

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.1046  
12 de septiembre de 1991

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

CEPAL  
Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO Y OPCIONES TECNOLOGICAS PARA LA  
INDUSTRIA DEL COBRE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE \*/**

-----  
\*/ Este trabajo fue preparado por el señor Ernesto Tironi B., consultor de la División de Comercio Internacional y Desarrollo de la CEPAL, y financiado con fondos del Proyecto UNCTAD/CEPAL/PNUD, RLA 87/019, "Asistencia para el desarrollo del comercio y negociaciones comerciales". Las opiniones expresadas en el mismo son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización. No ha sido sometido a revisión editorial.

91-9-1394

## INDICE

	<u>Página</u>
<b>INTRODUCCION Y RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>I. EVOLUCION DE LA OFERTA Y DEMANDA DE COBRE, 1977-1989</b> .....	<b>5</b>
A. OFERTA MUNDIAL Y CAMBIOS ESTRUCTURALES .....	5
B. DEMANDA MUNDIAL Y CAMBIOS ESTRUCTURALES .....	10
C. OFERTA Y DEMANDA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE .....	12
D. COMERCIO INTRARREGIONAL .....	13
<b>II. TECNOLOGIAS Y COSTOS DE PRODUCCION</b> .....	<b>16</b>
A. MINERIA Y PROCESAMIENTO ACTUAL DE LOS MINERALES DE COBRE .....	16
B. EXPLOTACION MINERA .....	17
C. CONCENTRACION Y FUNDICION .....	18
D. REFINACION .....	19
E. LIXIVIACION DE MINERALES OXIDADOS .....	20
F. NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU TRANSFERENCIA EN LA REGION .....	23
G. COSTOS DE PRODUCCION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE .....	29
<b>III. PROGRESO TECNOLOGICO Y EVOLUCION ESPERADA DE LA DEMANDA DE COBRE</b> .....	<b>33</b>
A. EL ENTORNO ECONOMICO MUNDIAL .....	33
B. ACONTECIMIENTOS EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE USOS FINALES .....	33
C. DEMANDA EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO OCCIDENTAL .....	40
<b>IV. OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES EN LO QUE RESPECTA A UN AUMENTO DE LA PRODUCCION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE</b> .....	<b>42</b>
A. EXPORTACIONES A ZONAS QUE ESTAN FUERA DE LA REGION .....	42
B. PRODUCCION PARA EL CONSUMO REGIONAL .....	45

	<u>Página</u>
C. POSIBILIDADES DE GENERAR MAYORES VALORES AGREGADOS NACIONALES A TRAVES DEL PROCESAMIENTO LOCAL .....	46
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFIA .....	53
ANEXOS. ESTADISTICAS .....	55

## INTRODUCCION Y RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo detectar las amenazas y oportunidades que enfrentan los gobiernos y empresas de los países latinoamericanos productores de cobre respecto al uso de tecnologías modernas para mejorar el aporte que hace esta industria al desarrollo económico de los países.

La conclusión principal de este trabajo es que en la última década han ocurrido cambios tecnológicos y organizativos importantes en los países desarrollados (principalmente Estados Unidos) a partir de la crisis económica de 1982-1983. Como consecuencia de ello, los países que han incorporado esos cambios han reducido sus costos significativamente y han mantenido o recuperado su participación en el mercado. Este es principalmente el caso de Estados Unidos y Canadá.

En cambio los países que no han hecho esos ajustes estructurales (entre los cuales se encuentra Perú y en menor medida México) han perdido participación en el mercado y enfrentan una difícil situación a futuro. Chile ha incorporado esos cambios tecnológicos en la mayoría de sus minas nuevas (especialmente las privadas), pero requiere realizar también algunos ajustes estructurales en su principal empresa pública (CODELCO).

El capítulo I de este trabajo describe la evolución de la oferta y demanda de cobre entre 1978 y 1990, tanto a nivel mundial como de Latinoamérica y de los principales países. Allí se empiezan a apreciar cambios estructurales importantes. La producción mundial de cobre de mina creció a una tasa de sólo 1.2% anual, comparado con una casi tres veces superior hace dos décadas atrás. Esta situación es semejante a la ocurrida con el aluminio. Esto se ha debido principalmente al menor crecimiento económico global del mundo.

La distribución geográfica de la producción no ha cambiado significativamente excepto el alza sistemática de Chile y la caída de Estados Unidos hacia 1982-1983 y su recuperación hacia 1990. Perú ha disminuido su participación y México la ha aumentado en la última década.

El conjunto de los países (en desarrollo) del CIPEC (Consejo Internacional de Países Exportadores de Cobre) han conservado su participación.

En materia de producción de cobre refinado los cambios son menos significativos.

Por el lado de la demanda o el consumo el crecimiento también ha sido mucho más lento en la última década que en el pasado. Los cambios estructurados más significativos han sido el mayor crecimiento del consumo en países de ingreso o desarrollo intermedios como Italia, Corea y Taiwan. En cambio, los mayores países consumidores de América Latina como Brasil, México y Argentina han perdido terreno en el concierto mundial. Aquel país consumía 40% más que Taiwan en 1984 y sólo 5 años después consumía casi 30% menos cobre por año.

El comercio intrarregional de cobre es escaso y como consecuencia de las tendencias destacadas antes del mercado mundial, los últimos años su importancia se ha reducido aún más.

El capítulo II de este estudio analiza la evolución de la tecnología y los costos de producción de cobre. En general los productores de la región tienden a ser competitivos a nivel de costos de mina, siendo Chile el país con costos más bajos. Perú y México tienen costos intermedios y Brasil muy superiores. Chile tiene costos algo superiores a 40 centavos de dólar. Pero están subiendo aceleradamente y lo tenderán a hacer más en el futuro debido a las leyes decrecientes del mineral, el agotamiento de éstos, el endurecimiento de la roca, o la mayor profundidad de las minas, el incremento de la relación lastre mineral y la rigidez de los contratos laborales que impiden reducir y reasignar personal.

En cambio en los países desarrollados, como Estados Unidos, el costo de la producción ha bajado desde 85 centavos en 1982 a menos de 50 en 1989. La productividad por trabajador en las grandes minas estatales es sólo un tercio de la que han conseguido las minas norteamericanas y las chilenas privadas como Escondida.

La situación anterior se ha producido por la acelerada introducción de nuevas tecnologías en la producción de cobre en el mundo. Entre ellas cabe destacar la lixiviación en pilas, la extracción por solventes y lixiviación bacteriana en la fase minera. En fundición y refinación las nuevas tecnologías permiten ahorrar energía y reducir la contaminación inyectando oxígeno y utilizando otros métodos en los hornos. Entre ellos destacan el convertidor modificado El Teniente, y los hornos flash, ya sea del diseño Outokumpu o Inco. Chile, incluyendo sus minas estatales ha introducido muchas de esas nuevas tecnologías. No así el Perú, México y Brasil.

El atraso de la mayoría de los países latinoamericanos en introducir nuevas tecnologías plantea una situación preocupante a futuro. Las diferencias de costo entre ellos y los países desarrollados se irán haciendo cada vez menores con la consiguiente disminución probable en la participación en el mercado. A esto cabría agregar el atraso en introducir procesos y tecnologías para reducir la contaminación, los cuales es probable que se hagan obligatorios para poder seguir exportando a los países desarrollados.

El capítulo III examina la evolución esperada en el futuro de la demanda de cobre y la influencia en aquella del progreso tecnológico. La principal conclusión que se observa es que no se esperan amenazas inminentes que vayan a reducir fuertemente el consumo como resultado en la competencia de la fibra óptica, aluminio y otros metales. Eso tiende a ser compensado por la aparición de nuevos usos y del desarrollo de la industria eléctrica y las comunicaciones que están

ligados a la industrialización. Pero en todo caso la tasa de crecimiento anual de la demanda se espera que esté en torno al 1% a 2% anual en esta década, aproximadamente la mitad o un tercio de la tasa de las dos décadas pasadas.

El capítulo III describe en detalle los acontecimientos que podrían afectar el consumo de cobre en cada uno de los sectores que lo usan en mayor proporción: electricidad (como 45%); maquinaria y equipos (20%); construcción (20%); transporte (8%) y artículos del hogar y otros (8%).

El mayor dinamismo de la demanda se espera que provendrá de los países recientemente industrializados del Asia. En cambio en Norteamérica el consumo casi no crecerá, Europa está en una situación intermedia y América Latina y el resto de los países en desarrollo son una gran interrogante.

El capítulo IV examina las oportunidades y limitaciones en lo que respecta a la producción de cobre de América Latina. En síntesis, podría decirse que la industria del cobre en la región enfrenta más limitaciones que oportunidades, tanto comparado con el pasado como con otros metales (por ejemplo, aluminio). Las perspectivas de la demanda mundial no son especialmente alentadoras y las ventajas comparativas de costos de la región han estado disminuyendo y pueden caer más si es que no se introducen ajustes estructurales significativos en el sector.

El mayor crecimiento de la oferta que de la demanda mundial haría caer el precio del cobre a menos de 90 centavos de aquí a 1995 (en dólares de 1991). Además, tenderá a haber una sobre oferta de concentrados, que es el producto que proporcionalmente más exporta la región. Los buenos precios recientes (1988-1990) no se repetirían con suerte sino hasta la segunda mitad de los noventa.

Los mercados internos son pequeños y jamás podrían crecer tanto como para compensar las tendencias del resto del mundo. Sólo los cambios en Europa del Este y el movimiento de la Unión Soviética hacia una economía de mercado podrían significar un aumento de demanda que alterara las perspectivas poco alentadoras que se observan hoy día.

El capítulo V plantea las principales conclusiones y recomendaciones. En resumen, éstas últimas deben ser las de ajustar la faenas productivas para reducir los costos de producción. En países como Perú y algunas minas mexicanas el acento debe ponerse en reemplazar las tecnologías extractivas tradicionales y reemplazarlas por procesos hidrometalúrgicos (lixiviación, extracción por solventes, etc.).

También es necesario cambiar las tecnologías de fundición y refinación introduciendo los procesos modificados "El Teniente", Outokumpu, Inco u otros que ahorren energía. Esto permitiría reducir la contaminación además de los costos.

Además, y especialmente en el caso de Chile y en parte de México, es recomendable reducir la excesiva fuerza laboral en las grandes minas. Esto no sólo tendría el efecto de generar cierta reducción directa de costos. Probablemente más importante sería la reducción indirecta de los mismos al reducir la pesada dotación administrativa y de servicios en las faenas. Más personal significa más supervisores, supervisores de los supervisores, secretarías para ellos, choferes, hospitales, más centros de recreación en los campamentos, etc. Además es necesario cambiar las rígidas relaciones laborales, con contratos colectivos propios de las épocas manchesterianas y de las luchas de clases entre los trabajadores y los "inversionistas extranjeros explotadores".

Cabe recordar al respecto una radical modernización de las relaciones laborales para hacer a los trabajadores participantes responsables en el proceso productivo. Es necesario incorporarlos con medios de gestión que se utilizan en las industrias de punta en el mundo: círculos de calidad, capacitación continua, etc.

Sólo así podrá reducirse el clima organizacional de confrontación que ha caracterizado y costado tan caro a la minería del cobre peruana. Pero lo mismo es necesario en las empresas públicas chilenas.

Otra recomendación importante es la de favorecer la inversión extranjera y la participación privada en minas que están en poder de empresas públicas. Esto es un medio privilegiado para incorporar las nuevas tecnologías requeridas y para allegar los elevados capitales que se necesitan.

Especial estímulo debiera proveerse a la inversión privada de empresas de la región en otros países latinoamericanos. Esto permitiría aprovechar el know-how minero chileno en Argentina o Perú; así como el brasileño en materia de fundición y refinación.

Finalmente cabe recomendar comenzar a realizar urgentemente las inversiones requeridas para proteger el medio ambiente en que se desenvuelven las faenas mineras. De no hacerlo, la región puede enfrentar serias restricciones para vender sus productos en los países desarrollados. Esto será más marcado en la medida que se entre en un período de precios bajos y productores de países como Estados Unidos busquen razones para solicitar a sus gobiernos que les protejan el mercado de la competencia externa.

En síntesis, la minería del cobre en América Latina enfrenta desafíos importantes pero que está en condiciones de superar.

## I. EVOLUCION DE LA OFERTA Y DEMANDA DE COBRE, 1977-1989

### A. OFERTA MUNDIAL Y CAMBIOS ESTRUCTURALES

1. En el análisis de la producción de cobre deben distinguirse sus distintas etapas de procesamiento:

- Cobre de Mina (primario): corresponde al mineral extraído directamente de la mina y contiene entre 0.7% y 2.5% de cobre.

- Concentrado de cobre: corresponde al cobre concentrado, que a través de un proceso de molienda de las rocas y mezcla con agua y reactivos, pasa a tener entre 30% y 38% de cobre fino.

- Cobre de Fundición: corresponde a concentrados fundidos que, a través de procesos pirometalúrgicos, se transforman en el llamado cobre blister que contiene alrededor de 99.3% de cobre.

- Cobre Refinado: corresponde a blister, concentrados o soluciones (en el caso de lixiviación) que se refinan, ya sea a fuego o electrolíticamente y dan por resultado lingotes o cátodos con purezas de 99.95% de cobre. Sólo de esta manera se le puede utilizar en productos manufacturados de cobre (cables, etc.).

En el campo de la producción de cobre de mina, los nueve principales países son: Chile, Estados Unidos, Unión Soviética, Canadá, Zambia, Zaire, Polonia, China y Perú. Ellos representan el 75.8% del total producido. El cuadro 1 muestra la evolución de la producción de cobre de mina en el período 1977-1989.

Los cambios más significativos producidos en la década son el hecho de que un país en desarrollo latinoamericano, Chile, pase a superar a Estados Unidos como el mayor productor mundial con 17.6% de la oferta total. (Ver cuadro 2). Esto representa un incremento considerable, ya que en 1977 Chile producía sólo el 13.3% de la oferta mundial.

Chile mantiene un crecimiento sostenido de la producción, a pesar de los ciclos recesivos de precios. En cambio, Estados Unidos declina su oferta hasta 1983 (reduciéndola en 24% comparado con 1977), recuperándose después al elevarla en 44% en los seis años siguientes. En todo caso, hay una mayor concentración de la producción mundial en manos de estos dos países.

Cuadro 1

PRODUCCION MUNDIAL DEL COBRE DE MINA  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PRINCIPALES PAISES	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
CHILE	1 054.2	1 034.2	1 062.7	1 067.9	1 081.1	1 242.2	1 257.5	1 290.7	1 356.2	1 401.1	1 418.1	1 451.0	1 609.3
EE.UU.	1 364.4	1 357.6	1 443.6	1 181.1	1 538.2	1 147.0	1 038.1	1 102.6	1 105.8	1 147.3	1 255.9	1 437.1	1 498.2
U.R.S.S.	1 100.0	1 140.0	1 130.0	980.0	1 000.0	1 010.0	1 020.0	1 020.0	1 030.0	1 030.0	1 010.0	990.0	990.0
CANADA	759.4	659.4	636.4	716.4	691.3	612.5	653.0	721.8	738.6	698.5	794.1	721.6	721.9
ZAMBIA	656.0	643.0	588.3	595.8	587.4	529.6	591.3	576.0	510.8	512.9	527.0	480.0	510.2
ZAIRE	481.6	423.8	399.8	459.7	504.8	502.8	502.2	500.7	502.1	502.6	500.0	465.1	441.0
POLONIA	282.0	312.0	340.0	343.0	294.6	376.0	402.3	431.0	432.0	435.0	438.0	441.0	441.0
CHINA R.P.	170.0	175.0	175.0	177.0	182.0	187.0	175.0	180.0	200.0	220.0	350.0	370.0	370.0
Y OTROS													
PERU	329.4	376.4	397.2	366.8	327.6	356.3	322.2	364.7	385.0	386.1	406.4	298.3	364.1
MEXICO	89.7	87.2	107.1	175.4	230.5	239.1	198.9	185.2	172.9	184.6	247.6	273.5	246.2
AUSTRALIA	221.6	22.1	237.6	243.5	231.3	245.3	261.5	235.7	259.8	248.4	232.7	238.3	289.0
FILIPINAS	272.8	263.4	298.3	304.5	302.3	292.2	271.4	233.6	222.2	217.0	214.1	218.2	189.5
SUB-TOTAL	6 781.1	6 694.1	6 816.0	6 611.1	6 971.1	6 740.0	6 693.4	6 842.0	6 915.4	6 983.5	7 393.9	7 384.1	7 670.4
OTROS	1 164.8	1 160.1	1 110.5	1 102.8	1 186.8	1 302.5	1 411.9	1 438.2	1 473.3	1 441.4	1 393.6	1 387.2	1 497.4
TOTAL	<u>7 945.9</u>	<u>7 854.2</u>	<u>7 926.5</u>	<u>7 713.9</u>	<u>8 157.9</u>	<u>8 042.5</u>	<u>8 105.3</u>	<u>8 280.2</u>	<u>8 388.7</u>	<u>8 424.9</u>	<u>8 787.5</u>	<u>8 771.3</u>	<u>9 167.8</u>

Fuente: - World Metal Statistics (abril 1990 y anteriores).  
- Comisión Chilena del Cobre: Cifras de Producción de Chile.

Cuadro 2

PARTICIPACION PORCENTUAL EN LA PRODUCCION MUNDIAL  
(Porcentajes)

PRINCIPALES PAISES	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
CHILE	13.3	13.2	13.4	13.8	13.3	15.5	15.5	15.6	16.2	16.6	16.1	16.5	17.6
EE.UU.	--	17.3	18.2	15.3	18.9	14.3	12.8	13.3	13.2	13.6	14.3	16.4	16.3
U.R.S.S.	--	14.5	14.3	12.7	12.3	12.6	12.6	12.3	12.3	12.2	11.5	11.3	10.8
CANADA	--	8.4	8.0	9.3	8.5	7.6	8.1	8.7	8.8	8.3	9.0	8.2	--
ZAMBIA	--	8.2	7.4	7.7	7.2	6.6	7.3	7.0	6.1	6.1	6.0	5.5	--
ZAIRE	--	5.4	5.0	6.0	6.2	6.3	6.2	6.1	6.0	6.0	5.7	5.3	--
POLONIA	--	4.0	4.3	4.5	3.6	4.7	5.0	5.2	5.2	5.2	5.0	5.0	--
PERU	--	4.8	5.0	4.8	4.0	4.4	4.0	4.4	4.6	4.6	4.6	3.4	--
MEXICO	--	1.1	1.4	2.3	2.8	3.0	2.5	2.2	2.1	2.2	2.8	3.1	--
AUSTRALIA	--	2.8	3.0	3.2	2.8	3.1	3.2	2.9	3.1	3.0	2.7	2.7	--
FILIPINAS	--	3.4	3.8	4.0	3.7	3.6	3.4	2.8	2.7	2.6	2.4	2.5	--
CHINA R.P.	--	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.2	2.4	2.6	4.0	4.2	--
Y OTROS													
II PAISES													
CIPEC	--	<u>39.2</u>	<u>38.2</u>	<u>39.6</u>	<u>37.7</u>	<u>40.3</u>	<u>41.0</u>	<u>40.3</u>	<u>40.5</u>	<u>40.9</u>	<u>40.0</u>	<u>38.5</u>	--

Fuente: - World Metal Statistics (agosto 1989 y anteriores).  
- Comisión Chilena del Cobre: Cifras de Producción de Chile.

a/ Miembros actuales de CIPEC, se excluye Mauritania que fue miembro asociado entre los años 1976 y 1979.

b/ Se consideran los países desde la fecha de su incorporación al Consejo:

- Miembros de Pleno Derecho: Chile, Perú, Zaire y Zambia (Año 1967), e Indonesia (Año 1975).

- Miembros asociados: Austria y Papúa Nueva Guinea (Año 1975) y Yugoslavia (Año 1977).

Otro cambio importante es la declinación de la producción de Zambia y Perú (que se recupera sólo en 1989). Esto hace que, en conjunto el CIPEC (Consejo Intergubernamental de Países Exportadores de Cobre) reduzca del 39% a 38% su participación en la producción mundial de cobre primario.

El tercer cambio significativo es la aparición de Polonia, China y México como productores importantes (con más de 3% de la oferta mundial cada uno).

2. Entre 1977 y 1989, la producción mundial de cobre de mina creció sólo 15.4%, o sea 1.2% acumulativo anual. En ese período hubo tres años de caídas en la producción, particularmente fuertes en 1978 (-1.2%) y 1982 (-1.4%). Sólo en 1989 hay un alza considerable de la producción (4.5%).

Dentro de ese cuadro mundial de relativo estancamiento, Chile aumentó su producción en 53% (casi 4% anual, más de tres veces el aumento promedio mundial). Estados Unidos subió su producción en 10% y los otros 4 de los seis mayores productores redujeron su producción (Unión Soviética, Canadá, Zambia y Zaire). Los países que muestran un aumento proporcionalmente mayor en estos 13 años son México y China.

3. Respecto a la producción mundial de fundición, ésta se muestra en el cuadro 3.

De este cuadro lo más importante de destacar es la elevada producción de fundición que presenta Japón, de casi 1 millón de toneladas en cobre fino, sin poseer producción de cobre a partir de minas en su territorio.

Finalmente, respecto a la producción mundial de cobre refinado, el cuadro 4 muestra las producciones de cada país con su respectiva participación porcentual, para el período 1984-1989.

4. Como se aprecia en el cuadro 4, es considerable la diferencia entre países en materia de producción de cobre de mina y refinado, ya que las refinerías se tienden a situar cerca de los mercados consumidores motivado por la diferencia de costos de transporte y el costo de inversión de la refinerías. En efecto, para obtener una tonelada de cobre fino a partir de concentrados se requiere transportar entre 3 y 2.5 toneladas de tierra o lastre contenido en este último. Esto eleva el costo de transporte a niveles que lo hacen antieconómico. El segundo motivo es que una refinería con capacidad de 100.000 TMA de fino cuesta entre 270 y 330 millones de dólares. Esta es una suma elevada para muchos países latinoamericanos. A menudo es equivalente al costo de inversión de abrir una mina e instalar su planta concentradora. Sin embargo, el valor agregado en la fase de refinación es una fracción pequeña de dicho valor generado en la fase de extracción minera. Además, emplea mucho menos mano de obra por cada millón de dólares invertido. Finalmente, para los inversionistas

Cuadro 3

PRODUCCION MUNDIAL DE FUNDICION - PRINCIPALES PAISES \*/  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PRINCIPALES PAISES	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
CHILE	926.6	948.9	953.1	953.8	1 046.8	1 058.9	1 098.3	1 088.4	1 123.9	1 106.9	1 189.4
EE.UU.	1 342.6	1 395.8	1 053.3	1 377.6	1 020.8	987.0	1 183.4	1 190.9	1 195.9	1 248.7	1 355.7
U.R.S.S.	1 170.0	1 170.0	1 130.0	1 150.0	1 130.0	1 120.0	1 120.0	1 140.0	1 155.0	1 140.0	1 120.0
JAPON	905.9	921.4	929.3	980.1	1 046.3	1 061.9	929.0	923.6	962.1	980.2	994.0
CANADA	425.3	384.5	492.7	479.0	412.4	429.7	494.9	520.7	477.7	503.0	480.6
ZAIRE	391.0	370.2	425.7	468.2	466.4	465.5	465.5	470.0	476.0	472.4	436.2
POLONIA	320.0	320.0	367.0	362.0	360.0	357.0	365.0	380.0	366.4	367.3	358.0
CHINA R.P.	190.0	188.0	198.0	214.0	235.0	195.0	220.0	245.0	300.0	417.0	425.0
Y OTROS											
PERU	319.0	371.4	348.6	302.3	323.2	295.9	331.1	354.0	335.0	311.0	243.8
AUSTRALIA	167.2	169.4	182.0	177.2	180.3	181.8	188.0	175.4	178.8	182.8	188.2
ZAMBIA	653.9	595.1	601.3	571.6	580.7	562.7	531.9	544.2	514.1	523.2	459.0
ALEMANIA R.F.	221.5	250.7	257.8	251.4	240.0	253.6	225.5	247.0	238.6	207.7	207.8
SUB-TOTAL	7 033.0	7 085.4	6 938.8	7 287.2	7 041.9	6 969.0	7 152.6	7 288.2	7 323.5	7 460.2	7 457.7
OTROS	1 047.4	1 036.1	1 036.4	1 135.1	1 272.2	1 411.2	1 531.8	1 642.9	1 726.5	1 779.9	1 773.2
TOTAL	<u>8 080.4</u>	<u>8 121.5</u>	<u>7 975.2</u>	<u>8 422.3</u>	<u>8 314.1</u>	<u>8 380.2</u>	<u>8 684.4</u>	<u>8 931.1</u>	<u>9 050.0</u>	<u>9 240.1</u>	<u>9 230.9</u>

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

\*/ De este cuadro es digno señalar la producción de producción que presenta Japón de casi un millón de toneladas en cobre fino, sin poseer producción de cobre a partir de minas en su territorio.

