

ISSN-0378-0961

AÑO CIII N° 26

**BOLETIN**



**MINERO**

ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA JULIO 1988



SEMINARIO INTERNACIONAL DE LA  
MINERIA NO METALICA EN CHILE  
(1º PARTE)

# *Somos la solución más cercana y económica para un abastecimiento ágil y dinámico de todo lo que su faena minera requiere.*

- Explosivos y accesorios para la tronadura.  
Anfo, Aquageles y Dinamitas.  
Cordones detonantes y respectivos conectores de retardo.  
Detonadores corrientes N° 8.  
Detonadores eléctricos de explosivos Rio Tinto, España-  
(Instantánea y retardo).  
Detonadores no eléctricos (Noneles).  
Mecha lenta impermeable.
- Bolas de Molienda ARMC0.
- Reactivos químicos DOW-CYANAMID-SHELL.
- Cianuro de sodio DUPONT, Carbón activado.
- Zinc en polvo, Mercurio metálico.
- Línea completa SOQUIMICH, MADECO y FAMAE.
- Stock permanente en Zona Franca, 17 sucursales  
y 15 polvorines.

Sucursales en:

- ARICA • IQUIQUE • ZONA FRANCA IQUIQUE
- TOCOPILLA • ANTOFAGASTA • TALTAL
- EL SALADO • DIEGO DE ALMAGRO • COPIAPO
- TIERRA AMARILLA • VALLENAR • COQUIMBO
- ANDACOLLO • OVALLE • ILLAPEL
- CABILDO • SANTIAGO

**ASESORIA TECNICA PERMANENTE**



**Seriedad desde 1941**

**SOC. ABASTECEDORA  
DE LA MINERIA LTDA.**

Avda. L. B. O'Higgins 969  
5° piso. - Santiago.  
Fonos: 6966727 - 6966619  
6966478 - 6984422.



#### **MAQUINARIAS:**

- Chancadores de mandíbula.
- Molino de bola.
- Compresores CompAir Holman 175 ft<sup>3</sup>/min.
- Dumper marca Humsa, carga útil 1500 Kg.
- Grupos electrógenos.
- Motores bencineros, petroleros y eléctricos.
- Perforadoras CompAir Holman.
- Winches.
- Barrenas de perforación.

## SEMINARIO INTERNACIONAL DE LOS NO METALICOS

Los días 7 y 8 de junio recién pasado se realizó en Santiago el "I Seminario Internacional de la Minería No Metálica", evento pionero en su tipo a nivel Latinoamericano. Lo anterior tuvo su origen en el hecho que, tradicionalmente, Chile se ha caracterizado por su naturaleza de país minero pero con énfasis en la minería metálica, con escasas excepciones.

Por otra parte la permanente y acelerada evolución científico, técnica e industrial del mundo, ha provocado un cambio en los requerimientos y demandas de materias primas y coincidentemente, muchas de éstas se encuentran en los minerales industriales, cuya característica principal son las propiedades físico-químicas que pueden obtenerse de ellas y no la existencia de algún elemento o compuesto a extraer, como el alto valor agregado que es posible imprimirle a estos productos con una inversión relati-

vamente baja.

La Sociedad Nacional de Minería, en conjunto con ProChile, Corporación de Fomento de la Producción, Banco Concepción y la Sociedad Química y Minera de Chile gestaron la realización de este evento.

En el transcurso de esta reunión se tuvo el privilegio de contar con la participación de destacadas personalidades e invitados extranjeros, representantes de organizaciones de renombre mundial por su alto nivel de conocimiento de los diferentes aspectos de esta industria, como asimismo con la intervención de prestigiosos especialistas nacionales, de manera de poder entregar en la forma más apropiada y sería el conocimiento necesario para que los distintos agentes que operan en esta área de la minería pudiesen tener acceso a la mejor información, desde aspectos geológicos, abastecimiento, procesos de transforma-

ción, hasta las tendencias mundiales de mercado.

Se pudo además conocer el meritatorio estudio realizado por Corfo dirigido a exponer la potencialidad real de 35 minerales no metálicos existentes en nuestro país, para que así se puedan orientar los esfuerzos en la dirección adecuada y poder obtener en un corto a mediano plazo una minería industrial con buenas expectativas de crecimiento.

La información que los expertos extranjeros y nacionales volcaron en esta reunión es de un valor inestimable y a través de esta publicación —como una Edición Especial del Boletín Minero, dedicado a resaltar la importancia actual y futura de la minería de productos industriales; la Sociedad Nacional de Minería efectúa un aporte concreto para motivar un desarrollo integral de nuestra minería.

**BOLETIN MINERO**

Órgano Oficial de la  
Sociedad Nacional de Minería  
Fundado el 15-XII-1883

**DIRECTORIO SONAMI****Presidente**

Guillermo Valenzuela Figari

**Primer Vicepresidente**

Jorge Muxi Balsells

**Segundo Vicepresidente**

Oscar Rojas Garín

Julio Ascuí Latorre

**Representante Legal**

Guillermo Valenzuela Figari

**Director Responsable**

Alfredo Ovalle Rodríguez

**Director Ejecutivo**

Craozio Andriola Williams

**Editores**

Sociedad Nacional de Minería

**Comité Editor**

Gustavo Cubillos López  
Eugenio Lanas Troncoso  
Carlos Rodríguez Quiroz

**Colaboradores**

Carlos Palacios M.  
Juan Zuleta Mondaca

**Arte y Diseño**

Fernando Landrauro Lizana

**Agente de Publicidad**

Soledad Lagos Herrera

**Centro de Documentación**

Clara Castro Gallo

**Fotografía**

Archivo SONAMI

**SONAMI**

Teatinos 20 - Cfs. 33 - 39  
Tels. 6981696 - 6981652

Todos los derechos de la propiedad intelectual quedan reservados. Las informaciones de la revista podrán reproducirse siempre que se cite su origen.

ISSN-0378-1961

**AÑO CIII - N° 25 - JUNIO 1988**

**Impresión**

OGRAMA

**Composición IBM**

Juan Meza Ortega  
A. Prat 252 Of. 208  
Teléfono 380851

# JUNTA AMPLIADA DE SONAMI EN ANTOFAGASTA

El acuerdo más importante de la Junta Nacional Ampliada de la Sociedad Nacional de Minería que se celebró en Antofagasta el día 25 de julio de 1988, es, sin lugar a dudas, aquel que dice relación con la necesidad de que Sonami tome a su cargo la comercialización de la producción minera, vale decir que mediante los mecanismos adecuados administre parte de las funciones que actualmente realiza la Empresa Nacional de Minería.

Con especial entusiasmo la minería privada del país acordó en esta reunión ampliada, verdaderamente representativa de la minería chilena, pedir al Supremo Gobierno que se busque la fórmula adecuada para que los productores, al igual que en otras áreas de la actividad económica, tengan libre acceso al mercado exportador. En la actual política económica que ha dado el marco adecuado a una apertura realista al exterior, no se ve razón alguna para que el sector minero tenga vedado este complejo, pero intere-

santísimo campo de la exportación directa.

Lo anterior significa, en alguna forma, hacerse cargo de Enami, fundamentalmente en los aspectos productivos de dicha empresa fiscal.

En caso alguno debería abandonarse por parte del Estado, en su carácter de Ente Subsidiario, el rol

de fomento que le corresponde, materia que podría quedar en manos de la Empresa Nacional de Minería o crear un instituto especialmente dedicado al fomento de la pequeña y mediana minería.

No deseamos omitir que ha existido, en momentos de bajo nivel en el precio del cobre y de la plata, una ayuda por parte de Enami que se han convertido en préstamos que

mucho ha costado a los mineros cancelar. Es por ello que se estima insuficiente para el sector la actual política de fomento y se desea mayor agresividad para poner en descubierto la enorme riqueza minera que la naturaleza ha prodigado a nuestro país.

Esperamos que este acuerdo, de gran responsabilidad para los directivos de Sonami, a través de una Comisión de alto nivel se convierta en una realidad, en corto plazo, en beneficio de toda la minería y consecuentemente de todos los chilenos.

## PORTADA



FOTO GENTILEZA SOQUIMICH

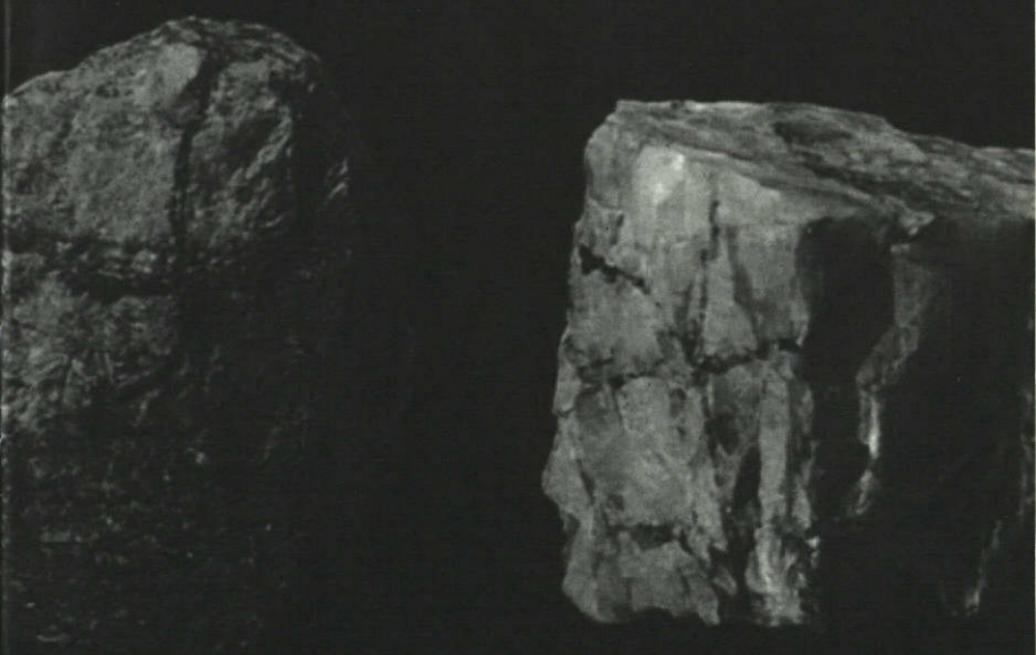
## SUMARIO

LA PEQUEÑA MINERIA NO METALICA EN CHILE. Autor: Jorge Bellet. Gerente General Sociedad Minera Cóndor.	Pág. 3
FUTURO DEL ACIDO SULFURICO EN CHILE. Autores: Alexander Leibbrant y Fernando Bolt. Ingenieros. Departamento Acido Sulfúrico. Codelco Chile.	Pág. 12
DIAGNÓSTICO DE LA MINERIA NO METALICA NACIONAL. Autor: Luis Guarachi. Ingeniero Civil de Minas. Investigador del área Metalúrgica y Química de Intec Chile.	Pág. 18
CHILE Y LOS MINERALES NO METALICOS. Autor: Doctor Werner Schlin Sch. Director Ejecutivo del CIMM.	Pág. 26
VALORIZACION GEOLOGICA-MINERA DE DEPOSITOS DE MINERALES NO METALICOS. Autor: Doctor Walter Lorenz. Director Sección No Metálicos del Servicio Geológico República Federal de Alemania.	Pág. 35
PANORAMA MUNDIAL DE LA INDUSTRIA DEL AZUFRE. Autor: John Lancaster. Ingeniero Civil de Minas Gran Bretaña.	Pág. 46
CENTRO DE DOCUMENTACION.	Pág. 55
EVENTOS.	Pág. 57

*Realidades y Perspectivas*

# LA PEQUEÑA MINERÍA NO METALICA EN CHILE

Por: Jorge Bellet Ph. D. Gerente Técnico Sociedad Minera Cóndor



*“La pequeña minería no metálica debe experimentar en el corto plazo, un crecimiento mayor al de otros sectores de la economía, ya a*

*depender principalmente de la sensibilidad del empresario frente a demandas muy específicas del mercado y de su capacidad técnica para*

*transformar un determinado mineral en un producto terminado”.*

## I. TIPIFICACION DE LA PEQUEÑA MINERIA NO METALICA EN CHILE

### 1) Definición económica del sector.

La pequeña minería en Chile (metálica o no metálica) puede acogerse a un régimen tributario especial en virtud de las leyes 10.270 y 11.127. Mediante este régimen la pequeña actividad minera tributa por la renta presunta, que se calcula como un 6% del total facturado por ventas.

La existencia de esta disposición tributaria permitiría una base objetiva para definir pequeña minería como aquella actividad del sector que puede acogerse a los beneficios

referidos. Sin embargo, estas leyes no establecen explícitamente un límite máximo en la facturación del negocio minero, tal que sobre este volumen la empresa debe pasar al régimen tributario general.

En ausencia de una base objetiva para distinguir lo pequeño de lo mediano y de lo grande en negocios mineros, proponemos un criterio de clasificación, relativamente arbitrario pero simple.

En Chile, la gran minería es muy grande. Los volúmenes de venta de este sector son del orden del 10 + 3 millones de dólares anuales. Por otro lado, la ley 18.180 contempla un incentivo a la actividad exportadora (minera o no), en la forma de un retorno del 10% del total vendido al exterior, siempre que las

ventas totales no excedan los 0,75 x 10 + 1 millones de dólares anuales. El espíritu de esta legislación no es el de un subsidio general a la actividad exportadora, sino más bien de un apoyo limitado en el tiempo y específicamente dirigido al pequeño sector exportador. Tenemos entonces que lo grande está caracterizado por el número 10 + 3 (en millones de dólares) y lo pequeño en 10 + 1 (en millones de dólares). Es razonable sugerir el límite entre lo grande y lo mediano en el número 10 + 2 (en millones de dólares). Así podemos usar escala logarítmica e incluir en un mismo gráfico lo pequeño y lo grande en minería.

La tabla siguiente resume lo propuesto y da algunos ejemplos:

TABLA 1

Criterio para clasificar tamaño de una actividad minera en pequeño, mediano y grande en base a volúmenes totales de venta. En cada caso se citan algunos ejemplos.

