material minado, del orden de 23.9 % en 1979 y de 16.9 % en 1980, se han debido fundamentalmente al aumento inflacionario que sufrieron los insumos requeridos para la operación , entre ellos el petróleo principalmente.

CUADRO N° 22COSTOS DE MINADO - CUAJONE

AÑO	1978	1979	1980
Costo (US \$/TM)	0.4294	0.5322	0.6226
Incremento (%)	-	23.9	16.9

FUENTE : Elaborado en base a las Memorias Anuales de SPCC, 1978, 1979 y 1980.

1.2.4.4. Equipo de Mina

El equipo de mina que utiliza Cuajone, en términos generales, es similar al de Toquepala pero con la ventaja de estar aprovechando todo el progreso tecnológico de 15 años, que indudablemente redundará en mayor capacidad operativa, ciclos de trabajo mucho más rápidos y un equipo más eficiente y duradero.

El equipo principal de mina está constituido por :

- . 7 Palas eléctricas de 11.5 m³.
- . 3 palas mecánicas de 7 m³
- . 2 palas mecánicas de 6 1/4 m³
- . 9 barrenos de bolas por chorro giratorio
- . 22 camiones de 100 toneladas
- . 21 camiones de 120 toneladas
- . 8 camiones de 50 toneladas
- . 10 locomotoras eléctricas de 2,250 HP
- . 110 vagones de descarga lateral.

Adicionalmente a este equipo de mina, se utiliza topadoras, caterpillar, camiones con regadera, camiones de mantenimiento, niveladoras, etc.

- Rendimientos de equipo mina

Entre las unidades más importantes conformantes del equipo principal de mina de Cuajone, tenemos a las palas, que en promedio movilizan 12,000 toneladas por turno*. Si este rendimiento lo comparamos con el de Toquepala vemos que es casi 2 veces más alto. Rendimientos similares se espera de todo el equipo de acarreo dada la dimensión de los mismos y la proporcionalidad que deben guardar entre si para evitar pérdidas.

En lo que se refiere a trenes, funcionan aproximadamente 2 por cada pala mecánica y cada tren transporta entre 800 y 900 toneladas de mineral en un ciclo que demora 58 minutos, entre cargar, descargar el mineral y regresar al tajo, lo que les permite aproximadamente transportar 3,700 toneladas por turno.

La perforadora rotativa como promedio ha manifestado un menor rendimiento con respecto a Toquepala pues, por turno, se perforó en 1976 sólo 219.05 pies, cifra considerablemente menor que la de Toquepala que perfora como promedio 317 y 348 pies/turno.

1.2.4.5 Productividad de la mano de obra

La planilla total en la mina está compuesta por 84 trabajadores; si consideramos que se trabajan 2 turnos de 10 horas en la mina, tendremos que el rendimiento promedio en 1976 fue de 195.6 toneladas métricas de mineral/hombre-guardia; sin embar

* En la mina se trabajan 2 turnos, de 10 horas c/u por día.

go este rendimiento aumentó para 1977 debido a que se voló volúmenes de mineral normales por lo tanto el rendimiento al que se llegó fue de 236.35 toneladas de mineral por hombre-turno. (Se consideraron 350 días de trabajo en la mina por cuanto no hubo paralizaciones en Cuajone).

1.2.5 Planta Concentradora

La capacidad teórica de tratamiento de la planta es de 41,823 TM/día* de mineral, con una ley promedio de 1% de cobre.

1.2.5.1 Producción de concentrados

Conforme la producción de mineral se normaliza ba la planta concentradora iba alcanzando su nivel teórico de producción.

Durante 1976 la producción de concentrados fue de 78,127 TM con una ley bastante alta (42.35%Cu)

En el año 1977 ya normalizado el abastecimien to de mineral, se beneficiaron alrededor de 15 millones de TM para producir 414.4 mil TM de concentrados con una ley del 38.48 % Cu. Este es el rango promedio que se ha mentenido en la concentradora de Cuajone hasta 1979. Conforme siga declinando la ley de cabeza del mineral se tendrá que incrementar la cantidad de mineral - tratado en la concentradora a fin de mantener el nivel de producción de cobre fino.

Durante 1980 se dejó de producir 15,059 TM de cobre como consecuencia de paros laborales que afectaron tanto la mina como la planta concentradora. (Cuadro N°23)

La Planta de recuperación de molibdenita puesta operación en 1980, a un costo de US \$ 6 millo - nes produjo ese mismo año 1,859 TM de concentra dos de alto contenido de molibdenita.

* Operando las 24 horas del día, en 3 turnos laborales de 8 horas cada uno.

Los concentrados de molibdenita producidos en la concentradora de Cuajone, al igual que los producidos en Toquepala, pasan directamente a ser comercializados en el exterior .

Los concentrados de cobre así producidos pasan a la Fundición de Ilo para ser convertidos en cobre blister.

CUADRO N° 23

PRODUCCION DE CONCENTRADOS -CUAJONE

AÑOS	CONCENTRADOS DE COBRE (Miles TM)	CONCENTRADOS DE MOLIBDENITA (TM)
1976	78.1	-
1977	414.4	-
1978	463.6	-
1979	479.9	-
1980	434.2	1,859

FUENTE: 1976 -1977 SPCC Reportes de Producción
1978 -1980 Memorias Anuales SPCC 1978, 1979 y 1980

Si para el año 1980, comparamos la relación de concentración* de Cuajone (34.9:1) con la relación de concentración promedio norteamericana (53.8:1), vemos que el mayor valor de esta última responde al hecho de que se requiere tratar mayor cantidad de mineral para obtener la misma cantidad de concentrados, lo que quiere decir que su ley de cabeza es inferior a la de Cuajone. Así tenemos que, efectivamente, mientras la ley de cabeza de los pro-

* Entendida como el volumen de toneladas de mineral necesarias para obtener 1 tonelada de concentrado.

medios norteamericanos es de 0.55% de cobre , la ley de cabeza de Cuajone es de 1.15% de cobre.

De otro lado comparando la relación de concentración de Cuajone con la de Toquepala tenemos que la relación de Cuajone (34.9:1) es ligeramente mayor que la de Toquepala (34.4:1) lo podría hacer suponer una mayor ley de cabeza en Toquepala que en Cuajone.

Sin embargo observando las leyes de sus concentrados vemos que los de Cuajone tienen una ley de 34.7% de cobre, muy superior a los de Toquepala que tienen una ley de 24.5% de cobre. Esto quiere decir que si bien es cierto se requiere tratar una mayor cantidad de mineral en Cuajone que en Toquepala para obtener una misma cantidad de concentrados, los concentrados de Cuajone son más ricos en cobre que los de Toquepala y por lo tanto los contenidos finos de cobre son mayores en Cuajone que en Toquepala. Todo ello es consecuencia de la mayor ley de cabeza que poseen los minerales de Cuajone (1.15%) respecto a los de Toquepala (0.899 %).

1.2.5.2 Ley de Concentrados

Al igual que en los concentrados de Toquepala, se observa ya una tendencia descendente en la ley de los concentrados de Cuajone, lo que afecta el volumen de finos producidos.

Así, al inicio de sus operaciones en 1976, la ley de los concentrados fue de 42.35% Cu, ley bastante alta y mucho mayor que la de los concentrados de Toquepala al inicio de sus opera-

ciones (34.14% Cu). Sin embargo en 1980 esta ley ha disminuído a 34.7% Cu.

En general se puede decir que los concentrados de Cuajone son más ricos que los de Toquepala pues mientras en 1980 los concentrados de Toquepala sólo alcanzan una ley de 24.5% Cu los de Cuajone tienen una ley de 34.7% como se mencionó anteriormente.

CUADRO N° 24

LEY DE CONCENTRADOS - CUAJONE

AÑO	LEY DE CONCENTRADO (%)
1976	42.35
1977	38.48
1978	37.90
1979	38.21
1980	34.73

FUENTE 1976-1977 SPCC Reportes Anuales de Concentradora.

1978-1980 Memorias SPCC 1978, 1979 y 1980

1.2.5.3 Costo de Tratamiento

El costo de tratamiento en la concentradora de Cuajone aumentó de US \$ 1.5870 por TM en 1978 a US \$ 1.7021 por TM en 1979 , diferencia que representa un incremento de 7.2% respecto a 1978 .