Cuadro 4

PRODUCCION DE COBRE REFINADO POR PAISES  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PRINCIPALES PAISES	1984	1985	1986	1987	1988	1989
ESTADOS UNIDOS	1 489.5	1 434.6	1 479.9	1 560.8	1 857.2	1 953.5
U.R.S.S.	1 380.0	1 400.0	1 400.0	1 410.0	1 380.0	1 380.0*/
CHILE	879.7	884.3	942.3	970.3	1 012.7	1 071.0
JAPON	935.2	936.0	943.0	980.3	955.1	989.6
CANADA	504.3	499.6	493.4	491.1	528.7	511.2
CHINA R.P.	320.0	340.0	350.0	450.0	460.0	480.0
BELGICA	396.3	412.6	414.2	407.5	434.2	478.2
ALEMANIA R.F.	378.8	414.4	421.9	399.8	426.4	475.3
ZAMBIA	521.9	510.0	487.3	508.6	447.9	470.1
POLONIA	372.3	387.0	388.0	390.2	401.0	390.3
AUSTRALIA	197.2	194.3	185.1	207.8	222.7	255.0
PERU	219.0	227.0	225.6	224.8	174.7	224.3
BRASIL	86.2	120.8	146.9	176.2	185.9	207.8
ZAIRE	225.2	226.8	217.9	210.2	202.8	182.0
COREA DEL SUR	140.6	150.0	165.0	157.9	170.4	177.8
ESPAÑA	156.4	151.7	155.1	151.4	158.8	165.7
YUGOSLAVIA	127.6	135.4	140.4	138.9	145.4	151.0
SUB-TOTAL	8 330.2	8 424.5	8 556.0	8 835.8	9 163.9	9 562.8
OTROS	1 224.9	1 309.4	1 327.1	1 377.1	1 402.1	1 418.4
TOTAL	<u>9 555.1</u>	<u>9 733.9</u>	<u>9 883.1</u>	<u>10 212.9</u>	<u>10 566.0</u>	<u>10 981.2*/</u>

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

\*/ Para los países del Area Socialista que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
(Miles de T.M. en cobre fino)

## PARTICIPACION PORCENTUAL EN LA PRODUCCION MUNDIAL

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
PRINCIPALES PAISES	87.2	86.6	86.6	86.5	86.7	87.1
ESTADOS UNIDOS	15.6	14.7	15.0	15.3	17.6	17.8
U.R.S.S.	14.4	14.4	14.2	13.8	13.1	12.6
CHILE	9.2	9.1	9.5	9.5	9.6	9.8
JAPON	9.8	9.6	9.5	9.6	9.0	9.0
CANADA	5.3	5.1	5.0	4.8	5.0	4.7
CHINA R.P.	3.4	3.5	3.5	4.4	4.4	4.4
BELGICA	4.2	4.2	4.2	4.0	4.1	4.4
ALEMANIA R.F.	4.0	4.3	4.3	3.9	4.0	4.3
ZAMBIA	5.5	5.2	4.9	5.0	4.2	4.3
POLONIA	3.9	4.0	3.9	3.8	3.8	3.6
AUSTRALIA	2.1	2.0	1.9	2.0	2.1	2.3
PERU	2.3	2.3	2.3	2.2	1.7	2.0
BRASIL	0.9	1.2	1.5	1.7	1.8	1.9
ZAIRE	2.4	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7
COREA DEL SUR	1.5	1.5	1.7	1.6	1.6	1.6
ESPAÑA	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
YUGOSLAVIA	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

Fuente: - World Metal Statistics (abril 1990 y anteriores).  
- Comisión Chilena del Cobre: Cifras de Producción de Chile.

extranjeros plantea un riesgo adicional el realizar una inversión tan cuantiosa en países con situaciones económicas y políticas inestables. (Ver Tironi, 1987).

Podría agregarse además que los grandes países consumidores de cobre (como el Japón) atribuyen una alta significación al tener seguridad de abastecimiento de cobre refinado de buena calidad. Así, Estados Unidos supera a Chile en producción de refinado ya que su capacidad de refinación excede su producción; en cambio, en Chile es 33% inferior a ésta. O sea, este último país exporta como 550 mil TM en cobre sin refinar, mientras Estados Unidos refina en su territorio como 450 mil TM por sobre su producción de mina. La Unión Soviética presenta una situación similar.

5. El caso más notable es el de Japón que refina casi 1 millón de TM de cobre primario que importa de otros países, principalmente Chile, México y Filipinas. Bélgica y Alemania son también países con alta capacidad de refinación (cerca de 500.000 TM cada uno). Es significativo también la producción de refinado de Brasil y Corea del Sur.

6. El hecho que la capacidad de refinación se concentre relativamente más en los principales países consumidores (la mayoría desarrollados) y no productores de cobre, reduce el poder de influir

en el mercado o de fijar los precios de estos últimos. En efecto, como se observa de comparar los cuadros 2 y 5, los países del CIPEC que controlan casi 40% de la producción de cobre primario (concentrados) en realidad concentran menos del 20% de la venta de cobre refinado (ver cuadro 5).

7. Los aumentos más significativos de oferta de refinado en los últimos seis años se han producido en Estados Unidos (con 450.000 TM), Chile (con casi 200.000) y Brasil (120.000). En conjunto a nivel mundial la capacidad de refinación los últimos 6 años ha crecido más (en 1 430.000 TM) que la producción (en 890.000 TM).

Lo más notable es el estancamiento de dicha capacidad en Japón y el incremento en Estados Unidos a pesar de las mayores restricciones y costos impuestos por los controles contra la contaminación.

Los países en desarrollo productores de cobre primario no han aprovechado esta oportunidad para incrementar su capacidad de refinación.

8. El principal factor que explica el lento crecimiento de la producción mundial de cobre en la última década es el bajo crecimiento de la demanda, asociada con las menores tasas mundiales de crecimiento económico y los menores precios del cobre. En los países desarrollados con economía de mercado el PIB creció a una tasa media de 2.4% entre 1978 y 1986, comparada con 4.1% entre 1960 y 1980. En los países en desarrollo bajó de 2.6 a 1.3% anual.

Las causas de la dispar reacción de los países productores individuales ante estas tendencias mundiales son de otra índole. Lo principal parece ser la política gubernamental hacia el sector minero y hacia la inversión extranjera. En el caso chileno hubo un estímulo en ambos sentidos. En cambio, países como Zambia, Perú y Zaire tuvieron políticas más restrictivas. Estos países tuvieron dificultades además para administrar las empresas que habían nacionalizado a principios de la década de los setenta y fines de los sesenta. Además no tuvieron los capitales y tecnologías para expandir por sí mismos la producción. Finalmente, la inestabilidad e incertidumbre política conspiró contra la entrada de inversionistas nuevos al sector, ya fueran nacionales o extranjeros.

## **B. DEMANDA MUNDIAL Y CAMBIOS ESTRUCTURALES**

1. La demanda o consumo mundial de cobre ha alcanzado casi los 11 millones de TM en 1989. El mayor país consumidor es Estados Unidos con 2.2 millones seguido de lejos por Japón y la Unión Soviética. Estos tres países concentran 45% de la demanda mundial. No hay ningún país en desarrollo ni latinoamericano entre los 10 mayores consumidores de cobre. (Ver cuadro 5).

Cuadro 5

CONSUMO DE COBRE REFINADO POR PAISES  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PAISES	1984	1985	1986	1987	1988	1989
ESTADOS UNIDOS	2 122.7	1 976.0	2 102.6	2 125.7	2 210.5	2 211.8
U.R.S.S.	1 280.0	1 305.0	1 300.0	1 270.0	1 250.0	1 250.0*/
CHILE	3.3	25.7	36.4	47.8	40.1	42.9
JAPON	1 368.3	1 226.3	1 210.5	1 276.6	1 330.7	1 446.6
CANADA	231.0	222.5	225.6	232.3	238.5	215.5
CHINA R.P.	390.0	420.0	450.0	470.0	465.0	465.0*/
BELGICA	299.3	309.6	303.3	291.8	317.8	370.7
ALEMANIA R.F.	791.7	753.8	770.7	800.1	797.5	805.2
POLONIA	209.4	226.5	235.7	246.0	246.5	194.9
AUSTRALIA	118.1	125.9	116.6	124.0	128.8	129.7
PERU	24.1	34.0	31.5	45.7	31.2	48.0
BRASIL	189.4	197.1	254.9	258.8	232.0	218.0
COREA DEL SUR	188.0	206.6	262.3	259.0	266.3	246.7
ESPAÑA	113.6	115.7	130.0	131.4	135.0	145.9
YUGOSLAVIA	148.0	157.1	123.3	127.1	131.0	130.4
ITALIA	348.0	362.0	394.0	420.0	445.0	455.0
FRANCIA	411.5	397.8	401.1	399.0	408.9	440.0
BELGICA	299.3	309.6	303.3	291.8	317.8	370.7
REINO UNIDO	352.9	346.5	339.6	327.7	327.7	325.2
TAIWAN	136.9	92.4	156.0	207.8	214.9	312.6
INDIA	81.2	97.5	110.2	115.0	130.0	135.0
MEXICO	95.3	120.4	79.4	123.6	120.4	133.6
YUGOSLAVIA	148.0	157.1	123.3	127.1	131.1	130.4
ALEMANIA R.D.	122.0	133.0	122.0	131.0	130.0	130.0*/
SUECIA	116.2	110.3	103.7	98.3	104.6	109.9
CHIECOESLOVAQUIA	88.1	93.4	91.2	96.7	98.0	98.0*/
BULGARIA	63.0	65.0	69.0	76.0	77.5	77.5*/
FINLANDIA	68.0	72.0	75.0	77.0	73.7	77.4
SUDAFRICA	85.0	69.5	77.0	72.2	75.5	71.8
TURQUIA	54.6	76.1	77.2	75.3	70.0	70.8
GRECIA	34.0	39.0	39.0	39.0	44.0	50.2
ARGENTINA	51.2	41.0	58.8	63.8	42.9	43.2
RUMANIA	60.0	50.0	44.0	42.0	40.0	40.0*/
IRAN	10.0	15.0	18.0	20.0	34.0	39.9
SUBTOTAL	9 686.8	9 482.7	9 808.6	10 090.7	10 258.0	10 531.4
OTROS	249.6	235.2	272.7	345.0	368.9	409.9
TOTAL	<u>9 936.4</u>	<u>9 717.9</u>	<u>10 081.3</u>	<u>10 435.7</u>	<u>10 626.9</u>	<u>10 941.3*/</u>

Fuente: - World Metal Statistics (abril 1990 y anteriores).  
- Comisión Chilena del Cobre: Cifras de Consumo de Chile.

\*/ Para los países del Area Socialista que no presentan información, se ha estimado un consumo igual al año 1988.

2. En los últimos seis años la demanda ha estado creciendo al 10%, o sea un 1.6% anual. Esta tasa es inferior al crecimiento de la producción de refinado, que en igual período fue 15% (2.4% anual). Esto condujo a un incremento de stocks que sólo comenzó a revertirse en 1989-1990 con el consiguiente cambio en la tendencia de los precios.
3. Los cambios más significativos y que han estado provocando un cambio estructural en la demanda, provienen de los países desarrollados de tamaño intermedio (como Italia que elevó su consumo en 100 000 TM) y de los Países Asiáticos de Industrialización Reciente, especialmente Taiwan. Este país es el que más ha elevado su consumo (en 176 000 TM), pasando a constituirse en el décimo consumidor del mundo. Hace sólo seis años atrás ocupaba el lugar número 15. Desplazó así a Corea, Brasil, Canadá, Polonia y Yugoslavia.
4. En cambio, la demanda ha estado relativamente estancada en los países socialistas en general (la Unión Soviética y la República Democrática Alemana especialmente). El consumo ha caído en los últimos 6 años en Gran Bretaña, Canadá, Polonia, Yugoslavia, Suecia, Sudáfrica y Rumania.
5. Los resultados anteriores están básicamente relacionados con el ritmo de crecimiento del PIB de cada país así como con su composición. El incremento más fuerte se encuentra en los países que unen un elevado crecimiento global con un proceso de industrialización más acelerado.

### C. OFERTA Y DEMANDA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

1. Sólo Brasil, México, Perú, Argentina y Chile (en ese orden) figuran entre los 32 países con mayor consumo de cobre en el mundo. El mayor no alcanza a consumir el 2% del total mundial, y Chile no alcanza al 0.4%.
2. Brasil había estado incrementando fuerte su consumo de cobre entre mediados de los setenta y de los ochenta. Pero desde 1987 sus dificultades económicas lo han llevado a reducir su consumo año a año contando así con considerable capacidad productiva ociosa. México ha mantenido una demanda relativamente estancada en la segunda mitad de los ochenta, exceptuando el año de su fuerte recesión en 1986 y la importante recuperación de 1989.
3. Perú muestra un incremento de su consumo que es más aparente que real, ya que hay indicaciones que corresponden modos de presentar los antecedentes o estadísticas para aprovechar franquicias tributarias o cambiarias.

Argentina muestra considerables fluctuaciones en su demanda año a año sin detectarse una tendencia sostenida al aumento del consumo. En Chile ocurre algo similar.

4. La oferta de cobre refinado de América Latina excede con creces su consumo y tienden a ser distintos los mayores países productores y consumidores, con la excepción de México. Los tres mayores productores de refinado son Chile, Perú y Brasil que produjeron 1.5 millones de TM en 1989.

En cambio los tres mayores países latinoamericanos consumidores de cobre refinado son Brasil, México y Perú. Los dos primeros prácticamente se autoabastecen de sus necesidades de refinado, aunque Brasil lo produce en parte mediante importaciones de concentrado (cobre primario). En el caso del Perú, al igual que Chile, tiene excedentes de cobre refinado que exporta en su gran mayoría fuera de la región.

#### D. COMERCIO INTRARREGIONAL

Los cuadros 6 y 7 muestran las cantidades de cobre refinado que se comercializa en Latinoamérica tanto para el resto del mundo como en el área misma objeto del estudio.

El cuadro 6 indica que Chile es el mayor exportador de cobre refinado al mundo, totalizando 1 063 toneladas de cobre fino refinado en 1989. Brasil es el mayor importador de cobre refinado entre los países de la Región, seguido por Argentina y Venezuela.

La región es claramente una exportadora neta de cobre. Las exportaciones fueron más de 6 veces las importaciones en 1987 y 50 veces mayores en el anormal año 1989 (ver infra). Brasil es un importador neto de refinado a pesar de tener alguna producción interna. México es un caso interesante al ser tanto exportador como importador pero en cantidades virtualmente insignificantes comparado con su producción y consumo total. En 1989 tuvo un saldo comercial en cobre refinado negativo por 3 500 TM dentro de un consumo de 134 000 TM.

Argentina tiene producción local, pero un consumo superior que obliga a importar el equivalente de aproximadamente un tercio de aquel en 1989. Venezuela importa casi todo lo que consume.

Las exportaciones de los países de la región se han ido incrementando (15% entre 1985 y 1989), mientras las importaciones han decaído fuertemente entre 1987 y 1989 (a la octava parte). Esto último se debe fundamentalmente a la recesión y la crisis externa del Brasil que lo hizo reducir sus importaciones de casi 120 mil TM en 1986 a casi nada en 1989. También han caído a la tercera parte en Argentina por los mismos motivos.

Cuadro 6

EXPORTACIONES E IMPORTACIONES TOTALES DE COBRE REFINADO DE PRINCIPALES  
PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
(Miles de toneladas métricas)

PAISES	EXPORTACIONES					IMPORTACIONES				
	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
BRASIL	--	--	--	5.0	--	60.0	119.7	113.6	37.9	--
CHILE	891.9	895.7	942.6	975.5	1 063.9	--	--	--	--	--
MEXICO	--	--	--	3.0	4.5	--	--	--	5.6	8.0
PERU	182.6	193.0	179.8	147.4	167.5	--	--	--	--	--
ARGENTINA	--	--	--	--	--	--	48.2	50.9	31.9	15.1
VENEZUELA	--	--	--	--	--	6.4	10.7	21.8	20.2	--
TOTAL	1 074.5	1 088.7	1 122.4	1 130.9	1 235.9	66.4	178.6	186.3	95.6	23.1
SALDO (X - M)	1 008.1	910.1	936.1	1 035.3	1 212.8	--	--	--	--	--

Fuente: "WORLD METAL STATISTICS", December 1990.

Cuadro 7

EXPORTACIONES E IMPORTACIONES INTRARREGIONALES COBRE REFINADO  
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
(Miles de toneladas métricas)

PAISES	EXPORTACIONES				IMPORTACIONES			
	1986	1987	1988	1989	1986	1987	1988	1989
BRASIL MTM	--	--	5.0	--	109.0	108.9	30.9	--
(%)	--	--	100.0	--	90.8	95.9	81.5	--
CHILE MTM	153.2	132.1	100.0	57.2	90.8	95.9	81.5	--
(%)	--	14.0	5.9	5.4	--	--	--	--
MEXICO MTM	--	--	3.0	4.5	--	--	5.6	8.0
(%)	--	--	100.0	100.0	--	--	100.0	100.0
PERU MTM	9.7	15.3	6.8	9.5	--	--	--	--
(%)	--	8.5	4.6	5.7	--	--	--	--
ARGENTINA MTM	--	8.5	--	--	50.7	56.4	34.9	15.1
(%)	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL	144.9	147.4	72.0	71.2	159.7	165.3	71.4	23.1

Fuente: "WORLD METAL STATISTICS", December 1990.

MTM = Miles de toneladas métricas

De las exportaciones totales de los principales países productores (Chile y Perú) menos de una 6% están destinadas a países de la misma región. (Ver cuadro 7). En el mejor año (1987) esa proporción llegó al 13%. Estas ventas están principalmente destinadas a Brasil y Argentina. Aquel país se ha abastecido en un 82% a 96% de sus importaciones desde países de la misma región.

En los últimos cinco años el volumen de comercio de cobre refinado dentro de la región ha fluctuado entre las 165 000 y 70 000 toneladas, lo cual implica entre los 200 y 400 millones de dólares aproximadamente. Como se puede apreciar en el cuadro 7, el comercio intrarregional de cobre refinado ha sido arrático y muestra una tendencia a decrecer influenciado principalmente por la política de autoabastecimiento y la recesión del Brasil.

Entre las razones para ese escaso comercio intrarregional cabe mencionar entre otras, las siguientes:

- Pequeño tamaño de mercados locales.
- Elevados costos de exportación a terceros países en razón de imposibilidad de aprovechar economías de escala.
- Algún nivel de producción local primaria en casi todos los países.
- Baja inversión y tasa de crecimiento del PIB por la mala situación económica general de casi todos los países latinoamericanos en los últimos 5 años.

## II. TECNOLOGIAS Y COSTOS DE PRODUCCION

### A. MINERIA Y PROCESAMIENTO ACTUAL DE LOS MINERALES DE COBRE

Hoy día los principales minerales de cobre que se explotan en casi todo el mundo son de 2 tipos: sulfurados y oxidados. Existen yacimientos que tienen estos 2 tipos de minerales, denominándose del tipo mixtos, haciendo por lo tanto, algo más costoso su procesamiento metalúrgico.

Los principales minerales sulfurados de cobre son la calcosina, covelina, bornita y la calcopirita, que se encuentran frecuentemente en Chile, Perú y México. Otros sulfuros no frecuentes son la Enargita, Bournonita y la Estantina.

Entre los minerales oxidados de cobre podemos citar a la Cuprita, Tenorita, Crisocola, Malaquita, Atacamita y Azurita, que en su mayoría se encuentran presente en Chile y Perú.

Los oxidados sufren un proceso de concentración denominado lixiviación con ácido sulfúrico y los "sulfuros" el proceso de flotación.

Por medio de la lixiviación, que es el ataque de los minerales de cobre con soluciones ácidas, podemos extraer desde ellos el cobre contenido denominado cemento de cobre. El orden secuencial de las operaciones mineras y metalúrgicas en el caso de los "óxidos" es el siguiente:

1. Transporte Mina a Planta de Procesamiento.
2. Tolva de recepción.
3. Clasificación de los minerales por tamaño.
4. Operación de Chancado Primario.
5. Clasificación del Mineral Chancado.
6. Operaciones de Chancado Secundario.
7. Tolva de Almacenamiento del Producto Chancado.
8. Proceso de Lixiviación, vía tanque agitado, percolación o en pilas.
9. Purificación de las soluciones provenientes de la Lixiviación.
10. Precipitación del Cobre contenido en las soluciones (cementación).
11. Moldeo del Cobre precipitado.
12. Cancha de almacenamiento.

En el caso de los minerales sulfurados existe en los primeros seis pasos de su procesamiento etapas similares a los del tipo óxidos, pero se diferencian en los siguientes: clasificación,

acondicionamiento de la pulpa (proveniente de la molienda húmeda), flotación, fundición, refinación (electrólisis o "a fuego"), moldeado y almacenamiento en cancha.

En el cuadro 8 se observan las reservas mundiales de cobre, citadas por U.S. Bureau of Mines (1990) dando un total de 352 millones de toneladas de cobre fino. Chile y Estados Unidos totalizan 142 millones de toneladas con un 40.4% del total.

## **B. EXPLOTACION MINERA**

En la minería del cobre existen hoy día 2 métodos de explotación, denominados:

- a) Minería Subterránea , y
- b) Minería a "Tajo o Rajo Abierto".

En las minas subterráneas, para llegar a la zona mineralizada de cobre hay que construir túneles de acceso y la remoción de las rocas que contienen cobre se realiza generalmente por el sistema de hundimientos de bloques (Block Caving). Luego, el mineral removido se transporta hacia afuera aprovechando en lo posible la fuerza de gravedad y el propio peso del mineral. Después de pasar por diferentes niveles de la mina a través de piques y galerías el mineral llega hasta el nivel de acarreo desde donde es sacado en carros o correas transportadoras hasta la Planta de Chancado, primer paso del proceso de concentración.

Los minerales de cobre que se explotan a Tajo Abierto corresponden a yacimientos de cierta magnitud y cercanos a la superficie que tienen una capa de material estéril y que se justifica económicamente su remoción para alcanzar el cuerpo mineralizado del yacimiento. La explotación misma se hace a través de bancos o cortes escalonados que se determinan de acuerdo a las características del mineral a fin de obtener el máximo de recuperación sin peligro de derrumbes. Se perfora la roca con grandes minas en el frente que se está trabajando y en ellas se instala una línea de explosivos que se hacen estallar, quebrando la zona mineralizada en grandes trozos. Estos son removidos con palas mecánicas para su posterior transporte por ferrocarril o camión hasta la Planta de Chancado.

Uno de los aspectos importantes en la metalurgia extractiva del cobre es la diferenciación de los minerales de cobre en "oxidados y sulfurados", por cuanto cada uno de éstos tiene su tratamiento especial. De igual manera, en esta etapa previa a la concentración es necesario identificar las impurezas tales como arsénico, mercurio, bismuto, níquel y otros que definirán el procesamiento final a realizar al mineral.