Clasificación	Ventas anuales (en 10 + 6 dólares)	Ejemplos (prod. exportables)
Pequeño	< 10 + 1	Boratos y derivados, Sal Diatomita, Bentonita, Baritina, Piedra Pómez, Fertilizantes naturales.
Mediano	> 10 + 1 y < 10 + 2	Yodo, Litio
Grande	> 10 + 2	Nitratos y Sulfatos (Soquimich)

TABLA 2

Evaluación actual de las reservas y mercado para algunos no metálicos. G = grande; M = mediano; P = (pequeño (1))

Materia Prima	Reservas Minerales	Tamaño del Mercado
Azufre	G	P
Caolín	M	P
Bentonita	G	P
Boratos	M	M
Potasio	M	M
Diatomita	P	M
Baritina	?	P
Yeso	G	P
Piedra Pómez	M	P
Fosfatos	P	M
Apatitas	P	M
Sal	G	M
Perlita	M	P
Wolastonita	P	P

En minería no metálica, los negocios considerados "pequeños" en esta clasificación, poseen características muy especiales y plantean desafíos específicos al empresario. Parte de este trabajo será dedicado a dejar de manifiesto esos aspectos de la pequeña actividad minera, que la distinguen claramente de los negocios mineros medianos o grandes.

### 2) Limitaciones al crecimiento de la Pequeña Minería:

La pequeña minería, en el sentido definido aquí, no es pequeña porque desee serlo sino porque normalmente tiene su crecimiento limitado por algunas de las dos razones siguientes:

a) Tamaño de las reservas minerales.

b) Tamaño del mercado donde el producto es competitivo.

La tabla siguiente indica semicuantitativamente estos dos aspectos que definen el tamaño de la actividad minera, para algunas materias primas no metálicas en Chile:

La evaluación hecha en la tabla anterior merece algunos comentarios que ejemplificamos con el caso del azufre. Chile tendría reservas probables de caliche volcánico cercanas a las 100.000.000 de TM. Estas reservas son grandes en relación a cualquier fuente de azufre volcánico a nivel mundial. Dado el estado actual en la tecnología de refinación del mineral chileno, el costo para procesarlo a un grado comercialmente competitivo (> 99%) es demasiado alto en relación con otras fuentes (purificación de hidrocarburos, oxidación de ácido sulfhídrico natural, proceso Frasch, etc.). Por esta razón, el mercado para el azufre nacional está restringido esencialmente al consumo interno, que es pequeño para los niveles en que el azufre se transa internacionalmente (2).

La situación de mercado puede cambiar, sin embargo, si se desarrolla un proceso más económico para refinar la materia prima o si el precio internacional del azufre sube hasta unos US\$ 145 la TM FOB Vancouver.

Una evaluación similar conduce a los valores señalados en la Tabla II para otras materias primas.

Resulta claro entonces que la limitación al crecimiento de la pequeña actividad minera no es absoluta. Precisamente, hacer crecer un negocio minero cuyas perspectivas no son obvias debido al volumen de las reservas o al tamaño del mercado, plantea desafíos muy específicos que, en cierto modo, caracterizan la gestión del empresario de

la pequeña minería no metálica.

### 3) El mercado de los minerales no metálicos:

En términos muy generales los mercados internacionales están experimentando transformaciones en sus requerimientos básicos de materias primas. En minería, la tendencia parece señalar que los productos no relacionados con lo que en Chile ha sido la minería tradicional, están adquiriendo especial prominencia (3).

La tendencia referida es auspiciosa para el sector no metálico. Sin embargo, los proyectos, especialmente en pequeña minería, no se basan en expectativas a largo plazo sino en evaluaciones concretas y actuales del mercado.

Al respecto la experiencia recomienda algunas pautas generales para evaluar y dimensionar el mercado.

#### a) Latinoamérica

Latinoamérica representa un mercado natural para productos chilenos por dos razones:

— La proximidad geográfica se traduce en una ventaja efectiva en costo de flete con respecto a proveedores de ultramar. El proveedor chileno, además, tiene generalmente más de una opción de transporte (marítimo y rodoviario por ejemplo) para hacer llegar sus productos a los centros de consumo.

Para estimar el costo del flete de un puerto chileno a un puerto latinoamericano, la cifra de US\$ 70

por TM es una buena referencia. Este valor representa un promedio para fletes no consolidados, contratados con transportistas que ofrecen servicios regulares y para cargas pequeñas (un container, un camión completo, un vagón de ferrocarril, ~20 TM).

— Dentro del marco ALADI es posible negociar preferencias arancelarias que favorecen al proveedor latinoamericano con respecto a los de ultramar.

Para el pequeño productor, el mercado latinoamericano tiene ventajas adicionales. Puede abastecer con relativa rapidez el 100% de la demanda de un consumidor directo de su producto. Los grandes proveedores de ultramar no tienen esta misma flexibilidad, por lo que el consumidor se ve forzado a consolidar sus compras en un solo pedido anual, aumentando el costo por el gasto financiero del capital inmovilizado.

Por estas razones, una evaluación adecuada del mercado regional es básica en cualquier proyecto de exportación en pequeña minería no metálica.

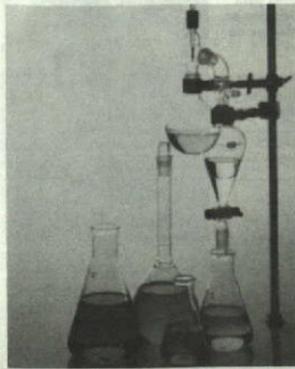
Para tener una estimación del tamaño del mercado que representan los países de la región, se puede aplicar una regla simple que se basa en ponderar el tamaño del mercado chileno por una relación entre indicadores económicos de la economía nacional con respecto a la de otros países latinoamericanos.

De este modo, si el consumo de un producto en Chile es 100, el de otros países será aproximadamente, como se indica en la tabla siguiente:

**TABLA 3**  
Tamaño del mercado de algunos países latinoamericanos para un producto en el que Chile representa un mercado de 100 (\*)

País	Tamaño relativo del mercado
Argentina	421
Bolivia	20
Brasil	1.385
Colombia	180
Perú	83
Venezuela	240
Uruguay	43
Otros (Sudamérica)	120

(\*) Estas cifras están calculadas sobre la base de indicadores económicos correspondientes al año 1981 (4).



A modo de ejemplo, en la tabla siguiente se muestra el tamaño total

del mercado que representan los países incluidos en la Tabla 3 para

algunos productos no metálicos.

TABLA 4

Dimensión aproximada del tamaño del mercado sudamericano (incluyendo Chile) para algunos no metálicos. Valores anuales.

Producto	Volumen en TM	Valor CIF US\$
Auxiliares Filtrantes (Diatomita = Perlita)	72.500	25.375.000
Arcillas decolorantes	26.700	10.680.000
Caolín de Recubrimiento	207.000	72.450.000
Cargas reforzantes (*)	260.000	260.000.000
(*) Sílice precipitada.		

Dimensionar cuantitativamente el mercado regional es simple, al menos al nivel de la estimación aproximada, que se ha presentado aquí. Más complicado es efectuar una evaluación cualitativa, esto es,

especificar la fracción del mercado en la cual el productor chileno puede competir. En esta última evaluación hay dos preguntas que son críticas:

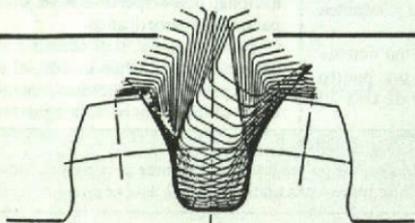
—¿Existe producción local de lo

que se pretende exportar en la plaza considerada? —¿Qué fracción del consumo interno es abastecido por proveedores de ultramar?



## MD Maestranza Diesel

### FABRICACION DE ENGRANAJES ESPECIALES



- Stub recortados
- Cónicos
- Coronas sin fines
- Helicoidal doble
- Dentados internos
- Levas excéntricas

Fresados engranajes hasta 2.000 mm. diámetro  
Santa Elena 1433 Fonos: 5567439 - 5550938  
Casilla 9617 - Santiago

## Minermat LTDA

- Equipos de precipitación por Zinc Merrill-Crowe de 12 a 300 TPD de soluciones y otros implementos de Refinación para ORO y PLATA.
- Cañerías, Fittings y Bombas para manejo de soluciones en PE de alta densidad. Flota completa de Máquinas de Termofusión rangos 3/4" a 32" Dia.
- Carpetas y estanques para Cianuración y Lixiviación en Pilas y sus implementos de rociado.
- Transportadores (Elevadores) de Alta Pendiente para Minerales y otros materiales (hasta 85°).
- FABRICACION DE EQUIPOS ESPECIALES PARA BENEFICIO DE MINERALES.
- INGENIERIA DE PROCESOS Y CONSTRUCCION COMPLETA DE PLANTAS PARA ORO, PLATA, Y COBRE.



Américo Vespuccio 1020 - Pudahuel.  
Casilla 77 - Correo 29 - Providencia.  
Fono: 719021-(4 líneas), Telex 440476 MINER CZ.  
MINERMAT INC. Tucson Arizona (Subsidiaria)

No está dentro del alcance de este trabajo profundizar en estos detalles del mercado de los no-metálicos. A un prominente productor que quiera avanzar en esta evaluación, le proponemos la siguiente pauta:

— Los consumidores chilenos del no metálico a producir ¿están dispuestos a comprarlo atendiendo tanto al precio como a la calidad de lo que se ofrece?

Si la respuesta a esta pregunta es negativa, las posibilidades de colocar el producto en el exterior son remotas.

Naturalmente, el mercado chileno puede ser muy pequeño para apoyar un proyecto productivo en algún no metálico. Pero de haber demanda por éste, la aceptación de la oferta nacional es condición sine-qua non para pensar en penetrar otros mercados. Los consumidores latinoamericanos son, en promedio, tan exigentes en calidad y precios como los chilenos.

— Si el producto chileno es aceptado por consumidores locales, re-

comendamos como paso siguiente, recurrir a los servicios de Pro-Chile. Para este efecto el producto debe ser claramente identificado, incluyendo grado comercial, código NAB, etc. Pro-Chile ha mostrado ser muy eficaz en obtener la información relevante al mercado de la plaza en cuestión, incluyendo:

\* Volumen importado por la plaza anualmente y valor pagado por las importaciones.

\* Lista de principales consumidores del producto.

El mercado de ultramar para productos no-metálicos tiene además algunas características que lo distinguen de otros mercados, principalmente:

- Las transacciones son de grandes volúmenes (> 1.000 TM).
- Los negocios dependen críticamente del costo del flete.
- Los valores FOB pagados por el producto son bajos (típicamente < a US\$ 100 la TM).

(Naturalmente hay excepciones. El caso más ilustrativo es el yodo,

que se transa por kilos y cuyo precio en el mercado internacional es del orden de US\$ 16 el Kg. (5)).

A pesar de estas limitaciones, el grueso de las exportaciones en pequeña minería no metálica tiene como destino los mercados de ultramar. La tabla siguiente muestra los volúmenes transados en el último trienio, teniendo como destino principalmente plazas de ultramar.

TABLA 6

Exportaciones de no metálicos (pequeña minería) a mercados de ultramar en el período 1985 - 1987 (6).

Producto	Volumen físico (en TM)	Valor en US\$
Acido bórico	238	120.000
Baritina	95.381	2.500.000
Boratos	14.230	1.183.000
Sal	2.264.748	20.555.000
Pomecita	629	131.000

TABLA 5

Ventaja	Producto
Posición dominante en la oferta por calidad y/o tamaño comparativo de reservas	Salitre, Yodo, Sal Potasio, Litio
Proximidad del recurso al puerto de embarque	Sal, fertilizantes naturales, baritina
Bajo costo de insumos requeridos en el proceso (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Energía solar)	Sulfato de Sodio, Potasio, Litio, Acido bórico

#### b) El mercado de ultramar

Llegar a los mercados de ultramar con un producto no-metálico de extremadamente difícil. Esta posibilidad está usualmente supe- ditada a la existencia de ventajas comparativas muy claras del productor chileno con respecto a otros proveedores.

La tabla que sigue especifica algunas de estas ventajas para no metálicos que Chile exporta o para los que tiene proyectos de exportación a los mercados de ultramar:

**“Para acometer con éxito la explotación de los no metálicos, el empresario debe estar dispuesto a transformarse en un empresario químico”.**

Si bien el destino tradicional de las exportaciones no metálicas asociadas a la pequeña minería es el mercado de ultramar, estimamos



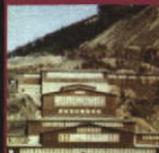
Xantato  
 ®Phosokresol  
 ®Hostafiot



®Montanol  
 ®Flotol  
 ®Flotanol  
 ®Flotigol



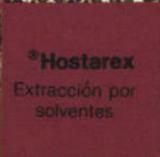
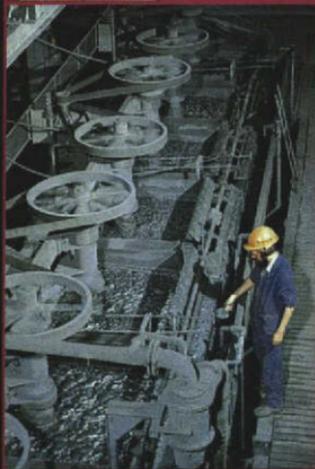
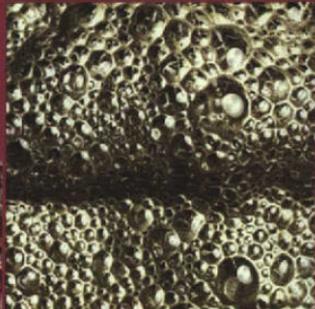
®Knapsack  
 atomizicon  
 15



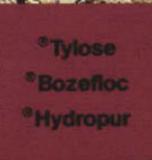
Ayudante de  
 Filtración B 70



®Flotinor  
 ®Flotigam  
 ®Emigol  
 ®Arkopal



®Hostarex  
 Extracción por  
 solventes



®Tylose  
 ®Bozefloc  
 ®Hydropur

Para la minería y procesamiento de minerales:

**Reactivos de Hoechst**

Hoechst Chile Ltda.  
 Casilla 340 - F. 722160  
 Teatinos 449 - 3º Piso  
 Santiago



que como perspectiva de desarrollo del sector, el mercado regional ofrece las posibilidades más interesantes.