En 1980, el costo de tratamiento alcanza un valor de US \$ 2.4660 por TM, que en términos relativos significa un incremento del 44.88% respecto al año anterior, como consecuencia del aumento de precios que sufrieron los insumos requeridos para la operación, al mayor costo de la energía eléctrica y al hecho de tener que asumir los costos fijos durante los períodos de paros laborales (Cuadro N° 25)

CUADRO N° 25

COSTO DE TRATAMIENTO-CUAJONE

AÑO	1978	1979	1980
Costo US \$/TM	1.5870	1.7021	2.4660
Incremento (%)	-	7.2	44.88

FUENTE : Elaborado en base a las Memorias Anuales SPCC 1978,1979 y 1980.

1.2.5.4 Rendimiento y consumos unitarios

- a) Rendimientos de mano de obra : Normalmente se opera las 24 horas del día con interrupciones programadas para mantenimiento preventivo. El total de trabajadores que ocupa la planta concentradora en sus diferentes áreas de trabajo son 240 personas por día que es mucho menor que el personal que opera en la planta de Toquepala - que llega a ser de alrededor 287 personas por día.

En Cuajone dado el alto grado de mecanización existente, se obtiene alrededor de 176 toneladas beneficiadas de mineral/ - hombre guardia. Este rendimiento es superior al de Toquepala, el que está cercano a las 138 toneladas de mineral/hombre-guardia. Asimismo los contenidos finos tratados en Toquepala son menores, de bido a la menor ley de cabeza que poseen.

- b) Consumo de aceros : El consumo unitario de aceros utilizados en el proceso de molienda y remolienda es del orden de 1.69 lbs/Tm. de mineral molido. Si comparamos este consumo con los alcanzados en el proceso de molienda y remolienda en Toquepala, podemos observar que los consumos son ligeramente superiores en Cuajone (Consumo promedio de aceros en Toquepala 1.66 Lbs' por tonelada de mineral molido).

Es importante destacar que los molinos de la concentradora de Cuajone son sólo de bolas.

Asimismo conviene mencionar que el consumo de aceros en plantas de concentración de USA, en el año 1980, es de 1.805 Lb/Tm (4), ligeramente mayor que los consumos de Toquepala y Cuajone, pero que dados los volúmenes de mineral que hay que tratar son cifras que se vuelven significativas.

- c) Consumo de energía : En la planta concentradora de Cuajone el consumo unitario de energía por tonelada de mineral tratado es de alrededor de 14,3KWH. Debemos destacar que el conumo unitario de energía en la planta concentradora de Cuajone es más alto -

que el consumo alcanzado en Toquepala (12.5 KWH/Ton) debido a la mayor automatización de los equipos de la planta.

Asimismo debemos señalar que el consumo unitario de energía por tonelada de mineral molido en plantas de concentración de USA, en 1980 , asciende a 14.4 KWH.

d) Consumo de agua: Las fuentes de abastecimiento de agua son las provenientes de lagunas y de la planta desalinizadora, consumiéndose un promedio de 300 galones de agua fresca por tonelada de mineral tratado. Como un considerable porcentaje (55% a 60%) de agua es recuperada y recirculada dentro del proceso, el consumo total de agua es de alrededor de 600 galones de agua/tonelada de mineral tratado.

Menor consumo se obtiene en Toquepala. En plantas de concentración de USA, el consumo de agua en 1980 es de 620 gal/tonelada de mineral molido.

e) Consumo de cal : el consumo de cal en la concentradora de Cujone está en 4 y 5 lbs/TM de mineral tratado, ligeramente más alta que el consumo de la concentradora de Toquepala, que en promedio alcanza 4.2 lbs/tonelada de mineral tratado, y que el consumo de USA que, en 1980, asciende a 3.173 Lbs/tonelada.

CUADRO N° 26

INDICADORES DE PRODUCCION DE CONCENTRADOS EN TOQUEPALA, CUAJONE Y USA (1980)

PLANTA CONCENTRADORA	TOQUEPALA	CUAJONE	USA
- Mineral tratado (Miles TM)	14,321	15,180	172,846
- Ley Cabeza (% Cu)	0.899	1.15	0.55
- Concentrados producidos (TM)	441,340	434,237	3'212,381
- Contenido fino Cu (TM)	108,128	150,680	798,598
- Ley concentrados (% Cu)	24.53	34.70	24.86
- Relación de concentración	32.4 :1	34.9 :1	53.8:1
- Relación de contenido fino/mineral tratado	132.4 :1	100.7 :1	216.4:1

FUENTE : Toquepala y Cuajone, elaborado en base a memorias SPCC 1978 , 1979 y 1980
 USA, elaborado en base a datos obtenido en Minerals Year Book, 1980.

CUADRO N° 27

CONSUMOS UNITARIOS EN PLANTAS DE CONCENTRACION DE TOQUEPALA, CUAJONE Y USA (1980)

PLANTA CONCENTRADORA	TOQUEPALA	CUAJONE	ESTANDARES NORTEAME RICANOS
Aceros (Lbs/TM)	1.65	1.69	1.805
Agua (G1/TM)	600	680	620
Energía eléctrica (KWH)	12.51	14.32	14.4
Cal (Lbs/TM)	4.2	4 y 5	3.173

FUENTE : Toquepala y Cujone elaborado en base a Reportes Anuales de Concentradoras de SPCC

Estándares Norteamericanos, elaborado en base a datos obtenidos en Minerals Year Book, 1980, Volumen I

1.3 FUNDICION DE ILO

1.3.1 Características

Está ubicada en Punta Tablón, a 17 km. al norte del Puerto de Ilo, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

Inicialmente tuvo capacidad para producir 140,000 TC de cobre ampoloso por año y constaba de dos hornos reverberos y cuatro convertidores.

En la zona de la fundición se levantaron otras instalaciones tales como la planta de fuerza motriz, una sub-estación eléctrica de 138 KW, tanques para almacenamiento de petróleo convertible y su línea de tubería submarina, un horno de cal, talleres de reparación, almacenes y oficinas (2).

Posteriormente y como parte del Proyecto Cuajone la Fundición de Ilo fue ampliada para procesar los concentrados de Cuajone.

En realidad , la ampliación consistió en la construcción de una fundición gemela con capacidad para producir 180,000 TC de cobre ampoloso y consistió básicamente en dos nuevos hornos reverberos con capacidad para tratar 1,450 TC diarias de concentrados y fundentes.

Actualmente, la Fundición de Ilo está conformada por dos fundiciones gemelas correspondientes a las Unidades de Toquepala y Cuajone y tiene una capacidad de tratamiento nominal diaria instalada de 3,266 TCS (12) para producir un total aproximado de 320,000 TC al año.

Todo complejo ocupa aproximadamente a unas 346 personas.

1.3.2 Producción

Los concentrados provenientes de Toquepala y Cuajone son transformados en cobre blister o ampolloso, con una pureza de aproximadamente 99.2% de cobre, en forma de moldes que tienen un peso aproximado de 380 Kg.

La producción de cobre blister está en función a los volúmenes de concentrados tratados y a la ley de los mismos; es decir, habría mayor requerimiento de concentrados en volúmenes por tonelada de blister a producir, si la ley del concentrado es menor.

En la medida que la ley del mineral y de los concentrados disminuyó en Toquepala, sólo se alcanzó a producir 400 TC (140 mil TC/Año) de cobre blister/día durante los 2 primeros años.

Entre 1974-1977 la producción de blister proveniente de concentrados de Toquepala fluctuó entre 119 y 134 mil TC de blister. En 1973 se produjeron 128.5 mil TC de blister, incrementándose esta producción a 134.4 mil TC en el año 1974, en el que se alcanzó uno de los más altos volúmenes de producción; 1975 puede decirse que es el último año en que la fundición trató sólo concentrados provenientes de Toquepala por cuanto a partir de 1976 empieza la producción de Cuajone, aunque en una pequeña proporción. De las 134.3 mil TC de blister obtenidos en la Fundición, 14.8 mil TC se obtuvieron de procesar los concentrados de Cuajone.