## RESERVAS MUNDIALES DE COBRE \*/

	MILES TM. COBRE FINO	% SOBRE EL TOTAL MUNDIAL
CHILE	85 000	24.2
ESTADOS UNIDOS DE N.A	57 000	16.2
ZAIRE	26 000	7.4
CANADA	17 000	4.8
ZAMBIA	16 000	4.5
AUSTRALIA	14 000	4.0
PERU	12 000	3.4
FILIPINAS	12 000	3.4
OTROS PAISES OCCIDENTALES	60 000	17.1
URSS	37 000	10.5
POLONIA	10 000	2.8
OTROS PAISES SOCIALISTAS	6 000	1.7
TOTAL MUNDIAL	352 000	100.0

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

\*/ Se entiende como reservas sólo aquellos recursos que son económicamente explotables, al momento de determinar dichas reservas.

### C. CONCENTRACION Y FUNDICION

Tanto los minerales de cobre sulfurados como oxidados con leyes entre 1% a 2.5% inician su proceso de concentración en la Planta de Chancado, mediante trituración de tres etapas (Chancado primario, secundario y terciario). Luego a una etapa de molienda con agua ("húmeda") en Molinos de barras y de bolas para llegar finalmente, en el caso de los minerales sulfurados, a un producto como arena de partículas de aproximadamente a 0.2 mm. La pulpa así formada pasa a la Planta de Flotación, donde se produce el concentrado de cobre con leyes entre 30% a 37%. Este pasa por etapas de decantación, filtración y secado, obteniendo así un concentrado con humedad entre 5% a 8%.

Los concentrados casi secos y adecuadamente mezclados con fundentes, son transportados hasta los hornos de reverbero, de forma rectangular (6 a 8 mts. aprox. de ancho, alrededor de 30 mts. de largo y una altura de 3 mts.). Tanto muros, techos y pisos son construidos con ladrillos refractarios, resistentes a las altas temperaturas. Los concentrados y fundentes son cargados en forma intermitente en el horno, donde mediante el calor generado por medio de quemadores a petróleo u otro

combustible, se funden y reaccionan químicamente entre sí, dando origen a dos productos fundidos de diferente densidad y que además tienen la propiedad de no mezclarse entre ellos (inmiscibles) llamados escoria y eje o mata. Dentro del horno reverbero ellos forman dos capas, la superior de menor densidad (escoria) que contiene casi todas las impurezas y la inferior (eje) la cual contiene prácticamente todo el cobre, los metales nobles (oro, plata, platino, etc.) y algunas impurezas como hierro y azufre.

El eje o mata con 40% a 55% de cobre se extrae por orificios ubicados al nivel del piso o algo más altos, para ser llevados a los Hornos Convertidores donde continúa el proceso de purificación. Los Hornos Convertidores son cilindros de 8 a 9 metros de largo y 3 a 4 metros de diámetro. Su carcasa exterior es de acero y está revestida con ladrillos refractarios. En la parte media del cilindro tiene una abertura por donde se carga el eje o mata proveniente de los reverberos y además permite la extracción de los productos del convertidor (gases, escoria y cobre blister).

Al convertidor cargado con eje y fundente (sílice) se le inyecta aire a presión a través de toberas que se tiene para este efecto. El eje en contacto con enormes volúmenes de aire, produce una serie de reacciones químicas exotérmicas, que desprenden calor, formando una poderosa llama. Estas reacciones corresponden a la oxidación del azufre y del hierro principalmente. El calor desprendido es suficiente para mantener los materiales fundidos y permite el desarrollo del proceso. En esta etapa el azufre se elimina en forma de anhídrido sulfuroso, gas que se puede aprovechar en la fabricación de ácido sulfúrico. El cobre que proviene de los hornos convertidores se le conoce como "Blister" siendo su ley o contenido de cobre de 99.3% mínimo.

Hoy día existen dos avances en las tecnologías de fundición, que son la utilización del "Convertidor modificado Teniente" que usa oxígeno en vez de aire y el Horno Flash, que reemplaza totalmente al horno reverbero y al convertidor con sus primeras etapas de procesamiento.

#### **D. REFINACION**

El cobre blister de 99.3% de cobre fino que es ya un producto comercial, es generalmente refinado a través de dos procesos, denominados: a) Refinación a Fuego mediante el cual se obtiene un producto de 99.60% de pureza, y b) Refinación Electrolítica, que permite obtener generalmente cátodos de cobre con una pureza de 99.95%.

La refinación a fuego se realiza en hornos de ánodos que tienen por objeto eliminar el máximo de impurezas en el cobre blister mediante procesos pirometalúrgicos, específicamente

mediante la oxidación y escorificación. Algunos elementos también se eliminan por volatilización. El cobre refinado así obtenido es moldeado en forma de ánodos en una moledora de tipo carrusel o rueda de moldeo.

La refinación electrolítica se lleva a cabo en estanques especiales que contienen una solución de sulfato de cobre y ácido sulfúrico. En ellos se colocan alternadamente los ánodos de cobre ya obtenidos (99.60% cobre fino) y láminas de cobre puro (cátodos iniciales). Aplicando una corriente eléctrica continua, se disuelve el cobre del ánodo y se deposita cobre en el cátodo inicial. Así en un período de 14-15 días, se forman cátodos de cobre con una pureza de un 99.95% y que tienen un peso de 135 Kgs. aprox. Estos cátodos pueden ser vendidos como tal o en la forma de barras. Otras de las formas comerciales, son las barras para alambres, conocidas como wirebars.

El proceso de fusión y refinación de los cátodos comerciales en forma de wirebars se realiza en hornos de refinación del tipo reverbero o bien en hornos verticales de operación continua. El cobre así producido es moldeado en forma de barras en una moldeadora de rueda o carrusel y su ley es de 99.96% en cobre fino.

### **E. LIXIVIACION DE MINERALES OXIDADOS**

El cobre primario que se produce a partir de minerales oxidados emplea técnicas de la hidrometalurgia, denominadas lixiviación, cementación y precipitación electrolítica. Previo a estos procesos, el mineral oxidado extraído de las minas es reducido de tamaño a través de chancado primario, secundario y terciario, a un tamaño de 3/16 pulgadas. Posteriormente, se separa el cobre de los minerales oxidados aprovechando la propiedad de éstos, de ser fácilmente atacados por los ácidos. Para ello, se deposita el mineral en grandes recipientes donde es sometido a la acción de una solución de ácido sulfúrico, la cual va lentamente disolviendo el cobre e incorporándolo a ella como sulfato de cobre. Esta operación se llama lixiviación y puede ser: lixiviación en estanques o en pilas. Como resultado de la lixiviación se obtiene un material sólido con muy poco cobre (mineral atacado) llamado "Ripio" y una solución rica en cobre de 40 grs./lt. aprox. que continúa el proceso de extracción en otras instalaciones. La obtención final de cobre a partir de soluciones de lixiviación puede hacerse generalmente por tres métodos:

- a) Cementación.
- b) Extracción por solvente y precipitación electrolítica, y
- c) Por precipitación electrolítica solamente.

La cementación consiste en poner en contacto la solución con chatarra de fierro. El hierro reemplaza al cobre en la solución y éste precipita como un polvo fino llamado cemento de cobre.

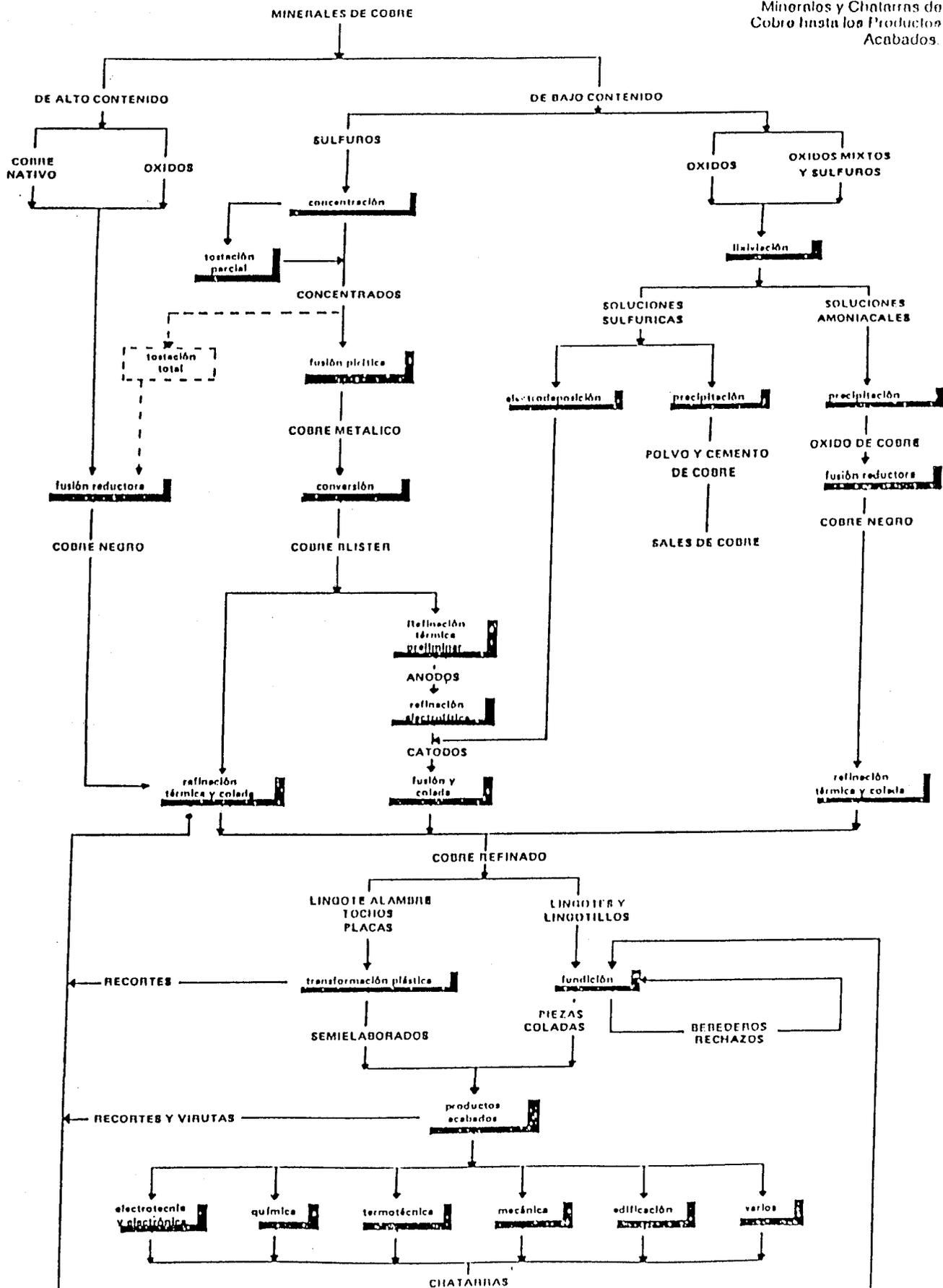
El proceso de extracción por solvente y electro-depositación se inicia con el chancado del mineral oxidado a menos 1/4" y luego, someter el mineral a una lixiviación en pila con ácido sulfúrico. Así, los minerales de cobre disueltos forman una solución que es purificada y concentrada mediante el proceso de Extracción por Solventes y finalmente tratada en la Planta de Precipitación Electrolítica, donde el cobre se recupera en la forma de cátodos con leyes entre 99.96%-99.98% de cobre fino.

En el proceso único de precipitación electrolítica, las soluciones de sulfato de cobre son llevadas a una serie de estanques electrolíticos, dispuestos en forma de cascadas, que contienen ánodos de plomo antimonial y cátodos iniciales que son una lámina delgada de cobre electrolítico (polo negativo). A través de la precipitación electrolítica que utiliza corriente continua, se deposita cobre puro sobre el cátodo o lámina de partida, mientras que en ánodo insoluble se desprende oxígeno, regenerándose de nuevo ácido sulfúrico. En cinco días el cátodo adquiere un peso de 70 Kgs. y su pureza es de 99.2% a 99.4% de cobre. Posteriormente el cátodo se funde y refina en un horno tipo reverbero, elevando su pureza a 99.96% de cobre.

Hoy día, las principales minas de cobre chilenas, utilizan tanto los procesos convencionales de fundición y refinación para sus minerales sulfurados (incluyendo el uso del Horno Flash en la Mina Chuquicamata de CODELCO-CHILE) y los procesos hidrometalúrgicos (lixiviación en pilas - extracción por solventes --cementación-- electrodepositación). Respecto a las minas de PEM, México y Brasil, ellas utilizan principalmente los procesos convencionales de fundición y refinación a pesar que en los últimos 10 años los procesos hidrometalúrgicos se han estado implementando con mayor intensidad.

La figura siguiente muestra un diagrama de los procesos aplicados a los minerales de cobre y los distintos tipos de productos obtenidos.

Diagrama del Ciclo de los Minerales y Chatarras de Cobre hasta los Productos Acabados.



## F. NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU TRANSFERENCIA EN LA REGION

En los últimos veinte años las tecnologías que han innovado dentro del campo de la producción de cobre han sido:

- a) El convertidor modificado El Teniente.
- b) El Horno Flash (diseño Outokumpu e Inco).
- c) La lixiviación en pilas de minerales oxidados y mixtos junto a la extracción por solventes.
- d) La lixiviación bacteriana de reciente introducción.

Estos procesos de uno o de otro modo han permitido que los costos de inversión sean más bajos, aumento de la recuperación de cobre, costos de producción unitarios más bajos y aumentos de la productividad de la mano de obra empleada. Finalmente, estos procesos han permitido la explotación y recuperación de minerales con bajos contenidos en cobre, y han permitido un mejor control ambiental de contaminantes.

El gran cambio estructural en la producción de cobre en estos 20 años ha sido el empleo masivo de procesos hidrometalúrgicos en reemplazo de los procesos tradicionales de flotación y fundición, tomando en cuenta en todo caso, el tipo de mineral (oxidado y/o sulfurado).

El surgimiento de estas innovaciones, ha llevado a que las empresas, para permanecer competitivas, tengan que gastar un porcentaje más alto de sus utilidades para ser utilizado en mejoramiento y estudio de nuevas tecnologías de producción de cobre.

El proceso denominado "Convertidor Modificado Teniente" desarrollada por CODELCO-CHILE que transforma concentrados de cobre en cobre blister, consta de tres etapas: la fusión de los concentrados de cobre en hornos de reverbero --utilizando quemadores de petróleo-- oxígeno para producir el "eje", la conversión del eje y la fusión autógena simultánea de concentrados en el Convertidor Modificado El Teniente, insuflando aire enriquecido con oxígeno, a partir de lo cual se obtiene una "mata" de alta ley. La conversión de esta mata en cobre blister se hace en convertidores convencionales Pierce Smith.

La principal característica del proceso radica en el aprovechamiento del exceso de calor generado en la conversión del eje para fundir concentrados de cobre, sin necesidad de utilizar combustible. Las ventajas del proceso Teniente son el ahorro de combustible junto con el aumento de la capacidad de tratamiento. Asimismo, la simplificación del proceso y la disminución del número de equipos requeridos ha significado un aumento considerable de la productividad. Una ventaja

adicional es la mayor concentración del anhídrido sulfuroso de los gases de fundición, lo que facilita su recuperación, mejorando así las condiciones ambientales de operación.

Dentro de las tecnologías de fundición, el proceso Teniente es superado por el Outokumpu y el Inco, los que son energéticamente más eficientes. Por eso esta tecnología predomina en el caso de nuevas inversiones. No obstante, en proyectos de ampliación, el proceso Teniente presenta los costos de operación e inversión más bajos, aparte de facilitar la expansión gradual de las operaciones.

La tecnología del Horno Flash desarrollada por la empresa Outokumpu (Finlandia) se diferencia de las tradicionales en que para la fusión de los materiales usa la energía generada de las reacciones exotérmicas en lugar de petróleo o energía eléctrica.

Básicamente consiste en un cámara de reacción dentro de la cual los concentrados mezclados con fundentes en contacto con el oxígeno del aire (y en muchos casos con oxígeno adicional) reaccionan, disociándose y oxidándose mediante reacciones exotérmicas que generan el calor necesario para fundirlos. El producto fundido cae al baño en el horno donde se produce separación del "eje" o "mata" que puede contener entre un 40% y un 80% de cobre, la escoria fayalítica, el gas del proceso que contiene entre un 8% y un 40% de  $\text{SO}_2$ , dependiendo del contenido de oxígeno del aire de proceso, y finalmente los polvos arrastrados que equivalen a alrededor del 8% de la alimentación de concentrados.

El eje continúa su proceso en los convertidores y las escorias van a botaderos, generalmente previa una instancia de limpieza para recuperar cobre.

Los gases muy calientes se enfrían en una caldera recuperadora que genera vapor que puede ser utilizado como tal en otros procesos, o para generar energía eléctrica. Posteriormente estos gases ya enfriados pasan por precipitadores electrostáticos que recogen los polvos arrastrados y luego son llevados a la planta de ácido sulfúrico.

Respecto a la lixiviación en pilas, este es un proceso hidrometalúrgico de mayor desarrollo en los últimos años, principalmente en la explotación de minerales marginales y pobres en leyes. Consiste en la disolución de metales y no metales por percolación, con un solvente adecuado, de un mineral chancado, sin molienda previa, el cual ha sido acopiado formando una pila de una altura determinada en un piso impermeabilizado. Este piso tiene una pendiente dirigida hacia una canaleta de recolección de soluciones de lixiviación. La pila se riega por aspersion, desde encima, mediante tubería que llevan los rociadores. La solución lixivante, al atravesar el lecho de mineral, va disolviendo el metal o los metales que se quiere recuperar. Esta solución de lixiviación enriquecida escurre desde la base de la pila hasta la canaleta de recolección; y desde allí hasta un estanque de

almacenamiento de soluciones ricas, luego es conducida mediante bomba hasta la Planta de extracción de los metales contenidos en la solución rica.

La recuperación de los metales se puede hacer por absorción con carbón activado; por precipitación con metales como zinc, fierro etc., por medio de resinas de intercambio iónico o por extracción por solvente.

La solución agotada (solución pobre) se lleva desde la Planta de extracción al estanque de almacenamiento de soluciones pobres, desde donde --mediante bomba-- se hace recircular continuamente a regar las pilas de mineral, cerrándose así el circuito.

Solamente en los últimos 20 años la lixiviación en pilas ha tenido un repunte en cuanto a innovaciones estudios de optimación y mayor aplicación. Esto se ha generado por las obligaciones impuestas por los gobiernos a las empresas de transformar los gases sulfurosos en ácido sulfúrico o azufre para reducir la contaminación del aire. Esto ha impulsado a las empresas a incentivar la explotación de minerales oxidados y mixtos que utilicen ácido sulfúrico. Hasta el año 1970, las mayores restricciones al proceso de lixiviación-cementación eran el precio y disponibilidad de los insumos principales (ácido sulfúrico y chatarra de fierro) que en alguna medida limitaban la explotación de minerales oxidados de cobre.

Con la entrada del proceso de lixiviación-extracción por solvente y electroobtención, la explotación de minerales oxidados se hace más independiente de la chatarra de fierro y al mismo tiempo el producto final es de más alta ley (cátodo de cobre) respecto al de lixiviación tradicional (cemento de cobre).

La lixiviación bacteriana (LB) es un proceso nuevo, de la década del ochenta, que consiste en la acción de cierto tipo de bacterias sobre los minerales, habiéndose comprobado que este fenómeno acelera la reacción de los minerales sulfurados, ante la lixiviación ácida, aún cuando en términos relativos a los óxidos siga siendo lenta.

La velocidad de proceso se encuentra determinada fundamentalmente por la velocidad de multiplicación de la bacteria. Por este motivo, las investigaciones sobre el tema se han centrado en dos aspectos: la optimización del proceso y la modificación genética de las bacterias envueltas en él. La manipulación genética, trata de obtener bacterias más resistentes a las condiciones medioambientales, que sean capaces de desarrollarse con más rapidez, lo que implica obtener conocimiento básico, sobre la genética, fisiología y la bioquímica de las bacterias lixiviantes.

En la medida en que se logre aumentar la velocidad de reacción, la LB abrirá la posibilidad de tratar sulfuros y minerales mixtos, por la vía hidrometalúrgica, al igual que los óxidos, eliminando

la alternativa de flotación y fundición. Incluso, dependiendo del origen del recurso a tratar, pueden no ser necesarios los procesos de chancado y molienda como en el caso de los botaderos.

El uso de extracción por solventes y electrorefinación y la eliminación de las etapas de concentración y fundición tiene grandes ventajas. Por una parte se flexibiliza la escala de operación ya que el tamaño óptimo es considerablemente menor a los de las tecnologías convencionales. Por otra, se logra una reducción considerable de los costos de operación. Desde el punto de vista del medio ambiente, al eliminar la etapa de fundición se evita una de las etapas más contaminantes del proceso de producción de cobre ya que es allí donde se produce la emisión de gases de dióxido de azufre. Finalmente, hay que destacar que el hecho de reducir los tamaños mínimos óptimos de producción estimula la elaboración del metal a nivel de cobre refinado, aumentando el valor agregado del producto entregado.

Finalmente, las innovaciones tecnológicas que se seguirán incorporando en la industria del cobre y que podrán ser transferidas a los países del área, son aquellas tendientes a hacer más eficientes los procesos tales como:

- el uso de oxígeno en hornos de fusión;
- la inyección de concentrados secos en los hornos;
- la molienda y la fusión semiautógena;
- la fusión en baño y flash;
- los cambios en el diseño y operación en espesadores que mejoran su rendimiento; y
- la utilización extensiva de sistemas de control automático de procesos.

Caben esperar también innovaciones en el proceso hidrometalúrgico de extracción de cobre por solvente y la lixiviación in situ y los avances ingenieriles en camiones, palas mineras, molinos, celdas de flotación, tazas y hornos de fundición.

De las tecnologías antes nombradas la del Horno Flash, patentada por Outokumpu en 1949 (Finlandia) es una de las más empleadas hoy día. El 80% de las fundiciones que se construyen actualmente en el mundo están basadas en esta tecnología. Sus ventajas frente a otros procesos existentes son:

- a) Bajo costo de inversión en relación al complejo total de la planta.
- b) Bajo costo de operación y altos niveles de recuperación.
- c) Fácil y segura condición de trabajo.
- d) Cumplimiento de normas de protección del medio ambiente.

A la fecha existen 35 fundiciones que utilizan esta tecnología en todo el mundo siendo los países usuarios los siguientes: Finlandia, Corea, Japón, México, España, Turquía, Estados Unidos, Rumania, China y Chile. O sea, que en América Latina países como Perú, Brasil y Argentina aún no han incorporado esta tecnología.

Con la tecnología de fundición Outokumpu, conocida como "Horno Flash" o "Flash Smelting", es posible reemplazar los hornos de reverbero del sistema tradicional de producción de cobre, dando origen así a mejoras notables del punto de vista de la productividad, economía y reducción de los niveles contaminantes de los gases.

Hoy día la alta competitividad de los mercados exige la utilización de tecnologías de avanzada o de punta que eviten la contaminación ambiental y disminuyan los costos de energía.

Respecto a los procesos hidrometalúrgicos se puede mencionar que el proceso integrado "Lixiviación T.L. --Extracción por solventes y Electro-- obtención" patentado por Sociedad Minera Pudahuel en Chile para producir cátodos de cobre electrolítico, ha dado excelentes resultados, tanto en plantas de tamaño mediano como grandes, que utilizan minerales oxidados sean de mediana o baja ley en cobre. Sus principales ventajas son la alta recuperación y bajos costos de operación. Una planta pequeña de 500 ton/día de procesamiento presenta un costo de operación cercano a 0.5 dólares/lb. en forma de cátodo de cobre, distribuyéndose dicho costo en:

-	Costo Mina:	0.16 US\$/lb
-	Lixiviación, extracción por solvente y depositación electrolítica:	0.25 US\$/lb
-	Otros gastos:	0.09 US\$/lb
	<b>TOTAL</b>	<b><u>0.50 US\$/lb</u></b>

Esta tecnología junto a la tradicional de lixiviación para la producción de cemento de cobre a través de la chatarra de hierro son hoy día los procesos más utilizados para el tratamiento de minerales oxidados tanto en Chile como en Estados Unidos.