## II. PERSPECTIVAS DE LA PEQUEÑA MINERÍA NO METÁLICA EN CHILE

La pequeña minería no metálica, según se ha definido en este trabajo, debe experimentar en el corto plazo un crecimiento mayor al de otros sectores de la economía. No está demás repetir las consideraciones generales que avalan esta afirmación:

a) A nivel de negocios cuyo volumen sea 10 millones de dólares anuales (considerando sólo el mercado latinoamericano) la cantidad de productos no metálicos que se transan es muy grande comparada con los no-metálicos que actualmente se explotan comercialmente en Chile. Parte de este "subdesarrollo" se debe a la poca atención, que generalmente se le ha dado a los no metálicos en el país.

b) La demanda por productos del sector no metálicos está en aumento, no como resultado de fluctuaciones de corto plazo en el comportamiento de los mercados, sino a consecuencia de transformaciones muy profundas en la composición de demandas de materias primas básicas.

Las afirmaciones anteriores constituyen sólo un marco de referencia muy general. Para evaluar más concretamente las perspectivas de este sector, creemos que hay que considerar cuatro aspectos que serán determinantes en su desarrollo:

- Manifestación de nuevos recursos.
- Aumento en el valor agregado de materias primas.
- Exportación indirecta.
- Especialización en un "nicho" del mercado.

Al respecto, lo siguiente puede decirse:

### 1) Manifestación de nuevos recursos:

mente todo lo que se exporta hoy día (con excepción tal vez de la baritina), se ha exportado tradicionalmente. Chile vendía al exterior boratos ya durante el siglo XIX y existen exportaciones registradas de Diatomita en la década de 1940. Puede afirmarse, por lo tanto, que muy pocos "nuevos recursos" han aparecido en pequeña minería no-metálica.

La afirmación anterior no es válida para la mediana minería. Varias sales asociadas a los salares del norte, que están en explotación o en vías de explotarse, son un caso notable de nuevos recursos que se han incorporado en los últimos años al patrimonio productivo nacional.

Recientemente CORFO ha hecho una importante inversión para efectuar una evaluación de los recursos no metálicos del país. El caso de las riquezas asociadas a los salares, mostró la extraordinaria relevancia del rol de CORFO en poner de manifiesto nuevos recursos naturales. Es razonable esperar, por lo tanto, que este nuevo estudio otorgue un gran ímpetu al desarrollo de la minería no metálica en Chile.

En la tabla siguiente se presenta una lista de no-metálicos de los que no se conocen recursos económicamente significativos en Chile y para los cuales existe un mercado interno de un tamaño adecuado a la pequeña actividad minera.

TABLA 7

Algunos no metálicos con mercado interno bien definido y para los cuales no se conocen recursos adecuados en Chile (7).

Productos	Comentario
Dolomita	Calidad pobre, reservas pequeñas
Talco	" ?
Mat. Pr. refractaria, andalusita	" ?
Cromita, Circón	
Bentonita sódica	No se conocen recursos
Caolines de alta plasticidad	?
Titaníferos	?
Wollastonita	Reservas pequeñas ?
Grafito	"
Roca fosfórica	"

### 2) Aumento en el valor agregado de materias primas

La importancia económica de los no-metálicos puede aumentar no sólo si se amplía el espectro de minerales que se explotan, sino

augmentando el valor de éstos vía proceso. A continuación se da una lista de no metálicos y el producto de alto valor agregado que es posible obtener de éstos.

TABLA 8

Algunas materias primas no metálicas y sus derivados de alto valor agregado

Materia prima	Producto terminado
Boratos	Acido bórico (*)
Bentonita cálcica	Arcillas decolorantes (*)
Baritina	Carga/pigmento blanco
Diatomita	Auxiliar filtrante
Caolín	Recubrimiento de papel couché
Cuarzo (> 99%)	Sílice precipitada (*)
Piedra pómez	Filtros moleculares
Perlita	Auxiliar filtrante

(\*) El proceso es intensivo en uso de ácido sulfúrico.

Es importante recalcar que transformar las materias primas listadas en la tabla anterior en los productos de alto valor agregado, es usualmente muy complejo y no siempre posible para una fuente dada del mineral.

### 3) Exportaciones indirectas

Hasta ahora hemos puesto énfasis en los minerales no metálicos con potencial de exportación. Con esto hemos dejado de lado el grueso de las materias primas que constituyen el sector no metálico, como por ejemplo los áridos de la construcción, las materias primas para la industria del cemento, del vidrio, de las cerámicas, etc.

Muchos de estos no metálicos no pueden ser exportados como tales pero sí como ingredientes de otros

Chile está empezando a exportar artículos cerámicos. La exportación de celulosa, harina de pescado y Agar-agar ha experimentado crecimiento en los últimos años. Por esta vía, por lo tanto, el consumo de no metálicos experimentará un crecimiento conmensurable y muchos minerales que no son exportables directamente podrán llegar a los mercados internacionales.

### 4) Especialización en un nicho del mercado.

En los últimos años, ciertas categorías de productos no metálicos han adquirido especial prominencia en el mercado. Nos referimos en particular a:

- adsorbentes activos y/o específicos para líquidos y gases;
- cargas funcionales (8).

En el primer caso, legislaciones cada vez más estrictas que regulan la contaminación al medio ambiente por parte de efluentes industriales, explican el interés creciente por esta clase de productos.

En el segundo caso, el interés proviene de la necesidad de mejorar continuamente características de productos terminados, tales como dureza, abrasividad, viscosidad, blancura, resistencia mecánica, etc., sin las cuales los productos no

No metálicos exportados indirectamente como parte del proceso para obtener un producto o como parte del producto terminado	
Producto terminado	No metálicos que intervienen (% por peso)
Harina de pescado	< 2% Esmectitas
Celulosa Kraft	18% Sulfato de sodio
Cerámicas	20 a 30% Arcillas plásticas 20a 30% Caolín 15 a 25% Feldespato 30 a 40% Cuarzo 0 a 3% Calcita 50% Perlita

productos en cuya composición o proceso intervienen. En la tabla siguiente se exhiben algunos ejemplos de minerales no metálicos

podrían competir. Muchos minerales no metálicos son los ingredientes "secundarios" críticos (cargas funcionales) que permiten mejorar las características señaladas.

En ambos casos el interés responde a situaciones de largo plazo que definen necesidades de los mercados. Mantener una sensibilidad alta por la clase de productos descritos, puede resultar muy rentable en la medida que un alto grado de especialización y respuesta oportuna a la demanda puedan compensar la carencia de ventajas comparativas más directas, como son la abundancia de recursos o la proximidad a los mercados.

A partir de las consideraciones precedentes no es inmediato dedu-

exportados indirectamente por esta vía:

cir qué no metálicos específicos adquirirán prominencia.

En relación a adsorbentes, las esmectitas, las zeolitas, las vermiculitas y ciertos derivados de la piedra pómez, han sido objeto de gran atención últimamente.

En relación a cargas funcionales, dos datos aislados pueden resultar útiles para evaluar las perspectivas de esta clase de productos. El primero es la importancia que los minerales usados específicamente para este fin han adquirido en Brasil. El segundo se refiere a no metálicos cuyo uso en la industria del papel está adquiriendo importancia creciente. El primer ejemplo es ilustrativo de los volúmenes asociados a esta aplicación en un país, el segundo es ilustrativo de la variedad de no metálicos que empiezan a usarse en una industria.

Producción brasileña anual de minerales para uso como cargas	
Producto	Producción anual (en TM)
Carbonato de Calcio	
- Natural	200.000
- Precipitado	50.000
Caolín	550.000
Diatomita	20.000
Talco	25.000
Asbestos	5.000
Mica	1.000
Agalmatolita	40.000
Baritinas	2.000
(Ref. (9))	

## III. CONCLUSIONES

En minería no metálica hay una enorme diversidad de productos. A la fecha, en Chile se ha desarrollado la explotación y proceso de unos pocos, principalmente aquellos que por tamaño de reservas o acceso a los puertos de embarque, se han manifestado con ventajas comparativas claras. Recursos naturales con estas características son los menos y las posibilidades de que aparezcan otros son bajas.

En nuestra opinión, el desarrollo que experimente la minería no metálica en el futuro, a nivel nacional, va a depender principalmente de la sensibilidad del empresario frente a demandas muy específicas del mercado y de su capacidad técnica para transformar un determinado mineral en un producto terminado, con un grado relativamente alto de elaboración. El conseguir resultados a precios competitivos es favorecido por ventajas comparativas generales que tiene el país, tales como la proximidad de cualquier lugar a puertos de embarque, energía solar en la zona norte durante todo el año, buena infraestructura caminera y de distribución eléctrica, disponibilidad de ácido sulfúrico a bajo costo, etc.

El mercado regional (Sudamérica) tanto por su volumen como por su proximidad aparece como el más promisorio, especialmente como plaza de destino para productos elaborados a escala de pequeña minería.

No es posible pronosticar qué nuevos recursos no metálicos se desarrollarán en el país en el futuro inmediato. Un área de interés son los minerales que forman parte o intervienen en el proceso de productos que Chile exporta en volúmenes apreciables. Otra buena perspectiva se encuentra en los minerales que intervienen como cargas funcionales en productos terminados y los adsorbentes utilizados en descontaminar efluentes industriales.

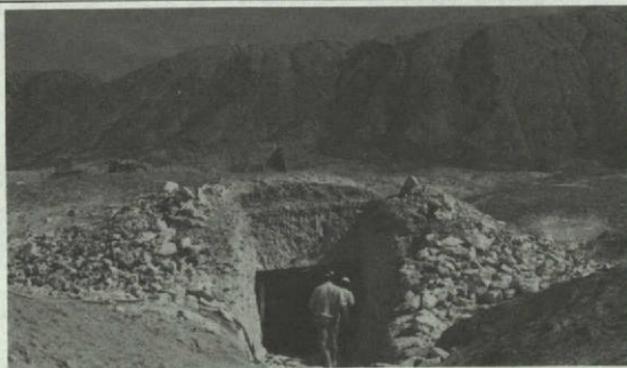
En muchos casos los productos que aparecen como de mayor inte-

TABLA 11

Algunos minerales industriales utilizados en la industria del papel, cuyo consumo se espera aumente en los próximos años

Producto	Volumen anual consumido actualmente por la industria papelera en EE.UU.
Alúmina (trihidrato)	25.000 TM
Baritina	20.000 TM
Sulfoaluminato de calcio	200 TM
Sílicas amorfas/silicatos	25.000 TM
Pigmentos minerales encapsulados	---
Oxido de zinc	20.000 TM
Bentonita	2.500 TM
Tiza	---
Pigmentos en base a óxidos	40 TM

Ref. (10).



Mina San Eduardo, Valle de Lluta. Gentileza de Pedro Pavlovic (Mina de Diatomita).

res tienen un alto grado de elaboración. En general, el aspecto minero en la minería no metálica es cada vez menos importante, comparado con los aspectos de proceso. Para acometer con éxito la explotación de los no metálicos, el empresario minero debe estar dispuesto a transformarse en un empresario químico.

## RESUMEN

Se dimensiona la pequeña minería no metálica chilena de acuerdo a su volumen de venta y se examinan algunas causas que limitan la expansión de la actividad tradicional en este sector.

Se cuantifica el mercado regional (sudamericano) que se estima como

el más auspicioso para nuevos productos en pequeña minería.

También se examina el mercado de ultramar, señalándose sus características y dificultades de acceso. Se hace un análisis crítico de las perspectivas de la pequeña minería no metálica en un futuro próximo, considerándose varios aspectos que serán determinantes en su crecimiento tales como manifestación de nuevos recursos, aumento en el valor agregado de las materias primas, exportaciones indirectas y especialización en un nicho de mercado. Se enfatiza la importancia de mantener una alta sensibilidad por las tendencias del mercado, que son complejas en el caso de los no metálicos, como actitud necesaria para desarrollar el sector.

Es importante recalcar que transformar las materias primas listadas en la tabla anterior en los productos de alto valor agregado, es usualmente muy complejo y no siempre posible para una fuente dada del mineral.

### 3) Exportaciones indirectas

Hasta ahora hemos puesto énfasis en los minerales no metálicos con potencial de exportación. Con esto hemos dejado de lado el grueso de las materias primas que constituyen el sector no metálico, como por ejemplo los áridos de la construcción, las materias primas para la industria del cemento, del vidrio, de las cerámicas, etc.

Muchos de estos no metálicos no pueden ser exportados como tales pero sí como ingredientes de otros

Chile está empezando a exportar artículos cerámicos. La exportación de celulosa, harina de pescado y Agar-agar ha experimentado crecimiento en los últimos años. Por esta vía, por lo tanto, el consumo de no metálicos experimentará un crecimiento conmensurable y muchos minerales que no son exportables directamente podrán llegar a los mercados internacionales.

### 4) Especialización en un nicho del mercado.

En los últimos años, ciertas categorías de productos no metálicos han adquirido especial prominencia en el mercado. Nos referimos en particular a:

- adsorbentes activos y/o específicos para líquidos y gases;
- cargas funcionales (8).

En el primer caso, legislaciones cada vez más estrictas que regulan la contaminación al medio ambiente por parte de efluentes industriales, explican el interés creciente por esta clase de productos.

En el segundo caso, el interés proviene de la necesidad de mejorar continuamente características de productos terminados, tales como dureza, abrasividad, viscosidad, blancura, resistencia mecánica, etc., sin las cuales los productos no

No metálicos exportados indirectamente como parte del proceso para obtener un producto o como parte del producto terminado	
Producto terminado	No metálicos que intervienen (% por peso)
Harina de pescado	< 2% Esmectitas
Celulosa Kraft	18% Sulfato de sodio
Cerámicas	20 a 30% Arcillas plásticas 20a 30% Caolín 15 a 25% Feldespato 30 a 40% Cuarzo 0 a 3% Calcita 50% Perilita

productos en cuya composición o proceso intervienen. En la tabla siguiente se exhiben algunos ejemplos de minerales no metálicos

podrían competir. Muchos minerales no metálicos son los ingredientes "secundarios" críticos (cargas funcionales) que permiten mejorar las características señaladas.