En el año 1977 la producción de blister se incrementó significativamente, como puede apreciarse en el Cuadro N°28, llegando casi a duplicar la producción de años anteriores como consecuencia de la explotación del yacimiento de Cuajone a su capacidad máxima y la consiguiente fundición de sus concentrados.

Esta expansión continuará hasta que la fundición alcance su nueva capacidad de diseño que es de aproximadamente 320,000 TC/año de blister. La menor producción

observada en 1980, es consecuencia de paros laborales que afectaron tanto las minas como las concentradoras de Toquepala y Cuajone.

CUADRO N° 28

PRODUCCION DE BLISTER EN LA FUNDICION DE ILO
(Miles TC)

AÑOS	BLISTER DE TOQUEPALA	BISTER DE CUAJONE	TOTAL
1960	140.0	-	140.0
1973	128.5	-	128.5
1974	134.4	-	134.4
1975	s.d.	-	s.d.
1976	119.5	14.8	134.3
1977	s.d.	s.d.	284.1
1978	74.5	168.0	242.5
1979	103.6	180.5	284.1
1980	110.4	156.0	267.0

FUENTE 1960-1977 Reportes de la Fundición de Ilo, SPCC
1978-1980 Memorias SPCC, 1979 , 1979 y 1980.

La producción de cobre ampoloso correspondiente a la Unidad de Toquepala, a partir de Julio 1975, tiene como destino la Refinería Electrolítica de Minero Perú, en Ilo (9)

De la producción de cobre ampoloso correspondiente a la Unidad de Cuajone, que asciende aproximadamente 170,000 TC por año, se destinarán - 100,000 TC para ser vendidas a consumidores del Japón y Europa Occidental (30% de la producción total anual hasta por un máximo de 30,000 TC , al

Japón, y a Europa Occidental 70,000 TC aproximadamente) por un período de 15 años a partir de setiembre de 1974. La producción excedente que supera las 100,000 TC, es entregada a Minero Perú para su refinación en Ilo (9).

1.3.3 Ley de Cobre Blister

La ley promedio de cobre contenido en las barras de cobre ampoloso para el período 1975-1980 es de 99.2% ; sin embargo, las barras de cobre ampoloso contienen también considerables proporciones de plata y oro, teniendo en cuenta los volúmenes de blister producido. La recuperación de gran parte de estos elementos valiosos se obtienen en la Refinería de Ilo, mediante la producción de lodos anódicos.

1.3.4 Costos de Fundición

De todo el proceso del complejo minero metalúrgico de la SPCC, el de fundición es el que implica costos más altos, representando alrededor del 85.9 % de los costos totales.

Los costos de fundición se han visto notoriamente incrementados entre los años 1973 y 1974 pues pasan de US \$ 63.9 por tonelada de blister producido en 1973 a US \$ 123.73 por tonelada de blister en 1974, debido principalmente al alza del combustible utilizado en el proceso de fundición.

Durante 1975 se mantuvo la tendencia creciente en los costos, los mismos que se incrementaron en un 15% con respecto al año anterior.

En 1976, los costos de fundición bajan considerablemente debido a que en este año se instalan los nuevos convertidores y los hornos reverbero para procesar toda la producción de Toquepala y Cuajone.

El año 1977, ya estabilizado y definido el proceso de fundición, se obtiene un costo total de US \$ 90.99 por tonelada de blister producido, costo menor debido a que se

procesan también los concentrados de Cuajone que tienen una ley mucho más alta que los de Toquepala, obteniéndose por lo tanto mayor cantidad de blister de los concentrados de Cuajone que de la misma cantidad de concentrados de Toquepala.

Posteriormente el costo por tonelada de cobre blister producido se incrementó significativamente pasando de US \$ 128.11 en 1979 a US \$ 173.7 en 1980, debido principalmente al incremento de los precios del petróleo N° 6 y de los ladrillos refractarios. (Cuadro N°29)

CUADRO N°29

AÑO	COSTOS US \$ /TM BLISTER PRODUCIDO
1973	60.29
1974	123.73
1975	142.29
1976	109.85
1977	90.99
1978	121.0
1979	128.1
1980	173.7

FUENTE 1973-1977 SPCC Reportes de la Fundición
1978-1980 Memorias SPCC 1978, 1979 y 1980.

1.3.5 Consumo de Combustible

El principal combustible utilizado por la SPCC para la explotación de sus yacimientos en Toquepala y Cuajone, es el petróleo residual N° 6 crudo, para la generación de energía que se utiliza tanto en mina, plantas concentradoras, de fundición, de cocina y de desalinización de agua de mar.

En los años 1973 -1975 el consumo de petróleo crudo ha estado fluctuando entre los 370 y 460 mil barriles de petróleo crudo por año; a partir del año 1976, en que comienza la producción de Cuacone, estos volúmenes de consumo se duplican, teniendo en dicho año un consumo de 666 mil barriles; a partir de 1977 el consumo de petróleo crudo sobrepasa los 800 mil barriles.

2. MINERO PERU

La Empresa Minero del Perú, MINERO PERU, fue creada por el Gobierno de la Fuerza Armada mediante el Decreto Ley N° 18225, del 14 de abril de 1970, como un organismo público descentralizado del sector Energía y Minas, teniendo como función básica la gestión empresarial del Estado en la Industria Minera.

Sus principales unidades productivas son el Complejo de Cerro Verde I y la Refinería Electrolítica de Ilo, ambas vinculadas a la actividad cuprífera y la Refinería de Zinc, de Cajamarquilla.

2.1 CERRO VERDE I

2.1.1 Antecedentes

Entre 1964 y 1966 la Anaconda realizó un total de 32,000 mts. de perforaciones diamantinas, las que permitieron declarar 150 millones de TM de reservas de 1.09% Cu, en base a una ley mínima explotable (cut-off) de 0.45 % Cu. Esto, justificaba un proyecto de inversión de US \$ 550 millones, incluyendo una planta de lixiviación -concentración que daría como producto final un concentrado de 80% de contenido fino de cobre.

La aplicación del Decreto Ley 18880, Ley General de Minería, este yacimiento revierte al estado en Diciembre de 1970 para ser explotado por MINERO PERU.

La elaboración del Estudio de Factibilidad y el Proyecto de Ingeniería estuvo a cargo de la firma canadiense Wright Engineers Limited.

Para la ejecución del proyecto se contrató a la firma británica British Smelter Construction Limited y como asesor representante del propietario a la firma americana The Ralph M. Parsons Company, Persons Jurden Division.

2.1.2 Características y Ubicación

El depósito de Cerro Verde es un yacimiento de cobre tipo porfirítico, comparable en génesis e importancia económica a los mayores depósitos del mundo. Se encuentra ubicado en el distrito de Uchumayo, provincia y departamento de Arequipa, a 2,000 msnm. Inició sus operaciones propiamente dichas en 1977 y su explotación se realiza utilizando el método denominado a cielo abierto.

El cuerpo mineralizado de Cerro Verde en proyección horizontal tiene forma elíptica con 2,000 mts. en el eje mayor y 800 mts. en el eje menor. La mineralización reconocida se extiende hasta una profundidad que supera los 1,000 mts. por debajo de la superficie.

El yacimiento presenta una zona de óxidos y mixtos (Etapa I) actualmente en explotación, con reservas de minerales lixiviables que llegaban a 60 millones de TM con 1% de cobre y una gran zona subyacente de sulfuros (Etapa II), que constituyen la parte más importante del depósito, cuyas reservas alcanzan los mil millones de TM con una ley promedio de 0.56 % de cobre.

La etapa I de Cerro Verde, zona de óxidos, consiste en la explotación y beneficio de los minerales oxidados para alcanzar una producción de 33 mil TM al año de cátodos de cobre electrodepositados, con una pureza mayor que 99.95% Cu.

2.1.3 Reservas

La zona de óxidos y mixtos (Etapa I) posee reservas de minerales lixiviables que llegan a los 60 millones de TM con 0,95% Cu., como ley. Con este nivel de reservas se estima una vida útil de 16 años.