En resumen, el impacto del uso de las tecnologías del Horno Flash y de la lixiviación en pilas junto a la extracción por solventes ha sido visualizadas en los últimos veinte años principalmente por sus bajos costos de operación que estos procesos conllevan en si mismo, y por los factores de consideración de la protección del medio ambiente.

Por lo tanto, estas tecnologías debieran ser empleadas con mayor intensidad en los países de América Latina y el Caribe ya que ellas ayudarían notablemente a aumentar la productividad del personal y a reducir sus costos de operación. En el caso específico del Perú, si los minerales son oxidados la tecnología a emplear debiera ser la de lixiviación en pila junto a la extracción por solvente. Esta es de baja inversión y presenta los menores costos de operación y además puede utilizarse en plantas de tamaño mediano.

Del mismo modo, Perú debiera analizar el reemplazo o modificaciones de sus antiguos hornos reverbero en el tratamiento de minerales sulfurados a través de utilizar tanto la tecnología del Horno Flash o del "Convertidor Modificado Teniente", ésta última desarrollada y patentada por CODELCO en Chile.

Tal como se mencionó anteriormente, la tecnología del Horno Flash fue desarrollada y perfeccionada por la firma finlandesa Outokumpu desde 1940, pero es solamente en el año 1949 que pone en construcción y funcionamiento el primer Horno a nivel comercial. Las razones del éxito que tiene hoy día este proceso está basado en el esfuerzo constante que tuvo esta firma en investigar y desarrollar procesos que tendieran a bajar los costos de operación, controlar mejor las emisiones de gases contaminantes, proceso flexible y confiable, reducir los consumos de combustibles en los procesos, alta recuperación de metales valiosos. Este desafío de Outokumpu puede entenderse también como una manera de enfrentar las crisis frecuentes que existieron entre los años cuarenta al setenta, principalmente en lo concerniente a precios bajos del cobre, alto precio de los combustibles y bajas leyes de los yacimientos, con lo cual se hacía preciso buscar nuevos procesos que fueran más económicos y eficientes.

Por otro lado, CODELCO-CHILE principal productor de cobre en el mundo no se exhibe a la faz del mundo como líder en nuevas tecnologías, por diversas razones. Entre otras:

- a) Pocos recursos destinados a Investigación y Desarrollo. Solamente en el último tiempo está efectuando mayores acciones en este campo, al instalar un laboratorio específico para I&D.
- b) Planes estratégicos principalmente orientados a la inversión y aumento de producción.
- c) Su carácter público y burocrático que limitaba a la empresa a enviar técnicos al extranjero para estudiar y analizar las innovaciones tecnológicas.
- d) Visión de corto plazo para analizar los problemas.

## G. COSTOS DE PRODUCCION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

La explotación minera y el proceso de molienda representa alrededor de un 60%-65% del costo de producción de cobre refinado. El costo de estos procesos varía entre los diferentes productores en razón a la geología y ubicación geográfica de los yacimientos y a los factores económicos y políticos del país en cuestión.

CODELCO principal empresa productora de cobre en Chile, presenta hoy día un costo unitario de 40 centavos de dólar la libra, siendo así uno de los productores de bajo costo en el mundo. Esto obedece principalmente a tres factores: disponibilidad de grandes yacimientos de leyes relativamente altas, uso de tecnologías modernas y la presencia de profesionales calificados.

Sin embargo, el costo de 40 centavos de dólar por libra que mantiene CODELCO, si bien sigue siendo bajo, tenderá a subir a futuro. Ello situará a la empresa en una posición de menos competitividad relativa, debido primero, al agotamiento de la estrategia de compensar costos con mayores producciones y segundo, por la escasa diferencia que existe hoy con los costos de los principales competidores de Estados Unidos, quienes han logrado reducir drásticamente sus costos unitarios desde un nivel de 85 centavos en 1982 a uno de 50 centavos dólares la libra en 1989. (Ver cuadro 9).

Los principales problemas que hacen subir los costos unitarios en la industria del cobre, pueden resumirse principalmente en los siguientes:

- a) Leyes decrecientes del mineral.
- b) Incremento de la relación lastre/mineral.
- c) Disminución de la capacidad de los tranques de embalse de relaves.
- d) Endurecimiento del mineral por agotamiento del mineral secundario y mayor profundidad de las minas.
- e) Baja de productividad por rigidez laboral ante los cambios tecnológicos.
- f) Aumento de las distancias de transporte de mineral y estéril, y en algunos casos del agua y relaves.
- g) El incremento de tensiones en la roca de la mina por profundización y extensión de excavaciones.
- h) La alta cantidad de desechos contaminantes en forma de relaves, gases y polvos industriales.

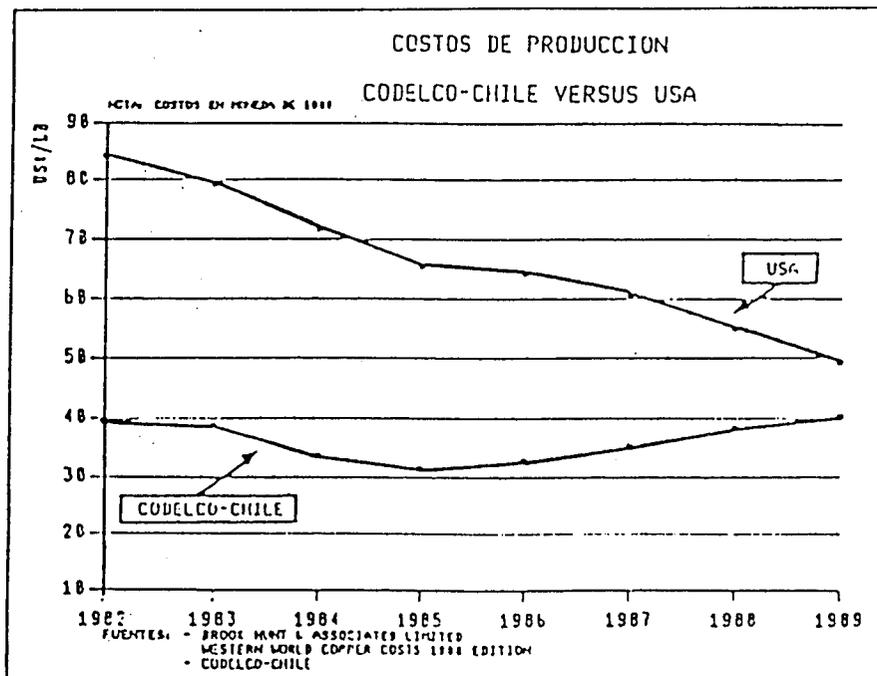
i) La necesidad de cambiar la composición de productos, formas y calidades por las demandas del mercado.

Uno de los aspectos claves en los costos de producción del cobre es el de la productividad de la mano de obra. El cuadro 10 muestra la productividad de la mina Chuquicamata (CODELCO) respecto a otros siete yacimientos de Estados Unidos y a dos de Canadá. De este cuadro se concluye que la dotación Mina más Concentradora de Chuqui-CODELCO tiene una productividad por trabajador 3 a 3.5 veces inferior.

Con el objetivo de reducir costos durante la década del ochenta numerosas empresas americanas cerraron sus plantas de cobre e iniciaron planes de modernización y de renegociación de nuevos contratos de salarios y sueldos con el personal. Así, al ponerse en operación nuevamente las plantas, el costo de producción fue bastante más bajo respecto a los originales antes del cierre.

Estudio realizado por la Consultora Commodities Research Unit (CRU) en el primer semestre de 1990 indica que la nueva generación de minas (alrededor de un 70%) producirán cobre a 50 centavos de dólar la libra, o menos, en moneda de 1989, mientras que nueve de diez proyectos verán sus costos operacionales cubiertos con un precio de 60 centavos de dólar.

Cuadro 9



Cuadro 10

PRODUCTIVIDAD MINAS TAJO ABIERTO  
CODELCO-CHILE VERSUS AMERICA DEL NORTE AÑO 1988

DOTACION MINA + CONCENTRADORA	MINERAL TRATADO (K TON/AÑO)	PRODUCTIVIDAD (K TON MATERIAL TRATADO/HOMBRE/AÑO)
<u>ESTADOS UNIDOS</u>		
Morenci	1 035	37 400
Chino	336	14 800
Bingham Canyon	805	31 000
Bagdag	455	19 000
Sierrita	759	25 000
Tyrone	355	15 300
Pinto Valley	469	20 500
<u>CANADA</u>		
Island Copper	462	14 400
Highland Valley	1 106	42 900
<u>CODELCO-CHILE</u>		
Chuquicamata	3 299	41 370

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

Cuadro 11

	Producción 1984 (Miles de TM)	Leyes del Mineral (% Cobre Fino)	Costo Promedio de Producción (US\$ c Lb.)	Reservas de Cobre (Millones de T.M. de Cobre Fino)
ZAMBIA	565	2	85	30.4
ZAIRE	488	4 - 5	80	28.9
PERU	369	0.9 <sub>a/</sub>	70 <sub>a/</sub>	25.3
CHILE	1 290	1.6 <sub>b/</sub>	45 <sub>b/</sub>	124.0

Fuente: Comisión Chilena del Cobre.

<sub>a/</sub> Corresponde a leyes y costos de Southern Peru Copper Corporation.

<sub>b/</sub> Corresponde a leyes y costos de CODELCO.

En el cuadro 11 se muestran las principales características económicas y técnicas de la industria del Cobre en los países de CIPEC en el año 1984.

Se puede concluir finalmente que el factor crucial para la determinación de la competitividad relativa de los productores de cobre serán los costos de producción. El productor de más bajos costos, según el US Bureau of Mines, es Zaire, seguido de Zambia y Chile. La posición de Zaire se explica por un gran crédito por sus productos principalmente por Cobalto, que bajan sus relativamente altos costos de operación de 77 centavos, en unos 40 centavos por libra de cobre. Por su parte Zambia se beneficia igualmente de buenos subproductos, pero también de bajísimos costos de fundición y refino, estimados en sólo 5 centavos por libra. En una zona intermedia se ubican Estados Unidos, Australia y Perú, en tanto que Sudáfrica, Canadá y Filipinas están en la zona de costos altos.

El cuadro 12 muestra los costos reales de producción de cobre en el Mundo Occidental en moneda de 1989. Las cifras indican que los productores de Estados Unidos han bajado notablemente sus costos desde 85 centavos de dólar/lb en 1982 a 49 centavos de dólar/lb en 1989. Mientras que CODELCO-CHILE muestra costos de producción en incremento para el período 1985-1989 desde 32 a 40 centavos de dólar/lb, respectivamente.

Cuadro 12

COSTOS REALES DE PRODUCCION DE COBRE PRIMARIO EN EL MUNDO OCCIDENTAL \*/  
(US centavos de dólar de 1989 por libra; deflactor IPM Estados Unidos)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Promedio mundial	64.6	59.6	51.5	48.4	46.2	51.7	53.0	n.d.
Productores Estados Unidos	84.4	79.2	72.1	65.5	64.1	60.9	54.9	49.3
CODELCO-Chile	39.5	38.8	33.8	31.6	32.9	35.2	38.3	40.3

Fuente: Brook Hunt & Associates Ltd.

\*/ Los costos de producción incluyen gastos hasta la etapa de cobre refinado. Tienen descontado el crédito por subproductos y excluyen los gastos financieros y la depreciación.

### III. PROGRESO TECNOLÓGICO Y EVOLUCIÓN ESPERADA DE LA DEMANDA DE COBRE

#### A. EL ENTORNO ECONÓMICO MUNDIAL

El crecimiento de la demanda de cobre depende en primer lugar del crecimiento económico global del mundo y, especialmente, del de los países desarrollados que son los principales consumidores. La incertidumbre respecto a este último aspecto, afectado por la evolución de la situación en el Golfo Pérsico, hacen difícil estimar con precisión las perspectivas de la demanda de cobre.

Lo más confiable que tenemos como supuestos de crecimiento del PIB en distintos países del mundo es el estudio más reciente sobre el tema de la OECD que aparece en el cuadro 13.

#### B. ACONTECIMIENTOS EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE USOS FINALES

Al contrario del aluminio que tiene aplicaciones en casi todos los sectores de consumo final, el cobre está mucho más concentrado en pocos sectores de consumo intermedio. Además los sectores de destino son diferentes en los distintos países. El cuadro 14 indica su distribución.

El principal sector en que se usa el cobre es el eléctrico, con alrededor de la mitad del consumo total. Le sigue en importancia el sector productor de maquinaria y equipos con alrededor de un quinto del total. A continuación sigue la construcción, que tiene una importancia bastante mayor en Europa y Estados Unidos que en el Japón. En este último país no se usa cobre en las cañerías de agua para las viviendas, sino que fierro galvanizado. En cambio en el Japón se usa proporcionalmente más cobre en la industria del transporte. Esto está asociado al tamaño de su industria automotriz, así como al consumo en el transporte ferroviario, motores, etc.. En el cuadro 15 se presenta un listado de ejemplos específicos de uso del cobre en diferentes sectores.

Cabe señalar, sin embargo, que antecedentes como los del cuadro 14 no son muy confiables porque los países usan distintas definiciones y clasificaciones del destino final de los productos.

##### 1. Sector Eléctrico

En este sector la sustitución se encuentra relativamente estabilizada. El reemplazo del cobre por aluminio en líneas de transmisión eléctrica (que fue importante en el pasado) ya se completó. Este

uso sigue siendo importante en los países en desarrollo, pero como se señaló antes, ellos no representan un consumo significativo de cobre.

El mercado más importante dentro de este sector ha pasado a ser el de cables de telecomunicaciones. Aquí la sustitución ha sido muy fuerte en los años recientes, pero la sostenida expansión global de este rubro ha compensado esa sustitución. En algunos casos el uso de cobre ha disminuido por la eliminación completa del uso de cables para ser reemplazado por equipos de radio. El ejemplo más notable es lo ocurrido la década pasada con los satélites artificiales. Hoy ocurre con los teléfonos.

De acuerdo a estimaciones realizadas por la empresa consultora inglesa Commodities Research Unit (CRU), el mercado de las telecomunicaciones es aquel en que las mayores pérdidas se han producido. El consumo de cobre en cables para transmisiones habría disminuido a una tasa de 8% por año entre 1980 y 1987. En Estados Unidos, Japón y Europa la situación habría sido similar.

Cuadro 13

PRODUCCION INDUSTRIAL EN LOS PAISES DE LA OECD  
(Porcentaje de variación con respecto al año anterior)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Estados Unidos	5.5	2.5	1.3	2.4	2.7	3.1	3.0
Japón	9.2	5.9	3.6	4.4	5.0	4.8	5.0
Alemania R.F.	3.9	4.7	4.9	4.1	3.9	3.2	3.6
Francia	4.7	3.9	2.9	3.4	3.9	4.1	4.3
Italia	6.9	3.7	3.6	3.0	4.3	4.2	4.1
Reino Unido	3.2	0.8	0.5	1.8	3.0	3.0	2.8
Canadá	6.2	1.1	0.0	1.1	3.6	3.2	3.5
Siete Mayores Países de la OECD	6.0	3.4	2.3	3.0	3.6	3.6	3.7
Intensidad de Uso de Cobre Siete Mayores Países de la OECD. (1987=100)	0.97	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90

Fuente: - OECD, Main Economic Indicators (junio 1990).

- OECD, Economic Outlook (junio 1990); y estimaciones de la Dirección de Planificación, CODELCO-Chile.

Cuadro 14

## CONSUMO DE COBRE POR SECTORES DE DESTINO Y PAISES

SECTOR	PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL		
	JAPON	EE.UU.	EUROPA
Eléctrico	50.8	47.8	45.6
Construcción	8.5	16.2	18.4
Transporte	15.9	7.8	8.2
Maquinaria y Equipos	16.6	21.0	19.5
Artículos del Hogar y Varios	8.2	7.2	8.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0

Fuente: Brook Hunt and Associates.

Cuadro 15

## USOS DEL COBRE EN DIFERENTES SECTORES

SECTOR	USOS
- Ind. Eléctrica	Cables, motores, tendido eléctrico, etc.
- Transporte	Radiadores, vehículos, circuitos eléctricos y electrónicos de automóviles
- Construcción	Cañerías, fittings, techumbres, redes de agua potable.
- Industrial	Matrices, recipientes, aleaciones.

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

El menor consumo se ha producido especialmente entre las redes centrales o estaciones de llamadas. En los sistemas de llamadas entre centrales (o ciudades grandes) el cable ha sido reemplazado por la microonda, la fibra óptica y la transmisión digital. Ello ha ocasionado una brusca caída de la demanda de cobre en esos usos.

En las redes de distribución de llamadas o comunicaciones (a nivel minorista o de llegada al usuario), la sustitución es menos marcada. Hasta ahora la fibra óptica no es económica en ese mercado. Sólo se ha producido cierta pérdida por el uso de cables más delgados, lo que reduce el consumo medido en toneladas de cobre. Las fibras ópticas están empezando a usarse en este segmento del mercado, pero se estima que el impacto que tendrá no será tan grande como a nivel de la comunicación entre centrales. En todo caso, estos factores se van compensando en parte por la expansión general de servicios de comunicación que estos mismos cambios tecnológicos contribuyan a inducir. La masificación del uso del video y sobre todo de las redes de computación interconectadas son ejemplos de esta tendencia.

El otro uso del cobre en este rubro es para conectores, embobinados, ampollas y otros productos semejantes. Este mercado ha sido afectado por la miniaturización y el uso de cobre cada vez más delgado. Pero se cree que ya se ha llegado al límite tecnológico en este campo y por lo tanto es un mercado todavía abierto para el cobre y en expansión.

## 2. Construcción

El otro uso importante de cobre es el cableado eléctrico para viviendas y edificios. Aquí en el pasado se temió una sustitución creciente por el aluminio. Sin embargo, la mala experiencia de algunos países, en que el calentamiento de los cables produjo serios incendios, los ha hecho volver al cobre. Aquí han habido sorpresas en el sentido que empezó a observarse que el consumo se sostenía a pesar de que el número de casas construidas (iniciadas) era menor que en el pasado. Estudios en mayor profundidad han demostrado que el fenómeno se explica porque las casas nuevas tienden a ser más grandes y, sobre todo, a utilizar un mayor número de enchufes, luces e interruptores para equipos eléctricos en general. Según antecedentes del US Bureau of the Census, el tamaño promedio de una vivienda en Estados Unidos subió de 167 a 212 m<sup>2</sup>; o sea, más de 25% entre 1970 y 1987.

Este cambio es más marcado aún en los edificios para las oficinas modernas. En otras palabras, las casas y edificios que se construyen ahora no son cualitativamente iguales a las de 20 años atrás. Las actuales tendencias en este mercado son fuertemente favorables para el cobre.

Otro uso significativo del cobre en la construcción es en los tubos, fittings, llaves, etc., para agua potable, calefacción y rociadores contra incendios. También se utiliza en califonts, termos eléctricos y calderas. En accesorios como chapas, bisagras, etc., se usan aleaciones de bronce. Finalmente, se utiliza crecientemente para techumbres y en revestimientos decorativos en forma de láminas.

En esta área también las tendencias son hacia el mayor consumo de cobre por las casas más grandes y con un mayor número de baños por cada unidad, lo cual favorece el mayor consumo de tubos o cañerías. En casi todos los países desarrollados predomina el uso de cobre en las tuberías de agua potable, con la excepción de Japón. La competencia de los plásticos es fuerte pero no ha logrado sustituirlo del todo, excepto en tubos de diámetros mayores. La sustitución en este mercado ha sido más bien contra el fierro galvanizado utilizado en matrices y alcantarillado. En el tubo delgado sigue predominando el cobre por su mayor maleabilidad.

Aquí el cobre debería permanecer fuerte ayudado principalmente por el carácter relativamente menos innovador de la industria de la construcción. Los constructores siguen prefiriendo el tradicional tubo de metal.

La mayor oportunidad que se presenta en este mercado sería conseguir cambiar los estándares y costumbres japonesas para que empiecen a usar el tubo de cobre para el agua. Esto podría significar un verdadero boom si en algún momento el sostenido aumento de ingresos del Japón decide trasladarse hacia la vivienda. Un cambio de hábitos hacia la utilización de departamentos o casas más grandes podría representar un incremento del consumo de cobre. Más notable sería si se llegara a poder sustituir el fierro galvanizado para la tubería de agua. En el mercado del aire acondicionado (que es un área de alto consumo de cobre) las perspectivas también son favorables, especialmente en el Japón. La tendencia hacia utilizar tubos cada vez más delgados se ha detenido por razones tecnológicas. En Japón, por su parte, los productores están en una campaña para incentivar a los consumidores a tener más de un equipo de aire acondicionado por departamento o casa. Actualmente la mayoría de las viviendas tienen 4 o 5 habitaciones y menos de dos equipos.

El crecimiento de este mercado en Europa se espera que sea elevado. El único riesgo sería que la política de reducir la construcción de plantas eléctricas nucleares condujera a un alza tan grande del precio de la electricidad que redujera el consumo de aire acondicionado.

Otro mercado fuerte es el de Asia y los NICs, excluyendo Japón.

En cuanto a sustitución y nuevos usos en este campo, el cobre ha sufrido el desplazamiento del mercado del aire acondicionado para automóviles donde ha estado entrando más el aluminio. Pero

el uso de cobre se ha expandido en el mercado de máquinas vendedoras de bebidas y alimentos preparados que está creciendo muy fuertemente. También en la industria del frío en general que se expande con fuerza debido al aumento de la demanda de productos alimenticios frescos.

En comparación con el aluminio, el cobre en la industria de la construcción tiene una posición más establecida o menos fluctuante. Se asemeja, sin embargo, en que su utilización es muy diferente de país en país. En general el uso de ambos metales en la construcción es diferente. El aluminio se usa en áreas donde casi nunca se usa cobre, como es la fabricación de puertas y ventanas, paneles para separar oficinas en edificios, etc.. De este modo, la reducción que se observa en el uso de aluminio en construcción, en Estados Unidos especialmente, no significaría una mayor oportunidad para el cobre.

En todo caso, puede concluirse que las perspectivas de utilización de cobre en la industria de la construcción son auspiciosas en todo el mundo. Ellas podrían verse reforzadas especialmente en la medida de un mayor crecimiento de los países en desarrollo y de ciertos cambios de hábitos y costumbre en el Japón.

### **3. Transporte**

En la industria fabricante de equipos de transporte se utiliza como el 8% del cobre consumido en Estados Unidos y Europa y un 16% del demandado en el Japón. Cerca del 90% del cobre utilizado en transporte va a la fabricación de automóviles, mientras el saldo va a equipos ferroviarios, de aviación, marítimos y otros.

Aquí la competencia con el aluminio ha sido intensa y perjudicial para el cobre. Este es un sector de destino importante para la industria del aluminio (20% del consumo total) y ésta le ha dedicado un volumen considerable de recursos e investigación tecnológica para expandir su mercado. Así, el aluminio ha conseguido elevar su penetración en el rubro. Mientras a principios de la década del ochenta el aluminio representaba el 4% del material utilizado en la fabricación de automóviles, a fines de la misma llegaba al 10% (CEPAL, 1990).

En el pasado esta competencia se tradujo a menores demandas de cobre porque el aluminio lo reemplazó especialmente en la fabricación de radiadores y aparatos de aire acondicionado. Pero los últimos años no han surgido nuevas aplicaciones que amenacen al cobre. El aluminio podría seguir reemplazando al acero en la construcción de chasis e incluso en las carrocerías, pero no en áreas que utilizan cobre.

Los principales usos del cobre en automóviles es hoy día en el cableado de medidores y sensores electrónicos a lo largo del vehículo, en los circuitos eléctricos convencionales, los magnetos de distintos motores eléctricos, interruptores y botones. Por este motivo, el consumo de cobre en los automóviles ha dejado de disminuir e incluso está creciendo ya que los vehículos evolucionan hacia tener más dispositivos que utilizan cobre. Los autos se hacen más grandes, lujosos y sofisticados; con más señales electrónicas, vidrios automáticos y otros accesorios que utilizan cobre.

