Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Curso
MINERÍA

Profesor: Dr. Julián M. Ortiz

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

02 – Economía de Minerales

Definiciones

- Fundamentos económicos → Adam Smith (1776): "La riqueza de las naciones"
- Economía → emergencia del sistema de mercado
  - Micro: estudio de la toma de decisiones económicas a nivel de consumidores, familias, firmas y gobiernos y su relación con los mercados
    - Oferta y demanda
    - Organización de mercados
    - Regulación de las industrias
  - Macro: se preocupa de las economías de las naciones y del mundo
    - Medidas de desempeño económico (PGB, inflación, inversiones, ahorro, crecimiento económico, balances, distribución de la riqueza)
    - Definición de políticas fiscales y monetarias

Definiciones

- ¿Porqué estudiar economía de minerales?
  - Tamaño de la industria
  - Importancia en la economía del país o de una región
  - Posee características especiales que merecen un estudio separado
- Minería representa aproximadamente:
  - 2% del producto mundial
  - 10% del intercambio comercial mundial desde 1960.
- Economía de minerales:
  - La aplicación de la economía al estudio de todos los aspectos del sector minero
  - La disciplina relacionada con la investigación y educación acerca de problemas económicos y de política (*policy*) asociados con el descubrimiento, extracción, procesamiento, uso, reciclaje y desecho de *commodities* minerales.

Relevancia

- Tamaño de la industria es significativo respecto al producto del país
- Las minas:
  - Pueden producir renta económica
  - Funcionan mejor a gran escala
  - Su desarrollo es muy intensivo en capital
  - Tienen impactos locales importantes (medioambiental, social y económico)
  - Su impacto sobre la economía nacional puede cambiar significativamente sobre periodos cortos de tiempo

TABLE 1.1

The size of the minerals sector in selected economies and the extent of international minerals trade – 2001. Source: World Bank (2004), various.

Country	Minerals GDP (US$ B)	Total GDP (US$ B)	Minerals GDP/Total GDP	Mineral exports/Total exports
USA	150	9780.8	0.015	0.04
Japan	81.4	4523.3	0.018	negligible
Germany	40.2	1939.6	0.021	0.007
China	45	1131.2	0.04	0.04
India	14.5	477.4	0.03	0.09
Australia	17.2	410.0	0.042	0.36
Brazil	7.6	508.9	0.015	0.21
Canada	25.2	681.6	0.037	0.18
South Africa	8.6	121.9	0.081	0.274
Chile	10.5	66.5	0.158	0.42
Peru	4.1	53.0	0.077	0.46
Papua New Guinea	0.8	3.0	0.250	0.80
Botswana	1.9	5.3	0.360	0.59
Namibia	1.4	3.5	0.200	0.62
Ghana	0.9	5.7	0.250	0.49
Zambia	0.7	3.3	0.200	0.74
Indonesia	13.0	144.7	0.090	0.29
Nigeria	6.7	37.1	0.180	1.00
Saudi Arabia	56.1	181.1	0.310	0.95

Productos

TABLE 1.2

A classification of mineral resources – metals, non-metals and energy. Source: United States Geological Survey (2006).

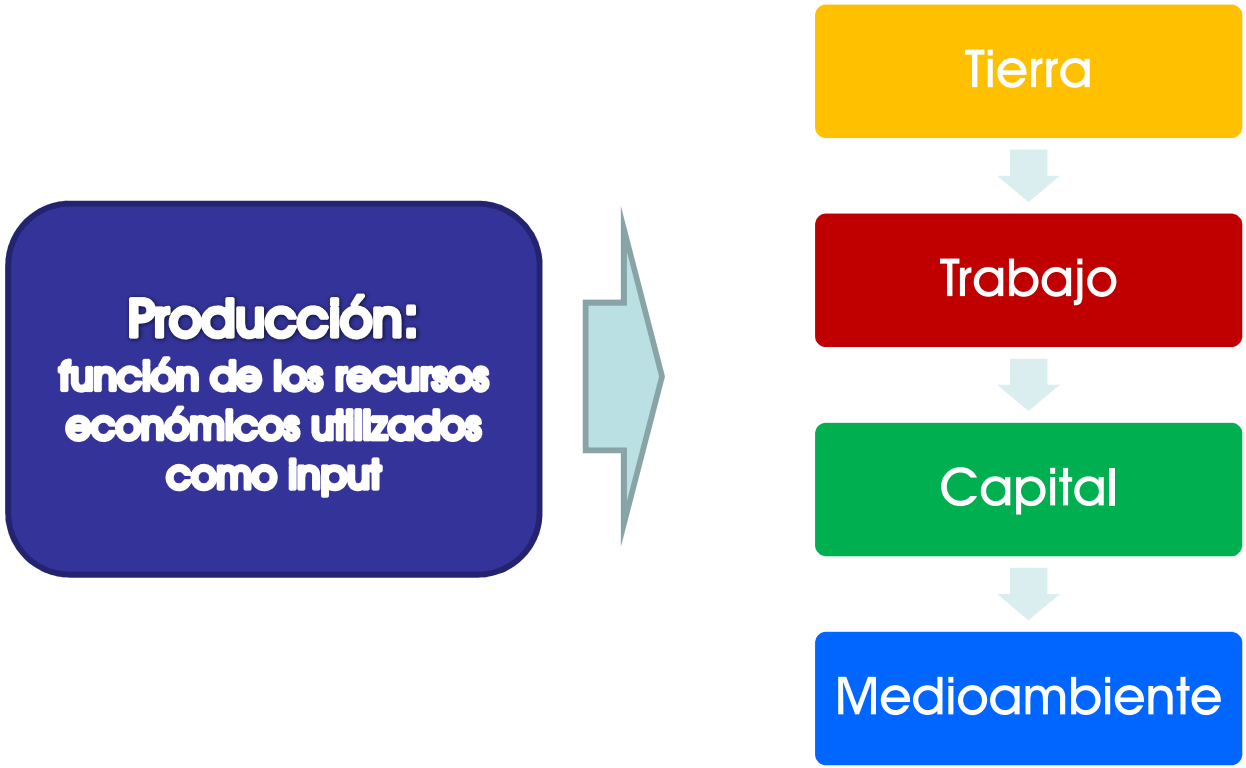
Metals	Non-metals	Energy
Aluminium	Abrasives	Black coal
Antimony	Aggregates	Brown coal
Arsenic	Bromine	Crude oil
Asbestos	Cement	LNG
Bauxite and alumina	Clays	LPG
Barite	Corundum	Uranium
Beryllium	Crushed stone	
Bismuth	Diamond	
Cadmium	Dimension stone	
Cesium	Feldspar	
Chromium	Fluorspar	
Cobalt	Garnet	
Copper	Gemstones	
Gallium	Graphite	
Germanium	Gypsum	
Gold	Helium	
Indium	Iodine	
Iron	Lime	
Lead	Limestone	
Lithium	Mica	
Magnesium	Peat	
Manganese	Perlite	
Mercury	Phosphate rock	
Molybdenum	Potash	
Nickel	Pumice	
Niobium	Quartz crystal	
Platinum group metals (6)	Salt	
Rare earths (14)	Sand and gravel	
Rhenium	Sandstone	
Silver	Scoria	
Tantalum	Selenium	
Thallium	Silica	
Thorium	Slate	
Tin	Sodium sulfate	
Titanium	Sulfur	
Vanadium	Talc	
Zinc	Tungsten	
Zirconium	Vermiculite	

Economía de minerales

- Particularidades:
  - Está relacionado a una cierta "distribución (dotación) geológica" fija, que implica el estudio de:
    - Uso óptimo de los recursos
    - Extracción óptima en el tiempo
    - Escasez creciente y conservación
  - Depósitos minerales son:
    - Inicialmente desconocidos (deben ser descubiertos)
    - Fijos en tamaño (no renovables)
    - Variables en calidad (requieren de nuevas tecnologías para su extracción)
    - Fijos en cuanto a su ubicación (pueden ser descubiertos en ubicaciones remotas y el mineral debe moverse a los mercados intermedios y finales)
- Algunas preguntas importantes:
  - ¿La abundancia de recursos minerales hace a las naciones más ricas?
  - ¿Qué efectos tienen los booms económicos mineros en distintas economías?
  - ¿Qué factores influencian el descubrimiento y explotación de minerales en el mundo?
  - ¿Porqué el sector minero ha sido importante para economías como la Australiana, Canadiense y Chilena en el pasado reciente?
  - ¿Qué influencia tiene una mayor regulación ambiental en la oferta de minerales?