Las reservas de la zona de óxidos y mixtos están distribuidas de la siguiente manera (Cuadro N° 30)

CUADRO N° 30

RESERVAS DE CERRO VERDE - ETAPA I
(Oxidos y Mixtos)

TIPO DE MINERAL	RESERVAS DE MINERAL. (Millones TM)	LEY PROMEDIO DE Cu (%)	CONTENIDO FINO DE COBRE (TM)
Oxidos de Alta Ley	30	1.05	315,000
Mixtos de Alta Ley	7	1.78	124,600
Oxidos de Baja Ley	7	0.36	25,200
Pitch de Alta Ley	15	0.68	102,000
Mixtos de Baja Ley	1	0.29	2,900
TOTAL	60	0.95	569,700

FUENTE : J.P. Orihuela , Cerro Verde del Pallaqueo a la Electrodeposición. 1877-1977

2.1.4 Inversión y Financiamiento

A comienzos de 1971 se estimó que la inversión sería de US \$ 50 millones. A mayo de 1977 el monto era estimado en la suma de US \$ 187.4 millones y para diciembre de ese mismo año la inversión alcanzaba los 200 millones de dólares.

A mayo de 1977 el monto total de la inversión en dólares era estimado en US \$ 187'381,800 de los cuales US \$ 73.796 millones correspondían a moneda extranjera y US \$ 113'585,900 a inversión en moneda nacional.

Las fuentes de financiamiento para el proyecto Cerro Verde I han sido obtenidas mediante préstamos externos , préstamos locales a través de COFIDE y aportes del gobierno central distribuidos de la manera que se indica en el siguiente cuadro

CUADRO N° 31

PAIS	AGENCIAS FINANCIERAS	MONTO UTILIZADO	
		Miles US	\$ MILLONES S/.*
Reino Unido	Williams Glyn's Bank Ltd.	21,058	
Canadá	Export Developmet Corporation	24,008	
Estados Unidos	Continental Bank International	7,000	
Estados Unidos	Continental Illionois Bank	9,500	
	Crédito Proveedores Acido Sul- fúrico.	2,433	
Perú	COFIDE	4,134	2,403
Perú	Aporte propio	4,117	3,613
	Otras fuentes	1,546	40

FUENTE "Cerro Verde, Complejo Minero Metalúrgico", en
Revista Minería N°140, Mayo-Junio 1977.

* Se considera una tasa de camio de 53.3 soles/dólar

2.1.5 Mina

El preminado o remoción de material estéril (desbroce), se inició en julio de 1974 y de acuerdo al programa se consideró la extracción de 5'043,000 TM de minerales y 27'318,000 TM de material estéril. A 1976 se había removido en relación al programa de desbroce aproximada-

mente 23'605,000 TM de material estéril y 3'485,000 TM de mineral.

Las operaciones de minado, propiamente dichas se iniciaron en 1977, teniendo un plan de minado, para los 10 primeros años de explotación que considera la remoción de 61'425,000 TM de mineral lixiviable con una ley promedio de 1.01 % de cobre total y un volumen de 97'375,000 TM de material estéril más sulfuros de cobre, a ser procesados en la planta concentradora a instalarse en la Etapa II. Ello da una relación de material removido de 1.6 partes de estéril por 1 mineral.

Las operaciones de minado comprenden las fases convencionales de perforación, disparo, carguío y acarreo de los minerales lixiviables a la chancadora primaria o a los botaderos en el caso del material estéril.

2.1.5.1 Producción de mina

La etapa del pre-minado, que se inició propiamente en 1974, consistió básicamente en la remoción de material estéril, el mismo que contenía pequeñas cantidades de mineral; es así que la relación de material removido fue de 7 partes de estéril por sólo 1 de mineral.

En 1977, al iniciar Cerro Verde sus operaciones productivas, la mina produjo 3.5 millones de TM de mineral lixiviable con 1.01 % de cobre, cifra que aún parece pequeña, pero que se justifica si se tiene en cuenta que se seguía extrayendo mucho material de desecho, entre desmonte y sulfuros, con lo que llegó a removerse un total de 14 millones de TM de material.

Durante 1978 se produjo 9 millones de TM de mineral con 0.85% de cobre, siendo el total de material minado de 15.8 millones de TM.

CUADRO N° 32
PRODUCCION DE MINA - CERRO VERDE I

AÑO	Mineral Lixi- viable (TM)	(%) de Cobre en el mineral	Otros Materiales (Desmonte + Sul- furos) (TM)	Total mate- rial minado (TM)
1972	20,088	1.15	177,316	197,404
1973	6,115	1.14	191,713	197,828
1974	70,235	1.13	2'972,754	3'042,989
1975	320,631	0.53	8'701,570	9'022,201
1976	2'708,004	0.84	9'984,409	12'692,413
1977	3'517,743	1.01	10'502,471	14'020,214
1978	9'000,000	0.85	6'800,000	15'800,000

FUENTE: "Proyecto Integral Cerro Verde y sus posibilidades " Manuel Arellano Ramírez, Exposición presentada en XIV Convención de Ingenieros de Minas , Noviembre 1978 , . Tomo I.

2.1.5.2 Costo de producción mina

Para el análisis tomaremos como referencia el costo promedio por TM de material producido a octubre de 1978, ya que no ha sido posible contar con información más actualizada.

El costo por TM de material minado producido en Cerro Verde I asciende a US \$ 0.275 , estando conformado por los costos de las diferentes fases del minado, siendo los costos más representativo los de carguío y acarreo que representan el 30.9% y 31.6% del costo total de minado por TM (Cuadro N° 33).

ficie mediante el método de explotación a cielo abierto, por lo que los costos de acarreo, a pesar de ser uno de los de mayor peso en la composición de los costos de minado en Cerro Verde, no son muy altos. En Toquepala en cambio, además de haber tenido que desencapar 120 millones de TM (entre óxidos y estéril) para llegar a los sulfuros, que era el mineral explotable, han pasado 18 años (a 1978) de explotación por lo que la mina se ha vuelto muy profunda y los costos de acarreo se han encarecido mucho debido al aumento de las gradientes y a las distancias que hay que recorrer.

De igual manera Cuajone, a pesar de ser una mina reciente y que se comenzó a explotar sólo un año antes que Cerro Verde (1976), es más profunda que ésta debido a que en Cuajone tampoco se contempló la explotación de los óxidos de cobre, por lo que se tuvo que desencapar cerca de 60 millones de TM (entre óxidos y estéril), lo que hace que los costos de acarreo se incrementen respecto a Cerro Verde por las distancias que hay que recorrer.

Por otro lado, se tiene que el costo en mina de una libra de cobre asciende a US \$ 0.067 lo que es equivalente a 148.9 US \$/TM de cobre producido.

2.1.5.3 Equipo de Mina

El equipo principal utilizado para las operaciones de minado es el siguiente

- . 6 perforadoras
- . 4 palas eléctricas, con cucharón de 11 yardas³
- . 4 cargadores frontales de 15 yardas³
- . 10 camiones de 85 TM
- . 2 camiones de 100 TM
- . 4 tractores de oruga
- . 3 mononiveladoras.

Adicionalmente, a este equipo de mina se utilizan grúas, vehículos livianos y otros.

- Rendimiento de equipo mina

Considerando el rendimiento promedio del principal equipo de mina y teniendo en cuenta que en la mina se trabajan al día 2 turnos de 10 horas cada uno, tenemos que se perforan como promedio 666 pies/turno, muy superior al de Toquepala y Cuacone que sólo alcanzan 332 pies/turno y 219 pies/turno respectivamente. Las palas que son el equipo principal alrededor de las cuales se puede decir que desarrolla toda la etapa de carguío, tienen un rendimiento promedio de 10,662 toneladas/turno, superior al rendimiento de Toquepala que sólo alcanza 5,700 y 6,000 toneladas/turno y algo inferior que el rendimiento promedio de las palas en Cuacone que movilizan 12,000 toneladas/turno.

El sistema de transporte es sólo con camiones los que en promedio transportan entre 3,497 y 3,548 TM/turno, superior al rendimiento promedio de los camiones en Toquepala que sólo transportan 920 y 1,070 TM/Turno y los de Cuacone que transportan aproximadamente el doble de los de Toquepala.