Un estudio de la Copper Development Association (CDA) en Estados Unidos en 1987 predijo que el número de circuitos eléctricos instalados en un auto se elevaría de 700 a 900 entre 1985 y 1990. Esta tendencia podría revertirse en algunos años si las innovaciones tecnológicas en fibra óptica permitieran aplicarlas a este uso. Por otra parte, se estima que un auto de lujo último modelo puede tener hasta unos 120 pequeños motores eléctricos instalados. Ellos se usan para mover desde los espejos retrovisores, el volante, modificar la forma de los asientos, mover los vidrios o el techo, hasta hacer correcciones del paso de combustible al motor para ahorrar gasolina. Aunque estos motores son pequeños y ha habido intentos de sustituir sus bobinas por otras de aluminio, la posición del cobre en este mercado parece firme.

No ocurre lo mismo en el área de la refrigeración de los automóviles. Casi todos los fabricantes de automóviles en Europa han reemplazado el radiador de cobre por el de aluminio. En Estados Unidos el mercado se divide en forma pareja, incluso dentro de la GMC que fabrica aproximadamente la mitad de sus vehículos con radiadores de uno y otro metal. En Japón los fabricantes todavía prefieren el cobre pero siguen experimentando con el aluminio. Los cambios en este segmento en cualquier momento podrían significar una pérdida de este mercado para el cobre.

En la industria de aviación, el cobre se mantiene firme en el cableado y los conectores, contactos e interruptores. Aunque la miniaturización y adelgazamiento de cables ha reducido la demanda en el pasado, la tendencia no sigue el dinamismo del crecimiento de la industria de la aviación. En el más largo plazo, una novedad de efectos insospechados podría ser la entrada de los japoneses a competir con el cuasi monopolio de los norteamericanos en este mercado.

En conjunto para toda la industria del transporte, las perspectivas para el cobre son favorables. Las mayores amenazas presentes a fines de los setenta y de los ochenta ya han tenido su impacto. No se visualizan nuevas pérdidas de significación. Sin considerar, entonces, la ilusión siempre presente del automóvil eléctrico, el consumo de cobre para transporte debiera continuar creciendo.

Finalmente cabe hacer un comentario sobre una innovación tecnológica importante de fines de los ochenta y que afecta al cobre en diversos sectores aunque especialmente en el de electricidad. Se refiere a los superconductores.

Los superconductores son productos hechos de cerámica que a muy baja temperatura se transforman en conductores eléctricos con un porcentaje de pérdida despreciable. El avance en las técnicas de producción de nuevos materiales permitió encontrar cerámicas que son superconductoras a temperaturas más altas (y más baratas de lograr) que las conseguidas hasta ahora. Esto les permitiría reemplazar el cobre en algunos usos. Pero el efecto neto no está claro, ni cuándo se producirá. Hay usos que pueden al mismo tiempo aumentar el uso del cobre como es el desarrollo de trenes que utilicen la superconductividad pero utilicen cobre para el campo magnético en que flotarán. También el poder guardarse la electricidad aumentaría el consumo global, etc. En todo caso restan varios años de experimentación para superar problemas que se enfrentan con la superconductividad misma como es lo quebradizo de las cerámicas y otros.<sup>1/</sup>

### C. DEMANDA EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO OCCIDENTAL

Sobre la base de las estimaciones recién reseñadas y las elasticidades ingreso-demanda del cobre que han estimado diferentes especialistas (ver por ejemplo, Vial (1989)), la evolución esperada de la demanda por ese metal sería aproximadamente la señalada en el cuadro 16. El consumo mundial total crecería un promedio de 2.6% por año entre 1990 y 1994 en el mundo occidental. Subiría así desde 8.4 millones de toneladas en 1989 a 9.6 millones en 1994; como 230.000 TM por año.

El crecimiento más acelerado ocurriría nuevamente en los países en desarrollo, los del sudeste asiático (Korea y Taiwan) y en Japón. Proporcionalmente el crecimiento sería semejante en América Latina (4% por año); menos en Europa (2.6%) y mucho más bajo en Estados Unidos (sólo 1.5% anual).

En términos absolutos la mayor parte del aumento de la demanda (como 100.000 TM por año) provendrá de Europa y Asia. Sólo unas 20.000 más por año serán consumo adicional en América Latina. Nótese que, como los países en desarrollo consumen algo más de un octavo del consumo mundial, entonces el crecimiento proporcionalmente más acelerado de la demanda por parte de ellos no alcanza a representar un aumento absoluto de consideración.

---

<sup>1/</sup> Véase Minería Chilena N° 77, agosto 1987.

## Cuadro 16

PROYECCIONES DEL CONSUMO DE COBRE REFINADO EN EL  
MUNDO OCCIDENTAL, 1990-1994  
(Millones de toneladas)

Región	Base 1989	Proyección 1994	Crecimiento TM	% año
PAISES DESARROLLADOS	7.3	8.2	0.9	2.5
Norteamérica	2.4	2.5	0.1	1.5
Europa	2.9	3.3	0.4	2.6
Asia */	2.0	2.4	0.4	4.3
PAISES EN DESARROLLO	1.1	1.4	0.3	5.4
América Latina	0.5	0.6	0.1	4.0
Otros	0.6	0.8	0.2	6.5
TOTAL	8.4	9.6	1.1	2.6

Fuente: Estimaciones del autor basado en antecedentes del cuadro 13.

\*/ Incluye Taiwan y Korea.

#### **IV. OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES EN LO QUE RESPECTA A UN AUMENTO DE LA PRODUCCION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

##### **A. EXPORTACIONES A ZONAS QUE ESTAN FUERA DE LA REGION**

En el cuadro 17 se muestra el balance estructural de la oferta y demanda del cobre refinado a nivel mundial, excluyendo el mundo socialista, para el período 1988-1994, incluyendo proyección estimada para los años 1990-1994. Se ha utilizado el balance del cobre refinado en el mundo occidental por ser este producto la clave para evaluar los requerimientos de producción primaria en las etapas de concentrado y producción de cobre en mina. Las cifras proyectadas de demanda para el período 1989-1994 están basadas en datos de crecimiento del consumo dadas por CRU (abril 1990) y que se muestran en el cuadro 2.

En relación a la oferta se puede decir que todos los participantes de la industria del cobre han reaccionado en forma cautelosa a la buena fortuna de los precios, mantenidos desde 1988 a 1990. Varias de las expansiones y nuevos proyectos que están hoy día en puesta en marcha o en construcción fueron planeados durante los períodos de bajas de precios anteriores a 1988. Algunas expansiones fueron justificadas en los supuestos que ellos serían capaces de ser rentables a los precios de mediados de los ochenta y que podrían sobrevivir a través de la reducción de sus costos unitarios. Uno de los principales nuevos proyectos, hoy día en marcha, que se realizó sobre esas bases es La Escondida en Chile que produce 320.000 toneladas de cobre fino en concentrados.

En la actualidad las compañías son todavía muy conservadoras en sus precios cuando se evalúan nuevos proyectos o expansiones, ante la incertidumbre de la llegada de un nuevo ciclo de baja de precios. En todo caso, este carácter conservador está avalado por la experiencia de la década del setenta y de la primera mitad de la última década cuando largos períodos de precios bajos fueron interrumpidos sólo por peak esporádicos de alta de precios.

De las cifras del cuadro 18 se concluye que el mayor incremento de consumo de cobre refinado en el período 1989-1994 se espera en los países Europeos con una tasa de 2.5% anual, en contraste al 1.6% anual que se contabilizó para el período 1985-1989.

Respecto a la oferta de cobre de mina las proyecciones indican un incremento de 4% anual para los años 1990 y 1991, partiendo de un crecimiento de 5% en 1989. Las principales expansiones están en marcha en Bingham y Morenci en los Estados Unidos y en OK Tedi en Papúa Nueva Guinea. En todo caso, las principales aumentos proyectados de cobre de mina ocurrirán, como en los

Cuadro 17

PROYECCIONES MERCADO DEL COBRE REFINADO\*/  
(Miles toneladas de cobre fino)

	VALORES EFECTIVOS			PROYECCIONES			
	1988	1989	1990	1991*/	1992*/	1993*/	1994*/
Producción	8 035	8 291	8 480	8 735	8 915	9 170	9 155
Exportaciones Mundo Socialista	250	245	245	260	275	250	200
OFERTA	8 285	8 536	8 725	8 995	9 190	9 420	9 355
Consumo	8 220	8 369	8 543	8 770	9 013	9 286	9 532
Importación Mundo Socialista	70	90	100	100	120	120	120
DEMANDA	8 290	8 459	8 643	8 870	9 133	9 406	9 652
BALANCE	- 5	77	82	125	57	14	-297

Fuente: Estimaciones CRU (abril 1990).

\*/ Excluye el Mundo Socialista.

Cuadro 18

CRECIMIENTO ANUAL DE CONSUMO DE COBRE REFINADO EN  
LAS PRINCIPALES REGIONES (%)

	1975-80	1980-85	1985-89	1989-94
NORTE AMERICA	5.5	1.2	1.9	1.2
EUROPA	3.1	-0.5	1.6	2.5
ASIA	8.3	4.9	7.1	4.0
MUNDO NO SOCIALISTA	5.4	0.6	3.4	2.6

Fuente: Elaboración propia a base de estadísticas oficiales.

últimos años, en Chile. Por una parte, en las cuatro divisiones de CODELCO están en estudio nuevas expansiones y por otro lado el conjunto de proyectos de inversión de empresas extranjeras tiene proyectada para el período 1991-1993, una producción nueva equivalente a 645.000 toneladas de fino/año. El mayor desarrollo será el aporte de La Escondida con 320.000 toneladas de cobre fino en forma de concentrados y el de Los Bronces de Disputada con 100.000 toneladas aproximadamente.

A nivel mundial las plantas de fundición y refinación están centralizadas en los países desarrollados industrialmente. Sin embargo, importantes fundiciones han sido construidas y puesta en operación en Brasil, Corea, México, Filipinas, Taiwán y otras están en proceso de expansión, construcción y planeamiento. La producción de cobre refinado está proyectado a crecer a una tasa más baja que el cobre de mina en los próximos dos años (1992-1993). Adicionalmente, la producción de refinado disminuirá por razones de déficit de chatarra. Se encuentran planificadas expansiones de fundición/refinería que ocurrirán en el período 1991-1994 en Chile y las Filipinas y una nueva fundición está programada por Mitsubishi Metals en ciudad de Texas (Estados Unidos) para su puesta en marcha en 1992. También están planeadas nuevas refinerías en Chile y Zaire.

Sin embargo, después que la Mina La Escondida comience a operar en 1991, la capacidad de producción estará comprimida a nivel de fundición/refinería y un período temporal severo de sobre oferta de concentrados ocurrirá hasta el próximo año, cuando el desbalance se acomode por el cierre de la mina Tyrone y la puesta en marcha de la planta en Ciudad de Texas. Existe una gran incertidumbre respecto a la mina Bougainville de RTZ cerrada desde 1989 por acciones terroristas. Está asumido que reabrirá en 1992 y estará a toda producción al final del período 1991-94. Lo anterior puede ser pesimista pero si reabre en 1991, acentuaría la sobre oferta de concentrados, teniendo un pequeño efecto en la producción de refinado en el corto plazo. Si la mina de RTZ permanece cerrada en el período considerado (1990-1994) en ese caso sólo será notorio un déficit de concentrados hacia 1994.

De las cifras anteriores, se concluye que la producción de concentrados de La Escondida (320.000 tons/año de cobre fino) estará disponible para ser completamente exportada a países del área en América Latina y el Caribe o a países de Europa, Norteamérica y/o Japón. Asimismo, con el proyecto La Escondida, Chile tiene grandes expectativas de estudiar la instalación de una nueva Fundición/Refinería, pudiendo así originar mayores valores agregados a su producción a través de un procesamiento local.

El buen precio del cobre de los últimos tres años (1988, 1989 y 1990) y dada su posición de líder en el mercado, ha hecho que CODELCO haya planteado una estrategia para el quinquenio

1990-1994, basada principalmente en aumentar la proporción de cobre refinado, para su exportación a países fuera de la región, principalmente a Japón, Estados Unidos, República Federal de Alemania, Francia e Italia, así como continuar con la reducción de sus costos operacionales mediante mejoramientos tecnológicos.

La capacidad actual de fundición a nivel mundial, incluyendo plantas de reducción hidrometalúrgicas, es algo superior a 9 millones de toneladas. Es decir, un incremento de casi un 60% respecto a la capacidad existente en 1970 que era de 5.7 millones de toneladas. Esta capacidad de fundición está proyectada aumentar a alrededor de 10 millones de toneladas para mediados de 1995. Respecto a la capacidad de refinerías, incluyendo electrowinning, su capacidad es cercana a los 9.5 millones de toneladas. La construcción de nuevas refinerías y la expansión de la plantas existentes harán que la capacidad se incremente a sobre 10 millones de toneladas para mediados de 1995. Este incremento en la capacidad de tratamiento es equivalente al incremento global en la demanda de cobre, lo que implica una expansión balanceada del sector Fundición y Refinería de la industria del cobre.

La apertura de los países socialistas hacia el Occidente y la adopción del sistema económico basado en las fuerzas del mercado traerá posibles aumentos en la demanda de cobre refinado y de productos de uso final. Los países de América Latina y del Caribe tendrán en los próximos años oportunidades de efectuar exportaciones a esos países principalmente de Europa del Este, por cuanto estos países antes se abastecían de la Unión Soviética. Pero esa oferta neta de la Unión Soviética también quedaría disponible presionando hacia abajo los precios.

## **B. PRODUCCION PARA EL CONSUMO REGIONAL**

El consumo de cobre en relación con la producción es bajo en la mayoría de los países de la región, excepto Brasil. En Chile por ejemplo, solamente el 4% de toda la producción de cobre es demandada dentro del país. De toda la producción de cobre refinado que se produce en el área (América Latina y el Caribe) un 32.3% es consumida dentro del área.

Las limitaciones al aumento del comercio regional de cobre están relacionadas a los siguientes factores:

a) El bajo nivel de consumo asociado al escaso desarrollo e industrialización de la mayoría de los países.

- b) Costos de transporte altos en relación al valor del producto de cobre más elaborado.
- c) Medidas arancelarias que ponen barreras al comercio de manufacturas de cobre. Es indudable que altas tasas arancelarias descentivan el consumo de cobre.
- d) Existencia de restricciones no arancelarias, cuotas sobretasas a las importaciones, impuestos de timbre, derechos consulares, y tramitaciones burocráticas.

Frente a estas limitaciones el comercio intrarregional de cobre podría ser más expedito si varios de esas barreras se eliminan o disminuyeran su importancia. La firma de acuerdos comerciales entre los países podría hacer aumentar el consumo de cobre en la región. Asimismo, la creación de Joint-Venture dentro de la región entre productores de cobre de un país y aquellos poseedores de know-how tecnológico de productos finales de cobre, sería una de las medidas para que los países de la región aumenten sus ventas.

### **C. POSIBILIDADES DE GENERAR MAYORES VALORES AGREGADOS NACIONALES A TRAVES DEL PROCESAMIENTO LOCAL**

Los países de la región pueden generar un mayor valor agregado en la industria del cobre a través de cinco acciones:

1. Procesar los concentrados de cobre hasta el grado de cobre refinado.
2. Fabricar productos de consumo final.
3. Recuperar todos los subproductos de la minería del cobre, tal como, molibdeno, plata, selenio, telurio, renio y níquel. Asimismo, recuperar el oro cuando lo mineral a tratar lo contiene en alguna concentración significativa.
4. Búsqueda de nuevos usos del cobre.
5. Utilización de procesos tecnológicos de más bajo costo.

Hoy día la hidrometalurgia se presenta como una alternativa viable a la fundición y para algunas minas es el único método económico para recuperar el cobre. A través de la lixiviación en pilas del mineral con ácido sulfúrico se obtienen al final cemento de cobre con leyes entre 76-78% en cobre.

En la actualidad, los proyectos de cobre que utilizan la vía mina-concentración-fundición y refinería tienen un costo de inversión por tonelada de capacidad instalada de refinado de 5 000 dólares aprox. Este valor baja a 3 000 dólares por tonelada cuando los proyectos utilizan la vía por lixiviación. Asimismo, el desarrollo de la tecnología de lixiviación bacteriana a escala comercial y

masiva, podría generar también mayores valores agregados al cobre en países como Chile, Perú y México que pueden usar esta tecnología.

En resumen uno de los puntos claves en el desarrollo de nuevas industrias del cobre será la de favorecer proyectos integrados que incluyan mayor valor agregado de producción dentro de los países de América Latina y el Caribe y que demanden mayores compras locales de servicios y equipos. Asimismo, se haría necesario intensificar la coordinación entre los países de la Región lo que permitiría eventualmente negociar una reducción de los aranceles que ponen los países desarrollados a la entrada de productos con mayor valor agregado.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

América Latina es un importante abastecedor de cobre al resto del mundo, incluso en la forma de refinado. En 1990 la producción de refinado alcanzó a un 14% del total mundial y la producción de cobre de mina fue de un 24.2% en el contexto mundial. El principal país productor de cobre en la región es Chile, que en 1990 tuvo una producción de cobre en mina equivalente a 1.543.000 toneladas de cobre fino representando así 17% del total de producción mundial y pasando a ser líder en este rubro.

La industria regional es competitiva en el plano internacional en razón a su buena dotación de recursos de minerales y por tener los costos de producción bajos. Sin embargo, en los últimos años ha ido perdiendo su ventaja comparativa, especialmente en relación a los productos norteamericanos. Esto es más marcado en los casos de Perú y México, los cuales se espera que apenas eleven su producción en alrededor de 5% a 10% en los próximos cuatro años. El grueso del aumento futuro seguirá viniendo de Chile. Con los actuales proyectos de inversión, tanto en estudio como en etapa de construcción, indican que la región seguirá creciendo tanto en producción de concentrados, fundición y cobre refinado. El aumento más significativo a corto plazo es el ofertado por la mina La Escondida (Chile) que produce a partir de 1991 un equivalente a 320.000 toneladas anuales de cobre fino en la forma de concentrados.

Es habitual escuchar que en América Latina se proponga alguna de 5 estrategias para el desarrollo de la minería del cobre:

1. Limitar la producción con la intención de elevar el precio, en lo posible complementando esta política con acuerdos entre gobiernos de países en desarrollo (por ejemplo, vía CIPEC).
2. Concentrarse en elevar la producción a nivel primario exportando a cualquier país del mundo.
3. Procurar conseguir la exportación de productos manufacturados de cobre a todos los países.
4. La estrategia 1, pero concentrada en la exportación al mercado latinoamericano.
5. Concentrarse en la exportación de manufacturas al mercado regional latinoamericano.

La experiencia de los últimos 15 años analizada en este estudio demuestra que los países que siguieron cualquiera de las estrategias anteriores excepto la segunda --de elevar la producción primaria para exportar al mundo en general-- sufrieron una pérdida relativa o consiguieron menores beneficios económicos.

Los esfuerzos por alcanzar acuerdos de precios entre productores --como lo consiguió por un tiempo la OPEP con el petróleo-- no dieron resultado. Por lo tanto, quienes apostaron a esa opción

perdieron. Lamentablemente, desde el momento que los gobiernos declaraban seguir esa política, seguramente desincentivaron la inversión tanto interna como externa e impidieron tanto el aumento de la producción como la incorporación de nuevas tecnologías.

Las intenciones por parte de los países latinoamericanos productores de cobre de elevar la producción de manufacturas en base a ese metal también se vieron frustradas. Se probaron ciertas tesis de quienes sostenían que los diferenciales de costos de transporte eran demasiado altas y la cercanía al mercado de consumo final era crucial.

Las estrategias de concentrarse en el mercado de consumo latinoamericano se ha visto frustrada por el lento crecimiento del consumo de los dos o tres países consumidores de mayor significación: Brasil, México y Argentina. Las perspectivas de recuperación de al menos dos de ellos en el futuro cercano tampoco son promisorias.

Es tiempo, entonces, de mirar realísimamente las posibilidades y no basar las políticas sólo en buenos deseos.

Entre tanto, mientras la mayoría de los países productores se debatían en sus crisis económicas y seguían creyendo que su "riqueza en recursos naturales" era indiscutible, se fueron produciendo cambios tecnológicos y ajustes industriales en el mundo que amenazan sus ventajas comparativas. La situación se resume comparando incluso las perspectivas del país que mejor desempeño ha tenido en los últimos años --Chile-- con la de Estados Unidos. Mientras en el primero los costos de producción cobre subieron entre 1982 y 1989 de 39 a 40 centavos, en Estados Unidos dichos costos bajaron 35 centavos (de 84 a 49) en el mismo período. Las proyecciones son que esa tendencia continuará, y en el mundo en su conjunto las perspectivas son semejantes.

En consecuencia, de no comenzar rápidamente a introducirse en la región las nuevas tecnologías de producción de cobre (extracción por solventes, lixiviación bacteriana, hornos flash, nuevos equipos y organización administrativa que reduzcan personal), América Latina corre el riesgo de reducir considerablemente el margen de contribución que hace su minería al producto nacional.

Las proyecciones de crecimiento del consumo para los próximos cuatro años no son desalentadoras, pero tampoco particularmente promisorias. Se espera un incremento anual entre 2.0% y 2.5% al año (CODELCO, 1990, CRU, 1990). Entre 1988 y 1990 fue 2.7%. Las mayores alzas en términos relativos y absolutos se esperan del Asia (Japón, Taiwan, Corea y otros) por casi 400.000 TMA entre 1990 y 1994. En segundo lugar observaríamos incrementos en Europa por 300.000 TMA y en tercer lugar en Estados Unidos con 100.000. En América Latina se espera otro tanto con 50.000 TMA de consumo adicional del Brasil en 1994 y otro tanto del resto.

La producción de cobre de mina se estima que crecerá más rápido que la demanda en los próximos cuatro años: aproximadamente 3% anual. La mayor parte del aumento provendrá de procesos de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención. Estos crecerán a una tasa acumulativa anual superior al 8%. Como estos procesos son de menores costos de producción ello tenderá a reducir el costo promedio de producir cobre en el mundo.

Los aumentos absolutos y relativos más fuertes vendrán de América Latina y de Chile en particular (un aumento de 420.000 TMA entre 1990 y 1994). Los aumentos esperados de Perú y México se sitúan en alrededor de 30.000 TMA, lo que bordea el 10% de la oferta actual de cada uno. Otros aumentos importantes vendrán de Indonesia y Estados Unidos.

De los siete proyectos de inversión nuevos más grandes que entrarán en producción los próximos cuatro años, hay cinco que están en Chile. El mayor es Candelaria, seguido de Quebrada Blanca y Cerro Colorado.

Como resultado de este leve mayor aumento de la oferta que la demanda, para los próximos años se espera cierta acumulación de stock y reducción de precios desde 115 c/lb. en 1990 a alrededor de 110 en 1991; 100 en 1992 y 90 en 1994, todo expresado en dólares de 1990. Naturalmente que esto no supone situaciones imprevistas como huelgas muy largas en algún país, la prolongación de la recesión en la OECD o conflictos económicos y políticos en Europa Oriental. Todo esto tendería a reducir más los precios futuros.

En consecuencia, las perspectivas de precios y mercados para el cobre no son promisorias hasta mediados de esta década. Nada hace vislumbrar que esta tendencia vaya a revertirse drásticamente en la segunda mitad. Lo realista es esperar un precio de 100 centavos la libra como promedio para esta década.

En estas condiciones la recomendación principal de este estudio es que los países productores de América Latina se concentren en introducir las tecnologías y reestructuraciones que permitan reducir sus costos de producción. De lo contrario se verán crecientemente desplazados del mercado. Esto es más importante hoy que los aumentos indiscriminados de producción y, menos aún, que los intentos de alcanzar acuerdos de precios entre gobiernos.