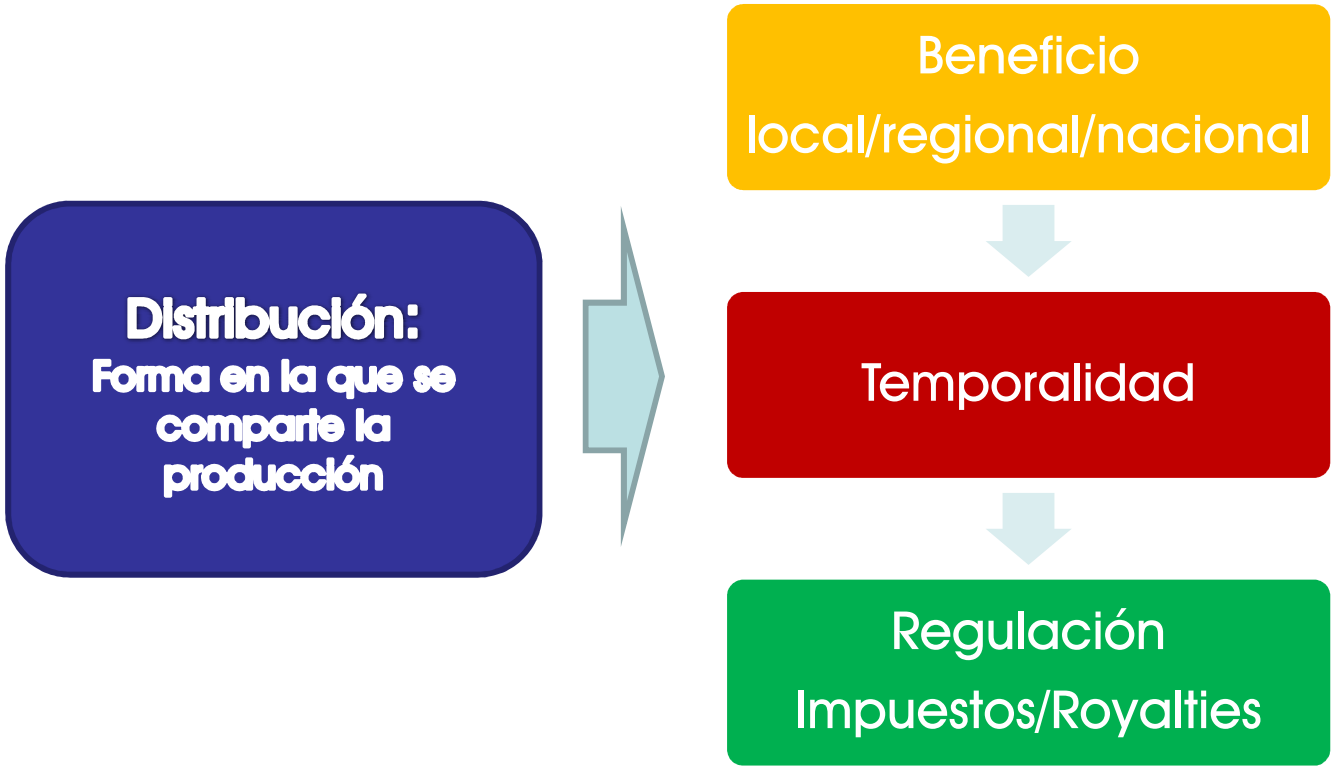
Principios económicos

- Procesos que determinan el bienestar de las personas en una economía:



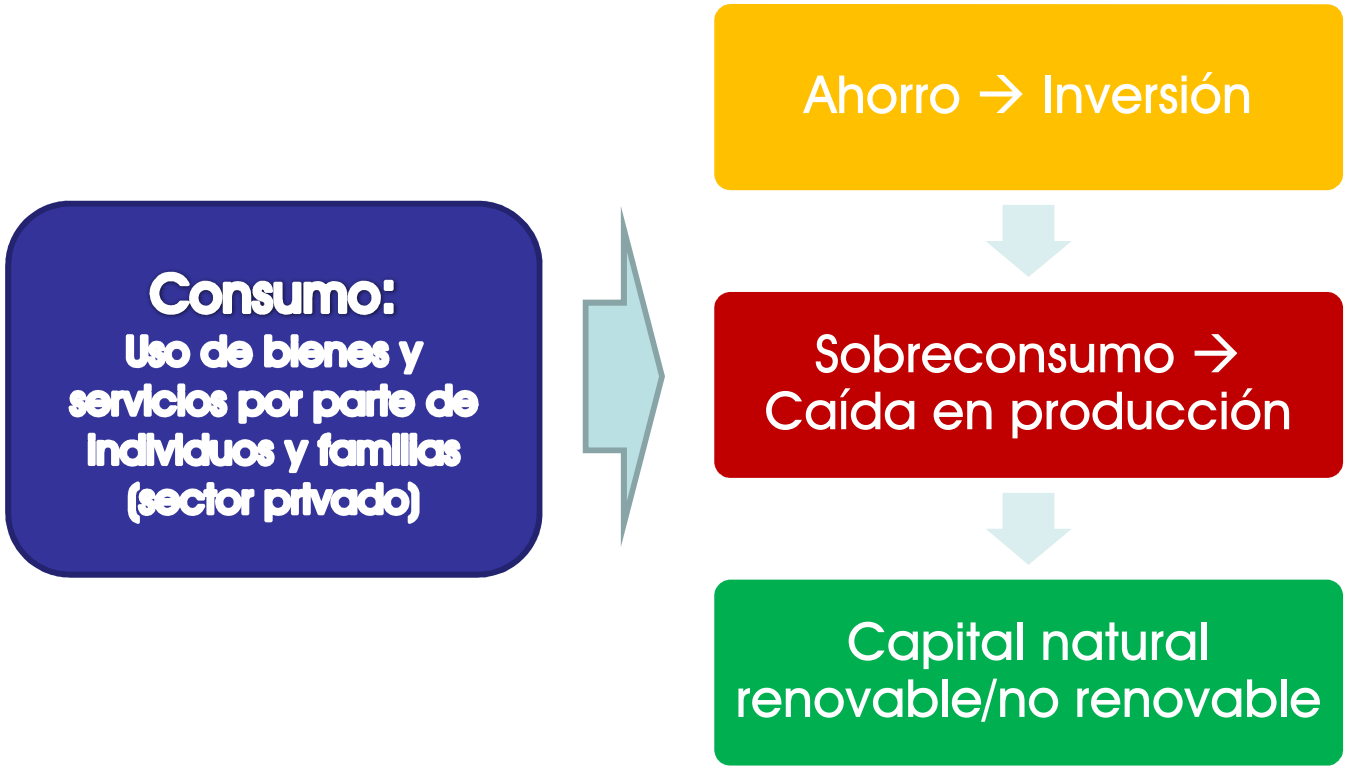
Principios económicos

- Procesos que determinan el bienestar de las personas en una economía:



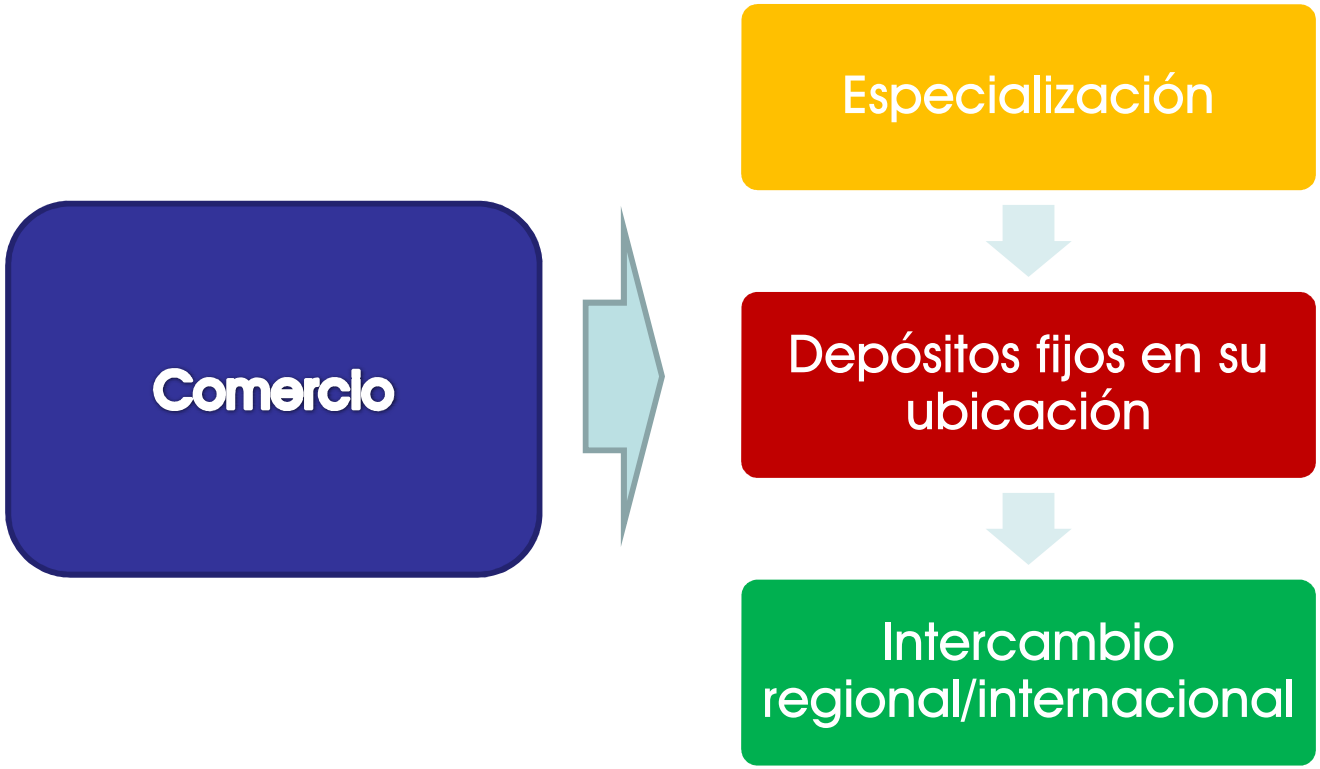
Principios económicos

- Procesos que determinan el bienestar de las personas en una economía:



Principios económicos

- Procesos que determinan el bienestar de las personas en una economía:



Crecimiento económico y desarrollo

TABLE 2.1

Key production and growth indicators for selected economies. (Source: World Bank, 2005.)