2.1.5.4 Productividad de la mano de obra

La productividad de la mano de obra en Cerro Verde asciende a 215.3 TM/hombre-turno (10), mientras que en Toquepala sólo alcanza 124 TM/hombre-turno y en Cuacone alcanza un promedio de 230 TM/hombre-turno.

2.1.6 Planta de Procesamiento

2.1.6.1 Características de la Planta

El beneficio de los minerales oxidados de Cerro Verde se realiza mediante un proceso hidrometalúrgico que consta de las siguientes fases :

- Circuitos de Chancado

El mineral procedente de la mina es acarreado a los circuitos de trituración para su fragmentación a 2' y depositado en las canchas de lixiviación, impermeabilizadas, en capas de 6 metros.

- Lixiviación en Canchas

Sobre las capas de mineral se riega por aspersión una solución de ácido sulfúrico a razón de 0.14 lts. por minuto/m². hasta lixiviar el 82% del contenido de cobre obteniéndose una solución a la que se denomina "Cosecha".

- Planta de Extracción por Solvente

Esta solución es bombeada a la planta de Extracción por Solventes, donde es filtrado con un tamiz iónico LIX 64 N diluido con kerosene al 30% en volumen y a razón 14 lts/minuto. De este procedimiento se obtiene un electrolito concentrado con 45 grs/lt.

- Planta de Electrodeposición

Mediante el paso de corriente eléctrica a través de las celdas que contienen la solución concentrada de cobre se obtienen cátodos electrolíticos de 72 kgs. y con una ley de 99.98%.

2.1.6.2 Producción Metalúrgica

La capacidad de procesamiento es de 10,000 TM/día para producir anualmente 33,000 TM de cobre fino en forma de cátodos con una ley de 99.98 % de cobre (Cuadro N° 34).

CUADRO N° 34

PRODUCCION DE COBRE FINO

AÑO	1977	1978	1979	1980	1981
TM	9,000	28,000	33,000	33,300	33,366

FUENTE: 1977 -1979 Boletín Minero Perú , mayo 1981
1980 -1981 Departamento de Estadísticas de
MINPECO.

Como puede observarse en el cuadro a partir de 1979 se ha logrado superar la capacidad de diseño de la planta que es de 33,000TM anuales de cobre electrolítico.

2.1.6.3 Costos de Producción Planta

Para el análisis tomaremos como referencia el costo promedio por libra de cobre producido, a octubre de 1978, ya que no ha sido posible contar con información más actualizada.

El costo por libra de cobre producido en la Planta de Electrodeposición de Cerro Verde asciende a US \$ 0.256, estando compuesto por los costos de las diferentes fases de la planta, siendo los más representativos los costos de lixiviación que representan el 53.1 % del costo total , de Intercambio iónico con el 21.1 % y el de electrodeposición con el 16.8%, del costo total de una libra de cobre producido (Cuadro N° 35).

CUADRO N° 35COSTO PRODUCCION PLANTA -CERRO VERDE I

DESCRIPCION	C O S T O	
	US \$ / Lb Cobre	%
Indirectos	0.001	0.4
Chancado	0.022	8.6
Lixiviación	0.136	53.1
Intercambio iónico	0.054	21.1
Electrodeposición	0.043	16.8

FUENTE : "Proyecto Integral Cerro Verde y sus posibilidades"
 Arellano Ramírez Manuel, Exposición presentada en
 la XIV Convención de Ingenieros de Minas, Nov. 1978
 Tomo I.

Estos mayores costos en las fases de lixiviación e intercambio iónico , se debe probablemente a los altos costos del ácido sulfúrico y a la sustancia iónica LIX 64 N utilizados, respectivamente, en dichas fases.

2.1.6.4 Consumos Unitarios

En este acápite tomaremos en consideración los principales insumos utilizados en la Planta de Procesamiento de Cerro Verde I, para la obtención del cobre refinado.

Así tenemos que la energía eléctrica consumida es de 3,380.5 KWH/TM de cobre producido, el consumo de ácido sulfúrico es de 2.26 TM de ácido por tonelada de cobre producido y el consumo de LIX 64N es de 6.61 galones por tonelada de cobre producido.

2.1.6.5 Abastecimiento de Insumos

a) Energía : Para cubrir con los requerimientos del proyecto Cerro Verde I, cuya máxima demanda es de 20 MW y consumo anual de 150 millones de Kw/hora, se tiene instalado un sistema de generación propio consistente en las siguientes unidades :

- 2 turbinas a gas de 16.5 MW cada una, efectivos en el lugar de instalación.
- 2 grupos Diesel eléctricos de 2.5 MW cada uno.

La demanda será cubierta en forma permanente con una turbina a gas y los grupos diesel eléctricos, quedando una turbina como unidad de reserva.

b) Agua : El agua que el proyecto requiere se extrae del rio Chili, mediante 2 bombas de 100 Lts. c/u y es llevada hasta los tanques de almacenamiento en Cerro Verde.

c) Acido Sulfúrico : Para asegurar el abastecimiento de ácido sulfúrico importado del Japón y desembarcado en Matarani, se dispone de un sistema de descarga de 450 TM/hora de capacidad , almacenamiento en Matarani para 20,000 TM de ácido sulfúrico, carga a los camiones cisterna de 30 TM que transportan el ácido a Cerro Verde y tanques de almacenamiento en Cerro Verde con capacidad para 10,000 TM.

2.1.7 Costo Total de producción en Cerro Verde I

En este acápite tomaremos como referencia el costo total promedio a octubre de 1978 y los costos en el mes de octubre del mismo año, de una libra de cobre producida ya que no ha sido posible contar con datos mas actualizados .

En dicho costo, aparecen los costos de las 2 etapas del proceso productivo de cobre en Cerro Verde, cuales son los de mina y Planta de tratamiento, cuya desagregación en detalle se ha visto anteriormente.

CUADRO N° 36

COSTOS DE PRODUCCION EN CERRO VERDE I

CONCEPTO	OCTUBRE (Ctvs. US \$/Lb Cu)	PROMEDIO ENERO - OCTUBRE (Ctvs. US \$/Lb.Cu)
Costos Indirectos	5.10	6.00
Costos producción mina.	6.20	6.70
Costo producción Planta	32.90	25.60
<u>Sub-Total</u>	<u>44.20</u>	<u>38.30</u>
Depreciación	12.60	20.90
Amortización	1.70	2.90
<u>Sub-Total</u>	<u>14.30</u>	<u>23.80</u>
Intereses	8.90	12.20
Impuestos Venta		
Cobre	12.20	10.60
Gastos de Venta	3.80	4.60
<u>Sub-Total</u>	<u>24.90</u>	<u>27.40</u>
TOTAL	83.40	89.50

FUENTE : "Proyecto Integral Cerro Verde y sus Posibilidades"
Arellano Ramírez, Manuel, Exposición presentada en
la XVI Convención de Ingenieros de Minas, noviem -
bre de 1978, Tomo I.

NOTAS

- i. En intereses se ha considerado los pagos a todos los préstamos involucrados por la Unidad de Producción de Cerro Verde.
- ii. En impuesto a las ventas de cobre se ha considerado el 2% del valor FOB (enero-Octubre 78), 15% del valor FOB de enero al 8.05.78 y 17.5% del valor FOB del 08.05.78 a Octubre 1978.
- iii. En gastos de venta se considera el 2% de comisión a MINPECO , flete y seguro marítimo, flete terrestre, comisión agencia marítima ENAPU y Aduana.
- iv. El cambio para el mes de octubre 1 US \$ = 181.00 soles. Para promedio al año se ha tomado los cambios promedios de cada mes.
- v. El rubro de costos indirectos de producción está constituido por : costos indirectos de producción, costos de producción no distribuibles y Gerencia de Operaciones.

2.2 REFINERIA ELECTROLITICA DE COBRE (ILO)2.2.1 Antecedentes

En setiembre de 1970 Minero Perú fue autorizado para la ejecución del estudio de factibilidad suscribiéndose, en enero de 1971, el contrato correspondiente con el Instituto de Consultoría Japonesa.

En octubre de 1972 se suscribió el contrato con la firma Mitsui Furukawa para la instalación de la Refinería de Cobre, la cual entró en su etapa de producción en setiembre de 1975.