En ambos casos el interés responde a situaciones de largo plazo que definen necesidades de los mercados. Mantener una sensibilidad alta por la clase de productos descritos, puede resultar muy rentable en la medida que un alto grado de especialización y respuesta oportuna a la demanda puedan compensar la carencia de ventajas comparativas más directas, como son la abundancia de recursos o la proximidad a los mercados.

A partir de las consideraciones precedentes no es inmediato dedu-

exportados indirectamente por esta vía:

cir qué no metálicos específicos adquirirán prominencia.

En relación a adsorbentes, las esmectitas, las zeolitas, las vermiculitas y ciertos derivados de la piedra pómez, han sido objeto de gran atención últimamente.

En relación a cargas funcionales, dos datos aislados pueden resultar útiles para evaluar las perspectivas de esta clase de productos. El primero es la importancia que los minerales usados específicamente para este fin han adquirido en Brasil. El segundo se refiere a no metálicos cuyo uso en la industria del papel está adquiriendo importancia creciente. El primer ejemplo es ilustrativo de los volúmenes asociados a esta aplicación en un país, el segundo es ilustrativo de la variedad de no metálicos que empiezan a usarse en una industria.

Producción brasileña anual de minerales para uso como cargas	
Producto	Producción anual (en TM)
Carbonato de Calcio	
- Natural	200.000
- Precipitado	50.000
Caolín	550.000
Diatomita	20.000
Talco	25.000
Asbestos	5.000
Mica	1.000
Agalmatolita	40.000
Baritinas	2.000
(Ref. (9))	

## III. CONCLUSIONES

En minería no metálica hay una enorme diversidad de productos. A la fecha, en Chile se ha desarrollado la explotación y proceso de unos pocos, principalmente aquellos que por tamaño de reservas o acceso a los puertos de embarque, se han manifestado con ventajas comparativas claras. Recursos naturales con estas características son los menos y las posibilidades de que aparezcan otros son bajas.

En nuestra opinión, el desarrollo que experimente la minería no metálica en el futuro, a nivel nacional, va a depender principalmente de la sensibilidad del empresario frente a demandas muy específicas del mercado y de su capacidad técnica para transformar un determinado mineral en un producto terminado, con un grado relativamente alto de elaboración. El conseguir resultados a precios competitivos es favorecido por ventajas comparativas generales que tiene el país, tales como la proximidad de cualquier lugar a puertos de embarque, energía solar en la zona norte durante todo el año, buena infraestructura caminera y de distribución eléctrica, disponibilidad de ácido sulfúrico a bajo costo, etc.

El mercado regional (Sudamérica) tanto por su volumen como por su proximidad aparece como el más promisorio, especialmente como plaza de destino para productos elaborados a escala de pequeña minería.

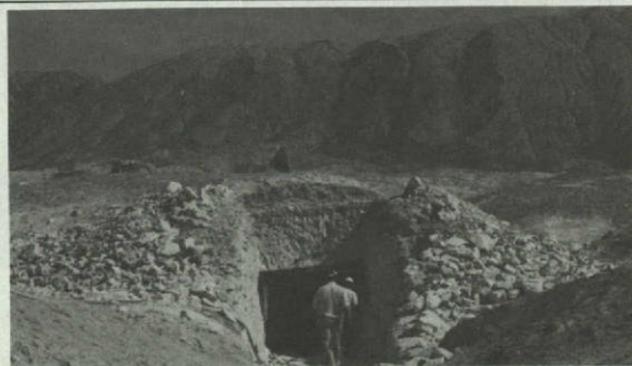
No es posible pronosticar qué nuevos recursos no metálicos se desarrollarán en el país en el futuro inmediato. Un área de interés son los minerales que forman parte o intervienen en el proceso de productos que Chile exporta en volúmenes apreciables. Otra buena perspectiva se encuentra en los minerales que intervienen como cargas funcionales en productos terminados y los adsorbentes utilizados en descontaminar efluentes industriales.

En muchos casos los productos que aparecen como de mayor inte-

TABLA 11

Algunos minerales industriales utilizados en la industria del papel, cuyo consumo se espera aumente en los próximos años

Producto	Volumen anual consumido actualmente por la industria papelera en EE.UU.	Ref. (10).
Alúmina (trihidrato)	25.000 TM	
Baritina	20.000 TM	
Sulfoaluminato de calcio	200 TM	
Sílicas amorfas/silicatos	25.000 TM	
Pigmentos minerales encapsulados	-----	
Oxido de zinc	20.000 TM	
Bentonita	2.500 TM	
Tiza	-----	
Pigmentos en base a óxidos	40 TM	



Mina San Eduardo, Valle de Lluta. Gentileza de Pedro Pavlovic (Mina de Diatomita).

rés tienen un alto grado de elaboración. En general, el aspecto minero en la minería no metálica es cada vez menos importante, comparado con los aspectos de proceso. Para acometer con éxito la explotación de los no metálicos, el empresario minero debe estar dispuesto a transformarse en un empresario químico.

## RESUMEN

Se dimensiona la pequeña minería no metálica chilena de acuerdo a su volumen de venta y se examinan algunas causas que limitan la expansión de la actividad tradicional en este sector.

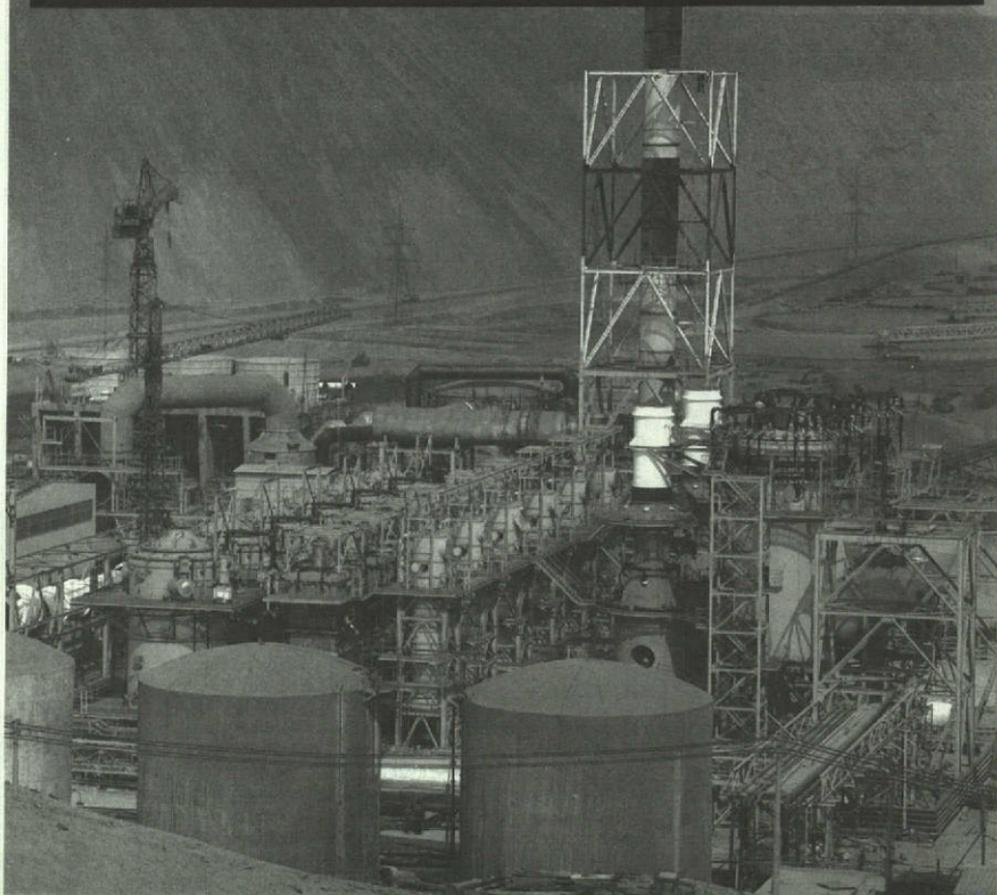
Se cuantifica el mercado regional (sudamericano) que se estima como

el más auspicioso para nuevos productos en pequeña minería.

También se examina el mercado de ultramar, señalándose sus características y dificultades de acceso. Se hace un análisis crítico de las perspectivas de la pequeña minería no metálica en un futuro próximo, considerándose varios aspectos que serán determinantes en su crecimiento tales como manifestación de nuevos recursos, aumento en el valor agregado de las materias primas, exportaciones indirectas y especialización en un nicho de mercado. Se enfatiza la importancia de mantener una alta sensibilidad por las tendencias del mercado, que son complejas en el caso de los no metálicos, como actitud necesaria para desarrollar el sector.

*Importante aumento de la demanda en los  
próximos años*

# FUTURO DEL ACIDO SULFURICO EN CHILE



Por:  
Alexander Leibbrandt y  
Fernando Bolt  
Corporación Nacional del  
Cobre de Chile  
CODELCO - Chile

"CODELCO posee el 23% de las reservas de cobre totales del mundo occidental. En 1987 su producción de casi 1,1 millón de TM (Chile produjo 1,41 millones de TM), representó el 16% de la producción de mina del mundo occidental".

## 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

La presente exposición pretende poner de manifiesto la importancia de las futuras producciones de ácido sulfúrico en el país, el importante aumento de la demanda que se espera en los próximos años, y hacer mención a los principales factores que afectan su consumo.

Al mismo tiempo, intentará proporcionar un marco de referencia para otras exposiciones que analizarán con mayor detalle el uso de esta

materia prima en la minería no metálica.

## 2. INTRODUCCION

CODELCO-Chile es una empresa minera perteneciente al Estado de Chile, que explota cuatro yacimientos de cobre que conforman igual número de divisiones productivas, cuyas reservas, recursos y producciones se resumen brevemente en el cuadro N° 1.

La ley media de las reservas de mineral es de 0,9% de Cu. Con ello, CODELCO-Chile posee el 23% de las reservas de cobre totales del mundo occidental. En 1987 su producción de casi 1,1 millón de TM (Chile produjo 1,41 millones de TM) representó el 16,6% de la producción de la mina del mundo occidental, constituyéndose en el mayor productor individual de cobre a nivel mundial. También es uno de los principales productores de molibdeno y un importante productor de plata, oro y renio.

CUADRO N° 1

### Reservas de Cobre de CODELCO-Chile

División	Reservas Millones TM Cu	Recursos Millones TM Cu	Producción 1987 TM de Cu
Chuquicamata	39,5	17,6	504.000
Salvador	2,6	2,7	94.000
Andina	15,6	7,2	122.000
El Teniente	46,2	28,1	370.000
Total CODELCO-Chile	103,9	55,6	1.090.000

Tres de las cuatro divisiones cuentan con fundición propia.

Los recursos lixiviables de CODELCO-Chile también son cuantiosos y de una calidad tal que hacen muy atractiva su recuperación (ver cuadro N° 2). Entre los recursos lixiviables de importancia de la Corporación, están los de Chuquicamata y El Teniente, que son precisamente las divisiones que producirán grandes volúmenes de ácido sulfúrico en el futuro.

El plan de desarrollo de CODELCO - Chile contempla un aumento significativo de las capacidades de producción y una modernización general de sus instalaciones con el propósito de mantener la competitividad y eficiencia en sus faenas productivas, compensando la decreciente ley de cobre de sus yacimientos. Parte importante de este plan de desarrollo es la reducción de los efluentes líquidos y gaseosos para mejorar

las condiciones del medio ambiente.

Como resultado de las acciones dirigidas a reducir las emanaciones de gases metalúrgicos de las fundiciones, se están construyendo y proyectando plantas de ácido sulfúrico, cuya producción ha despertado gran interés en el ámbito nacional; y éste es uno de los motivos principales por el cual estamos en

este momento frente a tan distinguido auditorio.

## 3. MERCADO NACIONAL DE ACIDO SULFURICO

### 3.1. Oferta

En la actualidad existen en el país cuatro fundiciones de cobre

CUADRO N° 2

### Recursos lixiviables de CODELCO-Chile

División	Reservas y Recursos lixiviables de Cu (millones de TM)	Ley media (% Cu)	Reservas de CU (millones de TM Cu)
Chuquicamata	2.553	0,58	14,8
Salvador	108	0,68	0,7
Andina	119	0,38	0,5
El Teniente	2.207	0,39	8,6
Total CODELCO-Chile	4.987	0,49	24,6

que producen ácido a partir de gases metalúrgicos, que se distribuyen de norte a sur, según la siguiente relación:

CUADRO N° 3

Capacidad de Producción ácido sulfúrico a partir de gases metalúrgicos

Empresa	Capacidad de producción TM/año
División Chuquicamata (Codelco-Chile)	230.000
Fundición H. Videla Lira (Enami)	50.000
Fundición Chagres (Exxon)	70.000
División Teniente (Codelco-Chile)	35.000
<b>TOTAL</b>	<b>385.000</b>

Por otro lado, la producción de ácido sulfúrico a partir de azufre, que es virtualmente cautiva, se estima para 1987 como sigue:

CUADRO N° 4

Producción 1987 Acido sulfúrico a partir de azufre

Empresa	Producción (e) TM/Año
Sociedad Minera La Cascada	115.000
Mantos Blancos	95.000
Carolina de Michila	25.000
Eulogio Gordo	10.000
Otros	25.000
<b>TOTAL</b>	<b>270.000</b>

(e) Estimada.

Las nuevas plantas en construcción y proyectadas que también son a partir de gases de fundición, se presentan en el cuadro N° 5.

CUADRO N° 5

Futura producción  $H_2SO_4$  a partir de gases de fundición

Planta	N° Planta	Puesta en Servicio	Producción anual (TM/año)
Chuquicamata (Codelco-Chile)	2ª	Julio 1988	550.000
	1ª	2º Sem. 1990	290.000
Ventanas (ENAMI)	3ª	2º Sem. 1990	370.000
Chuquicamata (CODELCO-Chile)	2ª	1º Sem. 1992	500.000
El Teniente (CODELCO-Chile)			
<b>TOTAL</b>			<b>1.710.000</b>

La segunda planta de División Chuquicamata y la primera de Ventanas están en etapa de construcción, la tercera planta de División Chuquicamata ya ha sido contratada y la segunda de División El Teniente está en etapa de proyecto.