Nation	GDP in 2001 (US$ billion)	GDP per capita in 2001 (US$)	GDP per capita at PPP in 2001 (US$)	Real GDP growth 1990 - 2001 (per cent)
Major developed economies				
United States of America	10 416	35 060	35 060	3.7
Japan	3978	33 550	24 076	2.3
Germany	1976	22 670	24 288	2.4
United Kingdom	1552	25 250	24 467	3.4
France	1409	22 010	22 716	2.0
Italy	1181	20 397	25 809	1.8
Korea	448	9471	15 087	5.6
Major developing economies				
China	1237	940	4177	8.9
India	515	480	2929	7.9
Russia	346	2390	9385	-0.2
Indonesia	172	710	2900	5.6
Major mineral exporters				
Canada	715	22 300	26 992	2.9
Brazil	452	2850	6569	2.9
Australia	410	19 740	24 451	4.3
South Africa	104	2600	10 067	2.7
Chile	64	4260	8206	6.2
Peru	57	2050	4634	3.7
Developing mineral economies				
Papua New Guinea	2.8	530	2297	1.4
Ghana	6	270	2037	5.5
Tanzania	9.4	280	1321	3.0
Botswana	5.2	2980	7309	8.1
Zambia	3.7	310	752	2.8
Dem Rep of Congo	5.7	90	707	-10.9
Major oil producers				
Saudi Arabia	187	8460	13 267	
Venezuela	108	1710	6025	3.5
Iran	109	1680	5940	3.4
Nigeria	37	285	784	2.9

Crecimiento económico y desarrollo

- PGB (GDP) – Producto Geográfico Bruto: es una medida del valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en una economía durante un cierto período de tiempo.
  - Debe corregirse por poder adquisitivo
  - No contabiliza el trabajo en casa, voluntarios, etc.
  - Puede ayudar en la estimación de costos de proyectos mineros
- ¿Qué es desarrollo?
  - Difícil de medir
  - HDI (human development index):
    - Esperanza de vida
    - Niveles educacionales
    - Estándar de vida promedio

Level of human development	HDI value
High	0.8 or above
Medium	Between 0.5 and 0.8
Low	Less than 0.5

Crecimiento económico y desarrollo

TABLE 2.2

Estimates of human development indices for selected economies in 2000. (Source: United Nations Development Programme, 2003.)

Nation	Life expectancy	Education	GDP at PPP	HDI	GDP per capita minus HDI rank
Major developed economies					
United States of America	0.87	0.98	0.97	0.939	-4
Japan	0.93	0.93	0.93	0.933	2
Germany	0.88	0.97	0.92	0.925	-2
United Kingdom	0.88	0.99	0.91	0.928	7
France	0.89	0.97	0.92	0.928	6
Italy	0.89	0.94	0.91	0.913	-1
Korea	0.83	0.95	0.86	0.882	1
Major developing economies					
China	0.76	0.80	0.61	0.726	0
India	0.64	0.57	0.53	0.577	-1
Russia	0.68	0.92	0.74	0.781	-2
Indonesia	0.69	0.79	0.57	0.684	1
Major mineral exporters					
Canada	0.90	0.98	0.94	0.940	4
Brazil	0.71	0.83	0.72	0.757	-13
Australia	0.90	0.99	0.93	0.939	7
South Africa	0.45	0.88	0.76	0.695	-56
Chile	0.84	0.90	0.76	0.831	12
Peru	0.73	0.87	0.65	0.747	6
Developing mineral economies					
Papua New Guinea	0.53	0.55	0.52	0.535	-9
Ghana	0.53	0.62	0.50	0.548	1
Tanzania	0.43	0.61	0.28	0.440	21
Botswana	0.25	0.75	0.71	0.572	-62
Zambia	0.27	0.68	0.34	0.433	12
Dem Rep of Congo	0.44	0.51	0.34	0.431	11
Major oil producers					
Saudi Arabia	0.78	0.71	0.79	0.759	-26
Venezuela	0.80	0.83	0.68	0.770	10
Iran	0.73	0.75	0.68	0.721	-22
Nigeria	0.44	0.58	0.37	0.462	9

La minería en Chile

- Actividad minera destaca por sobre otras actividades económicas
- En particular, la minería del cobre → más de un orden de magnitud por sobre el segundo…

Producto	Ton Anuales	Valor Producción Anual (millones de US$)
Cobre	5.412.000	14.500
Molibdeno	42.000	1.400
Oro	40	320
Plata	1.360	113
Hierro	8.000.000	160
Yodo	15.000	175
Salitre	1.400.000	80
Carbonato de Litio	50.000	65

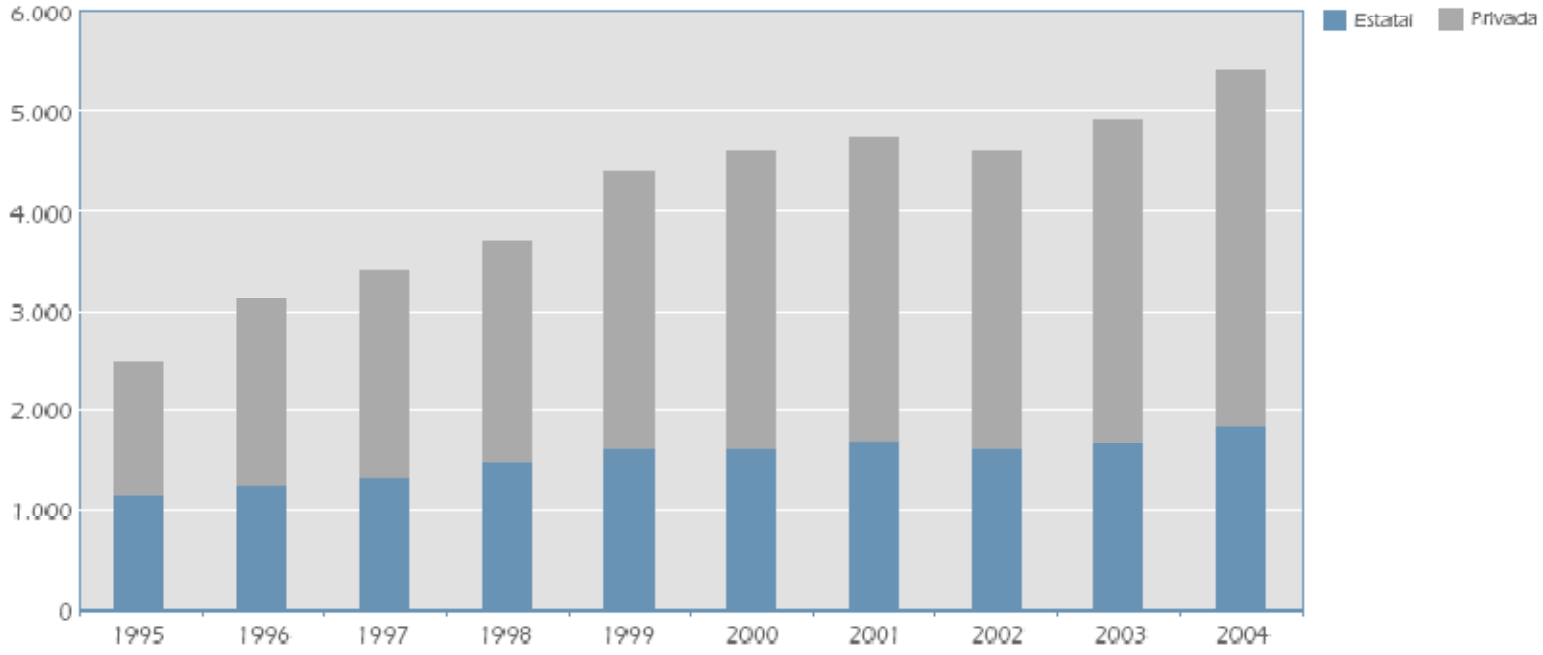
La minería en Chile

GRAFICO 1

PRODUCCION CHILENA DE COBRE

Chilean Copper Production

(Miles de T. M. de Cobre Fino)



- 85 % rajo abierto / 15 % subterránea
- 65% flotación-fundición / 35% LIX/SX/EW

La minería en Chile

- Levantar una mina toma tiempo y cuesta dinero

ETAPA	AÑOS										INVERSIÓN millones US$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...		
EXPLORACIÓN											50	(+50)
FACTIBILIDAD											100	(+50)
INGENIERÍA											200	(+100)
CONSTRUCCIÓN											800	(+600)
OPERACIONES										⇨	1000	(+200)

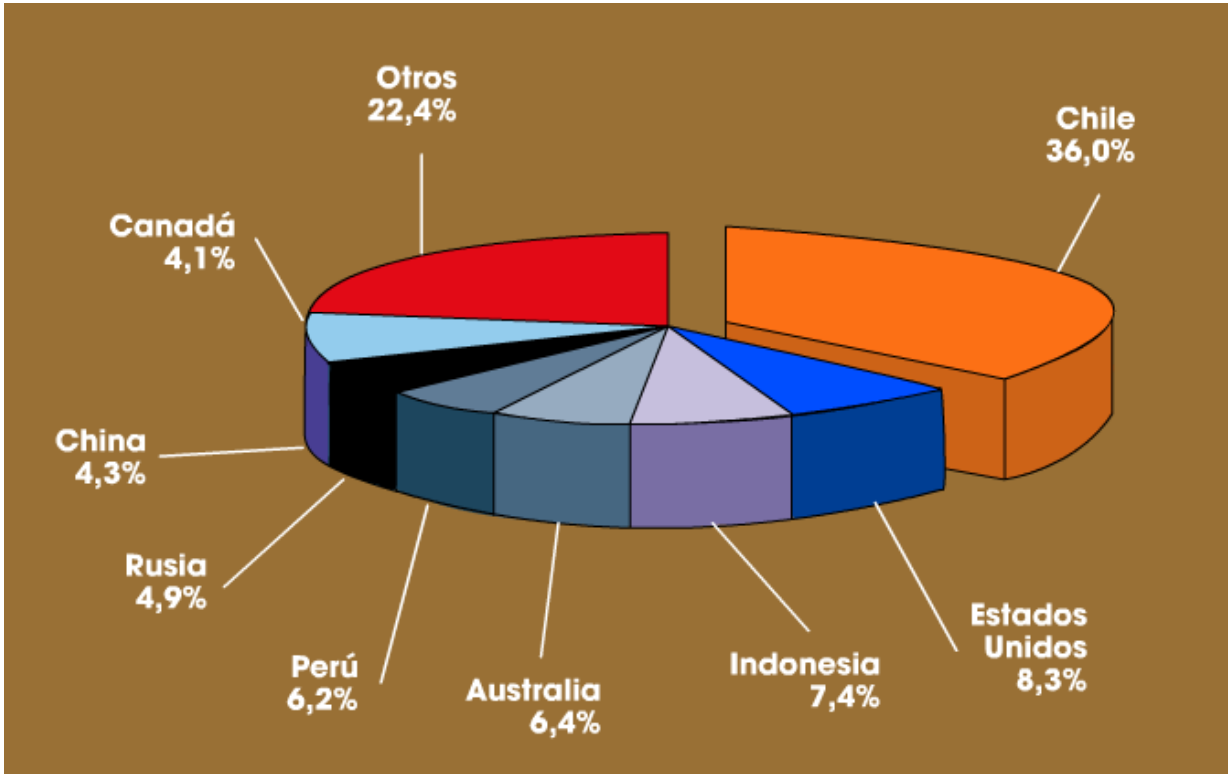
La minería en Chile

- Grandes proyectos o expansiones en últimos 15 años:

1ª Región	El Abra	**4ª Región**
Collahuasi	Zaldivar	Los Pelambres
Cerro Colorado	Mantos Blancos	
Quebrada Blanca	El Tesoro	**5ª, 6ª y Región Metrop.**
	Chuquicamata	Andina
2ª Región		Los Bronces
Escondida	**3ª Región**	El Teniente
Radomiro Tomic	Candelaria	

La minería en Chile

- Producción mundial de cobre 2003

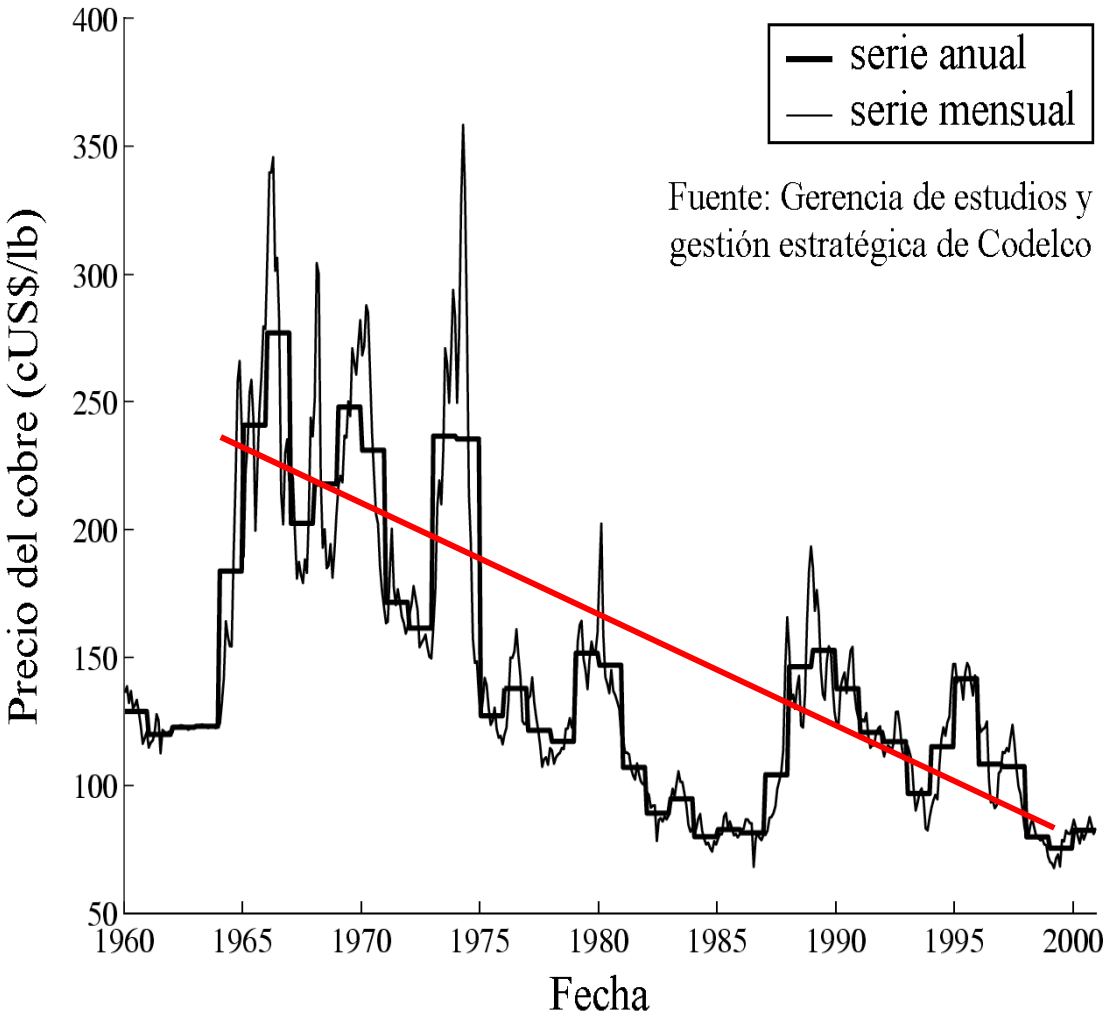


La minería en Chile

- Principales consumidores del cobre en el mundo (miles de Ton de Cu - 2003) (Fuente: Cochilco)
  - China 3.065
  - Estados Unidos 2.326
  - Japón 1.202
  - Alemania 1.083
  - Corea del Sur 900
  - Italia 679
  - Taiwán 619
  - Francia 551
  - Rusia 447
  - México 411

La minería en Chile

- Precio del cobre

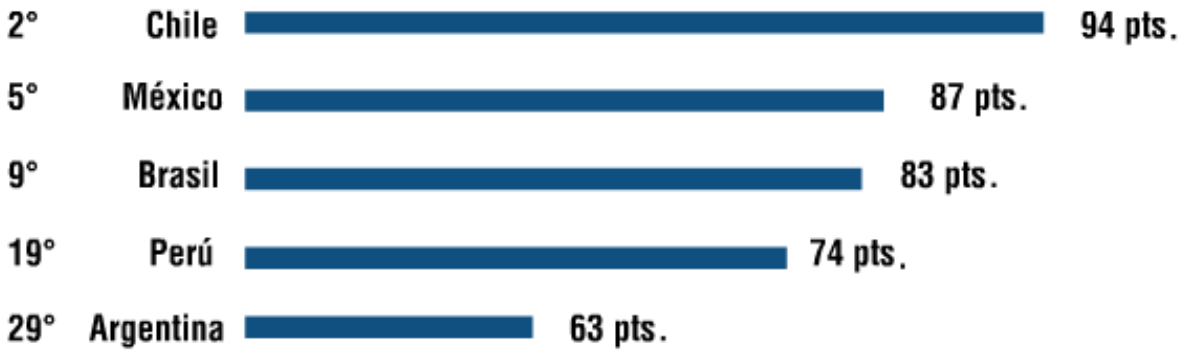


La minería en Chile

- Fortalezas

Dentro de América Latina, El Más Atractivo para la Inversión Minera:

Informe Fraser: Ranking de potencial minero y político de 64 distritos mineros



	Posición 2004	
	A. Latina	Mundo
Cobre	1	1 (37,5%)
Molibdeno	1	1 (28,1%)
Plata	3	5 (7,3%)
Oro	3	13 (1,8%)
Nitrato	1	1 (100%)
Boratos	1	3 (9,9%)
Carb . Litio	1	1 (42%)
Yodo	1	1 (55%)

La minería en Chile

- Fortalezas
  - Recursos minerales en abundancia y de buena calidad (especialmente cobre) → Aproximadamente 1/3 de reservas mundiales de cobre
  - Institucionalidad eficiente y marco jurídico claro
  - Infraestructura desarrollada. Cercanía a puertos
  - Proyectos en zonas desérticas
  - Mano de obra especializada y profesionales calificados
  - Costos razonables

La minería en Chile

- Debilidades:
  - Requerimiento de grandes inversiones
  - Fuertes fluctuaciones de los precios de los metales
  - Escasa comprensión de la comunidad, tanto local como del país
  - Baja inversión en investigación y desarrollo
  - Imagen negativa en relación al medio ambiente y seguridad
  - Proyectos en zonas remotas (sobre 3000 msnm)

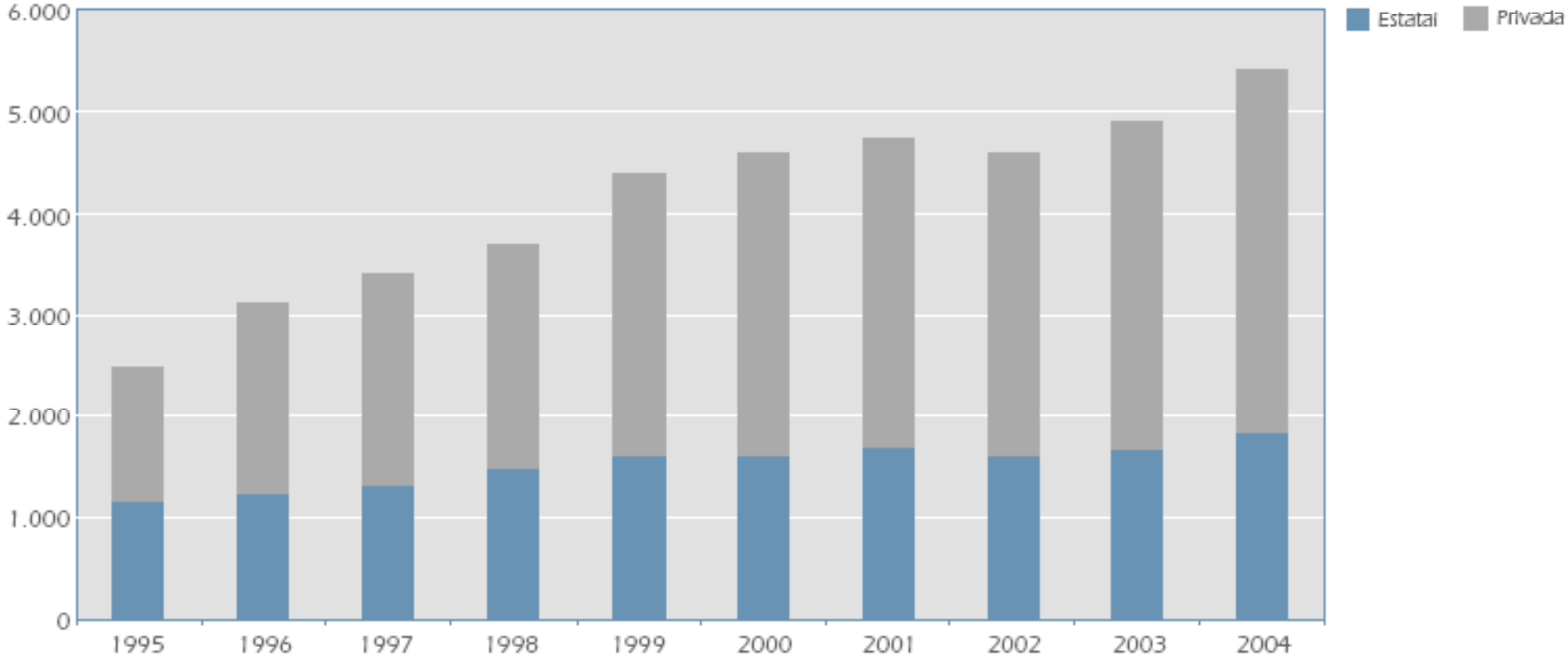
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 1