Adyacente a la Refinería se instaló la Planta de Anodos, la cual fue diseñada y construida bajo la administración directa de MINERO PERU, contando con la Asesoría Técnica del grupo Suizo Maerz-Ofenbau a un costo de US \$ 11 millones. Los productos obtenidos en dicha planta, ánodos de 99.6% de pureza, sirven de materia prima para la refinación, en la Planta Electrolítica.

2.2.2 Características

La Refinería de Cobre de Ilo, una de las Unidades de MINERO PERU está ubicada en Pampa Caliche, entre la Fundición de Ilo (SPCC) y el Puerto de Ilo (a 9 kms. de distancia), en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, en el Dpto. de Moquegua.

En ella se realiza el tratamiento del cobre ampoloso o blister de 99.2% de ley procedente en su mayor parte de la fundición de SPCC, en Ilo, y consta de dos secciones Planta de Anodos y Planta Electrolítica. El cobre ampoloso, primero, es sometido a un proceso de pre-refino al fuego en la Planta de Anodos, la misma que debe producir anualmente 180,000 TM de cobre con una ley de 99.6% de cobre. Luego, este cobre es refinado en la Planta Electrolítica, la que está diseñada para producir 150,000 TM de cobre anuales, con una ley de 99.99% en planchas de un metro cuadrado de superficie denominados "cátodos"

La calidad de los cátodos producidos por la Refinería es de la más alta calidad de pureza, lo que le ha valido el certificado de Cobre Clase "A" (SUPER CATODOS) en el mercado de metales de Londres.

Es importante señalar que la Refinería opera mediante contratos de refinación tipo "TOLL" por los cuales se establece una maquila (cargo) base por tonelada métrica de blister tratado, sujeción a reajustes por efecto del incremento del costo de mano de obra y energía.

La fuerza laboral ocupada por la Refinería llega a 700 trabajadores entre personal de administración, ingenieros y otro personal calificado y no calificado.

2.2.3 Inversión

La construcción de la Refinería demandó de una inversión de más de US \$ 60 millones en 1975, monto en que está incluida la inversión tanto en la Planta Electrolítica como en la Planta de Anodos. Del total de inversión aproximadamente -

el 42% fue financiado con aporte propio de MINERO PERU (11)

Las fuentes de financiamiento externo según los componentes de la Refinería se indican en el Cuadro N°37.

CUADRO N° 37

FUENTE DE FINANCIAMIENTO EXTERNO REFINERIA DE ILO

PRESTATARIO	CANTIDAD	DESTINO
- Eximbank del Japón	23	Refinería:equipos y supervisión.
- Banco de Tokio	2.6	Refinería
-- Croker National Bank of Tokio	4	Planta de Anodos
- Bank of London & Montreal	4	Planta de Anodos
- Otros	1.2	Planta de Anodos
TOTAL	34.8	

FUENTE Ingeniero Andino, Junio 1976

De las fuentes de financiamiento externo, el Eximbank de Tokio otorgó el 66% de los recursos externos y de acuerdo a la fecha de concertación del préstamo y el período de gracia, éste empezó a pagarse a partir de enero de 1976.

Los otros 11.8 millones de dólares del préstamo extranjero empezaron a pagarse indistintamente a partir de 1977. Estos últimos han sido utilizados para financiar la adquisición de maquinaria y equipo japonés y alemán occidental para la planta de ánodos.

La mayoría de estos préstamos serán pagados con la producción misma.

Los contratistas generales de la Refinería Electrolítica fueron las empresas Mitsui y Furukawa (Mitsui Trade Company y Furukawa Electric Company), mediante la modalidad "Llave en Mano". La Planta de Anodos fue construída por Minero Perú, bajo la supervisión de las empresas Maerz y Oferbau de Alemania Occidental.

2.2.4 Producción

La Refinería Electrolítica de Ilo permite obtener como producto principal cobre refinado en forma de cátodos con una ley de 99.99% de cobre y como sub-producto de la refinación electrolítica lodos anódicos.

Desde 1975 la refinería ha registrado la siguiente producción de cátodos y lodos anódicos.

CUADRO N° 38

PRODUCCION REFINERIA DE ILO -MINERO PERU (TM)

AÑO	CATODOS	LODOS ANODICOS
1975 *	17,224	6.9
1976	94,336	51.0
1977	123,386	75.0
1978	104,855	161.5
1979	142,791	315.4
1980	141,630	102.0
1981	125,546	97.3
1982	140,859	107.4

FUENTE : Reportes de Producción Refinería de Ilo

* Sólo en el período setiembre-diciembre.

Como se puede apreciar en el cuadro, durante los primeros años de operación, la Refinería ha tenido una producción bastante baja en relación a su capacidad instalada de producción. Ello se ha debido a problemas de logística, interrupciones en el abastecimiento de blister y algunos problemas técnicos en relación a los equipos, que han obstaculizado las operaciones.

A partir de 1977 la producción de cátodos muestra una tendencia creciente bastante definida alcanzando en promedio más del 80% de su capacidad instalada de producción.

En 1981, sin embargo, se produce sólo 125,546 TM de cátodos debido a la falta de abastecimiento de cobre blister por paralizaciones laborales tanto en la Fundición de la SPCC, como en la misma Refinería donde se registró la pérdida de producción de 60 días de operación.

La producción de 1982 asciende a 140,859 TM de cátodos lo que significa que la Refinería se va acercando a la producción de su capacidad de diseño, pues significa el 94% de ella.

2.2.5 Proceso

La refinación electrolítica implica una serie de operaciones y procesos que se realizan en las Plantas de Anodos y Electrolítica.

2.2.5.1 Planta de Anodos

En esta planta se trata el cobre blister de 99.2% de Cu para obtener ánodos de 99.6% ó 99.7% de Cu, mediante el método de "Pre-refino al Fuego" Estos ánodos, con ciertas características físicas y químicas, además de tamaño, forma y superficie lisa, serán luego refinados en la Planta Electrolítica.

Su proceso está determinado por las siguientes fases operacionales:

-Recepción y carguío de cobre blister a los hornos
(2 de 330 TM de capacidad)

-Fusión directa, mediante quemadores aire-petró -
leo, alcanzando los hornos temperaturas de
1200 a 1300°C .

·Oxidación, mediante la inyección de aire al co -
bre fundido, con la finalidad de que las impure-
zas se oxiden, aprovechando la poca afinidad que
existe entre el cobre y el oxígeno, en contraste
con la gran afinidad que existe entre éste y las
impurezas.

Escorificación, consistente en la evacuación de
la escoria.

- Reducción, mediante la introducción de troncos
de eucalipto húmedos en el seno del cobre líqui-
do, con el fin de regular el oxígeno existente
en la mezcla.

- Moldeo de la carga pre-refinada en ánodos comer-
ciales (380 Kg) y ánodos stripper (420 Kg), sien-
do los primeros utilizados directamente para la
producción en las celdas comerciales mientras que
los stripper se destinan a la obtención de lámi-
nas de arranque las que se utilizan para preparar
los cátodos comerciales.

Todo el proceso dura aproximadamente 24 horas.

La producción anual de la planta es de 180,000 TM
de Cu de 99.7% en forma de ánodos comerciales y
stripper.

2.2.5.2 Planta Electrolítica

La Planta Electrolítica de la Refinería de Ilo es
tá formada por la Casa de Tanques (Tank House) que
consta de 768 celdas y la Planta de Purificación.

En la casa de tanques se realizan fundamentalmente las siguientes operaciones :

- Preparación de cátodos iniciales o láminas de arranque de 99.99% de cobre, a partir de los ánodos stripper y planchas madre de cobre refinado, laminado en frío.

La capacidad de producción de estos cátodos iniciales es de 125,000 TM/año.

- El proceso para la obtención de cátodos refinados de alta pureza (99.99% de Cu) mediante el tratamiento de los ánodos comerciales, proceso que se efectúa en celdas electrolíticas (*) en donde por acción de la corriente directa, la plancha de cobre impuro que actúa como ánodo (electrodo positivo) se disuelve y se deposita en una delgada lámina de cobre puro llamada lámina de arranque que actúa como cátodo (electrodo negativo)

La capacidad de producción de cátodos comerciales es de 150,000 TM/año.