Lo anterior significa que a partir de 1992, la producción de ácido sulfúrico en Chile superará 2 millones de TM al año, cifra que contrasta enormemente con el consumo actual de 650.000 TM/año.

En vista de los apreciables volúmenes de ácido sulfúrico que se producirán en un futuro no muy lejano y considerando que el país es "el mercado natural", el Supremo Gobierno ha decidido usar este producto como elemento de desarrollo y progreso de las regiones.

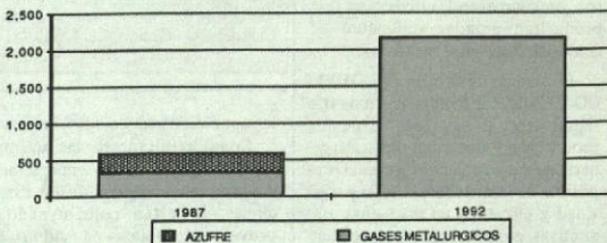
Conforme a este planteamiento, se fijó un precio bajo y de incentivo que proporcione a aquellos segmentos consumidores potenciales la oportunidad de materializar nuevas inversiones y/o ampliación de las plantas ya existentes.

El cuadro N° 6 muestra la diferencia y composición de la producción de ácido de 1987 y la proyectada para 1992. En él se puede apreciar que el 56% de la producción de 1987 corresponde al ácido de fundición, y el 44% restante al ácido a partir de azufre. La situación de producción para 1992 se prevé como eminentemente derivada de los gases metalúrgicos, con alguna contribución muy puntual de ácido a partir de azufre.

CUADRO N° 6

COMPOSICION PRODUCCION NACIONAL ACIDO SULFURICO

Miles de TM de  $H_2SO_4$



### 3.2. Demanda

La distribución de la demanda de ácido sulfúrico en Chile difiere bastante de los patrones exhibidos por el promedio mundial. Es así como el principal sector consumidor de ácido sulfúrico en el mundo occidental es la industria de fertilizantes, siendo la minería del cobre el principal en Chile, como se desprende con mayor detalle del cuadro N° 7.

En nuestro país los sectores consumidores de ácido se pueden estructurar de la siguiente forma:

— Sector minería

—Cobre  
—No cobre (otros metales y no metales)

— Sector industrial y químico

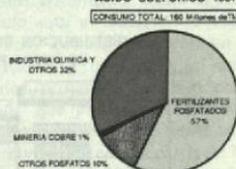
— Sector fertilizantes.

En la actualidad, el sector minería representa el 95% del consumo total, revelando una orientación preferente hacia la producción de cobre a partir de procesos de lixiviación (93%).

CUADRO N° 7  
DISTRIBUCION DEMANDA SECTORIAL  
ACIDO SULFURICO EN CHILE 1987



CUADRO N° 8  
DISTRIBUCION MUNDIAL USOS  
ACIDO SULFURICO 1987



### 3.3. Balance y perspectivas de mercado

Como ustedes saben, nuestro país es deficitario en azufre elemental, por lo cual debe recurrir a importaciones del orden de 60.000 a 100.000 TM anuales para producir ácido y cubrir parcialmente las necesidades internas. Hoy en día, en forma adicional, debe recurrirse a importaciones anuales de entre 20.000 a 30.000 TM de ácido sulfúrico.

En vista de la magnitud de la futura producción y excedentes de ácido, tanto CODELCO-Chile como las empresas privadas han estudiado la posibilidad de darle un uso más intensivo. Es así como ante la presencia de bajos precios del ácido, un repunte significativo en el precio del cobre y un aumento de la actividad económica en todo el país han surgido nuevos proyectos consumidores de ácido sulfúrico que han elevado las expectativas de consumo a más de 1 millón de TM anuales para 1989/90. Se espera que la implementación de proyectos aún en fase de estudio eleven el consumo interno del país a más de 1,2 millones de TM en 1992.

Con el advenimiento de las nuevas unidades de ácido sulfúrico, a partir de gases de fundición, se espera que la capacidad instalada de producción de ácido a partir de azufre paralice paulatinamente sus operaciones, en la medida que se

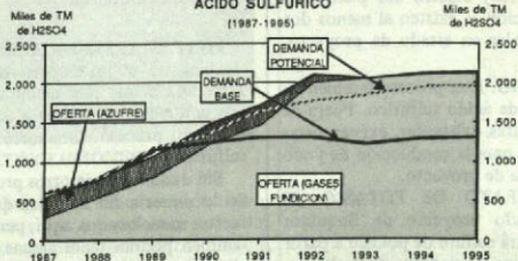
**“Chile es uno de los principales productores de molibdeno y un importante productor de plata, oro y renio”.**

pueda reemplazar con eficiencia un ácido por otro. Además, en el mediano plazo, el país se convertirá en un exportador neto de este producto.

El cuadro N° 9 muestra el balance nacional de ácido sulfúrico de 1987 y perspectivas hasta 1995.



CUADRO N° 9  
BALANCE MERCADO CHILENO  
ACIDO SULFURICO  
(1987-1995)



La demanda base está compuesta por los consumos ya existentes, más aquellos provenientes de proyectos en realización o ya aprobados. Aquí se incluyen algunos proyectos de CODELCO-Chile, cuya materialización es inminente.

La demanda potencial reúne el resto de los proyectos consumidores de ácido sulfúrico que se encuentran en etapa de estudio. La curva de demanda potencial no

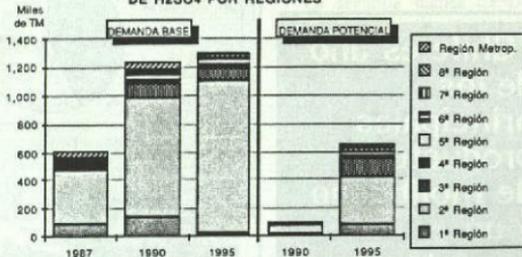
incluye proyectos de producción de ácido fosfórico.

Por otro lado, la magnitud de los volúmenes de exportación dependerán del número de proyectos consumidores de ácido que se materialicen en el tiempo. En todo caso, nuestra atención estará principalmente centrada en los mercados lógicos de exportación como Brasil, Argentina y otros países donde se posea una ventaja comparativa en

distancia.

La distribución de la demanda nacional por regiones, de acuerdo a las curvas de demanda anteriores, se presenta en el cuadro N° 10. Es destacable el hecho que las tres primeras regiones del país consumen más del 85% del consumo nacional total, habiendo la mayor disponibilidad de ácido en la zona central del país.

Cuadro N° 10  
DISTRIBUCION DEMANDA NACIONAL DE H2SO4 POR REGIONES



El sector de la minería del cobre baja su participación de consumo relativo desde 93% a 82%; sin embargo, la posición absoluta se incrementa desde aprox. 600.000 TM/año en 1987 a 1 millón de TM/año en 1992, de las cuales Codelco-Chile consumirá sobre un 65%.

El sector de la minería no cobre, que actualmente consume un 2% del total, verá incrementada su participación a un 14%, debido a la implementación de nuevos proyectos. Entre ellos cabe destacar:

**ACIDO BORICO.** La producción de ácido bórico a partir de ulexita existente en los salares de la 1a. y 2a. región requiere de ácido sulfúrico. Hoy existen dos plantas en producción y existen al menos dos adicionales en estado de proyecto.

**YODO.** Este proceso también requiere de ácido sulfúrico. Fuera de las plantas existentes, existen otras plantas para la producción de yodo en etapa de proyecto.

**SULFATO DE POTASIO.** El anunciado proyecto de Soquinar producirá sulfato de potasio a partir de cloruro de potasio. Esta alterna-

tiva es gran consumidora de ácido sulfúrico.

**BENTONITA ACTIVADA.** Proyecto de activación de bentonita en Arica.

**ACIDULACION ROCA FOSFORICA.** Si bien se asocia al sector fertilizantes, es un proceso típico de la minería no metálica.

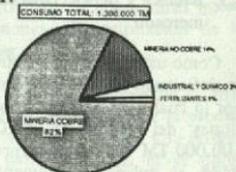
**SULFATO DE ALUMINIO.** Aparte de las producciones actuales, existen en carpeta proyectos de producción adicionales.

**PENTOXIDO DE VANADIO.** El adecuado procesamiento de las escorias de Huachipato permitirá recuperar importantes valores de Vanadio en el corto plazo. La planta se instalará en Copiapó.

**PIRITAS ARSENIACALES.** Recientemente se instaló en Antofagasta una planta que recuperará el oro contenido en piritas arseniacales, cuyo proceso demandará ácido sulfúrico.

Sin duda existirán otros procesos de la minería no metálica que no fueron mencionados aquí, pero que también podrán tener alguna participación en el consumo de ácido

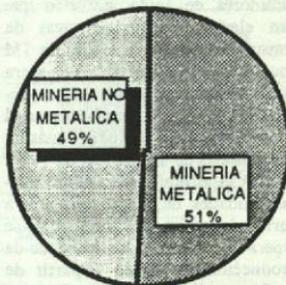
sulfúrico. Las proyecciones de consumo para 1992 revelan un cambio significativo en la estructura de la demanda del ácido sulfúrico, sufriendo un gran incremento el sector no cobre, según se exhibe en el cuadro N° 11:



sulfúrico.

Analizando con mayor detención el sector minería no cobre, podemos estimar que su potencial de consumo de ácido alcanzará unas 250.000 TM/año para 1992 (ver cuadro N° 12), correspondiendo un 49% a la minería no metálica, y el restante 51% a la minería metálica no cobre. Aquí se consideró todo el consumo potencial de ácido proyectado para dicho año.

CONSUMO TOTAL: 240.000 TM



#### 4. FACTORES QUE DETERMINAN EL CONSUMO DE ACIDO SULFURICO EN CHILE

Ahora bien, dentro de los factores comunes a todos los sectores examinados que condicionan el consumo de ácido sulfúrico, se destacan los siguientes:

##### FACTORES DE FONDO:

—Situación económica mundial y estado de los mercados internacionales, especialmente aquellos relacionados con las materias primas.

—Política económica nacional basada en una economía de mercado libre orientada hacia las exportaciones, manteniendo un tipo de cambio real alto y bajos aranceles de importación.

##### FACTORES GENERALES:

—Disponibilidad de ácido sulfúrico a precios razonables. Está demostrado que ante una escasez crónica de esta materia prima en el país, sólo la industria que soporta los más altos precios de ácido tiene oportunidades de crecimiento y desarrollo.

—Facilidades de financiamiento de proyectos. En la actualidad, existen algunas dificultades para financiar ciertos proyectos que ofrecen una buena rentabilidad.

—Estado de la tecnología. Es sabido que este importante factor condiciona la sustitución total o parcial de ácido sulfúrico en los diferentes procesos industriales; o en caso contrario, permite su utilización en procesos que no lo contemplaban originalmente.

—Perspectivas del mercado relevante y precio internacional del producto final.

##### FACTORES ESPECIFICOS:

Al ser variados y únicos los factores específicos que afectan el consumo de ácido en cada sector, se analizará solamente el caso del sector minero, que es el de mayor relevancia en Chile. Estos son, en orden de importancia:

—El precio de los productos (cobre, ácido bórico, yodo, etc.).

—Abundancia y calidad de los yacimientos (cobre, slaitre, ulexita,



bentonita, etc.).

—Infraestructura adecuada.

—Cercanía a puertos de embarque.

Debe señalarse también que las plantas productoras de ácido están generalmente localizadas en los principales centros consumidores del país, lo que implica costos de flete favorables. Si a ello se contraponen la gran distancia existente a los principales mercados mundiales, reunimos buenos argumentos para dar prioridad al mercado nacional por sobre el de exportación.

De cualquier forma, la anterior enumeración de factores no pretende agotar la variedad existente para la realidad chilena, pero intentamos mostrar, al menos, los que nos parecen más relevantes.



#### 5. CONCLUSIONES:

Después de haber revisado someramente los antecedentes de fondo sobre el futuro del ácido sulfúrico en Chile, resulta ahora más compli-

cado intentar describir lo que sucederá en los años venideros.

Si consideramos el estado de los factores señalados y tratamos de inferir una tendencia inserta en un desarrollo económico internacional armónico, podemos sostener con fundamento que existen posibilidades muy concretas de un acelerado aumento del consumo del ácido sulfúrico en nuestro país.

En escenario normal, se estima que el consumo nacional crecerá significativamente hasta 1992, y desde aquí en adelante es bastante azaroso pronunciarse con un pronóstico, ya que están en estudio varios proyectos consumidores de ácido que pudieran materializarse.

Los excedentes de ácido sulfúrico que se generen a partir de 1992, del orden de 800.000 TM anuales en el peor de los casos, tenderán a disminuir paulatinamente en los años siguientes. Por otro lado, las principales condiciones de entorno que favorecen un aumento sostenido del consumo en el largo plazo están dadas, y es la iniciativa de la empresa privada la que podrá permitir disminuir estos excedentes.

El precio de esta materia prima es uno de los más bajos a nivel mundial, lo que hace que el ácido sulfúrico sea un producto con reales ventajas comparativas para los usuarios nacionales.

Por último, para finalizar esta presentación, me gustaría reiterar el placer que significa dirigirme a tan distinguida audiencia, y nuevamente agradecer a los organizadores y patrocinadores por la gentileza de habernos invitado a participar como expositor en este simposio. Muchas gracias.



# DIAGNOSTICO DE LA MINERIA NO METALICA NACIONAL

Por: Luis Guarachi P. - Ingeniero Civil de Minas  
Investigador Area Química y Metalurgia INTEC CHILE

"La aplicación de los minerales no metálicos en la industria es sumamente amplia, siendo imprescindible en los campos de la construcción, química, fertilizantes, cerámica, vidrio, papel, plásticos, gomas, pinturas, abrasivos, medios filtrantes y refractarios, entre varios otros".

En su constante preocupación por impulsar iniciativas en el campo minero industrial del país, la Gerencia de Desarrollo de CORFO encargó a INTEC CHILE la ejecución de un estudio orientado a la obtención de toda aquella información de tipo geológico, minera y económica existente en el país, con el objeto de elaborar un diagnóstico del sector minero no-metálico, que permitiera, mediante su análisis, conocer el real potencial que podrían ofrecer los recursos nacionales de esta naturaleza, a la luz de la evolución del mercado y desarrollo tecnológico en el mundo. Una de las razones fundamentales que permitió decidir la realización de este trabajo; es la inexistencia de un estudio reciente que analice en forma global la situación de los recursos no metálicos en Chile, lo cual se considera esencial para impulsar esta actividad minera.