PRODUCCION CHILENA DE COBRE

Chilean Copper Production

(Miles de T.M. de Cobre Fino)



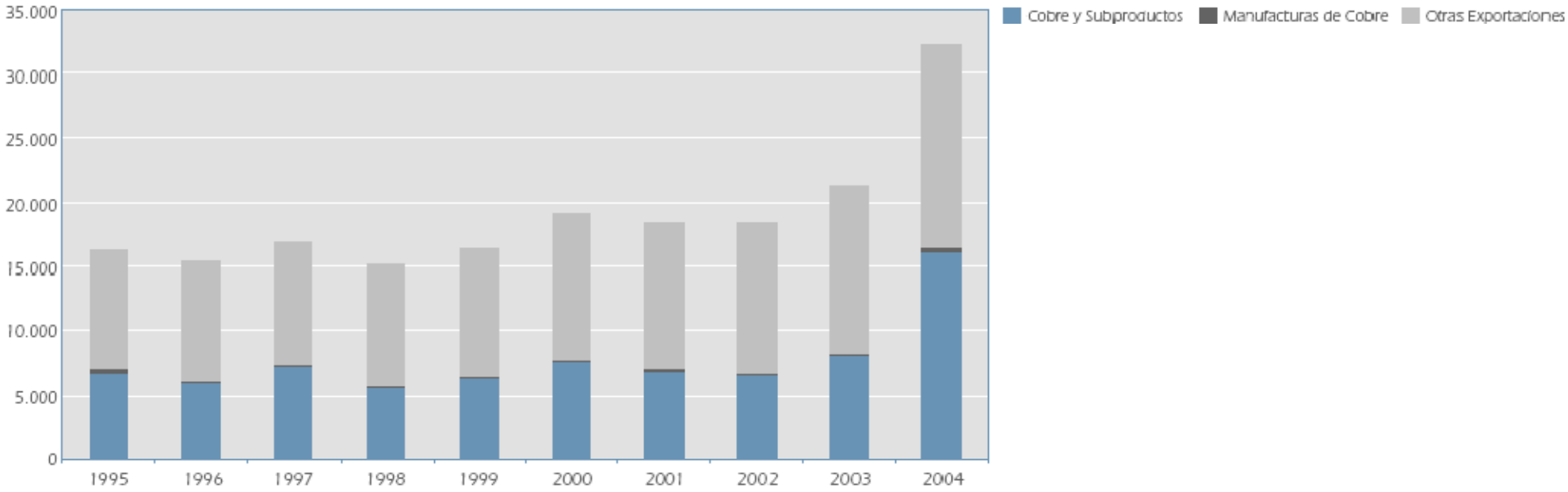
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 2

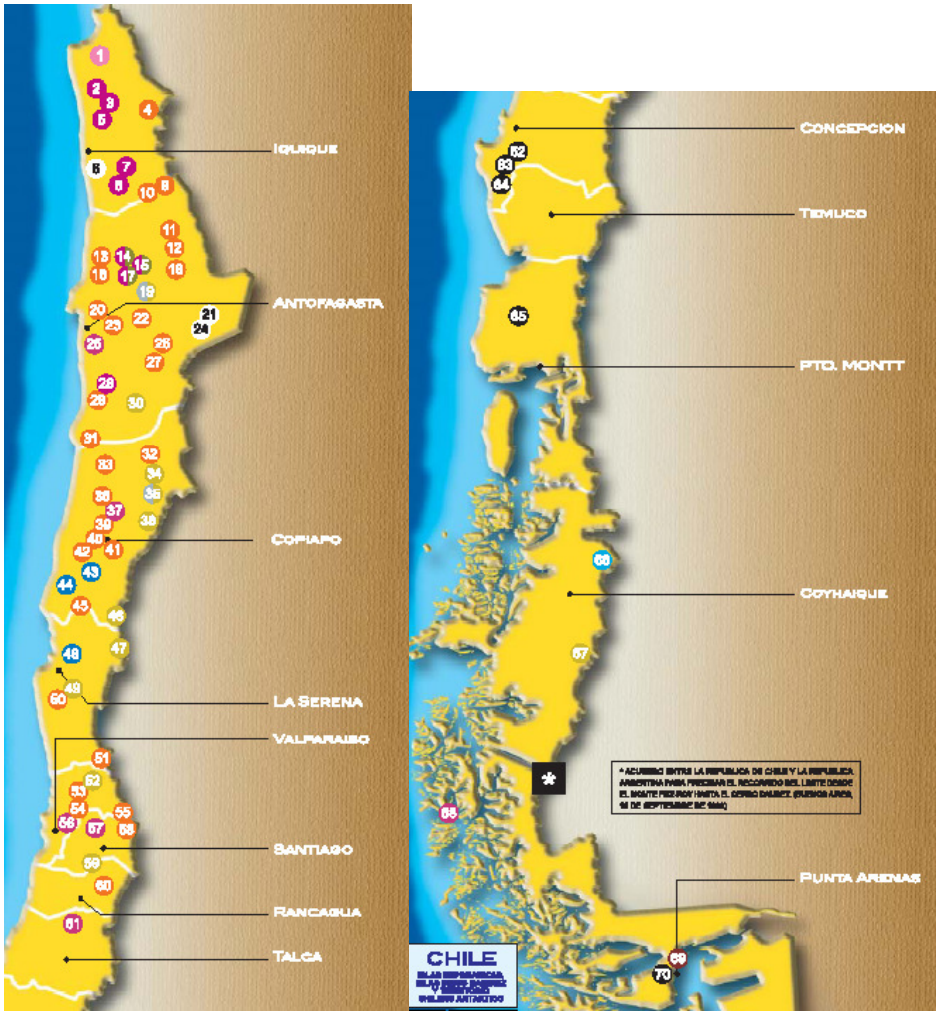
EXPORTACIONES CHILENAS DE BIENES

Chilean Exports of Goods

(Millones de US$)



La minería en Chile - Estadísticas



Productor	Producción Miles TMF Cu (2004)
Escondida	1195
Chuquicamata	691
Collahuasi	481
Los Pelambres	362
El Teniente	435
Radomiro Tomic	291
Sur Andes	300
El Abra	218
Andina	240
Candelaria	200
Mantos Blancos	155
Zaldívar	148
Cerro Colorado	120
El Tesoro	98
Enami	120
Quebrada Blanca	76

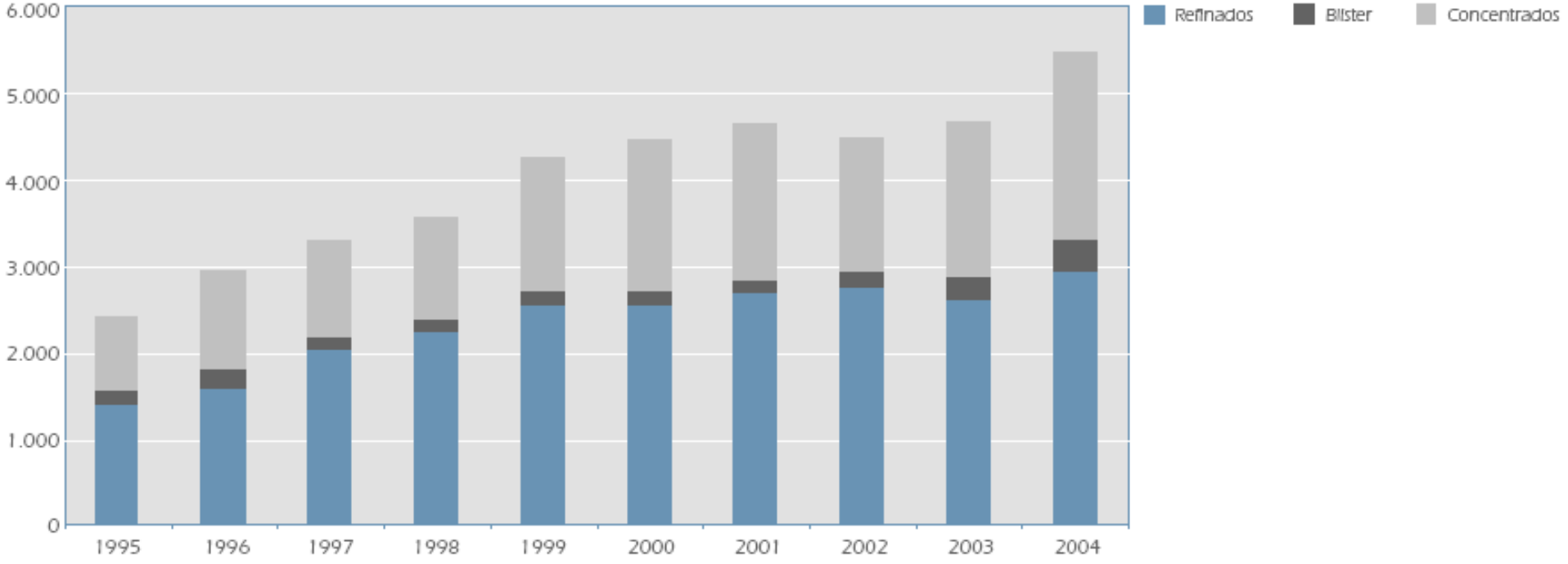
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 3