Los motivos para esta recomendación son simples. Las nuevas tecnologías, de extracción por solventes y otras, hace económica la operación de muchas minas y empresas de tamaño mediano en el mundo. El mercado va a tender a hacerse más competitivo y con precios tendiendo a la baja. Por otra parte, los productores latinoamericanos, especialmente las grandes minas estatales peruanas y los mexicanos enfrentarán costos crecientes por la inevitable baja de las leyes de sus minerales y la

depreciación de sus instalaciones. Por lo tanto, sin nuevas inversiones ahora enfrentarán márgenes que irán reduciéndose con el tiempo. Además el costo de capital de una mina se va haciendo relativamente más importante que el de operación. El costo de capital --suponiendo que el inversionista exige un retorno anual del 20% a su inversión-- pasa a representar entre 27 y 45 centavos de dólar por libra. En consecuencia, dados los volúmenes de inversión requeridos y los riesgos involucrados, los costos de operación deben ser muy bajos para que los inversionistas prefieran invertir en América Latina en vez de hacerlo en algún país desarrollado: Estados Unidos, Canadá o Australia.

Los modos de hacer lo aquí propuesto no es sencillo. Hay obstáculos políticos grandes para hacer reestructuraciones y reducciones de personal en empresas públicas, como es el caso de CODELCO en Chile y Minera Perú o Centromín. Otra alternativa para reestructurar las empresas puede ser su privatización. Esto se ha hecho en México con Cananea. Es demasiado temprano para evaluar si ha sido exitosa. Es difícil seguir la misma estrategia con las grandes empresas públicas de Chile y Perú. No obstante, una buena solución intermedia puede ser la propuesta por aquel país de permitir a CODELCO vender o aportar sus yacimientos no explotados para constituir empresas mixtas con inversionistas privados nacionales o extranjeros.

La otra recomendación importante es abrir la minería a la inversión extranjera. Esto se torna más valioso que en el pasado principalmente por la significación de la innovación tecnológica, que es algo que tradicionalmente aportan dichos inversionistas. En este contexto, cabe no dejar de considerar sino, por el contrario, recomendar especialmente la apertura hacia la inversión de otros países latinoamericanos. Por ejemplo, la de empresas chilenas en Perú y Argentina. O las manufactureras brasileñas en Chile.

Ha habido algunas conversaciones promisorias entre dirigentes empresariales del sector en Chile y Argentina que han llevado a incluir el tema en la agenda de las reuniones de los Presidentes de ambos países.

Las políticas de integración entre los países latinoamericanos podrían ayudar algo al desarrollo del sector en la región. Pero no cabe esperar un dinamismo significativo derivado de dicha política. Como se demuestra en este estudio (ver cuadros 5, 6 y 7) el consumo de cobre en la región es pequeño y el aumento esperado en esta década es bajo. Por lo tanto, aun cuando esta última tendencia cambiara, no cabe esperar que constituya un impulso considerable a la industria. Una duplicación del consumo del Brasil en los próximos cuatro años (en vez del 20% de aumento que se espera) apenas absorbería cuatro quintos del aumento casi seguro de la oferta de cobre de Chile. Por

lo tanto, los efectos creación y desviación de comercio de un proceso de integración latinoamericano más intenso tendrían efectos marginales sobre la producción y demanda regionales. En este mercado son mucho más significativos los efectos ingreso o, más específicamente, de industrialización.

No cabe concluir lo mismo respecto a las políticas de integración o libre comercio que algunos países latinoamericanos están siguiendo o pensando seguir con Estados Unidos y Canadá. Dichos países ofrecen, especialmente a México, la posibilidad de elevar las exportaciones de manufacturas de cobre a dichos mercados al eliminar los aranceles que les afectan. También debiera estimular la inversión extranjera --en particular norteamericana-- en ese segmento del mercado. Es improbable que el acuerdo de libre comercio de Chile con Estados Unidos y Canadá tenga el mismo efecto por cuanto los costos de transporte van a seguir siendo una barrera elevada a la entrada.

En todo caso, y resumiendo, la principal conclusión y recomendación de este estudio es que la mayor apertura hacia los mercados externos, tanto de bienes como de capital, sería la mejor política a seguir para elevar la contribución de la minería del cobre a la economía latinoamericana.

**BIBLIOGRAFIA**

- "Flash Smelting", Outokumpu Engineering, 1989 (Finland).
- "Cast and Roll Process" A new advanced method for the fabrication of Seamless Copper Tubes. Outokumpu Engineering, 1989.
- "Technological Innovation in the U.S. Copper Industry: A Special Survey". Journal of Metals, July 1983.
- "Boletín del Centro de Investigación Minera - Metalúrgica, CIMM, Vol. 5, N° 3, julio-diciembre 1990".
- "World Metal Statistics", December 1990.
- "Competitividad en la Industria del Cobre: Presente y Futuro", Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO), marzo 1991.
- "An econometric study of the world copper market", Joaquín Vial, CIEPLAN, mayo 1988.
- "Análisis de la Industria y del Mercado del Cobre 1980-1994", Comisión Chilena del Cobre, mayo de 1991.
- "Estadísticas del Cobre y otros Minerales - Anuario 1989". Comisión Chilena del Cobre, agosto 1990.
- "Los Altibajos del Cobre" Diario El Mercurio, Economía y Negocios, mayo de 1991.
- "Precio del Cobre Una Variable con Carácter". Diario El Mercurio, Economía y Negocios, octubre de 1990.
- "La Industria Mundial del Cobre: Perspectivas del Mercado para el período 1990-1994", CODELCO-CHILE, agosto de 1990.
- "Usos del Cobre y Manufactura Nacional", Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, 37ª Convención, noviembre 1986.
- "Transferencia y Generación de Tecnología en la Minería Chilena. Reflexiones de Política", Juanita Gana, Cuadernos de CESCO, 1990.
- "World Copper to 2005", MET Research Corporation, March 1988.
- "Perspectivas de la Minería en Chile", Comisión Chilena del Cobre, mayo 1990.
- "Superconductores: ¿Cómo nos afectarán?", Revista Minería Chilena, N° 77, agosto 1987.
- Outokumpu News, N° 1/90 Volume 27.
- "International Financial & Currency Markets", Bank of America, November/December 1990.

**ANEXOS. ESTADISTICAS**



D. D. E. No. 14/89  
1.04.89

## Cuadro A-1

PRECIO DEL CUBRE REFINADO NOMINAL Y REAL

(Centavos de dólar por libra de Febrero de 1989)

COMISION CHILENA DEL COBRE

AÑO	NOMINAL		REAL (1)	
	B.M.L.	COMEX	B.M.L.	COMEX
1935	6,973	N.D.	56,0	N.D.
1936	8,531	N.D.	67,6	N.D.
1937	12,021	N.D.	89,5	N.D.
1938	8,885	N.D.	72,4	N.D.
1939	8,453	N.D.	81,0	N.D.
1940	10,601	N.D.	86,9	N.D.
1941	11,159	N.D.	82,1	N.D.
1942	11,168	N.D.	72,7	N.D.
1943	11,168	N.D.	69,7	N.D.
1944	11,168	N.D.	69,1	N.D.
1945	11,155	N.D.	68,1	N.D.
1946	13,893	N.D.	74,2	N.D.
1947	23,477	N.D.	101,8	N.D.
1948	24,116	N.D.	96,9	N.D.
1949	21,899	N.D.	92,3	N.D.
1950	22,353	N.D.	90,4	N.D.
1951	27,541	N.D.	100,4	N.D.
1952	32,349	N.D.	120,8	N.D.
1953	32,180	N.D.	121,6	N.D.
1954	31,265	N.D.	118,2	N.D.
1955	43,898	42,729	165,7	161,4
1956	41,072	39,821	150,2	145,6
1957	27,455	27,227	97,8	97,0
1958	24,730	25,279	86,7	80,7
1959	29,735	31,153	104,0	108,9
1960	30,751	30,732	107,6	107,6
1961	28,724	29,933	100,8	105,0
1962	29,263	29,227	102,5	102,3
1963	29,301	29,796	102,8	104,6
1964	44,110	42,940	154,5	150,4
1965	58,734	50,461	201,4	173,0
1966	69,465	63,159	230,5	209,7
1967	51,127	50,388	169,6	167,3
1968	56,101	51,125	181,4	165,3
1969	66,563	63,863	207,1	190,4
1970	64,195	61,275	192,9	184,1
1971	49,266	49,050	143,5	143,0
1972	48,556	49,140	135,3	136,9
1973	80,776	78,445	198,9	193,3
1974	93,272	90,156	193,2	186,8
1975	55,942	55,543	186,2	185,3
1976	63,611	64,072	115,2	115,9
1977	59,290	60,294	101,4	104,2
1978	61,886	62,172	98,1	98,7
1979	89,830	88,466	126,5	124,7
1980	99,174	96,758	122,4	119,2
1981	78,949	78,655	89,3	89,0
1982	67,057	65,020	74,5	73,0
1983	72,173	71,901	79,0	78,8
1984	62,449	61,320	66,9	65,5
1985	64,281	60,900	69,1	65,4
1986	62,207	61,649	60,9	60,2
1987	81,006	77,837	86,9	83,7
1988	117,937	114,600	122,2	118,6
1989 (ENE/MAR)	147,620	143,095	147,8	143,3

(1) Deflactor: Índice de Precios al por Mayor de Estados Unidos, base febrero 1989=100.

N.D. Información no disponible.

## Cuadro A-2

PRECIO REAL DEL COBRE EN LA BOLSA DE METALES DE LONDRES  
DESDE 1935 A 1989  
Los precios están expresados en dólares de Febrero de 1989  
Fuente : Comisión Chilena del Cobre

a 113,318180 Promedio de largo plazo 1  
b 43,005000 Desviación estándar 1 71,1  
k 7,200000 Constante de frecuencia 7,2 max  
Offx 54,500000 Shift Horizontal 54,5  
R 71,24% Correlación

AÑO	Año*k Rad	Est Y	Precio LitE	Error Std'2	Desv media'
1935	236,310599	85,9057613	56,00	894,35456	3285,37397
1936	236,436263	81,9688842	67,60	206,46483	2090,15215
1937	236,561927	78,5264042	89,50	120,41931	567,305785
1938	236,687591	75,6326112	72,40	10,449775	1674,2976
1939	236,813254	73,3331422	81,00	58,780708	1044,46488
1940	236,938918	71,6642612	36,90	232,12774	697,920331
1941	237,064582	70,6522873	82,10	131,05013	974,574876
1942	237,190245	70,31318	72,70	5,6969097	1649,83669
1943	237,315909	70,6522873	69,70	0,906851	1902,54579
1944	237,441573	71,6642612	69,10	6,5754353	1955,2476
1945	237,567236	73,3331422	68,10	27,385778	2044,68397
1946	237,6929	75,6326112	74,20	2,0523749	1530,23215
1947	237,818564	78,5264042	101,80	541,66026	132,668512
1948	237,944228	81,9688842	96,90	222,93822	269,556694
1949	238,069891	85,9057613	92,30	40,886288	441,763967
1950	238,195555	90,2749487	90,40	0,0156378	525,243058
1951	238,321219	95,0075416	100,40	29,078608	166,879421
1952	238,446882	100,028904	120,80	431,43842	55,9776033
1953	238,572546	105,259847	121,60	267,00061	68,5885124
1954	238,69821	110,617874	118,20	57,488639	23,8321488
1955	238,823874	116,018486	165,70	2468,2528	2743,85488
1956	238,949537	121,376513	150,20	830,79338	1360,26851
1957	239,075201	126,607456	97,80	829,86951	240,813967
1958	239,200865	131,628818	86,70	2018,5987	708,527603
1959	239,326528	136,361411	104,00	1047,2609	86,8285124
1960	239,452192	140,730599	107,60	1097,6366	32,6976033
1961	239,577856	144,667476	100,80	1924,3554	156,704876
1962	239,703519	148,109956	102,50	2080,2681	117,033058
1963	239,829183	151,003749	102,80	2323,6014	110,632149
1964	239,954847	153,303218	154,50	1,4322877	1695,94215
1965	240,080511	154,972099	201,40	2155,55	7758,40669
1966	240,206174	155,984073	230,50	5552,6234	13731,5785
1967	240,331838	156,32318	169,60	176,27395	3167,64306
1968	240,457502	155,984073	181,40	645,96936	4635,13397
1969	240,583165	154,972099	207,10	2717,3181	8795,02942
1970	240,708829	153,303218	192,90	1567,9052	6333,26579
1971	240,834493	151,003749	140,50	56,306246	910,942149
1972	240,960157	148,109956	135,30	164,09497	483,200331
1973	241,08582	144,667476	198,90	2941,1667	7324,2476
1974	241,211484	140,730599	193,20	2753,0381	6381,10488
1975	241,337148	136,361411	106,20	909,71073	50,6685124
1976	241,462811	131,628818	115,20	269,90608	3,54123967
1977	241,588475	126,607456	101,40	635,41583	142,043058
1978	241,714139	121,376513	98,10	541,79508	231,593058
1979	241,839802	116,018486	136,50	109,86213	173,760331
1980	241,965466	110,617874	122,40	138,8185	82,4794215
1981	242,09113	105,259847	89,30	254,7167	576,873058
1982	242,216794	100,028904	74,50	651,72495	1506,85124
1983	242,342457	95,0075416	79,00	256,24139	1177,7376

## Conclusión Cuadro A-2

1984	242,468121	90,2749487	66,90	546,38823	2154,6476
1985	242,593795	85,9057613	69,10	262,43361	1955,2476
1986	242,719448	81,9688842	68,90	170,79573	1972,97488
1987	242,845112	78,5264042	66,90	70,117107	697,920331
1988	242,970776	75,6326112	122,20	2168,5217	78,8866942
1989	243,09644	73,3331422	147,80	5545,3129	1188,99579
				49190,848	99869,2218

71,24%

Precio Promedio		113,32
Desviación estándar		43,01

## Cuadro A-3

## CIORÉAL DEL COBRE EN LA BOLSA DE METALES DE LONDRES DESDE 1960 A 1989

Precios están expresados en dólares de Febrero de 1989

Fuente: Comisión Chilena del Cobre

a	134,000000	Promedio de largo plazo	135
b	53,005000	Desviación estándar	53,005
k	15,000000	Constante de frecuencia	15
Offx	44,500000	Shift Horizontal	44,5
R	78,26%	Correlación	78,23%
Media Y	129,32		30,00
Desv. Std	47,37		129,32

$$134 + [53,005 * \sin((Year - 44,5) * 15 * \pi / 180)]$$

$$\$C\$7 + (\$C\$8 * \sin(C17))$$

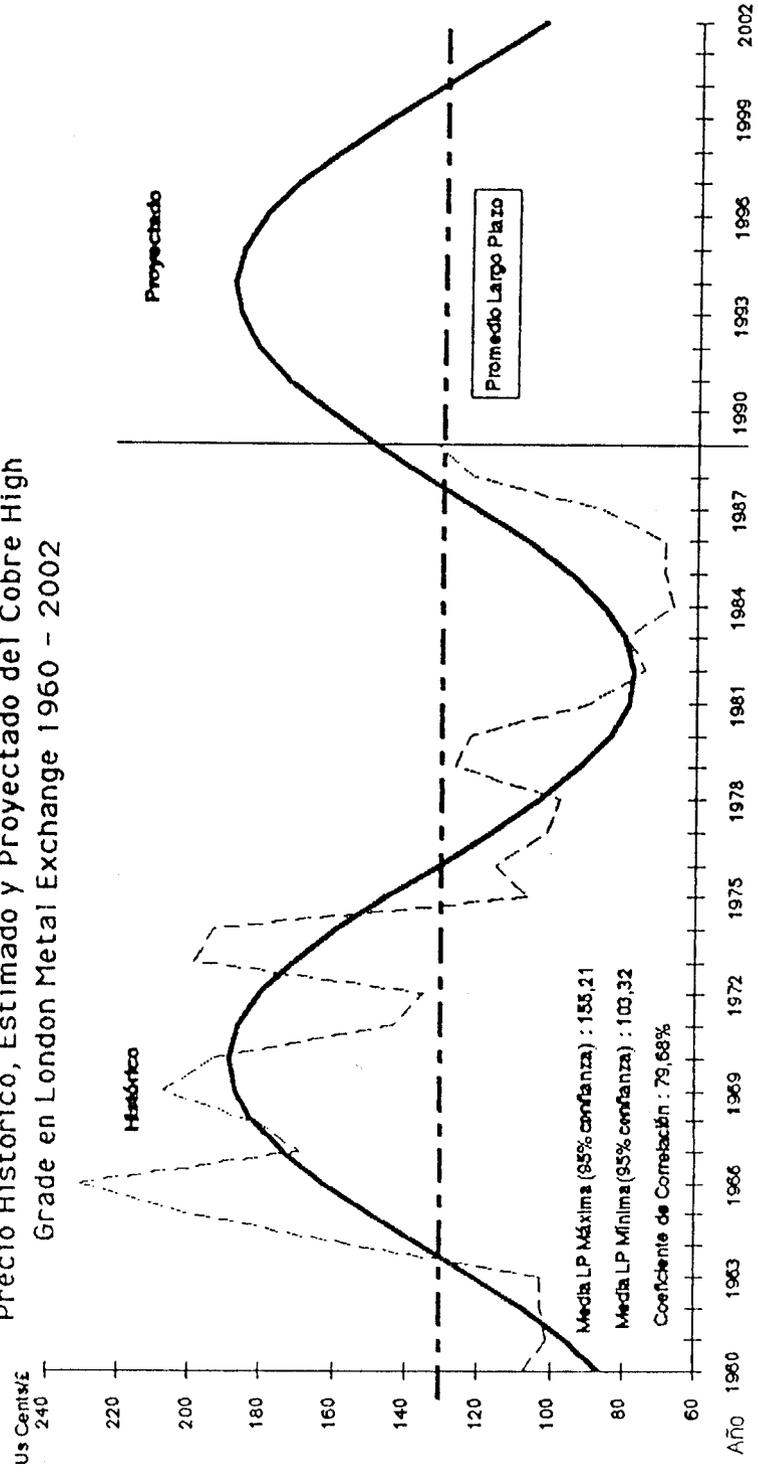
$$(B17 - \$C\$10) * \$C\$9 * PI() / 180$$

AÑO	Año*k Rad	Est price	Precio LME	Error Std*2
1960	501,4767273	85,02976538	107,60	509,415491
1961	501,7385267	91,9483062	100,80	78,3524832
1962	502,0003261	101,7326005	102,50	0,58890206
1963	502,2621255	113,7158647	102,80	119,156101
1964	502,5239249	127,0814592	154,50	751,776381
1965	502,7857243	140,9185408	201,40	3658,0069
1966	503,0475237	154,2841353	230,50	5808,85803
1967	503,309323	166,2673995	169,60	11,1062258
1968	503,5711224	176,0516938	181,40	28,6043792
1969	503,8329218	182,9702346	207,10	582,245577
1970	504,0947212	186,5515349	192,90	40,3030094
1971	504,3565206	186,5515349	143,50	1853,43466
1972	504,61832	182,9702346	135,30	2272,45127
1973	504,8801194	176,0516938	198,90	522,045096
1974	505,1419188	166,2673995	193,20	725,364967
1975	505,4037181	154,2841353	106,20	2312,08407
1976	505,6655175	140,9185408	115,20	661,443342
1977	505,9273169	127,0814592	101,40	659,537346
1978	506,1891163	113,7158647	98,10	243,855229
1979	506,4509157	101,7326005	126,50	613,42408
1980	506,7127151	91,9483062	122,40	927,305655
1981	506,9745145	85,02976538	89,30	18,2349037
1982	507,2363139	81,44846512	74,50	48,2811676
1983	507,4981132	81,44846512	79,00	5,99498146
1984	507,7599126	85,02976538	66,90	328,688393
1985	508,021712	91,9483062	69,10	522,045096
1986	508,2835114	101,7326005	68,90	1077,97965
1987	508,5453108	113,7158647	86,90	719,090598
1988	508,8071102	127,0814592	122,20	23,8286437
1989	509,0689096	140,9185408	131,00	98,377452
1990	509,330709	154,2841353		25221,8801
1991	509,5925084	166,2673995		
1992	509,8543077	176,0516938		
1993	510,1161071	182,9702346		78,26%
1994	510,3779065	186,5515349		
1995	510,6397059	186,5515349		
1996	510,9015053	182,9702346		
1997	511,1633047	176,0516938		
1998	511,4251041	166,2673995		
1999	511,6869035	154,2841353		
2000	511,9487028	140,9185408		
2001	512,2105022	127,0814592		
2002	512,4723016	113,7158647		

Precio Promedio			129,32
-----------------	--	--	--------

Cuadro A-4

Precio Histórico, Estimado y Proyectado del Cobre High Grade en London Metal Exchange 1960 - 2002



## Cuadro A-5

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE MINA  
 PRINCIPALES AGRUPACIONES. PERIODO 1950 - 1989  
 (Miles de T.M. de cobre fino)

AÑO	PAISES DESARROLLADOS	PAISES VIAS DE DESARROLLO	TOTAL MUNDO OCCIDENTAL	OTROS PAISES	TOTAL MUNDIAL
1950	1.266,6	1.019,4	2.286,0	238,2	2.524,2
1951	1.292,4	1.092,2	2.384,6	277,8	2.662,4
1952	1.296,8	1.146,0	2.442,8	323,4	2.766,2
1953	1.310,5	1.148,0	2.458,5	343,1	2.801,6
1954	1.286,1	1.198,6	2.484,7	366,6	2.851,3
1955	1.476,9	1.253,8	2.730,7	381,0	3.111,7
1956	1.621,1	1.410,5	3.031,6	438,9	3.470,5
1957	1.627,8	1.462,6	3.090,4	464,8	3.555,2
1958	1.545,6	1.413,6	2.959,2	492,8	3.452,0
1959	1.467,3	1.684,4	3.151,7	539,0	3.690,7
1960	1.760,2	1.852,3	3.612,5	625,2	4.237,7
1961	1.843,0	1.870,0	3.713,0	679,7	4.394,7
1962	1.943,5	1.869,1	3.814,6	744,6	4.559,2
1963	1.955,6	1.925,8	3.881,4	749,3	4.630,7
1964	2.012,5	1.985,8	3.998,3	850,8	4.849,1
1965	2.105,0	2.041,6	4.146,6	917,5	5.064,1
1966	2.255,4	2.052,4	4.307,8	980,3	5.288,1
1967	1.919,0	2.140,0	4.059,0	1.018,0	5.077,0
1968	2.201,4	2.213,5	4.414,9	1.058,7	5.473,6
1969	2.506,0	2.322,1	4.828,1	1.111,5	5.939,6
1970	2.805,3	2.341,2	5.146,5	1.204,1	6.350,6
1971	2.725,3	2.387,6	5.112,9	1.328,8	6.441,7
1972	2.960,2	2.683,8	5.644,0	1.400,7	7.044,7
1973	3.174,7	2.858,8	6.031,5	1.470,4	7.501,9
1974	3.072,5	3.075,7	6.148,2	1.516,9	7.665,1
1975	2.801,9	2.919,9	5.721,8	1.623,4	7.345,2
1976	2.985,1	3.175,5	6.160,6	1.682,7	7.843,3
1977	2.930,5	3.341,8	6.272,3	1.673,6	7.945,9
1978	2.820,1	3.280,5	6.100,6	1.753,6	7.854,2
1979	2.860,1	3.275,2	6.135,3	1.791,2	7.926,5
1980	2.690,4	3.351,4	6.041,8	1.672,1	7.713,9
1981	3.013,8	3.468,1	6.481,9	1.676,0	8.157,9
1982	2.559,3	3.681,3	6.240,6	1.801,9	8.042,5
1983	2.532,5	3.735,0	6.267,5	1.837,8	8.105,3
1984	2.640,0	3.729,2	6.369,2	1.911,0	8.280,2
1985	2.670,2	3.762,3	6.432,5	1.956,2	8.388,7
1986	2.639,9	3.803,7	6.443,6	1.981,3	8.424,9
1987	2.762,1	3.933,4	6.695,5	2.078,3	8.773,8
1988	2.846,7	3.847,0	6.693,7	2.089,0	8.782,7
1989	3.035,2	4.039,0	7.074,2	2.089,0 (e)	9.163,2 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: -WORLD METAL STATISTICS (Junio 1989 y anteriores).

-COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de producción de Chile.

## Cuadro A-6

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE MINA  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Chile	1.062,7	1.067,9	1.081,1	1.242,2	1.257,5	1.290,7	1.356,2	1.401,1	1.418,1	1.451,0	1.609,3
Estados Unidos	1.443,6	1.181,1	1.538,2	1.147,0	1.038,1	1.102,6	1.105,8	1.147,3	1.255,9	1.419,6	1.498,2
U.R.S.S.	1.130,0	980,0	1.000,0	1.010,0	1.020,0	1.020,0	1.030,0	1.030,0	1.010,0	990,0	990,0 (e)
Canadá	636,4	716,4	691,3	612,5	653,0	721,8	738,6	698,5	794,1	758,5	721,9
Zambia	588,3	595,8	587,4	529,6	591,3	576,0	510,8	512,9	527,0	476,1	510,2
Zaire	399,8	459,7	504,8	502,8	502,2	500,7	502,1	502,6	500,0	455,1	441,0
Polonia	340,0	343,0	294,6	376,0	402,3	431,0	432,0	435,0	438,0	441,0	441,0 (e)
China R.P.	175,0	177,0	182,0	197,0	175,0	180,0	200,0	220,0	350,0	370,0	370,0 (e)
Perú	397,2	366,8	327,6	356,3	322,2	364,7	385,0	386,1	406,4	298,3	364,1
Australia	237,6	243,5	231,3	245,3	261,5	235,7	259,8	248,4	232,7	238,3	289,0
México	107,1	175,4	230,5	239,1	198,9	185,2	172,9	184,6	230,6	268,4	242,7
Papúa Nueva Guinea	170,8	146,8	165,4	170,0	183,2	164,4	175,0	178,6	217,7	213,7	204,0
Filipinas	298,3	304,5	302,3	292,2	271,4	233,6	222,2	217,0	216,3	218,1	189,5
Sudáfrica	203,2	211,9	210,6	207,1	211,8	212,0	203,9	203,2	197,1	174,6	178,9
Indonesia	60,2	59,0	62,6	75,1	78,6	85,6	88,7	95,8	105,3	125,9	144,0
Mongolia	21,7	44,0	71,8	95,0	95,0	128,0	136,0	140,0	120,0	130,0	130,0 (e)
Portugal	3,6	5,2	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	1,1	5,2	103,7
Yugoeslavia	111,4	116,8	111,0	119,3	129,5	116,2	116,7	116,7	111,0	103,5	99,1
Bulgaria	60,0	62,0	62,0	65,0	68,0	73,0	78,0	80,0	80,0	80,0	80,0 (e)
Suecia	45,8	42,8	50,7	55,4	74,6	85,8	91,8	87,4	84,7	74,4	70,7
Irán	3,0	1,0	2,0	43,0	57,6	43,3	40,0	50,0	40,0	51,0	60,0
India	27,7	27,6	25,2	24,0	43,8	47,0	48,0	49,2	54,1	51,5	53,3
Turquía	30,8	21,3	33,6	32,8	24,9	24,5	26,6	21,1	25,8	36,2	43,1
Brasil	-	1,4	13,9	24,4	32,1	35,2	41,0	40,2	40,3	44,8	43,0
Namibia	41,9	39,2	44,3	48,8	52,1	50,0	47,6	49,9	38,7	40,9	33,0
España	43,3	47,5	51,3	47,7	53,5	63,6	61,0	53,5	16,3	18,1	27,4
Rumania	29,0	28,0	30,0	30,0	28,0	30,0	30,0	28,0	28,0	26,0	26,0 (e)
Malasia	24,5	27,0	28,6	29,6	29,0	29,2	30,5	28,3	29,9	22,0	25,4
Botsuana	14,6	15,6	17,8	18,4	20,3	21,5	21,7	21,3	18,9	24,4	20,3
Albania	9,7	11,5	11,5	14,0	15,0	14,1	15,0	15,5	16,4	17,0	17,0 (e)
Omán	-	-	-	-	11,3	16,2	17,6	16,7	16,9	18,1	16,6
Noruega	28,7	28,9	28,1	27,6	22,6	25,0	19,0	21,9	22,0	15,9	16,5
Zimbabue	29,6	27,0	24,6	24,8	23,7	23,1	20,9	18,0	18,8	16,1	15,7
Japón	59,1	52,6	51,5	50,7	46,0	43,3	43,2	34,9	23,9	16,7	14,7
Finlandia	41,1	36,8	38,2	38,2	37,7	30,8	28,0	25,9	19,8	20,2	14,5
SUB-TOTAL	7.875,7	7.665,0	8.106,4	7.981,5	8.032,1	8.204,2	8.295,9	8.359,9	8.705,7	8.720,6	9.103,8
Otros	50,8	48,9	51,5	61,0	73,2	76,0	92,8	65,1	68,1	62,1	59,4
TOTAL MUNDIAL	7.926,5	7.713,9	8.157,9	8.042,5	8.105,3	8.280,2	8.388,7	8.424,9	8.773,8	8.782,7	9.163,2 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: - WORLD METAL STATISTICS (Junio 1990 y anteriores).

- COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de Producción de Chile.

## Cuadro A-7

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE MINA  
PARTICIPACIONES PORCENTUALES

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Chile	13,4	13,8	13,3	15,5	15,5	15,6	16,2	16,6	16,2	16,5	17,6
Estados Unidos	18,2	15,3	18,9	14,3	12,8	13,3	13,2	13,6	14,3	16,2	16,4
U.R.S.S.	14,3	12,7	12,3	12,6	12,6	12,3	12,3	12,2	11,5	11,3	10,8
Canadá	9,0	9,3	8,5	7,6	8,1	8,7	8,8	8,3	9,1	8,6	7,9
Zambia	7,4	7,7	7,2	6,6	7,3	7,0	6,1	6,1	6,0	5,4	5,6
Zaire	5,0	6,0	6,2	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	5,7	5,3	4,8
Polonia	4,3	4,5	3,6	4,7	5,0	5,2	5,2	5,2	5,0	5,0	4,8
China R.P.	2,2	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	2,4	2,6	4,0	4,2	4,0
Perú	5,0	4,8	4,0	4,4	4,0	4,4	4,6	4,6	4,6	3,4	4,0
Australia	3,0	3,2	2,8	3,1	3,2	2,9	3,1	3,0	2,7	2,7	3,2
México	1,4	2,3	2,8	3,0	2,5	2,2	2,1	2,2	2,6	3,1	2,7
Papúa Nueva Guinea	2,2	1,9	2,0	2,1	2,3	2,0	2,1	2,1	2,5	2,4	2,2
Filipinas	3,8	4,0	3,7	3,6	3,4	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,1
Sudáfrica	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,4	2,3	2,0	2,0
Indonesia	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6
Mongolia	0,3	0,6	0,9	1,2	1,2	1,6	1,6	1,7	1,4	1,5	1,4
Portugal	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1
Yugoeslavia	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1
Bulgaria	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9
Suecia	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8
Irán	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7
India	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Turquia	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
Brasil	-	0,0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Namibia	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4
España	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,2	0,2	0,3
Rumania	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Malasia	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Botsuana	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Albania	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Omán	-	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Noruega	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Zimbabue	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Japón	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
Finlandia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
SUB-TOTAL	99,4	99,4	99,4	99,2	99,1	99,1	98,9	99,2	99,2	99,3	99,3
Otros	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	1,1	0,8	0,8	0,7	0,7
TOTAL MUNDIAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FUENTE: COMISION CHILENA DEL COBRE.

## Cuadro A-8

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE FUNDICION  
 PRINCIPALES AGRUPACIONES. PERIODO 1950 - 1989  
 (Miles de T.M. de cobre fino)

AÑO	PAISES DESARROLLADOS	PAISES VIAS DE DESARROLLO	MUNDO MUNDO OCCIDENTAL	OTROS PAISES	TOTAL MUNDIAL
1950	1.450,6	903,2	2.353,8	240,0	2.593,8
1951	1.456,0	967,7	2.423,7	280,1	2.703,8
1952	1.456,7	998,0	2.454,7	324,5	2.779,2
1953	1.525,8	1.026,7	2.552,5	342,5	2.895,0
1954	1.501,6	1.060,8	2.562,4	361,6	2.924,0
1955	1.665,4	1.113,9	2.779,3	379,3	3.157,6
1956	1.866,3	1.235,8	3.102,1	436,9	3.539,0
1957	1.852,3	1.265,4	3.117,7	468,1	3.585,8
1958	1.777,4	1.211,4	2.988,8	492,8	3.481,6
1959	1.644,4	1.476,6	3.121,0	540,2	3.661,2
1960	2.122,2	1.655,6	3.777,8	634,0	4.411,8
1961	2.234,8	1.666,8	3.901,6	688,6	4.590,2
1962	2.307,6	1.678,3	3.985,9	751,0	4.736,9
1963	2.353,0	1.707,0	4.060,0	762,5	4.822,5
1964	2.479,7	1.813,5	4.293,2	861,8	5.155,0
1965	2.591,5	1.859,6	4.451,1	924,6	5.375,7
1966	2.762,3	1.823,2	4.585,5	986,0	5.571,5
1967	2.307,9	1.905,7	4.213,6	1.025,0	5.238,6
1968	2.857,0	1.962,9	4.819,9	1.065,3	5.885,2
1969	3.153,0	2.053,9	5.206,9	1.112,0	6.318,9
1970	3.393,6	2.069,7	5.463,3	1.196,2	6.659,5
1971	3.384,0	2.005,0	5.389,0	1.306,7	6.695,7
1972	3.779,1	2.115,9	5.895,0	1.429,7	7.324,7
1973	4.136,2	2.099,3	6.235,5	1.481,0	7.716,5
1974	4.044,6	2.293,8	6.338,4	1.537,4	7.875,8
1975	3.659,6	2.228,6	5.888,2	1.642,5	7.530,7
1976	3.829,7	2.409,6	6.239,3	1.706,7	7.946,0
1977	3.831,9	2.606,0	6.437,9	1.696,9	8.134,8
1978	3.703,5	2.569,5	6.273,0	1.807,4	8.080,4
1979	3.756,5	2.552,9	6.309,4	1.812,1	8.121,5
1980	3.540,8	2.606,2	6.147,0	1.828,2	7.975,2
1981	3.919,3	2.641,5	6.560,8	1.861,5	8.422,3
1982	3.632,5	2.811,6	6.444,1	1.870,0	8.314,1
1983	3.651,3	2.887,1	6.538,4	1.841,8	8.380,2
1984	3.783,3	3.025,9	6.809,2	1.875,2	8.684,4
1985	3.896,8	3.106,3	6.993,1	1.938,0	8.931,1
1986	3.904,5	3.175,4	7.079,9	1.989,4	9.069,3
1987	3.940,5	3.223,2	7.163,7	2.105,5	9.269,2
1988	4.174,9	3.151,5	7.326,4	2.090,5	9.416,9
1989	4.241,7	3.363,9	7.605,6	2.090,5 (e)	9.595,1 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: -WORLD METAL STATISTICS (Junio 1989 y anteriores).

-COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de producción de Chile.

## Cuadro A-9

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE FUNDICION  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	1.395,8	1.053,3	1.377,6	1.020,8	987,0	1.183,4	1.190,9	1.195,9	1.248,9	1.363,2	1.479,5
Chile	949,9	953,1	953,8	1.046,8	1.058,9	1.098,3	1.088,4	1.123,9	1.106,9	1.189,4	1.266,6
U.R.S.S.	1.170,0	1.130,0	1.150,0	1.130,0	1.120,0	1.120,0	1.140,0	1.155,0	1.140,0	1.120,0	1.120,0 (e)
Japón	921,4	929,3	980,1	1.046,3	1.061,9	929,0	932,6	962,1	980,2	994,0	1.005,5
Zambia	595,1	601,3	571,6	580,7	562,7	531,9	544,2	514,1	523,2	466,8	485,2
Canadá	384,5	492,7	479,0	412,4	429,7	494,9	520,7	477,7	503,0	542,5	447,2
Zaire	370,2	425,7	468,2	466,4	465,5	465,5	470,0	476,0	472,4	436,2	428,5
China R.P. y Otros	189,0	198,0	214,0	235,0	195,0	220,0	245,0	300,0	417,0	425,0	425,0 (e)
Polonia	320,0	367,0	362,0	360,0	357,0	365,0	380,0	366,4	367,3	358,0	358,0 (e)
Perú	371,4	348,6	302,3	323,2	295,9	331,1	354,0	335,0	311,0	239,2	309,3
Alemania R.F.	250,7	257,8	251,4	240,0	253,6	225,5	247,0	238,6	207,7	221,5	222,0
Australia	169,4	182,0	177,2	180,3	181,8	188,0	175,4	178,8	182,8	188,2	213,0
Yugoeslavia	110,0	93,7	102,4	106,0	119,3	126,1	170,9	168,5	143,5	172,0	176,4
México	83,9	85,7	61,3	61,7	69,9	70,4	68,0	74,6	127,5	150,4	175,7
Sudáfrica	182,3	185,8	185,4	191,8	192,3	180,8	168,4	184,0	189,8	180,4	170,2
Filipinas	-	-	-	-	57,6	109,2	133,4	143,7	164,5	159,2	156,3
España	108,3	103,1	107,9	135,0	118,0	127,2	120,5	135,2	138,7	145,6	152,3
Brasil	-	-	-	9,6	58,7	47,3	80,6	101,0	134,0	132,0	132,0
Corea del Sur	48,2	64,1	108,2	119,4	124,0	100,2	112,7	123,2	143,8	123,5	123,6
Suecia	64,5	56,4	73,8	89,9	101,8	102,7	100,7	102,5	105,6	115,9	120,0
Belgica	55,4	69,2	61,7	81,9	73,3	76,0	115,1	105,9	92,2	93,4	93,6
Irán	0,7	-	-	18,0	8,5	47,9	40,0	50,0	40,0	52,0	80,1
Bulgaria	58,0	59,0	62,0	62,0	60,0	70,0	70,0	70,0	80,0	80,0	80,0 (e)
Finlandia	54,6	47,2	54,0	66,2	70,1	77,6	68,9	84,5	77,4	79,0	79,5
Taiwán	14,3	17,0	53,1	47,5	37,9	61,7	60,6	63,8	61,5	56,4	56,4
India	21,5	28,5	25,9	32,6	35,4	40,4	33,6	39,3	32,9	44,3	42,5
Austria	21,8	26,1	27,1	30,0	24,3	24,6	25,9	25,5	29,1	34,5	39,1
Namibia	42,7	40,0	39,7	49,8	34,2	46,4	43,3	45,7	35,5	40,0	36,6
Noruega	27,3	33,7	32,0	24,4	25,7	37,0	38,2	35,2	29,7	31,7	35,0
Zimbabue	31,4	26,3	30,1	30,5	31,2	24,2	24,4	29,6	30,0	27,5	30,0
Rumania	41,1	40,7	39,5	40,0	40,2	38,0	36,0	28,0	28,0	26,0	26,0 (e)
Alemania R.D.	18,0	16,0	16,0	17,0	17,0	14,0	14,0	15,0	17,0	25,0	25,0 (e)
Turquia	22,3	15,9	27,3	25,4	19,1	30,1	33,9	35,9	19,4	12,9	21,1
Omán	-	-	-	-	7,6	21,3	18,8	19,6	20,6	21,7	20,0
SUB-TOTAL	8.091,7	7.947,2	8.394,6	8.280,6	8.315,1	8.625,7	8.866,1	9.004,2	9.201,1	9.347,4	9.631,2
Otros	29,8	28,0	27,7	33,5	65,1	58,7	65,0	65,1	68,1	69,5	64,9
TOTAL MUNDIAL	8.121,5	7.975,2	8.422,3	8.314,1	8.380,2	8.684,4	8.931,1	9.069,3	9.269,2	9.416,9	9.696,1 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: - WORLD METAL STATISTICS (Junio 1990 y anteriores).

- COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de Producción de Chile.

## Cuadro A-10

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE FUNDICION  
PARTICIPACIONES PORCENTUALES

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	17,2	13,2	16,4	12,3	11,8	13,6	13,3	13,2	13,5	14,5	15,3
Chile	11,7	12,0	11,3	12,6	12,6	12,7	12,2	12,4	11,9	12,6	13,1
U.R.S.S.	14,4	14,2	13,7	13,6	13,4	12,9	12,8	12,7	12,3	11,9	11,6
Japón	11,4	11,7	11,6	12,6	12,7	10,7	10,4	10,6	10,6	10,6	10,4
Zambia	7,3	7,5	6,8	7,0	6,7	6,1	6,1	5,7	5,6	5,0	5,0
Canadá	4,7	6,2	5,7	5,0	5,1	5,7	5,8	5,3	5,4	5,9	4,6
Zaire	4,6	5,3	5,6	5,6	5,6	5,4	5,3	5,3	5,1	4,6	4,4
China R.P. y Otros	2,3	2,5	2,5	2,8	2,3	2,5	2,7	3,3	4,5	4,5	4,4
Polonia	3,9	4,6	4,3	4,3	4,3	4,2	4,3	4,0	4,0	3,8	3,7
Perú	4,6	4,4	3,6	3,9	3,5	3,8	4,0	3,7	3,4	2,5	3,2
Alemania R.F.	3,1	3,2	3,0	2,9	3,0	2,6	2,8	2,6	2,2	2,4	2,3
Australia	2,1	2,3	2,1	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2
Yugoeslavia	1,4	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	1,9	1,6	1,8	1,8
México	1,0	1,1	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	1,4	1,6	1,8
Sudáfrica	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,1	1,9	2,0	2,1	1,9	1,8
Filipinas	-	-	-	-	0,7	1,3	1,5	1,6	1,8	1,7	1,6
España	1,3	1,3	1,3	1,6	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
Brasil	-	-	-	0,1	0,7	0,5	0,9	1,1	1,5	1,4	1,4
Corea del Sur	0,6	0,8	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,6	1,3	1,3
Suecia	0,8	0,7	0,9	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
Belgica	0,7	0,9	0,7	1,0	0,9	0,9	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0
Irán	(a)	-	-	0,2	0,1	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,8
Bulgaria	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8
Finlandia	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Taiwán	0,2	0,2	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
India	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
Austria	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Namibia	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Noruega	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Zimbabue	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Rumania	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Alemania R.D.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Turquia	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2
Omán	-	-	-	-	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
SUB-TOTAL	99,6	99,6	99,7	99,6	99,2	99,3	99,2	99,3	99,2	99,3	99,3
Otros	0,4	0,4	0,3	0,4	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7
TOTAL MUNDIAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) Cifra inferior a 0,05 %.

FUENTE: COMISION CHILENA DEL COBRE.

## Cuadro A-11

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
 PRINCIPALES AGRUPACIONES. PERIODO 1950 - 1989  
 (Miles de T.M. de cobre fino)

AÑO	PAISES DESARROLLADOS	PAISES VIAS DE DESARROLLO	TOTAL MUNDO OCCIDENTAL	OTROS PAISES	TOTAL MUNDIAL
1950	2.306,0	521,0	2.827,0	326,6	3.153,6
1951	2.248,0	580,0	2.828,0	376,9	3.204,9
1952	2.205,8	593,0	2.798,8	425,9	3.224,7
1953	2.399,9	538,5	2.938,4	449,4	3.387,8
1954	2.449,5	568,2	3.017,7	477,6	3.495,3
1955	2.682,0	620,4	3.302,4	508,5	3.810,9
1956	2.840,3	667,4	3.507,7	569,4	4.077,1
1957	2.820,0	685,3	3.505,3	624,7	4.130,0
1958	2.760,5	649,0	3.409,5	664,3	4.073,8
1959	2.719,3	871,5	3.590,8	704,0	4.294,8
1960	3.331,7	859,9	4.191,6	799,9	4.991,5
1961	3.376,2	896,3	4.272,5	850,9	5.123,4
1962	3.437,2	941,1	4.378,3	910,9	5.289,2
1963	3.496,0	944,9	4.440,9	946,0	5.386,9
1964	3.712,9	1.032,1	4.745,0	987,1	5.732,1
1965	3.949,8	1.090,8	5.040,6	1.014,5	6.055,1
1966	4.036,6	1.136,6	5.173,2	1.153,6	6.326,8
1967	3.560,4	1.183,9	4.744,3	1.223,9	5.968,2
1968	4.138,0	1.216,2	5.354,2	1.263,8	6.618,0
1969	4.470,8	1.355,6	5.826,4	1.322,7	7.149,1
1970	4.758,2	1.363,3	6.121,5	1.414,4	7.535,9
1971	4.448,9	1.324,7	5.773,6	1.560,7	7.334,3
1972	4.886,2	1.498,3	6.384,5	1.708,1	8.092,6
1973	5.194,2	1.490,6	6.684,8	1.836,7	8.521,5
1974	5.229,4	1.715,6	6.945,0	1.958,1	8.903,1
1975	4.615,3	1.648,1	6.263,4	2.080,6	8.344,0
1976	4.881,6	1.763,3	6.644,9	2.144,8	8.789,7
1977	5.004,5	1.848,6	6.853,1	2.231,0	9.084,1
1978	5.001,8	1.901,3	6.903,1	2.328,6	9.231,7
1979	5.057,9	1.958,2	7.016,1	2.350,9	9.367,0
1980	4.959,2	2.077,2	7.036,4	2.216,7	9.253,1
1981	5.362,8	2.017,5	7.380,4	2.209,0	9.589,4
1982	4.953,3	2.216,0	7.169,3	2.251,1	9.420,4
1983	5.007,5	2.313,1	7.320,6	2.365,9	9.686,5
1984	4.751,8	2.433,7	7.185,5	2.369,6	9.555,1
1985	4.744,8	2.559,1	7.303,9	2.424,4	9.728,3
1986	4.827,1	2.626,3	7.453,4	2.430,6	9.884,0
1987	4.911,5	2.736,0	7.647,5	2.547,2	10.194,7
1988	5.331,4	2.695,5	8.026,9	2.540,3	10.567,2
1989	5.500,8	2.845,5	8.446,3	2.540,3 (e)	10.986,6 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: -WORLD METAL STATISTICS (Junio 1989 y anteriores).

-COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de producción de Chile.