En la planta de Purificación se tratan el electrolito gastado en la Planta de Tanques y los lodos anódicos (residuos del proceso electrolítico que contienen oro y plata), que posteriormente son enviados a la Refinería de La Oroya de Centromin , para su tratamiento metalúrgico.

2.2.6 Costos de la Refinería

Al iniciar la Refinería sus operaciones, debido a que la producción de cátodos era mínima en relación a su capacidad instalada, el costo por tonelada de cátodos producidos fue bastante alto ascendiendo a US \$ 149 en 1975. Conforme la producción se normalizaba los costos fueron disminuyendo hasta que en 1977, ya superados los problemas iniciales, alcanzan su verdadera magnitud, mostrando a partir de dicho año una tendencia creciente que se acentúa en el año 1978 como con-

(*) Consisten esencialmente de un electrodo positivo (ánodo), un electrodo negativo (cátodo) y una solución conductora (Electrolito: solución de ácido sulfúrico y sulfato de cobre).

secuencia del menor abastecimiento de cobre blister por la SPCC además del fuerte incremento de los precios de los principales insumos utilizados (Cuadro N° 39)

CUADRO N 39

COSTOS REFINERIA ILO

AÑO	COSTO US \$ /TM
1975	149
1976	97
1977	84.2
1978	109.2
1979	112.5
1980	119.4
1981	147.3

FUENTE Reportes Refinería de Ilo

2.2.7 Consumos Unitarios

En la Planta de Anodos, durante el proceso de pre - refinado los consumos más significativos son los de petróleo, que ascienden en promedio a 46 galones /TM de blister fundido y de madera, que varía entre 32 y 37 Kg/TM de blister tratado.

En la Planta Electrolítica, el consumo total de energía, considerando electrólisis ,maquinaria y equipo, Planta de Purificación y usos generales, es de aproximadamente 3.10 KWH/TM de cátodos producidos; en cuanto al consumo de ácido sulfúrico se tiene que éste varía entre 1.1 y 1.6 Kg por TM de cátodos producidos.

El consumo de agua, es considerable teniendo en cuenta que asciende a valores comprendidos entre 0.80 y 1.73 TM por cada TM de cátodos - producidos y respecto a la mano de obra se requiere un promedio de 2.4 a 2.8 hombres por tonelada producida.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Sobre el ámbito y dimensión de la Gran Minería

1. Propiamente se puede afirmar que sólo estaría existiendo Gran Minería, en la explotación del Cobre y del Hierro, pues representan el 88 % y 100% de sus respectivas producciones totales.
2. Una sola empresa cuprífera - la Southern Peru Copper Corporation (SPCC) - produce aproximadamente el 80% del producto total de la Gran Minería del Cobre, mientras que MINERO PERU y CENTROMIN PERU producen la octava y novena parte, respectivamente, de lo que produce la SPCC.

Sin embargo, dado que los volúmenes de producción de estas empresas llegan a sextuplicar la producción de las mayores empresas de la mediana minería, y debido al volumen y grado de transformación a que llega su producción de cobre (refinados), son consideradas - dentro del estrato de la Gran Minería.

Sobre la importancia de la Gran Minería del Cobre

3. La importancia fundamental de la Gran Minería del Cobre, radica en primera instancia, en que la minería metálica genera el 40% de las divisas que por concepto de exportaciones ingresan al país. De este nivel, el cobre genera la mitad de dichas divisas y el estrato de la Gran Minería del Cobre genera el 18% de las exportaciones totales.
4. El aspecto de concentración de la producción de cobre, en el estrato de la Gran Minería (88% de la producción), en pocas empresas (3) y en la que predomina de modo determinante una de ellas (la SPCC genera el 80% de la producción de la Gran Minería), determina una situación bastante particular que merece especial atención a fin de evitar que los impactos negativos que sobre ella se diesen no afecten mayormente a la economía nacional.

Sobre las posibilidades de desarrollo de la Gran Minería del Cobre

5. Dada la existencia en el Perú, de un gran potencial de reservas de cobre (103 millones de TMF), un volumen probado de las mismas

- (25.5 millones de TMF) y una reducida explotación de dichas reservas - (1.3% de su total), se podrían formular políticas de desarrollo de largo plazo basadas en la explotación racional del recurso con una capacidad de producción de hasta 4 veces más de la actualmente existente.
6. El volumen de inversión de un proyecto dependerá en primera instancia de la capacidad de producción por obtenerse (TMF) , la que estará condicionada por las características del yacimiento en cuanto a ley, composición del mineral y otros, y a la tecnología a utilizarse. En última instancia, dependerá del precio de venta, que cubra los costos - de explotación , transformación, financiación y otros.
 7. El precio de los metales, y en este caso del cobre, juega un papel fundamental en la viabilidad de los proyectos por cuanto la ley mínima explotable del mineral de un yacimiento está dada básicamente por la cotización del metal que contiene y del costo para producirlo. De finida esta ley mínima se determina el volumen de lo que se consideran reservas. O sea, que si los precios bajan, automáticamente sube la ley mínima, reduciéndose por tanto, el volumen de reservas del mineral en proporción a esta reducción del precio y viceversa.
 9. El hecho de que los depósitos de cobre con leyes más altas ya han sido explotados en el Perú, aplicando tecnologías convencionales, conlleva la necesidad de utilizar tecnologías de creciente complejidad y costo que permitan la explotación de aquéllos yacimientos de menores leyes. Frente a esta realidad y ante la escasez de recursos financieros, el estado podría utilizar en las negociaciones sus derechos especiales sobre aquellos yacimientos, permitiéndole incluso tener participación accionaria.
 10. Asimismo, el Estado debe mantener un conocimiento cabal y actualizado del potencial y reservas de cobre que le permitan disponer de una poderosa herramienta de negociación.

Sobre rendimientos actuales de la Gran Minería del Cobre

11. La eficiencia mostrada por las unidades productivas de las empresas que en el Perú constituyen la Gran Minería del Cobre, es ligeramente mayor a la que registran los estándares norteamericanos para las plan-

tas concentradoras. Aún cuando los procesos tecnológicos son similares, en Toquepala y en menor medida en Cuajone los usos de insumos básicos (agua, acero y electricidad) son menores por Tm tratada por cuanto el grado de automatización es mayor en los Estados Unidos.

Sobre los impactos de la Gran Minería del Cobre en la Economía Nacional

12. Para el desarrollo de futuros yacimientos de cobre , de cierta envergadura, deberá tenerse en cuenta sus impactos en el medio regional. Ello significa que sus requerimientos de agua y energía deberán estar claramente definidos de manera de evitar que las regiones soporten mayores costos en la explotación de dichos recursos para su propio beneficio y los factores externos generen los mayores perjuicios. Por ejemplo, ante la posibilidad de utilizar aguas subterráneas que generalmente han sido de uso agropecuario, se analice la posibilidad de desalinizar agua de mar.
13. Asimismo, la ejecución de proyectos de inversión mineros deberá enmarcarse en el contexto del desarrollo regional, evitando la configuración de enclaves.
14. El desarrollo y explotación de grandes yacimientos mineros genera eslabonamientos tanto por la demanda de insumos y materiales que requiere su implementación, como por la oferta de insumos que aporta a la economía una vez en situación operativa. Se incentivaría la industria nacional por la demanda de aceros requeridos a SIDERPERU para la fabricación de bolas y barras para molinos, otros insumos, máquinas herramientas y equipos menores, que a su vez, otras empresas podrían producir. Asimismo, las necesidades de materiales de construcción (cemento, fierro, ladrillo, entre otros), permitirían a la industria de la construcción ver su futuro con un mayor horizonte.
15. Los efectos que sobre el medio ambiente (impactos ecológicos) generan desechos, relaves o humos, tanto por su volumen, tipo, ubicación y destino, deberán ser considerados preferentemente a fin de salvaguardar las zonas, áreas o regiones, de los impactos que los procesos de transformación metalúrgica de los minerales, ocasionan.