EXPORTACIONES DE COBRE POR PRODUCTO

Copper Exports by Type of Product

(Miles de T.M. de Cobre Fino)



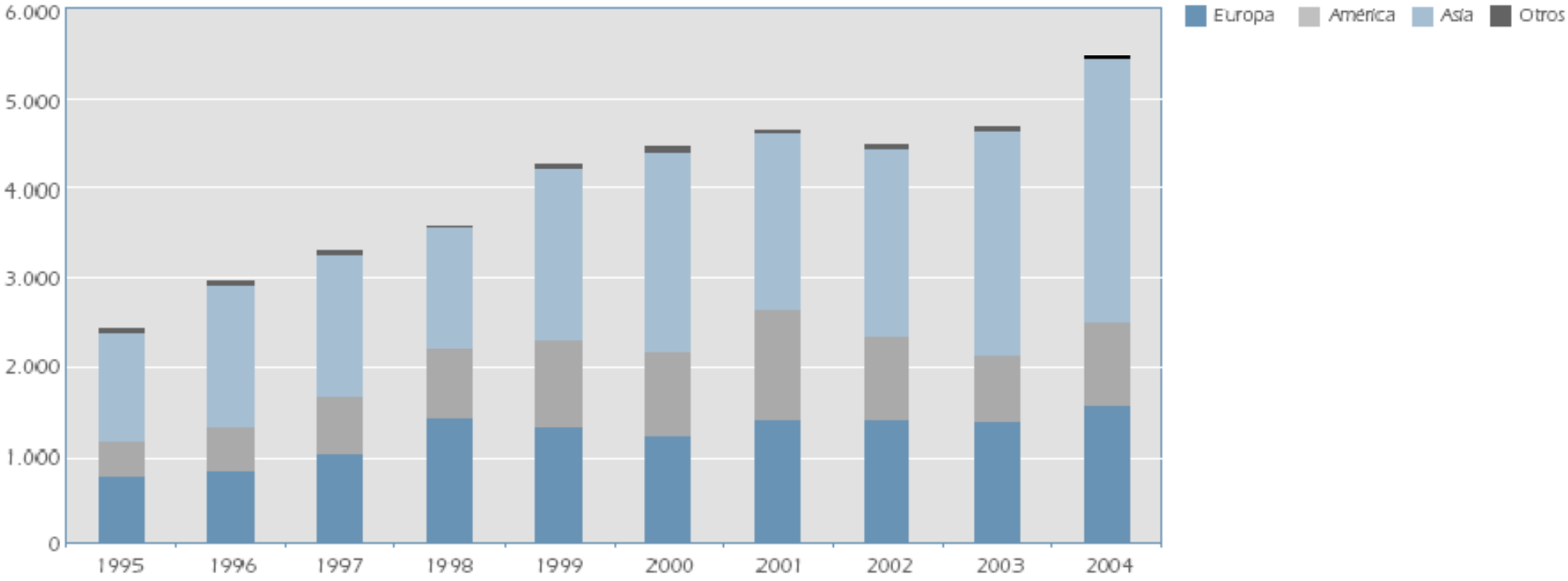
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 4

EXPORTACIONES DE COBRE POR DESTINO

Copper Exports by Destination

(Miles de T.M. de Cobre Fino)



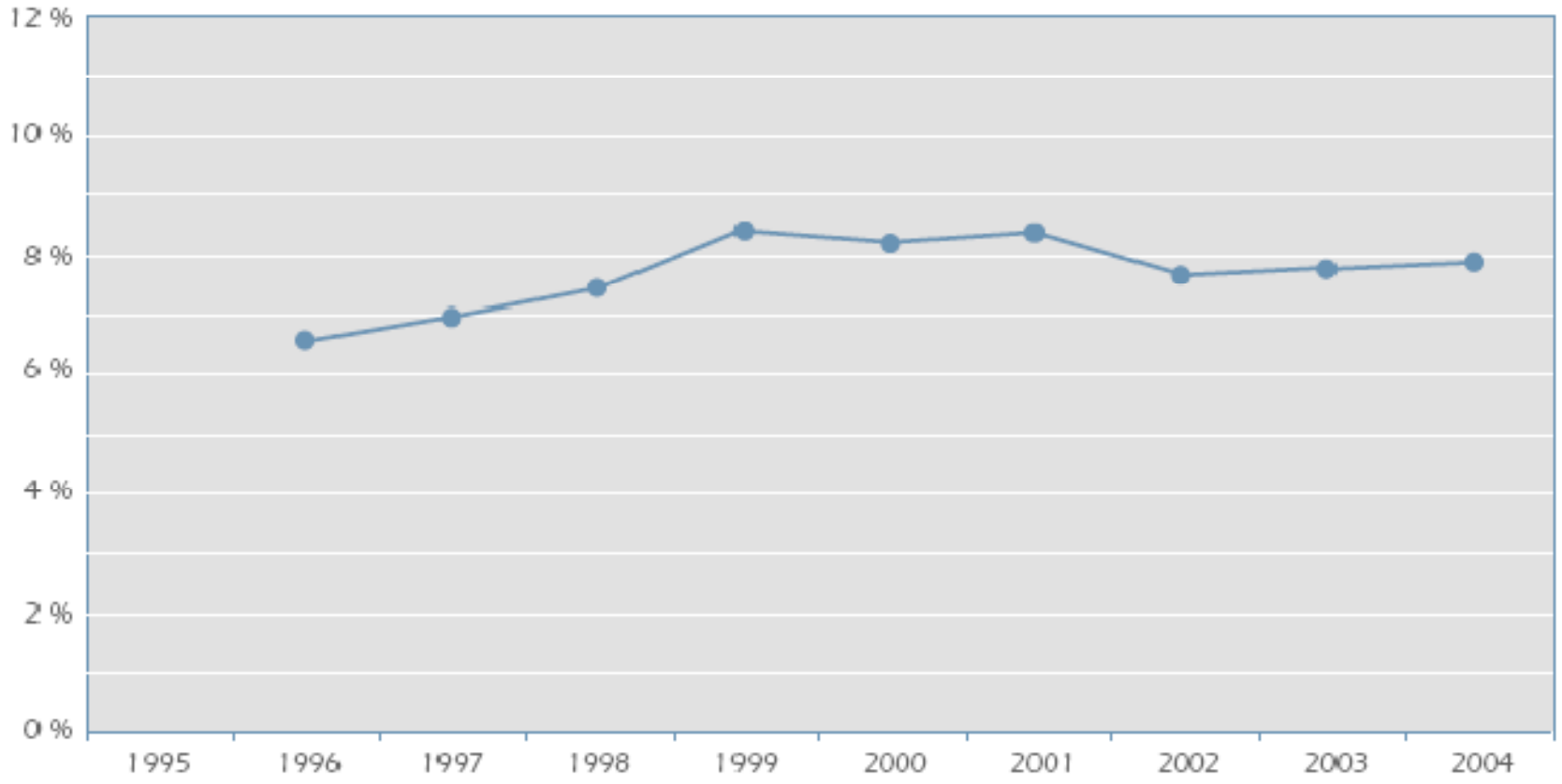
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 5

PARTICIPACION DEL SECTOR MINERO EN EL PIB

Share of the Mining Sector in GDP

(% de participación)



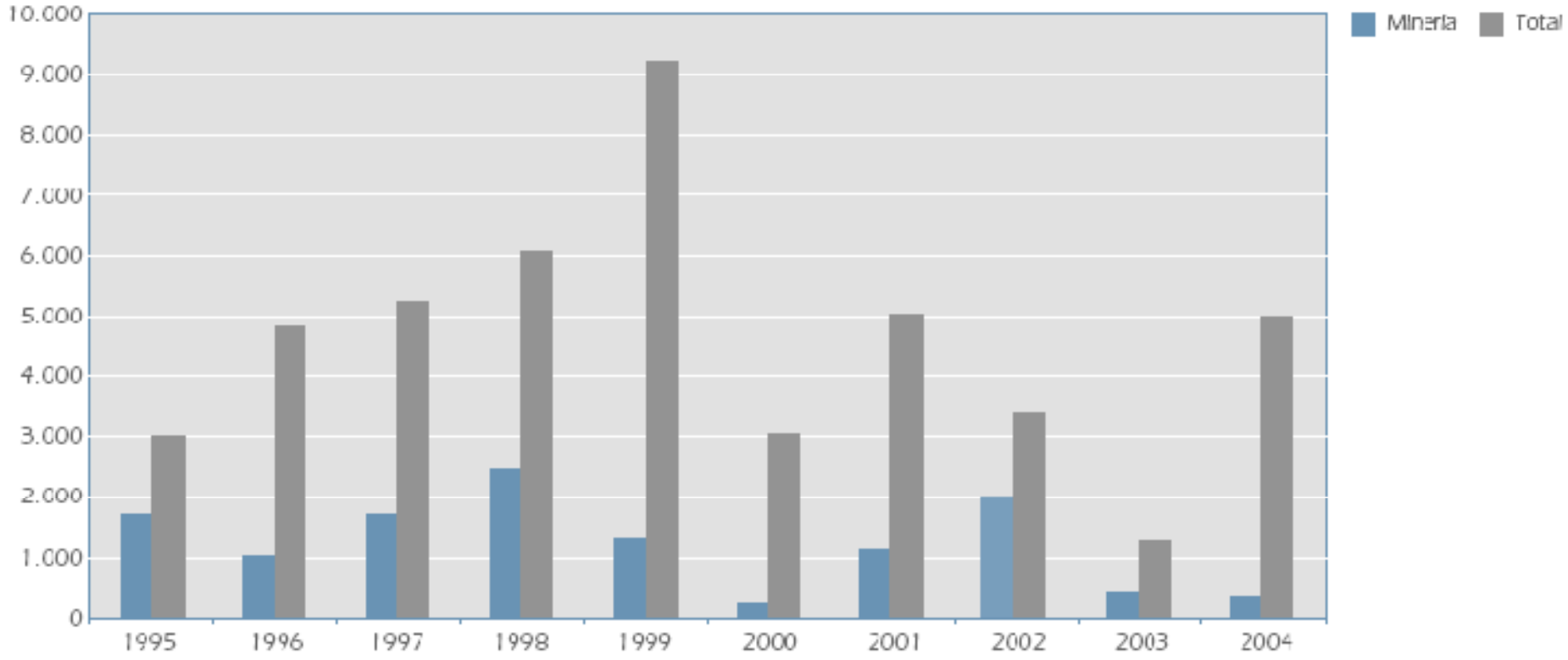
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 6