## Cuadro A-12

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	1.975,8	1.686,0	2.026,8	1.694,3	1.583,8	1.489,5	1.429,0	1.479,9	1.541,7	1.857,2	1.953,5
U.R.S.S.	1.480,0	1.300,0	1.320,0	1.350,0	1.400,0	1.380,0	1.400,0	1.400,0	1.410,0	1.380,0	1.380,0 (e)
Chile	780,1	810,7	775,6	852,5	834,2	879,7	884,3	942,3	970,3	1012,7	1.071,0
Japón	983,7	1.014,3	1.050,1	1.075,0	1.091,9	935,2	936,0	943,0	980,3	955,1	989,6
Canadá	397,3	505,2	476,7	337,8	464,3	504,3	499,6	493,4	491,1	528,7	511,2
China R.P.	312,0	318,0	324,0	330,0	310,0	320,0	340,0	350,0	450,0	460,0	480,0
Bélgica	368,8	373,7	428,5	457,8	404,5	396,3	412,6	414,2	407,5	434,2	478,2
Alemania R.F.	382,5	374,0	387,4	393,6	420,3	378,8	414,4	421,9	399,8	426,4	475,3
Zambia	563,6	607,1	564,0	587,0	573,5	521,9	510,0	487,3	508,6	447,9	470,1
Polonia	333,8	357,3	327,1	348,0	360,1	372,3	387,0	388,0	390,2	401,0	390,3
Australia	173,9	182,4	191,0	178,1	202,6	197,2	194,3	185,1	207,8	222,7	255,0
Perú	230,3	223,5	200,4	224,5	194,7	219,0	227,0	225,6	224,8	174,7	224,3
Brasil	33,9	38,9	26,9	45,3	88,6	86,2	120,8	146,9	176,2	185,9	207,8
Zaire	103,2	144,0	151,3	175,0	226,9	225,2	226,8	217,9	210,2	202,8	182,0
Corea del Sur	76,0	79,0	113,0	115,8	134,8	140,6	150,0	165,0	157,9	170,4	178,7
España	140,6	153,7	152,1	171,9	158,6	156,4	151,7	155,1	151,4	158,8	165,7
Yugoeslavia	137,5	131,3	132,6	126,9	123,7	127,6	135,4	140,4	138,9	145,4	151,0
Sudáfrica	152,3	147,9	144,8	142,5	157,7	148,4	145,5	143,2	146,5	139,4	143,7
México	100,8	102,4	68,0	77,7	76,0	83,7	122,6	89,5	130,0	137,3	143,9
Filipinas	-	-	-	-	38,8	99,2	130,3	134,5	132,1	132,2	132,2
Reino Unido	121,7	161,3	136,2	134,1	144,4	136,8	125,4	125,6	122,3	124,0	119,0
Suecia	61,7	53,7	61,9	62,3	63,4	63,9	64,7	84,5	91,9	90,3	94,7
Alemania R.D.	51,0	51,0	54,0	60,0	68,0	69,0	75,0	73,0	74,0	80,0	80,0 (e)
Bulgaria	62,0	63,0	60,0	55,2	68,0	70,0	73,0	74,0	76,0	78,0	78,0 (e)
Italia	15,6	12,2	23,7	19,6	31,2	50,3	64,3	65,4	65,0	75,4	75,6
Turquía	22,3	18,8	22,4	34,7	37,9	51,4	60,6	75,1	75,6	68,4	68,4
Finlandia	43,0	40,5	33,8	48,0	55,4	57,3	58,8	64,2	59,5	53,9	55,7
Francia	45,3	46,5	46,4	46,6	45,3	40,9	43,9	42,8	40,2	44,4	49,3
Austria	32,8	43,3	39,1	41,6	33,1	33,3	33,6	32,6	32,9	38,4	46,3
Taiwán	13,3	19,5	53,2	47,4	38,0	47,8	46,7	50,4	47,0	43,3	43,2
India	19,3	23,2	23,1	27,0	28,1	33,6	28,9	36,9	30,8	40,1	41,0
Rumanía	66,3	65,0	60,0	50,0	68,0	60,0	50,0	44,0	42,0	40,0	40,0 (e)
Irán	3,0	1,0	1,0	1,0	10,0	5,0	12,0	12,0	30,0	32,0	40,0
Noruega	22,0	26,7	26,8	18,6	22,7	30,3	31,1	30,5	29,4	31,7	35,0
Checoslovaquia	24,6	25,6	25,5	25,6	25,7	26,4	26,4	26,5	27,7	30,0	30,0 (e)
Zimbabue	8,4	7,1	16,7	25,7	25,4	22,8	22,5	25,3	23,0	27,5	24,0
Albania	7,2	9,0	9,5	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	16,0 (e)
Omán	-	-	-	-	3,8	15,2	14,3	14,6	15,5	16,3	15,3
Hungría	12,0	27,8	28,9	22,8	24,1	25,9	23,0	22,1	23,3	15,3	15,3 (e)
SUB-TOTAL	9.361,6	9.246,6	9.582,5	9.413,4	9.647,3	9.512,4	9.683,5	9.833,7	10.145,4	10.517,8	10.952,3
Otros	5,4	6,5	6,9	7,0	39,0	42,7	44,8	48,3	49,3	49,4	34,3
TOTAL MUNDIAL	9.367,0	9.253,1	9.589,4	9.420,4	9.686,3	9.555,1	9.728,3	9.884,0	10.194,7	10.567,2	10.986,6 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado una producción igual al año 1988.

FUENTE: - WORLD METAL STATISTICS (Junio 1990 y anteriores).

- COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de Producción de Chile.

## Cuadro A-13

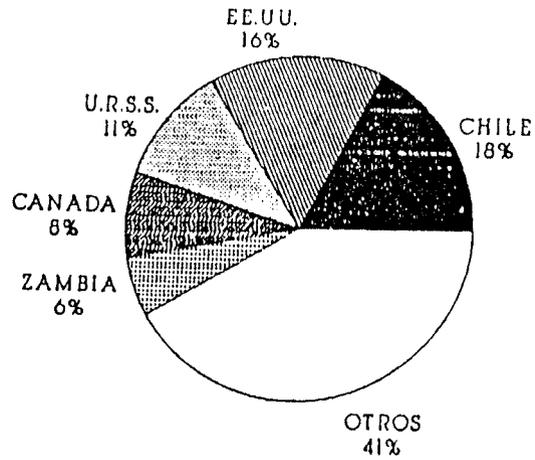
PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
PARTICIPACIONES PORCENTUALES

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	21,1	18,2	21,1	18,0	16,4	15,6	14,7	15,0	15,1	17,6	17,8
U.R.S.S.	15,8	14,1	13,8	14,3	14,5	14,4	14,4	14,2	13,8	13,1	12,6
Chile	8,3	8,8	8,1	9,1	8,6	9,2	9,1	9,5	9,5	9,6	9,8
Japón	10,5	11,0	11,0	11,4	11,3	9,8	9,6	9,5	9,6	9,0	9,0
Canadá	4,2	5,5	5,0	3,6	4,8	5,3	5,1	5,0	4,8	5,0	4,7
China R.P.	3,3	3,4	3,4	3,5	3,2	3,4	3,5	3,5	4,4	4,4	4,4
Bélgica	3,9	4,0	4,5	4,9	4,2	4,2	4,2	4,2	4,0	4,1	4,4
Alemania R.F.	4,1	4,0	4,0	4,2	4,3	4,0	4,3	4,3	3,9	4,0	4,3
Zambia	6,0	6,6	5,9	6,2	5,9	5,5	5,2	4,9	5,0	4,2	4,3
Polonia	3,6	3,9	3,4	3,7	3,7	3,9	4,0	3,9	3,8	3,8	3,6
Australia	1,9	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1	2,0	1,9	2,0	2,1	2,3
Perú	2,5	2,4	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,3	2,2	1,7	2,0
Brasil	0,4	0,4	0,3	0,5	0,9	0,9	1,2	1,5	1,7	1,8	1,9
Zaire	1,1	1,6	1,6	1,9	2,3	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7
Corea del Sur	0,8	0,9	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,7	1,6	1,6	1,6
España	1,5	1,7	1,6	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
Yugoeslavia	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Sudáfrica	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3
México	1,1	1,1	0,7	0,8	0,8	0,9	1,3	0,9	1,3	1,3	1,3
Filipinas	-	-	-	-	0,4	1,0	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2
Reino Unido	1,3	1,7	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
Suecia	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9
Alemania R.D.	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7
Bulgaria	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
Italia	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
Turquía	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6
Finlandia	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5
Francia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
Austria	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Taiwán	0,2	0,2	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
India	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
Rumania	0,7	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Irán	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4
Noruega	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Checoslovaquia	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zimbabue	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Albania	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Omán	-	-	-	-	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Hungría	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
SUB-TOTAL	99,9	99,9	99,9	99,9	99,6	99,6	99,5	99,5	99,5	99,5	99,7
Otros	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
TOTAL MUNDIAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

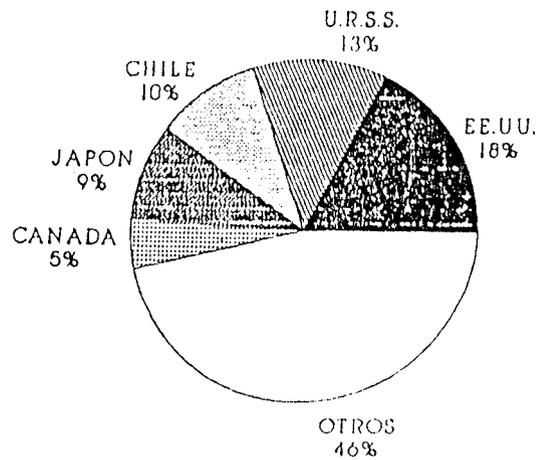
FUENTE: COMISION CHILENA DEL COBRE.

Cuadro A-14

PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE DE MINA  
PRINCIPALES PAISES - AÑO 1989



PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
PRINCIPALES PAISES - AÑO 1989



## Cuadro A-15

CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
 PRINCIPALES AGRUPACIONES. PERIODO 1950 - 1989  
 (Miles de T.M. de cobre fino)

AÑO	PAISES DESARROLLADOS	PAISES VIAS DE DESARROLLO	TOTAL MUNDO OCCIDENTAL	OTROS PAISES	TOTAL MUNDIAL
1950	2.491,0	104,2	2.595,2	399,1	2.994,3
1951	2.515,0	134,7	2.649,7	428,0	3.077,7
1952	2.647,0	115,5	2.762,5	465,0	3.227,5
1953	2.538,3	97,7	2.636,0	493,0	3.129,0
1954	2.742,9	126,7	2.869,6	510,0	3.379,6
1955	3.147,3	120,4	3.267,7	520,0	3.787,7
1956	3.251,5	108,1	3.359,6	575,0	3.934,6
1957	3.191,0	145,4	3.336,4	530,0	3.866,4
1958	3.184,0	185,4	3.369,4	785,0	4.154,4
1959	3.381,9	170,2	3.552,1	835,1	4.387,2
1960	3.657,1	172,1	3.829,2	911,6	4.740,8
1961	3.915,0	193,9	4.098,9	981,8	5.080,7
1962	3.921,3	200,7	4.122,0	1.075,1	5.197,1
1963	4.189,8	211,5	4.401,3	1.099,0	5.500,3
1964	4.652,8	275,1	4.927,9	1.098,5	6.026,4
1965	4.786,3	265,6	5.051,9	1.165,5	6.217,4
1966	5.043,7	198,1	5.241,8	1.227,2	6.469,0
1967	4.721,4	196,9	4.918,3	1.302,1	6.220,4
1968	4.936,0	231,9	5.167,9	1.346,3	6.514,2
1969	5.472,7	277,6	5.750,3	1.408,7	7.159,0
1970	5.516,4	286,8	5.803,2	1.486,2	7.289,4
1971	5.391,8	346,7	5.728,5	1.598,5	7.327,0
1972	5.881,9	393,4	6.275,3	1.600,0	7.950,3
1973	6.521,1	424,9	6.946,0	1.817,3	8.763,3
1974	6.012,1	480,2	6.492,3	1.845,3	8.337,6
1975	4.994,4	453,6	5.438,0	2.019,5	7.457,5
1976	5.859,3	568,1	6.427,4	2.111,3	8.538,7
1977	6.251,4	620,4	6.871,8	2.181,6	9.053,4
1978	6.628,6	649,2	7.277,8	2.252,6	9.530,4
1979	6.762,3	750,8	7.513,1	2.316,7	9.829,8
1980	6.276,8	824,2	7.101,0	2.273,6	9.374,6
1981	6.431,4	920,6	7.252,0	2.272,5	9.524,5
1982	5.926,2	836,5	6.762,7	2.271,5	9.034,2
1983	6.026,1	916,6	6.942,7	2.261,9	9.104,6
1984	6.693,6	974,3	7.667,9	2.268,5	9.936,4
1985	6.338,6	1.005,1	7.343,7	2.356,2	9.699,9
1986	6.495,9	1.210,9	7.706,8	2.371,9	10.078,7
1987	6.636,0	1.405,4	8.041,4	2.395,3	10.436,7
1988	6.863,1	1.395,9	8.249,0	2.373,3	10.622,3
1989	7.113,4	1.503,7	8.617,1	2.373,3 (e)	10.990,4 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado un consumo igual al año 1988.

FUENTE : WORLD METAL STATISTICS (Junio 1989 y anteriores).

COMISION CHILENA DEL COBRE (Cifras de consumo de CHILE).

## Cuadro A-16

CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
(Miles de T.M. en cobre fino)

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	2.164,6	1.867,7	2.029,5	1.658,1	1.803,9	2.122,7	1.958,0	2.100,0	2.126,7	2.205,9	2.205,1
Japón	1.330,1	1.158,3	1.254,1	1.243,0	1.216,3	1.368,3	1.226,3	1.210,5	1.276,6	1.330,7	1.446,6
U.R.S.S.	1.360,0	1.300,0	1.320,0	1.320,0	1.300,0	1.280,0	1.305,0	1.300,0	1.270,0	1.250,0	1.250,0 (e)
Alemania R.F.	794,1	747,8	747,5	730,8	737,0	791,7	753,8	770,7	800,1	797,5	835,2
China R.P.	376,0	386,0	386,0	398,0	380,0	390,0	420,0	450,0	470,0	465,0	465,0 (e)
Italia	352,0	388,0	366,0	342,0	325,0	348,0	362,0	394,0	420,0	445,0	455,0
Francia	358,4	433,4	429,6	419,0	390,0	411,5	397,8	401,1	399,0	408,9	458,8
Bélgica	303,1	303,9	260,0	277,1	258,2	299,3	309,6	303,3	291,8	317,9	370,7
Reino Unido	498,8	409,2	333,1	355,4	358,0	352,9	346,5	339,6	327,7	327,7	325,2
Taiwan	70,3	84,5	91,7	73,9	104,8	136,9	92,4	156,0	207,8	214,9	315,3
Corea del Sur	85,3	84,0	144,0	131,9	152,3	148,0	206,6	262,3	259,0	266,3	246,7
Brasil	222,5	245,9	179,0	249,3	148,4	189,4	197,1	254,9	258,8	232,0	218,0
Canadá	243,2	208,6	241,6	158,6	195,0	231,0	222,5	225,6	232,3	238,5	215,4
Polonia	202,0	210,8	182,3	175,0	176,6	209,4	226,5	235,7	246,0	246,5	194,9
España	132,5	128,0	107,0	120,3	122,5	113,6	115,7	130,0	131,4	135,0	145,9
India	67,9	77,2	75,2	83,2	96,0	81,2	97,5	110,2	115,0	130,0	135,0
México	100,9	117,0	131,0	87,5	86,1	95,3	120,4	79,4	123,6	120,4	133,6
Yugoeslavia	119,0	122,6	148,6	144,1	134,0	148,0	157,1	123,3	127,1	131,0	130,4
Alemania R.D.	120,0	123,0	121,0	126,0	132,0	122,0	133,0	122,0	131,0	130,0	130,0 (e)
Australia	127,2	128,4	142,6	131,4	127,2	118,1	125,9	116,6	124,0	128,8	129,7
Suecia	107,6	105,3	106,4	107,7	113,0	116,2	110,3	103,7	98,3	104,6	109,9
República Checa	82,6	88,6	92,5	84,6	87,0	88,1	93,4	91,2	96,7	98,0	98,0 (e)
Bulgaria	60,0	55,0	56,0	60,0	62,0	63,0	65,0	69,0	76,0	77,5	77,5 (e)
Finlandia	50,6	57,5	56,6	57,2	65,8	68,0	72,0	75,0	77,0	73,7	77,4
Sudáfrica	69,3	89,9	89,4	80,8	73,6	85,0	69,5	77,0	72,2	75,5	71,8
Turquía	22,1	33,4	27,4	38,6	46,5	54,6	76,1	77,2	75,3	70,0	70,8
Grecia	24,0	38,0	35,5	32,0	32,0	34,0	39,0	39,0	39,0	44,0	50,2
Perú	19,3	19,2	17,7	21,0	18,3	24,1	34,0	31,5	45,7	31,2	49,0
Argentina	59,6	52,5	50,3	50,8	43,8	51,2	41,0	58,8	63,8	42,9	43,2
Chile	49,0	42,9	39,0	32,8	24,4	35,3	25,7	36,4	47,8	40,1	42,9
Rumania	85,0	80,0	78,0	71,0	68,0	60,0	50,0	44,0	42,0	40,0	40,0 (e)
Irán	3,0	1,0	3,2	3,4	10,0	10,0	15,0	19,0	20,0	34,0	39,9
Hungría	24,1	22,0	28,0	27,4	27,3	26,0	27,8	23,5	25,8	23,5	23,5 (e)
Austria	17,7	30,8	22,6	19,3	13,1	21,8	14,8	18,9	26,0	26,9	22,3
Portugal	16,4	18,4	16,5	14,2	17,7	19,2	15,7	17,5	26,0	28,0	21,7
Holanda	26,0	18,2	22,3	18,9	26,3	22,1	18,0	23,5	21,9	20,4	17,9
Albania	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0	12,0	13,0	13,8	15,8	15,8 (e)
Noruega	6,3	6,2	6,3	6,4	9,0	10,0	13,0	11,0	8,0	10,0	12,5
Filipinas	2,9	3,6	3,6	3,6	5,0	11,1	4,9	9,8	10,3	10,3	12,4
Suiza	16,0	13,7	13,3	7,8	6,8	8,1	9,0	13,6	9,5	11,0	9,0
SUB-TOTAL	9.775,4	9.307,5	9.461,9	8.970,1	9.001,9	9.814,1	9.579,9	9.936,8	10.233,0	10.399,3	10.711,2
Otros	54,4	67,1	62,6	64,1	102,7	122,3	120,0	141,9	203,7	277,0	279,2
TOTAL MUNDIAL	9.829,8	9.374,6	9.524,5	9.034,2	9.104,6	9.936,4	9.699,9	10.078,7	10.436,7	10.676,3	10.990,4 (e)

(e) Para las naciones de la agrupación denominada "Otros Países" que no presentan información se ha estimado un consumo igual al año 1988.

FUENTE: - WORLD METAL STATISTICS (Junio 1990 y anteriores).

- COMISION CHILENA DEL COBRE: Cifras de Consumo de Chile.

## Cuadro A-17

CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO  
PARTICIPACIONES PORCENTUALES

PAISES	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Estados Unidos	22,0	19,9	21,3	18,4	19,8	21,4	20,2	20,8	20,4	20,8	20,1
Japón	13,5	12,4	13,2	13,8	13,4	13,8	12,6	12,0	12,2	12,5	13,2
U.R.S.S.	13,8	13,9	13,9	14,6	14,3	12,9	13,5	12,9	12,2	11,8	11,4
Alemania R.F.	8,1	8,0	7,8	8,1	8,1	8,0	7,8	7,6	7,7	7,5	7,6
China R.P.	3,8	4,1	4,1	4,4	4,2	3,9	4,3	4,5	4,5	4,4	4,2
Italia	3,6	4,1	3,8	3,8	3,6	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,1
Francia	3,6	4,6	4,5	4,6	4,3	4,1	4,1	4,0	3,8	3,8	4,2
Bélgica	3,1	3,2	2,7	3,1	2,8	3,0	3,2	3,0	2,8	3,0	3,4
Reino Unido	5,1	4,4	3,5	3,9	3,9	3,6	3,6	3,4	3,1	3,1	3,0
Taiwan	0,7	0,9	1,0	0,8	1,2	1,4	1,0	1,5	2,0	2,0	2,9
Corea del Sur	0,9	0,9	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	2,6	2,5	2,5	2,2
Brasil	2,3	2,6	1,9	2,8	1,6	1,9	2,0	2,5	2,5	2,2	2,0
Canadá	2,5	2,2	2,5	1,8	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,0
Polonia	2,1	2,2	1,9	1,9	1,9	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	1,8
España	1,3	1,4	1,1	1,3	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
India	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
México	1,0	1,2	1,4	1,0	0,9	1,0	1,2	0,8	1,2	1,1	1,2
Yugoeslavia	1,2	1,3	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2
Alemania R.D.	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,2	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2
Australia	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
Suecia	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0
Checoslovaquia	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
Bulgaria	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Finlandia	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Sudáfrica	0,7	1,0	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
Turquía	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
Grecia	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Perú	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
Argentina	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,4
Chile	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
Rumanía	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Irán	(a)	(a)	(a)	(a)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
Hungría	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Austria	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Portugal	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Holanda	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Albania	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Noruega	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Filipinas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Suiza	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SUB-TOTAL	99,4	99,2	99,3	99,5	98,9	98,8	98,9	98,4	97,9	97,8	97,7
Otros	0,6	0,8	0,7	0,5	1,1	1,2	1,1	1,6	2,1	2,2	2,3
TOTAL MUNDIAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) Cifra inferior a 0,05 %.

FUENTE: COMISION CHILENA DEL COBRE.

## Cuadro A-18

PRECIO DEL COBRE REFINADO, NOMINAL Y REAL  
(Centavos de dólar por libra)

AÑO	NOMINAL			REAL(4)		
	B.M.L.(1)	COMEX(2)	PROD. EE.UU.(3)	B.M.L.(1)	COMEX(2)	PROD. EE.UU.(3)
1950	22,353	n.d.	21,235	91,7	-	87,1
1951	27,541	n.d.	24,200	101,5	-	89,2
1952	32,349	n.d.	24,200	122,5	-	91,6
1953	32,180	n.d.	28,798	123,6	-	110,6
1954	31,265	n.d.	29,694	119,8	-	113,8
1955	43,898	42,729	37,491	167,9	163,4	143,4
1956	41,072	39,821	41,818	151,9	147,3	154,7
1957	27,455	27,227	29,576	98,9	98,1	106,5
1958	24,730	25,279	25,764	87,8	89,7	91,4
1959	29,735	31,153	31,182	105,3	110,4	110,5
1960	30,751	30,732	32,053	108,7	108,7	113,3
1961	28,724	29,933	29,921	101,9	106,2	106,2
1962	29,263	29,227	30,600	103,7	103,5	108,4
1963	29,301	29,796	30,600	104,2	105,9	108,8
1964	44,110	42,940	31,960	156,5	152,4	113,4
1965	58,734	50,461	35,017	204,3	175,5	121,8
1966	69,465	63,159	36,170	233,6	212,4	121,6
1967	51,127	50,388	38,226	171,6	169,1	128,3
1968	56,101	51,125	41,847	183,8	167,5	137,1
1969	66,563	63,863	47,534	209,9	201,3	149,9
1970	64,195	61,275	57,700	195,3	186,5	175,6
1971	49,266	49,050	51,433	145,1	144,4	151,5
1972	48,556	49,140	51,242	136,9	138,5	144,5
1973	80,776	78,445	59,477	201,4	195,6	148,3
1974	93,272	90,156	77,274	195,7	189,2	162,1
1975	55,942	55,543	64,159	107,4	106,6	123,2
1976	63,611	64,072	69,563	116,8	117,6	127,7
1977	59,290	60,294	66,768	102,6	104,3	115,5
1978	61,806	62,172	66,510	99,3	99,7	106,7
1979	89,830	88,466	93,334	128,0	126,1	133,0
1980	99,174	96,758	102,416	124,0	121,0	128,0
1981	78,949	78,655	85,119	90,5	90,2	97,6
1982	67,057	65,820	74,309	75,2	73,8	83,3
1983	72,173	71,901	79,261	80,0	79,7	87,8
1984	62,449	61,320	68,157	67,6	66,3	73,7
1985	64,281	60,988	66,966	69,9	66,3	72,9
1986	62,287	61,649	66,052	69,8	69,1	74,0
1987	81,086	77,837	82,498	98,5	84,9	90,0
1988	117,937	114,600	120,506	123,7	120,2	126,4
1989	129,113	124,911	130,946	129,1	124,9	130,9

(1) Bolsa de Metales de Londres : Cotización Cobre grado "A" Settlement a contar del 30-Junio-1986.  
Cotización Copper Higher Grade Settlement desde el 30-Noviembre-1981  
Cotización Wirebars Settlement anteriormente .

(2) Bolsa de Metales de Nueva York : Cotización para Cobre Standard.

(3) Productores de Estados Unidos : Precio Wirebars, cotización MW Producer Delibered desde 1972.  
Precio Wirebars, cotización MW Producer Refinery anteriormente.

(4) Deflactor : Índice de Precios al por Mayor de Estados Unidos - Promedio 1989 = Base 100.  
n.d. Información no disponible.

FUENTE: COMISION CHILENA DEL COBRE.