Para alcanzar los objetivos planteados en el estudio, a partir del segundo trimestre del año 1987, se procedió a recopilar la información técnica disponible en diferentes fuentes cubriendo aspectos como geología, estimación de reservas, producción, consumo, usos y especificaciones, importaciones, exportaciones, tecnologías de extracción y procesamientos, características generales del mercado externo, reservas mundiales, etc.

El trabajo se concentró en 35 recursos, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a las siguientes consideraciones: a) los explotados actualmente en el país; b) los que fueron explotados en el pasado y c) aquellos que podrían tener alguna potencialidad de acuerdo a la información técnica existente.

Los recursos analizados fueron los siguientes: arcillas, baritina, boratos, caolín, carbonato de sodio, cimita, diatomita, feldespato, fluo-rita, fosfatos, grafito, granate, litio, magnesio, manganeso, mica, perlita, pumicita, potasio, recursos calcá-

reos, recursos silíceos, rocas de construcción, salitre, sal común, sillimanita, sulfato de aluminio, sulfato de sodio, talco, tierras raras, titanio, vermiculita, yeso, yodo, zeolitas y zircón.

## ASPECTOS DE MERCADO

En Chile se explotan en la actualidad alrededor de 24 recursos no metálicos, que en conjunto representó una producción de casi 5,7 millones de toneladas en el año 1987, valorada en alrededor de 220 millones de dólares.

En la Tabla 1 se muestra la producción anual de recursos no metálicos a partir del año 1977. Se observa un sostenido aumento en la producción, desde 3,7 millones de toneladas en 1977 a más de 5,2 millones de toneladas en el año 1981. A partir del año 1982 se observa una baja importante en la producción, debido fundamentalmente a la recesión mundial acaecida en los años 1981 y 1982. En los años siguientes comienza un sostenido aumento desde casi 3.900.000 toneladas en 1982 a las 5,7 millones mencionadas para el año 1987.

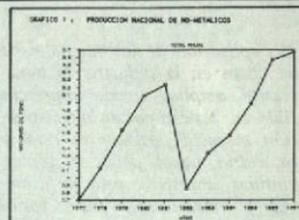
**"Es necesario pensar que algunos minerales no metálicos producidos en Chile tienen relación con usos casi exclusivos a nivel mundial".**

Tabla 1.- Producción de minerales industriales en Chile

RECURSO	PRODUCCION ANUAL (Toneladas)										
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
ARCILLAS	72.176	79.844	125.027	105.168	177.397	216.012	31.375	18.743	9.177	16.215	15.933
AGUITE	4.381	13.150	11.405	13.255	6.859	6.643	15.480	13.185	14.755	13.727	14.917
BORATO	30.308	38.200	49.279	79.519	199.193	19.272	83.860	46.279	88.972	95.876	12.131
BORATO CALITE	45.209	182.400	206.200	225.200	225.200	276.100	131.600	21.700	29.200	33.800	2.100
BOROFOSFATO	4.208	48.244	3.047	3.276	3.277	371	1.391	3.955	4.773	6.140	14.310
CAOLIN	15.739	18.157	39.202	91.432	34.728	31.099	46.812	48.180	48.537	42.370	14.523
CARBONATO DE CALCIO	1.918.411	1.817.805	2.279.474	2.105.279	2.923.284	1.667.276	2.161.717	2.295.149	2.479.105	2.737.051	2.814.301
CINTA	1.918	1.919	1	2.223	701	1	349	1	195	199	87
COMPUESTO DE CALCIO	149.271	174.413	141.579	142.437	143.283	158.536	221.277	292.445	267.510	293.218	306.480
DIATOMITA	400	3.000	743	1.147	258	287	261	1.710	2.317	2.426	2.213
FELDSPATO	2.450	900	1.220	1.458	2.368	448	2.258	3.408	6.265	2.275	705
FLUORITA	...	130	...	...	...	...	...	...	...	...	...
FOSFATOS	...	...	...	...	...	1.377	932	1.488	7.110	4.484	15.289
GRANITO	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
GRANITO (10)	...	...	33	25	...	...	...	...	...	...	...
GRANITO (20)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
LITIO	...	...	...	...	...	...	...	2.252	4.508	4.456	4.139
MANGANESO	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
MICA	18.891	23.240	24.509	27.761	25.557	16.111	26.850	24.176	25.425	21.478	...
NICKEL	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PERLITA	1.413	2.252	3.880	2.260	4.879	823	...	1.463	...	...	...
PERLITA (10)	8.104	5.262	2.200	4.451	8.270	2.945	6.751	1.411	8.024	8.880	8.140
PERLITA (20)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PERLITA (30)	157.138	182.206	128.880	249.465	277.227	192.202	172.780	172.050	204.335	229.080	242.433
PERLITA (40)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PERLITA (50)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PERLITA (60)	440.180	425.700	147.200	440.800	471.200	177.700	139.200	395.300	448.125	415.295	584.800
PERLITA (70)	80.100	106.700	154.100	180.400	152.200	150.200	120.800	132.100	125.400	146.715	149.200
PERLITA (80)	424.165	371.191	388.285	441.192	296.219	116.002	291.298	425.700	723.417	1.138.719	882.180
PERLITA (90)	80	80	4.500	7.400	6.700	7.100	8.400	3.700	4.200	...	...
PERLITA (100)	44.250	47.783	71.847	71.215	58.677	48.156	51.793	37.816	52.151	33.116	71.000
SILLIMANITA	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TALCO	407	432	853	1.138	645	923	437	439	1.209	2.237	760
TEORIAS OTRAS	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TITANIO	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
VERMICULITA	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
YESO	147.404	174.143	162.480	198.113	227.223	47.430	46.237	117.417	195.911	182.843	225.175
YODO	1.856	1.922	2.610	2.486	6.888	6.291	2.808	2.841	7.393	2.474	3.000
ZIRCON	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (10)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (20)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (30)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (40)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (50)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (60)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (70)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (80)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (90)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (100)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (110)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (120)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (130)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (140)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (150)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (160)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (170)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (180)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (190)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (200)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (210)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (220)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (230)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (240)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (250)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (260)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (270)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (280)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (290)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (300)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (310)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (320)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (330)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (340)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (350)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (360)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (370)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (380)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (390)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (400)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (410)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (420)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (430)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (440)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (450)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (460)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (470)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (480)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (490)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (500)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (510)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (520)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (530)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (540)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (550)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (560)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (570)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (580)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (590)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (600)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (610)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (620)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (630)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (640)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (650)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (660)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (670)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (680)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (690)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (700)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (710)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (720)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (730)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ZIRCON (740)	...	...									

Del análisis de la producción de los dos últimos años, se puede deducir que las principales producciones se refieren a los recursos calcáreos (calizas y coquinas), cuyo principal uso en Chile es la fabricación de cemento de construcción, sal común, salitre sódico y potásico, cal común, puzolana y yeso. En términos generales, se observa que la mayoría de los recursos no metálicos han experimentado un aumento sostenido de producción, a partir de los años posteriores a la recesión mundial, situación que se visualiza en el Gráfico 1. El Gráfico 2 permite observar la valoración de la producción no metálica nacional para el período considerado. En esta curva, los valores están actualizados a moneda de 1987, y especifi-

cados en millones de dólares. De esta curva se puede deducir que para el año 1977, el valor total de la producción nacional de recursos no metálicos fue de 103,5 millones de dólares, en tanto en el año 1987 esta cifra aumentó a casi 220 millones de dólares, lo que significa que en una década, el valor de la producción, confrontada en moneda de igual valor, ha aumentado en alrededor de un 112%, en tanto en términos físicos, se ha producido un 54% de aumento en el volumen de la producción no metálica del país, esto es desde 3,7 a 5,7 millones de toneladas anuales. Esta situación indica, a igualdad de moneda, que el valor promedio de la producción, ha aumentado en un 38% en el período expuesto.



En términos comparativos, los volúmenes de la producción no metálica representaban un 41,4% de la producción global metálica nacional, equivalente a un 6,1%, en cuanto a las valoraciones respectivas para el año 1977. En el año 1986, esta misma relación ha variado hasta establecerse en 65,7 y 9,2%, respectivamente. Esto significa que en términos de valoración de la minería no metálica nacional, ésta representa un décimo de la minería metálica, en tanto esta relación es inversa en países industrializados, como EE.UU., en que el valor de los minerales no metálicos es tres veces el de la minería metálica.

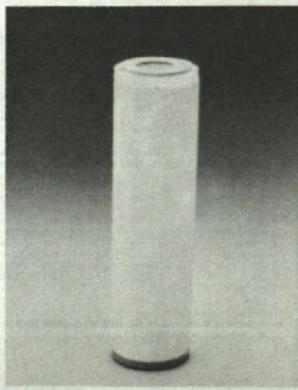
En la Tabla 2, se muestran las exportaciones de recursos no metálicos, las cuales se han casi duplicado desde 0,77 millones de toneladas en el año 1978, a 1,28 millones en 1987, lo que en términos de valor FOB significa 79,4 y 129,9 millones de dólares, respectivamente, expresadas en moneda actualizada a 1987. Las cantidades de minerales no metálicos exportados en 1978 equivalían al 18,7% de la producción nacional.

Esta cifra ha aumentado en forma oscilante hasta alcanzar un 22,6% en el año 1987. En la valoración de estas exportaciones (Tabla 3), se observan algunas variaciones entre los años 1981 y 1984,

TABLA 2.- EXPORTACIONES DE NO METÁLICOS EN CHILE

MINERAL	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
ARCILLAS	---	---	---	---	5	---	3	---	---	---
ASBESTO	---	---	---	NO	---	NO	---	---	20	---
AZUFRE	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.079
BARITINA	192.482	230.200	230.474	275.578	274.610	53.472	76.745	88.800	24.553	---
BENTONITA	---	---	---	---	45	---	---	---	---	---
CANCRONITO DE LITIO	---	---	---	---	---	2.557	4.508	4.551	4.543	---
COQUE	---	---	NO	---	14	---	142	74	5	---
DILATANTA	NO	NO	303	177	NO	56	777	432	613	556
FOSFATOS NATURALES	---	---	---	---	---	---	---	10	84	---
MARFIL	---	---	NO	NO	181	NO	NO	18	---	---
OXIDO DE FIERRO	---	---	---	---	---	---	---	---	20	---
PIEDRA PÓMEZ	---	---	---	---	---	---	---	---	---	629
SAL COMÚN	198.421	250.336	204.106	80.148	509.858	374.376	432.074	455.150	991.244	896.387
SALITRE SÓDICO	294.100	327.000	408.754	330.292	218.382	287.882	271.434	327.911	359.173	298.882
SALITRE POTÁSICO	92.000	128.000	130.820	184.124	102.750	140.352	160.599	112.560	108.215	94.474
SULFATO DE SODIO	23.000	31.000	31.942	14.218	28.725	30.450	24.448	46.094	31.078	40.819
COMPUESTOS DE BORO	---	636	613	---	---	---	100	---	4.743	9.487
YODO	2.100	2.300	2.770	2.271	2.186	3.165	2.856	3.016	3.942	3.100
TOTAL ANUAL	772.003	971.480	1.197.934	811.634	1.228.646	971.323	898.067	1.020.573	1.457.244	1.282.418

NO = Información no disponible



para aumentar progresivamente desde 1985. Es importante destacar que han tenido una importante participación en el incremento de estas cifras, el aumento progresivo de la producción de **SOQUIMICH**, en cuanto a recursos como salitre potásico, sulfato de sodio y yodo; la incorporación de carbonato de litio, a partir de 1984, por parte de la **Sociedad Chilena del Litio**; sal común, que de 128.421 toneladas en 1978 ha aumentado sus exportaciones a 826.387 toneladas en el año 1987 y productos de boro, desde 636 toneladas en 1979 a 9.487 toneladas en el año 1987. En

términos de ingresos de divisas ha tenido destacada participación los boratos y ácido bórico, cuyo aumento en el período ha sido de alrededor del 800% y el yodo por sobre el 214%. A su vez, el carbonato de litio, ha involucrado desde el año 1984, en que comenzó su producción, un aumento de 154% en el valor de las exportaciones. Una baja en términos físicos y económicos de las exportaciones, que alcanza al 100%, se observa en el caso de la baritina durante el período considerado.

En la Tabla 4 se muestra el volumen físico de las importaciones registradas en el período. En los años 1978 y 1987 se importaron 170.600 y 268.430 toneladas de productos no metálicos, respectivamente, lo que significa un aumento neto de 57%. Entre los recursos no metálicos importados, figuran principalmente el azufre, dolomita, fosfatos naturales, ceniza de soda y sales de potasio.

En la Tabla 5 se expone el valor C.I.F. de las importaciones. Se aprecia que el desembolso de divisas en el año 1978 fue de 28 millones de dólares, en tanto en 1987 aumentó en un 25,5%, en similar moneda. Si estas cifras se comparan con las exportaciones mostradas en la Tabla 3, se podrá apreciar que las exportaciones aumentaron en un 64% entre 1978 y 1987, lo que denota claramente el esfuerzo exportador efectuado por los productores nacionales de recursos no metálicos.

De las cifras anteriormente expuestas, se concluye que, comparando los años 1978 y 1987, el consumo aparente de minerales no metálicos en Chile, ha aumentado desde 3,5 a 4,7 millones de toneladas anuales, lo que en términos porcentuales equivale a un 32%, reflejando esta cifra un aumento similar en el desarrollo de la industria usuaria de recursos no metálicos.