INVERSION EXTRANJERA MATERIALIZADA

Effective Foreign Investment

(Millones de US$)



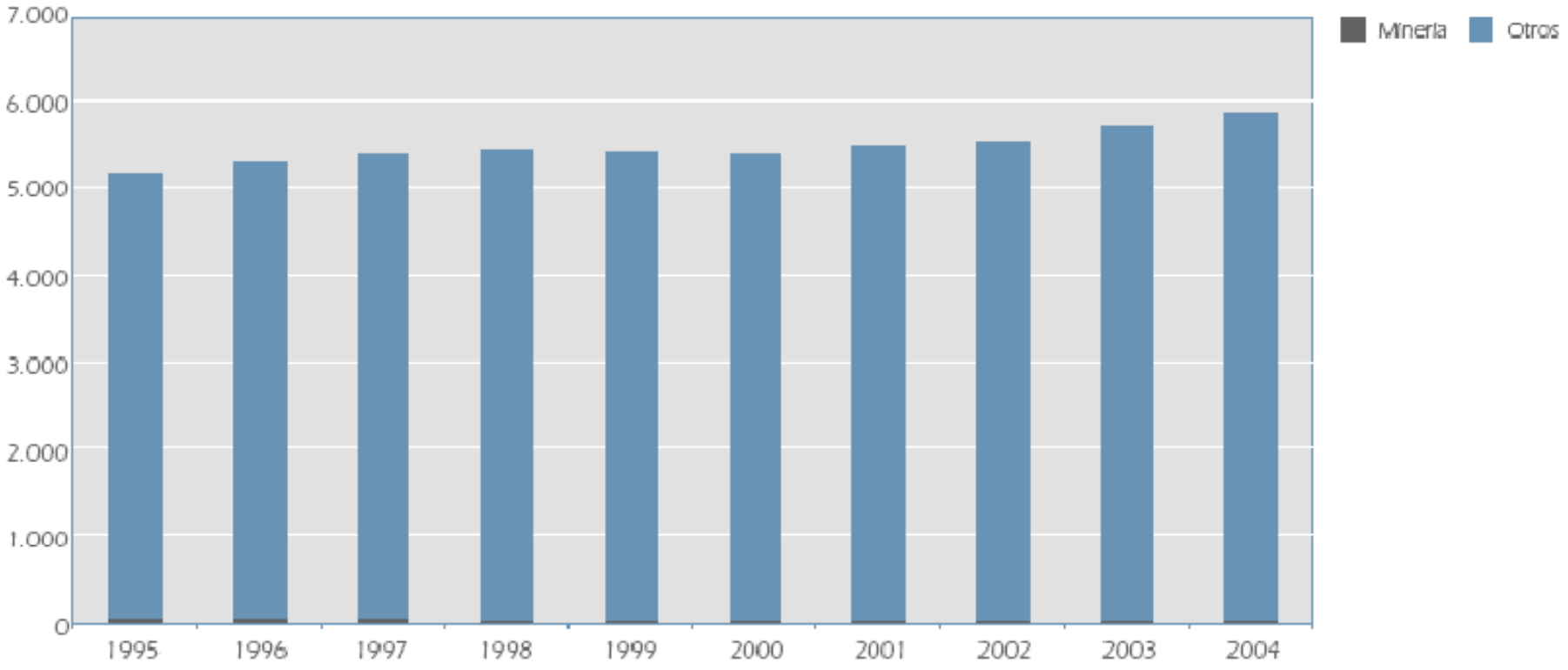
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 7

EMPLEO Y MINERIA

Employment and Mining

(Miles de Trabajadores)