Sobre el impacto en el largo plazo

16. Ya que los minerales son recursos agotables se deberá contemplar la conveniencia de establecer compensaciones especiales por el " factor agotamiento" que permitiría la financiación de un fondo para la exploración e investigación minera, que posibilite el desarrollo autosostenido de esta actividad básica.
17. Característica esencial y general de estos yacimientos en el continuo descenso de la ley de cabeza que obliga a preveer la ejecución de inversiones para la ampliación de la capacidad de mina y concentradora a fin de mantener constantes los volúmenes de producción de cobre fino.
18. La elevada densidad de capital de los proyectos de la gran minería y en especial de los del cobre, está significando reducida capacidad de generación de empleo. Asimismo, la implementación de políticas de prestaciones de servicio reducen a un mínimo el personal directamente empleado por dichas empresas. Así, mientras en Toquepala trabajan alrededor de 2,655 personas en Cuajone solo laboran 1,567 personas , a pesar de que en Cuajone la capacidad de producción es mayor.
19. La explotación racional de nuestras reservas de cobre, que supone el incremento (por lo menos en 4 veces) de la actual capacidad instalada permitiría mejorar nuestra participación en el mercado mundial cuprífero y, por consiguiente, obtener una mayor capacidad de negociación.
20. El desarrollo planificado de la actividad cuprífera está íntimamente ligado a la mantención del equilibrio de la balanza de pagos o, por lo menos, a la reducción de su deterioro.

Sobre el uso alternativo de los recursos

21. Dada la situación crítica de nuestra economía que determina una mayor escasez de recursos económicos y financieros para el desarrollo e implementación de proyectos de gran envergadura, nuestro país también tiene la necesidad de efectuar inversiones de bajo monto, rápidas

da maduración y elevado nivel de generación de riqueza, por lo que en el corto plazo no debe desecharse la posibilidad de ejecutar - los proyectos de la mediana y pequeña minería.

22. Todo lo antes mencionado, no excluye que se deba considerar el costo de oportunidad que significa la inversión para la explotación de estos yacimientos, en relación a inversiones en otras actividades económicas, como por ejemplo irrigaciones para la agricultura.

Citas

- (1) Anuario Minero Comercial 1981
- (2) Boletín de la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, Marzo - abril 1960.
- (3) World Mining, Marzo 1965
- (4) Minerals Year Book, 1980, Volumen I
- (5) "Proyecto Cuajone", Rodríguez Hoyle, Daniel, ponencia presentada en el VIII Congreso Mundial de Minería, Octubre 1974.
- (6) Mensajes N° 20, Daniel Rodríguez Hoyle
- (7) Ingeniero Andino, Enero, Feb. 1976. Cuajone entrará en producción.
- (8) Memoria Anual Southern, 1980
- (9) "Minería, Capital Transnacional y poder en el Perú", DESCO, Sánchez Albavera, Fernando, Agosto 1981.
- (10) "El proyecto Cerro Verde y sus posibilidades", Arellano Ramírez, Manuel, exposición presentada en la XIV Convención de Ingenieros de Minas, Tomo I, noviembre 1978
- (11) Tomado de "Refinería de Cobre de Ilo" exposición efectuada por la Gerencia de Minero Perú al IV Conversatorio de Minería a Cielo Abierto, del 21 al 26 de setiembre de 1981.

BIBLIOGRAFIA

1. Actualidad Económica N° 56, Abril 1983
2. Anuario Minero Comercial 1977, 1978, 1979, 1980 y 1981
3. Avances de investigación sobre la Gran Minería en el Perú, Pesantes Julio y Angeles Mario.
4. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Tomos 43 y 44
5. Boletín de la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, Lima 2da. Epoca, Setiembre-Octubre 1957 y Marzo-Abril 1960.
6. Cerro Verde , del Pallaqueo a la Electrodeposición, 1877-1977, por J.P. Orihuela
7. Cifras, Marzo 1983.
8. Convención de Ingenieros de Minas XV, Octubre 1980
9. Conversatorio de Minería a Cielo Abierto IV, organizado por Minero Perú. Setiembre 1981.
10. Crisis Minera y sobre-explotación de la fuerza de trabajo, en Avances de Investigación N° 11, Grupo de Investigaciones Económicas Lima 1980.
11. Desarrollo Minero a Largo Plazo 1979-1990 y Proyección al año 2000 . Tomo I y II. Oficina Sectorial de Planificación, Ministerio de Energía y Minas.
12. Diagnóstico de la Realidad Nacional, Volumen I, Instituto Nacional de Planificación. 1980.
13. Economía Minera, Alfredo Dammert Lira, MINPECO, 1980.
14. Engineering and Mining Journal, Marzo 1980, 1981 y 1982.
15. El Perú Minero, Varios Tomos. Mario Samamé Boggio, 1980
16. El Proyecto integral Cerro Verde y sus posibilidades, Ing° Manuel Arellano Ramírez, en XIV Convención de Ingenieros de Minas. Tomo I.
17. El presente de una vieja minería, CENTROMIN PERU, 1978
18. Exportaciones minero-metalúrgicas peruanas. Quinquenio 1975-1979. Oficina de Planificación y Estadística, Departamento de Estadística. MINPECO.
19. Financing Mining Projects in Developing Countries, Marian Radetzki and Stephen Zorn. London 1979.
20. Informe de la Situación de los Proyectos del Sector Energía y Minas, Oficina Sectorial de Planificación. Ministerio de Energía y Minas. Lima, 1981.

21. Ingeniero Andino N° 116. Julio 1981
22. Ingeniero Andino N° 121. Enero 1982
23. Ingeniero Andino N° 124 Abril-Mayo 1982
24. Ingeniero Andino N° 126, Agosto 1982
25. Ingeniero Andino N° 127, Setiembre 1982
26. La Actividad Minera en la Sierra Central del Perú. Análisis Regional; Area de Planificación , Oficina Sectorial de Planificación. Ministerio de Energía y Minas. Agosto 1975.
27. La Minería Metálica en la Economía Peruana, Daniel Rodríguez Hoyle, 1969.
28. La Minería Metálica Peruana, Daniel Rodríguez Hoyle, 1971.
29. Metals Week, Enero a Diciembre de 1982 y Enero a Abril de 1983.
30. Memorias 1977, 1978, 1979, 1980 y 1981, Banco Central de Reserva del Perú.
31. Memorias 1979, 1980, Southern Peru Copper Corporation
32. Memorias 1979, 1980, CENTROMIN PERU.
33. Memoria 1981, HIERRO PERU
34. Memoria del Sector Energía y Minas 1968-1980, Ministerio de Energía y Minas. 1980.
35. Memoria del Sector Energía y Minas 1980-1982, Tomo I y II, 1982
36. Minería, Capital Transnacional y Poder en el Perú, Fernando Sánchez Albavera, DESCO, 1981.
37. Minería N° 120, Enero - Febrero 1974
38. Minería N° 140, Mayo - Junio 1977
39. Minería N° 157, Marzo - Abril 1980
40. Minería Sector Prioritario, Guillermo Flores Pinedo , Octubre 1979.
41. Minerals Year Book, 1980, Volumen I.
42. Organización , Funciones y Desarrollo de Proyectos de Minería Perú. Lima, 1977.
43. Perspectivas del Mercado Internacional de Metales para 1981-1982 - 1983. Oficina de Planificación y Estadística. MINPECO. Julio 1980.
44. Perú Minero, Daniel Rodríguez Hoyle, 1974.
45. Plan Nacional de Desarrollo 1980-1981. Plan Operativo del Sector - Energía y Minas. Oficina Sectorial de Planificación. Ministerio de Energía y Minas.

46. Planificación de la Minería en el Perú, por Ing° Guillermo Florez Pinedo. Noviembre 1981
47. Planificación económico-financiera del desarrollo de Centromin Perú por Ing° Hugo Fernández. CENTROMIN PERU.
48. Planta de Zinc de Cajamarquilla. Minero Perú, 1981
49. Proyectos en Preparación, en estudio y en exploración. Unidades en producción y construcción. MINERO PERU, mayo 1981.
50. Reseñas Económicas del Banco Central de Reserva del Perú, noviembre 1981 y diciembre 1982.
51. Refinería de Cobre de Ilo, MINERO PERU
52. Reportes de Producción SOUTHERN
53. The Andean Report , varios meses 1979