En la actualidad, la minería no metálica nacional ocupa alrededor de 7.000 trabajadores, cuya productividad es de 820 toneladas por

MINERAL	VALOR EXPORTADO (Millón de US\$ actualizado año 1987)									
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
ARCILLAS	---	---	---	---	NO	---	NO	---	---	---
ASBESTO	---	---	---	AA	---	AA	---	---	---	24
AZUFRE	---	---	---	---	---	---	---	---	---	251
BARITINA	5.823	9.771	9.400	10.440	11.704	1.478	2.289	1.839	---	740
BENTONITA	---	---	---	---	---	---	---	6.460	12.440	12.113
CARBONATO DE LITIO	---	---	---	---	---	---	---	---	11	11
COQUAS	---	---	110	NO	---	---	---	---	---	---
DOLOMITA	200	140	119	85	NO	38	243	189	272	589
FOSFATOS NATURALES	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3
GRANITO	---	---	317	NO	118	16	NO	3	---	---
MINA DE FIERRO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	NO
PIEDRA PÓMEZ	---	---	---	---	---	---	---	---	---	131
SAL COMÚN	NO	NO	NO	NO	3.767	NO	---	3.527	8.787	8.200
SALITRE SÓDICO	39.549	37.464	46.446	37.127	29.131	28.808	28.338	32.478	37.407	34.300
SALITRE POTÁSICO	15.282	19.721	20.753	15.113	16.946	22.252	16.874	18.740	18.228	15.200
SILICATO DE SODIO	2.453	3.318	4.573	2.879	3.745	3.899	3.179	4.828	3.772	4.651
COMPUESTOS DE BORO	---	84	113	---	19	---	---	---	---	452
YODO	15.729	11.884	35.914	30.747	31.212	24.776	30.162	34.875	37.154	44.400
TOTAL ANUAL	77.357	81.333	117.773	97.642	94.805	91.373	86.773	110.234	122.946	129.892

NO : Información no disponible

MINERAL	CANTIDAD IMPORTADA (Toneladas)									
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
ARCILLAS	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ASBESTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AZUFRE	130.704	83.036	118.650	110.948	148.452	71.024	117.249	77.239	65.074	71.499
BENTONITA	2.430	NO	6.823	6.421	4.356	2.240	4.832	3.360	4.736	3.570
CAL	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CENIZA DE SODA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1.959	5.166	8.779	5.518
CENIZAS DE SODA	24.375	22.442	34.181	28.946	29.819	25.434	43.982	47.649	57.127	43.526
CARBÓN	---	---	---	---	56	27	---	---	---	251
DOLOMITA	120	NO	NO	NO	319	395	42	70	53	288
DOLOMITA	NO	NO	NO	NO	4.235	NO	10.734	14.776	17.457	28.039
FELDSPATO	3.861	NO	NO	5.183	174	10	19	---	---	29
FLUORITA	NO	NO	NO	NO	87	3.289	3.260	3.235	290	3.885
FOSFATOS NATURALES	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GRANITO	42	NO	45	122	19	---	6.966	18.948	13.871	15.729
INGRESISTA	NO	NO	NO	NO	2.429	NO	78	4	73	173
INGRESISTA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
MINERAL	NO	NO	NO	NO	973	NO	467	375	220	258
NIQUEL	22	NO	NO	NO	12	14	18	28	35	NO
OXIDO DE FIERRO	136	NO	NO	NO	241	117	122	187	122	---
PERLITA	---	---	---	---	---	22	3	1	---	---
SALAS DE POTASIO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	50.344	46.776	78.975	70.190
SAL COMÚN	44	NO	NO	NO	126	48	306	2.041	3.253	261
TALCO	489	145	540	671	377	200	401	1.580	1.114	892
COMPUESTOS DE BORO	943	NO	2.618	2.812	728	802	117	40	92	---
YODURO DE POTASIO	20	NO	NO	250	---	---	---	---	---	---
YODO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZINCÓN	5	5	4	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL ANUAL	170.600	112.745	172.815	164.876	268.663	199.686	256.517	292.795	301.360	268.430

NO : Información no disponible  
\* : estimado

hombre-año, en tanto en el año 1977, ésta apenas alcanzaba las 350 toneladas por hombre-año. Esto denota el progresivo aumento de la eficiencia en las operacines extractivas y de procesamiento de esta rama de la minería.

Se espera que a futuro, la actividad minera no metálica se incrementará sustancialmente, por lo que se prevee que la productividad deberá, al menos, mantenerse en el nivel en que actualmente se encuen-

tra.

## ASPECTOS TECNOLÓGICOS

En la explotación y procesamiento de los recursos no metálicos se aplican tecnologías tan simples como remoción y selección manual de los minerales, hasta aquellas de mayor complejidad que incluyen sistemas específicos de explotación mecanizada y transporte, chacado, molienda, tuesta o calcinación,



tria de refractarios; carbonato de calcio en los grados pigmento, carga y extendedor, para las industrias del papel, pinturas, adhesivos, gomas y plásticos, principalmente.

Evidentemente, un mayor nivel tecnológico deberá ser aplicado en aquellos recursos no metálicos cuyo mercado exista tanto en Chile como principalmente en países cercanos, debido al elevado costo de transporte involucrado en un importante número de productos y minerales de producción nacional.

*También es necesario pensar que algunos minerales no metálicos producidos en Chile, tienen directa relación con usos casi exclusivos a nivel mundial, y otros que los hacen cercanamente dependientes para ciertos usos, como es el caso de la baritina y el azufre. En el caso de la baritina, este recurso se utiliza casi exclusivamente, en alrededor de un 90%, como componente del lodo pesado en la perforación de pozos, principalmente en la prospección petrolífera.*

Es así como, de acuerdo a la Tabla 1, se observa que la producción de baritina entre los años 1977 y 1982 aumentó desde 65.000 a 292.500 toneladas anuales, precisamente cuando el precio del petróleo crecía en proporciones similares. Posteriormente, y en la medida que el precio internacional del crudo bajaba sostenidamente desde un peak de más de US\$ 30 por barril, a alrededor de US\$ 13 a partir del año 1983, las prospecciones petrolíferas fueron reducidas proporcionalmente y por ende los requerimientos de baritina, cuya producción en Chile decreció desde 114.000 toneladas en ese año, a niveles de 53.000 toneladas en el año 1986, para establecerse en alrededor de 5.000 toneladas en el año 1987, las que se utilizan principalmente en las prospecciones petrolíferas efectuadas por la ENAP en Chile. En este caso, se hace indispensable desarrollar la industria química a partir de la baritina, la cual debe ser encaminada en una

primera etapa, al procesamiento de este recurso para la producción de sales de bario, de amplia utilización industrial como el sulfuro de bario, que es la sal básica primaria para la formación de otras de aplicaciones específicas en el campo industrial. Cabe recordar que el bario tiene una importante participación en la formación cerámica de los superconductores, material que se supone de pronta utilización en el campo industrial, y que se presenta como probable sustituto parcial del cobre en materia de conducción eléctrica.

En cuanto al azufre, Chile presenta una particular situación, puesto que, de acuerdo a las tablas 1 y 4, la producción en el año 1986 fue de alrededor de 55.000 toneladas y las importaciones alcanzaron las 65.000 toneladas. La principal utilización del componente importado es la producción, a partir de los gases de fundición en Chile, permitirá disponer de un reactivo de bajo costo (US\$ 25/ton, puesto en plan-

# ¡ FUGAS DE FLUIDOS HIDRAULICOS !

CORRIJA ESTE PROBLEMA  
SOBRE LA MARCHA

**wynn's**

## HYDRAULIC SYSTEMS CONCENTRATE

- |   |  |
|---|--|
| — FUGAS DE FLUIDOS                          | — Disminuye espumamiento                       |
| — Devuelve elasticidad a "O" Rings y sellos | — Disminuye fricción, temperaturas y desgastes |
| — Evita "Down Time" por este problema       | — Controla oxidación del fluido                |

VICTORIANO HERMOSILLA PIÑERO

GERENCIA GENERAL  
H. Salas 673 - Fono: 225338 - Cas. 1177  
Concepción - Chile  
Telex: 360119 VIHERC CK



GERENCIA VENTAS SANTIAGO  
Santa Elena 1569 - Fono: 5567303  
Santiago - Chile  
Telex: 340148 VIHERS CK

ta), que hará antieconómica su producción a partir de azufre.

Para la producción de caolines para recubrimiento de papeles especiales de alto brillo y para impresión de colores, en los países de mayor desarrollo se están usando separadores magnéticos de alta intensidad (18 a 22 Kilogauss) para la extracción del hierro y titanio contenidos, a fin de mejorar el brillo de este recurso. Otras técnicas utilizadas para mejorar el brillo del caolín para recubrimiento, incluyen la flotación, lixiviación oxidante y reductora, y floculación selectiva. Otra restricción que debe cumplir el caolín para este uso es un bajo índice de abrasión. Dado a que normalmente es el cuarzo contenido el que aumenta la abrasividad del caolín, es posible eliminarlo mediante técnicas de separación por tamaño de partículas, como por ejemplo centrifugación continua de alta velocidad. En este caso el cuarzo es concentrado en las partículas más gruesas.

La aplicación de tecnologías modernas puede hacer posible el desarrollo de recursos de incipiente explotación en el país, como es el caso de las bentonitas cálcicas. Estas pueden ser sometidas a activación ácida para mejorar su aptitud como decolorante de aceites comestibles, soporte de químicos agrícolas y aglomerar concentrados metálicos y alimentos para animales. En la actualidad se importa bentonita sódica para uso en perforación de pozos petrolíferos. Es posible activar la bentonita cálcica con ceniza de soda u otros compuestos, para formar bentonita sódica, con lo cual aumentan las posibilidades de utilización de este recurso existente en el país. Otros usos de las bentonitas son como aglomerantes de arenas de moldeo en fundición, agente filtrante (vinos y aguas de desecho), ingrediente en cosméticos, aditivo para aumentar la plasticidad de materias primas cerámicas, etc.

En Chile existen importantes

recursos de calizas, los cuales son parcialmente explotados para la industria del cemento y metalurgia. Sin embargo, existe un mercado potencial de carbonato de calcio grado pigmento, puesto que el uso de este recurso aumentará la demanda, principalmente en la industria del papel, en que se usa como carga y recubriente. Se usa también como carga en plásticos, pinturas, gomas y otras aplicaciones.

#### PERSPECTIVAS

Con base en los antecedentes tecnológicos y de mercado que se han mencionado brevemente y factores de tipo geológico y distribución geográfica que se expondrán en la siguiente exposición, se han formado cuatro grupos de recursos de acuerdo a las expectativas que éstos presentan en el país. Estos diferentes niveles de expectativas se relacionan directamente con el desarrollo que experimente la industria usuaria nacional, en la medida

## 40 AÑOS SIRVIENDO A LA INDUSTRIA CHILENA

- \* Trabajos en rieles de ferrocarril, desviadores, cruzamientos y travesías.
- \* Elevadores, montacargas, polipastos, grúas, puentes y torres.
- \* Máquinas, herramientas, tornos, fresas, taladros, prensas, guillotinas y plegadoras
- \* Estructuras, proyectos especiales y servicio técnico.
- \* Servicios en cepillos puente hasta 6 mts., tornos, taladros, etc.

# ROYAL

maestranza/tca. maquinarias

ROSENBERG & CIA. LTDA.

Guérnica 4697 Tel. 792620 Cas. 4749

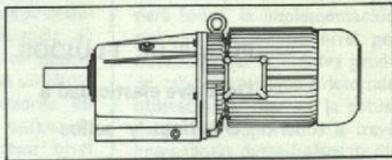
Télex 340260 ROSENMAQ SANTIAGO

# BAUER

ALEMANIA FEDERAL

- MOTORREDUCTORES
- MOTOVARIADORES
- MOTOTAMBORES
- REDUCTORES, ETC...

para servicio continuo, protección IP 65.



STOCK E IMPORTACION DIRECTA

JUNG Y CIA. LTDA.

HUERFANOS 757 OF. 310 CASILLA 14478

TELEFONO 394453 TELEX 294093

TELEFAX 394453

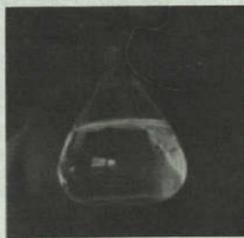
que una mayor demanda permita la explotación de nuevos depósitos y la aplicación de nuevas tecnologías facilite la obtención de los productos de especificaciones más exigentes requeridos por la industria nacional los que en la actualidad deben ser importados. Asimismo, las expectativas de exportación de productos no metálicos dependen de la situación de mercado que éstos presenten en el exterior y de un buen nivel promocional entre los países requirentes.

Un primer grupo, de muy buenas perspectivas, se relaciona con aquellos recursos que exhiben claras ventajas comparativas, por la exclusividad con que se presentan sus depósitos en el mundo y que en nuestro país están representados por empresas consolidadas de larga tradición, como es el caso de **SOQUIMICH**, que explota los recursos salitrosos ubicados en el norte del país; por la **Sociedad Chilena del Litio**, de relativamente reciente creación y la nueva empresa **MINSAL**, para la explotación de carbonato de litio, sales de potasio y ácido bórico.

El nivel tecnológico aplicado para la actual y futura explotación de estos recursos es alto, principalmente en el salitre y litio. Los productos referidos a este primer grupo son el salitre potásico, salitre sódico, nitrato de potasio, yodo, sulfato de sodio, carbonato de litio y sales de potasio.

También se incluye en este primer grupo, aquellos recursos como la sal común, ulexita y ácido bórico producidos por otras empresas. Presenta buenas perspectivas el yodo recuperado a partir de "tortas" de descarte de antiguas oficinas salitreras, actividad que se encuentra en desarrollo por empresarios privados. Recientemente entró en operación la Planta Puelma, de **SOQUIMICH**, en la II Región.

Un segundo grupo, lo integran aquellos recursos que presentan buenas expectativas de ocurrencia geológica, y en los que la aplicación tecnológica permitiría incrementar sus propiedades tanto físicas como químicas. Estos recursos en la actualidad se encuentran en explota-



ción o sujetos a estudios para su eventual futuro aprovechamiento. Entre estos minerales no metálicos se pueden mencionar las arcillas tanto plásticas, como refractarias y comunes, bentonita cálcica, caolín, dolomita, yeso, cuarzo, sulfato de aluminio, andalusitas (sillimanitas), recursos calcáreos (calizas y coquinas), puzolana y feldespatos.