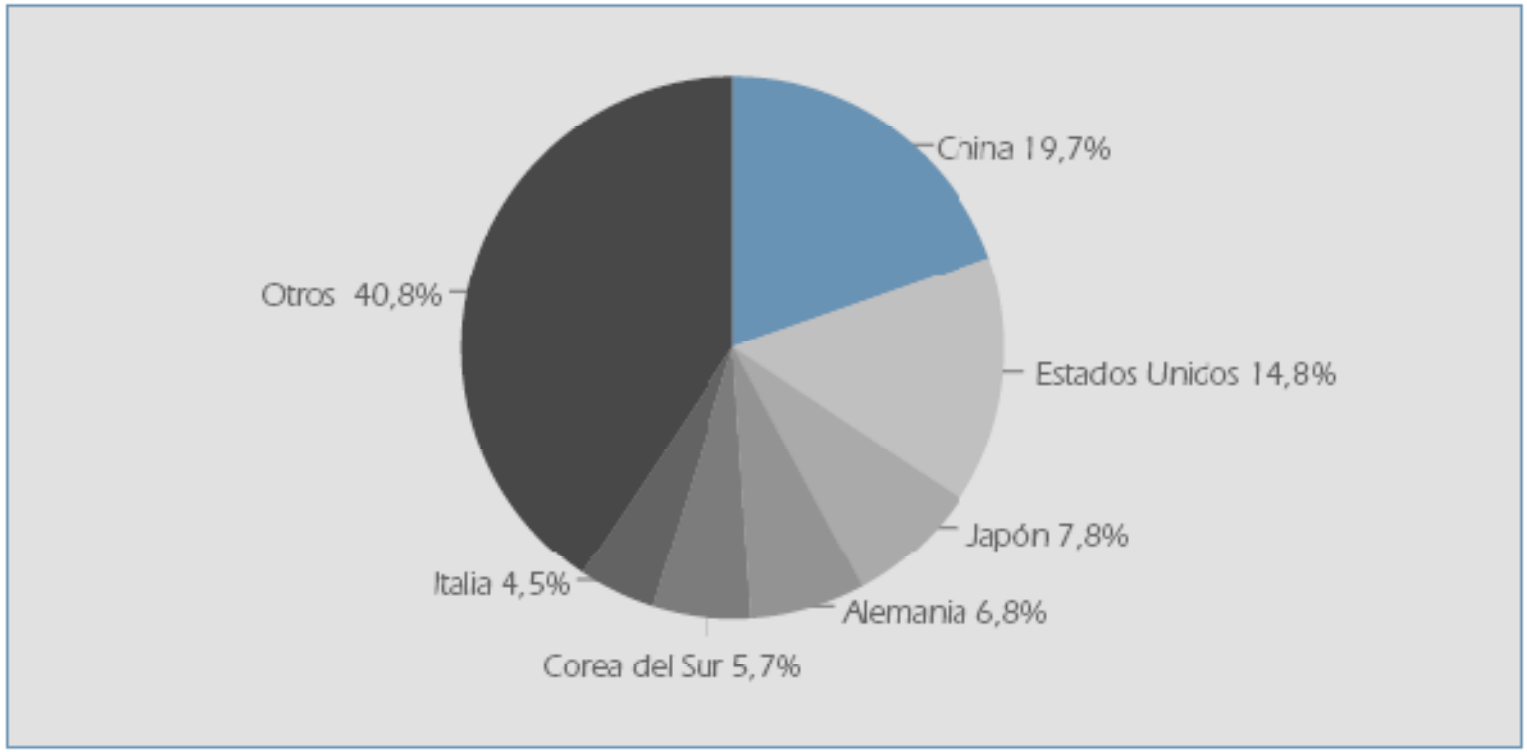


La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 10

PARTICIPACION EN EL CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO 2004

Participation in World Comsumption of Refined Copper 2004

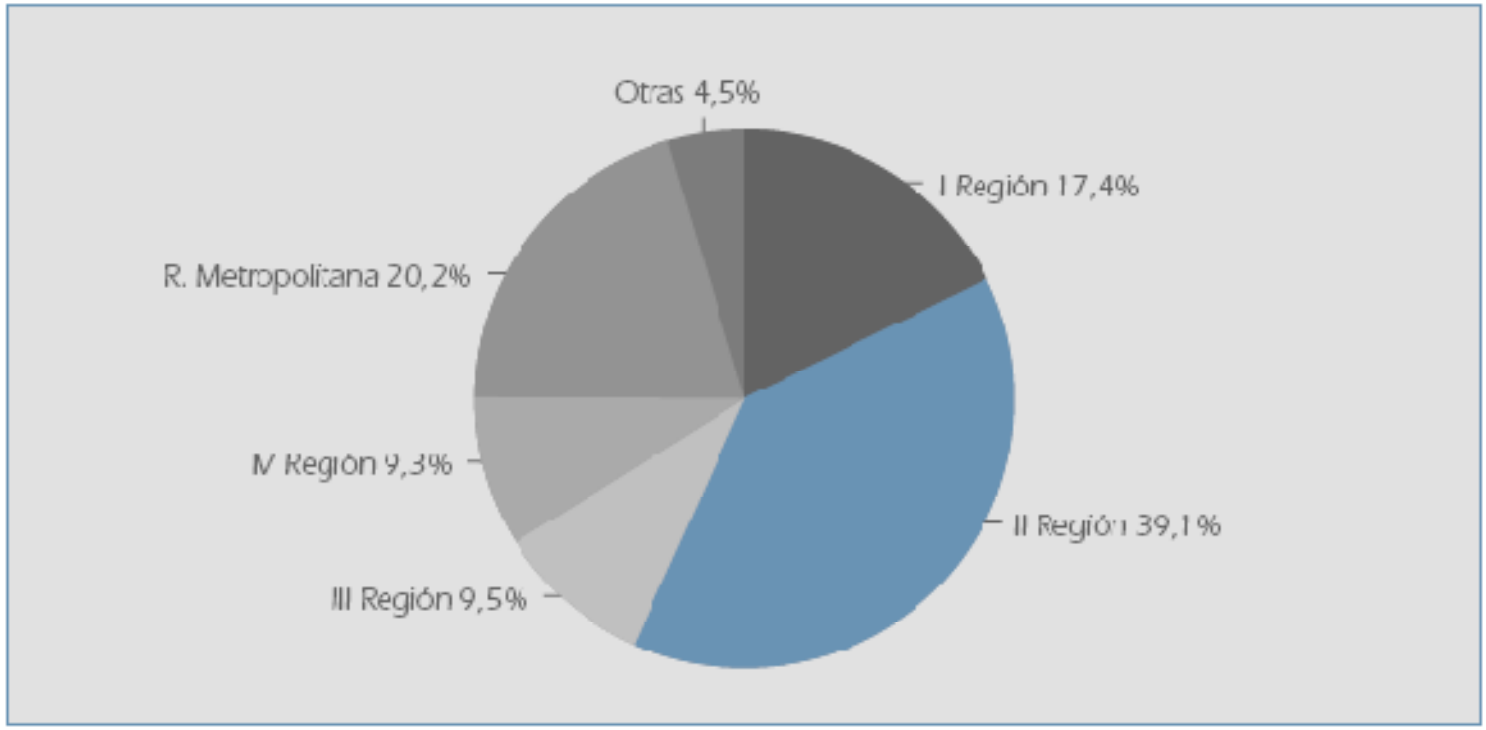


La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 12

PARTICIPACION REGIONAL EN INVERSION EXTRANJERA MATERIALIZADA EN MINERIA 1974-2004 SEGUN DL-600

Regional Participation in Effective Foreign Investment in Mining 1974-2004 under DL-600

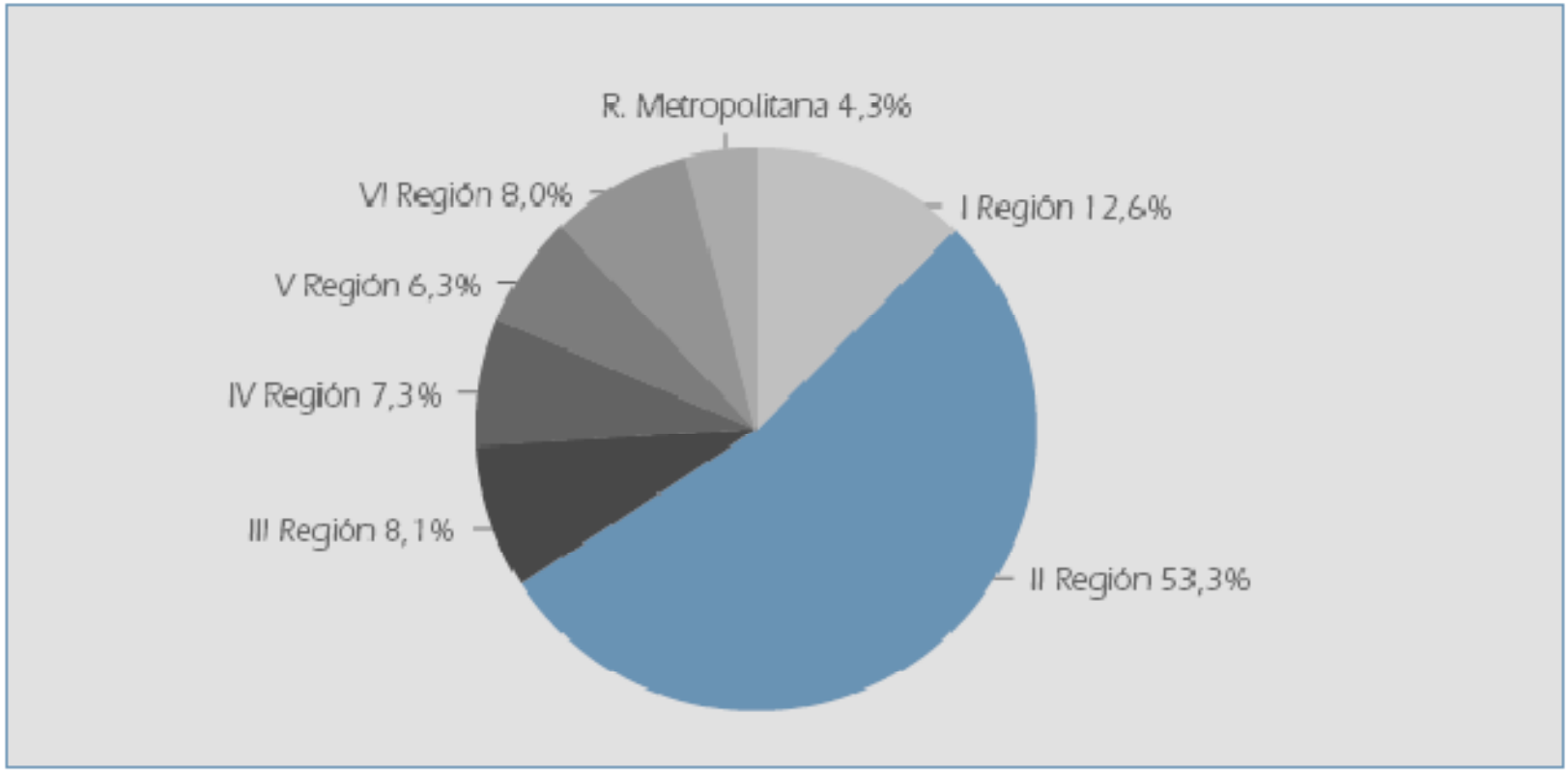


La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 13

PARTICIPACION REGIONAL EN LA PRODUCCION DE COBRE 2004

Regional Participation in Copper Production 2004



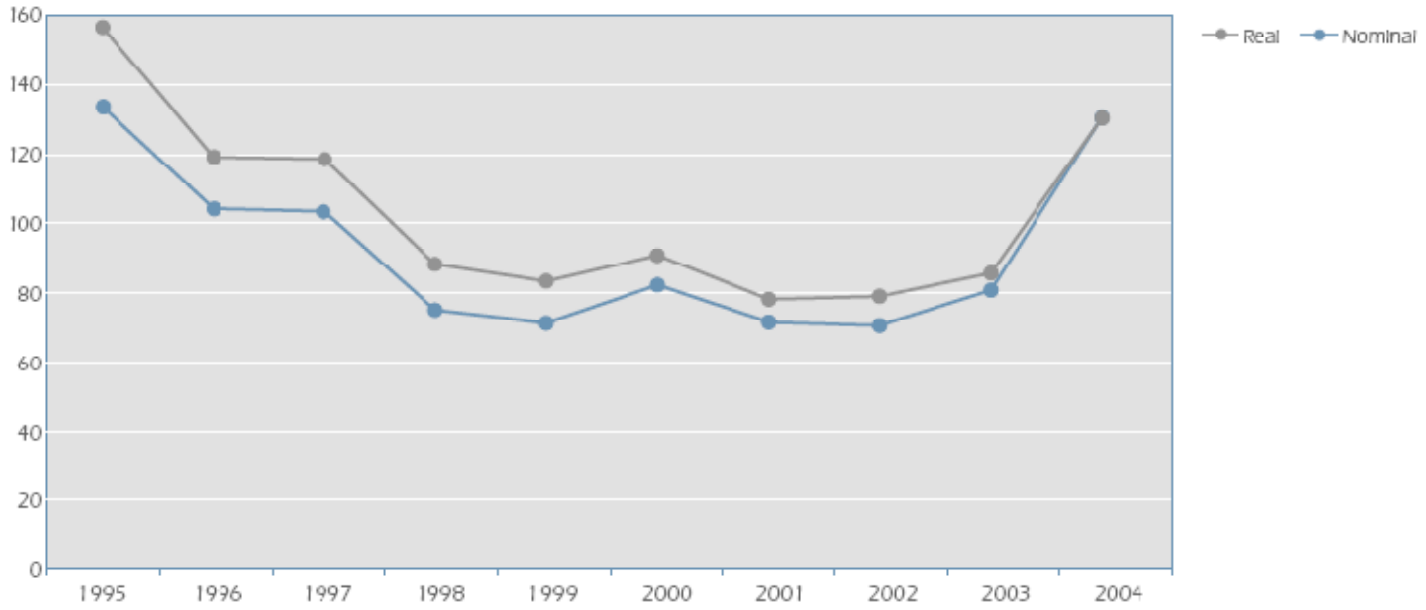
La minería en Chile - Estadísticas

GRAFICO 14

PRECIO DEL COBRE BOLSA DE METALES DE LONDRES

Copper Price in London Metal Exchange

(¢ / Lb)



Precio del Cobre Promedio

2003:	80.7 cUS$/lb
2004:	130.1 cUS$/lb
2005:	167.1 cUS$/lb
2006:	305.3 cUS$/lb
2007:	323.3 cUS$/lb
2008:	315.3 cUS$/lb
2009:	234.2 cUS$/lb
2010*:	329.0 cUS$/lb