El tercer grupo se relaciona con aquellos recursos que, de acuerdo al actual nivel de conocimientos tanto geológicos, tecnológicos como económicos, tendrían escasas expectativas en el corto y mediano plazo. Para establecer el real potencial de estos recursos, es necesario efectuar los trabajos básicos como prospección y evaluación de los depósitos, características de calidad física, química y mineralógica, a fin de determinar los métodos de procesamiento, costos de producción y posibilidades de comercialización de los productos. Los recursos no metálicos que integran este grupo son el talco, apatita, granate, mica, titanio, vermiculita, zeolitas, zircón y cimita.

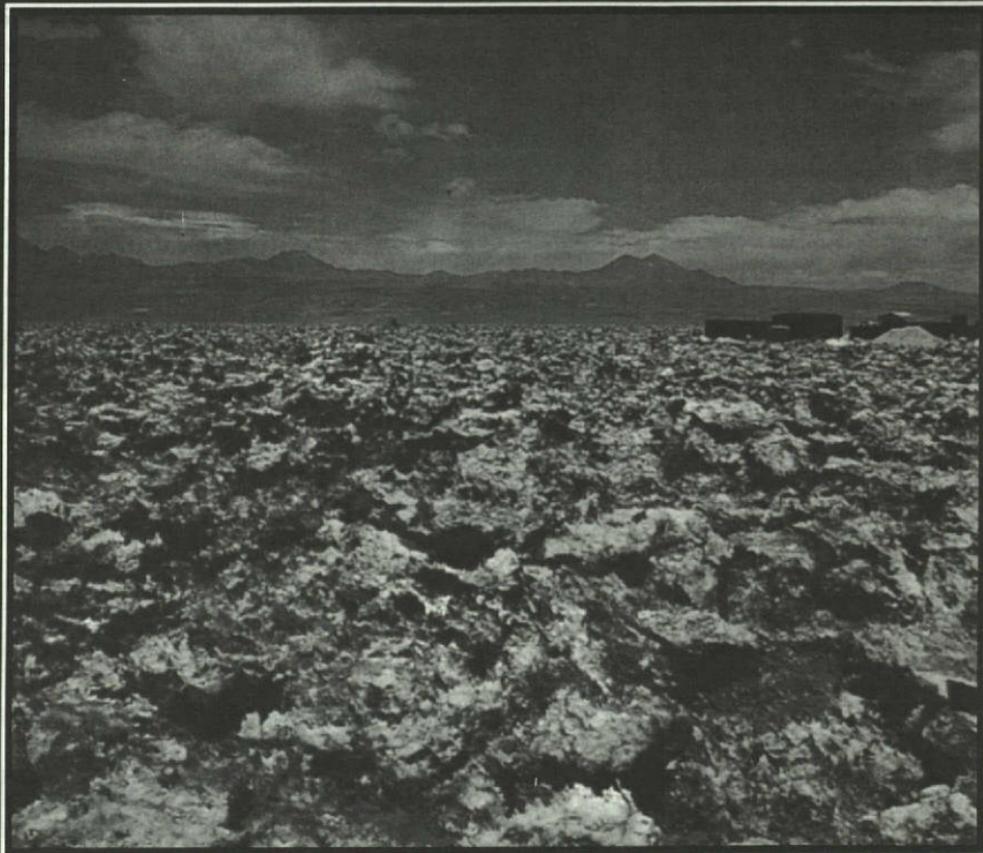
El cuarto grupo lo forman aquellos recursos no metálicos que, en base a los actuales antecedentes geológicos y técnicos, no presentan perspectivas de interés, debido principalmente a su escasa ocurrencia en el país. Entre estos recursos se

incluye a la fluorita, tierras raras, grafito, bentonita sódica, ceniza de soda, asbesto crisolito, magnesita y perlita.

Finalmente, se debe mencionar que en la actualidad, presentan perspectivas inestables, aquellos recursos como la baritina, cuya mayor demanda (más del 90% de la producción) proviene de su utilización como lodo pesado en la perforación de pozos, debido a su alto peso específico.

El desarrollo de campañas de prospección petrolífera depende del precio que presenta el crudo en un período determinado. Los actuales bajos precios del petróleo han provocado una disminución en la ejecución de campañas de prospección en el mundo, lo que se ha reflejado en una importante menor demanda del recurso. Con el objeto de compensar estos menores requerimientos, es necesario diversificar la utilización de este mineral, mediante estudios dirigidos a la obtención de productos químicos a partir de mineral seleccionado. A este respecto se debe considerar que Chile importa sulfato, carbonato e hidróxido de bario y que además en Sudamérica, sólo Brasil registra producción de baritina, en calidad química y carga, equivalente a alrededor de 30.000 toneladas anuales.

Otro recurso en situación similar a la baritina, es el azufre, cuyas perspectivas futuras en el país no se vislumbran como promisorias, respecto a su utilización en la fabricación de ácido sulfúrico, debido a que la tendencia actual de las fundiciones nacionales de cobre, es la utilización del  $SO_2$  evacuado por sus chimeneas para la formación de este reactivo. Sin embargo, una importante proporción de la producción nacional de azufre se destina a otros usos industriales, principalmente agrícolas (insecticidas, fungicidas y fabricación de fertilizantes), actividad que en Chile está teniendo un importante repunte, que eventualmente podría permitir la colocación de parte de la producción nacional. También debe considerarse las posibilidades de exportación de este recurso.



---

---

# CHILE Y LOS MINERALES NO METALICOS

---

---

*Por: Dr. Werner Schlein Sch. Director Ejecutivo Centro de Investigaciones  
Minera y Metalúrgica (C.I.M.M.)*

"Definiendo a Chile como un país esencialmente minero, es curioso observar que la explotación de los recursos no metálicos haya estado durante un mucho tiempo relegada a un segundo plano, siendo una excepción el salitre, el yodo y ahora el litio".

De los otros minerales no metálicos que produce Chile se sabe poco, se difunde menos y, en general, el conocimiento en cuanto a producción nacional y su posición relativa frente al global producido en el mundo, a precios internacionales y a potencialidades de estas materias, son muy escasos. Con estos antecedentes es difícil saber el impacto que puedan tener estos recursos, tanto ahora como en el futuro.

En primer término veamos la producción nacional de los materia-

TABLA I  
CHILE: PRODUCCION DE NO METALICOS (en toneladas)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Apotita		1.377	935	4.606	7.110	6.684	10.154
Arcilla	177.397	34.072	31.876	18.543	9.177	19.600	15.255
Azufre	114.624	104.987	98.748	53.964	78.747	57.123	37.048
Baritina	259.349	292.402	114.595	21.722	54.494	53.121	2.056
Caolín	56.778	21.086	40.812	48.608	48.537	40.002	43.846
Carbonato de Calcio	2.923.016	1.667.298	2.141.717	2.325.949	2.470.105	2.697.841	2.971.924
Carbonato de Litio				2.110	4.770	4.458	6.139
Sal Gema	290.279	674.002	714.598	625.760	743.427	993.265	870.300
Diatonita	358	387	741	1.712	2.317	3.947	3.290
Feldespatio	2.506	469	3.356	3.026	2.565	2.012	687
Puzolana	277.359	172.382	173.789	172.150	206.333	221.210	240.762
Talco	665	283	637	422	1.299	2.257	875
Yeso	237.853	89.636	66.337	167.477	195.911	192.847	234.471
Salitre	624.400	576.800	622.500	727.460	~800.000*	~900.000*	>1.000.000*
Yodo	2.688	2.596	2.792	2.661	3.016	3.042	~3.200*
Sulfato de Sodio	58.677	48.146	51.943	57.696	60.000	74.000	~80.000*

\* Datos estimativos.

les no metálicos, en los últimos seis años. La Tabla I, que incluye sobre el 90% de los no metálicos explota-

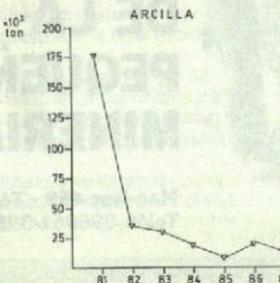
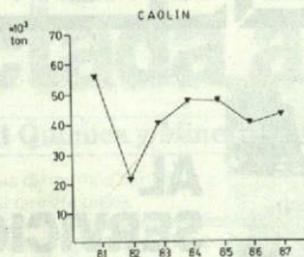
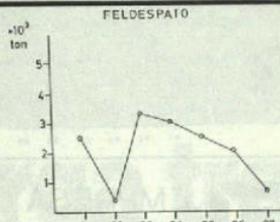
dos, indica, a grandes rasgos, que sólo la mitad de ellos han aumentado en producción.

Con el objeto de poder analizar en mejor forma estos datos agruparemos algunos de estos materiales, según sus principales usos finales lo que refleja en cierta medida el estado fluctuante de las industrias que los emplean como materias primas:

#### a) Materiales dedicados a la cerámica.

La fabricación de objetos de barro, loza y porcelana ha tenido un auge muy grande en los últimos años en Chile. En el Boletín Mensual del Banco Central de Chile se informa que el índice de producción de estos artículos ha crecido de 31,2% en 1982 a 351,8% en 1986, aumento mucho mayor que el de cualquier otro producto.

Sin embargo, como se presenta en los gráficos siguientes, esto no se ve reflejado en la producción de las materias primas nacionales; luego significa que es necesario importar la mayor parte del material básico de la industria.



Estos productos, además de ser empleados en la industria cerámica, tienen otros usos. Las arcillas se emplean en la elaboración de ladrillos refractarios, barras de perforación, como material absorbente o para filtrado y, en especial, como materiales de construcción, además de otros usos.

El caolín tiene su mayor aplicación como carga en la industria del papel, también se usa en refractarios, caucho y pinturas.

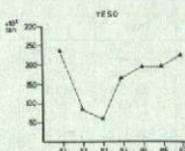
El feldespato se emplea fundamentalmente en la industria del vidrio, teniendo usos menores en esmaltes de porcelana y jabones abrasivos.

#### b) Materiales de la industria del cemento.

La producción de cemento, luego que en 1981 fue de 1.862.800 t, bajó en 1982 a 1.131.600 t y en los años siguientes ha tenido un repunte paulatino, alcanzando en 1987 sobre el 1.500.000 t. La construcción tuvo una fuerte baja después del año 1981 (279.331 m<sup>2</sup>) construyéndose en 1982 la cantidad de 186.598 m<sup>2</sup> y, continuó bajando hasta

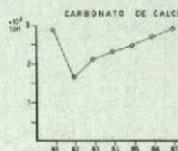
123.672 m<sup>2</sup> en 1985 para repuntar fuertemente en los años 86 y 87.

Esta realidad de la industria se ve



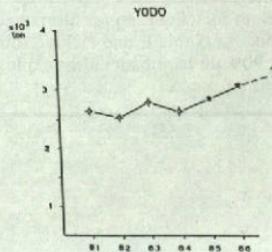
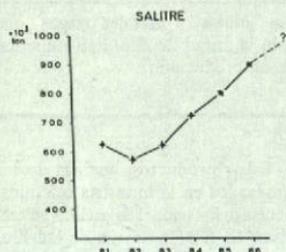
El yeso y el carbonato de calcio también tienen otras aplicaciones. Es así como el yeso se usa para mejorar y neutralizar los suelos en la industria vitivinícola, y en productos para la construcción, entre otras aplicaciones menores. El carbonato de calcio tiene un gran uso

claramente reflejada en los gráficos de producción de materias primas que se presentan a continuación:

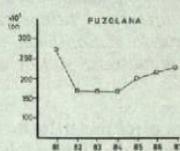


en productos químicos, como fundente metalúrgico, en refractarios, agricultura, purificación del papel y variados usos adicionales.

### c) Materiales de la industria química:

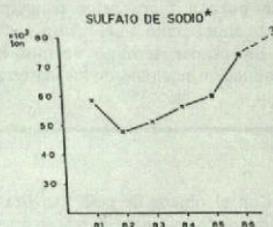


yeso, carbonato de calcio y puzolana.



Los caliches de salitre y de azufre y los salares aportan la mayor cantidad de elementos empleados en la industria química y farmacéutica.

Revisaremos en primer término los productos de las salitreras.



\* Incluye productos de la Industria Salitrera y Otras

# ENAMI

EMPRESA NACIONAL  
DE MINERIA



## AL SERVICIO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERIA NACIONAL

Mac-Iver 459 - Télex 240574 ENAMI-CL  
Teléf. 396061-398051 Santiago - Chile



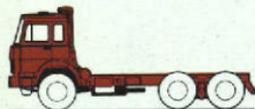
# Una larga tradición proyectada al futuro

**Sociedad Química y Minera de Chile S.A.**

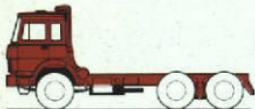
**E**l apogeo del Salitre ocupa algunas de las más hermosas y notables páginas de la historia de nuestra patria. Historia hecha de esfuerzos y tesón del hombre por obtener del desierto el caliche, material rico en nitratos y de gran demanda en la agricultura de la época. Nosotros, herederos de esta historia, hemos sabido transformarla, proyectando a SOQUIMICH como una empresa líder a nivel nacional en minería no metálica. Hoy día, fruto del avance tecnológico y mediante una estrategia de diversificación de productos, SOQUIMICH es la empresa chilena con mayor presencia mundial, y satisface las más variadas necesidades del hombre contemporáneo en materias tales como agricultura, industria o medicina. Así nuestra Empresa se proyecta hacia el futuro, investigando nueva tecnología, haciéndose presente en los diversos mercados mundiales, desarrollando productos, y escudriñando las necesidades del hombre del mañana.



CHILE: CASA MATRIZ • **S.Q.M.:** Moneda 970 Piso 15 Santiago, 7616. 711121 - 6991955. Télex 240782 QUIMI CL. FILIALES • **S.Q.M.C.:** Moneda 920 Of. 404 Santiago. Tels.: 713324 - 713055. Télex 340251. SQM CK. • **SELMAZA:** Pura 24 s/n, Of. Salmuera María Elena. Tels.: 2100 - 2102. Télex 325602 SQM CK • **S.I.T.:** Arturo Prat 1090, Tocopilla. Tels.: 811011 - 811012. Télex: 325591 SQMST CK. • **QIMIN:** Sucre 375 Of. 30 - A. Antofagasta. Tel. 225421. Télex 350927 QUIMIC CK. FILIALES EN OTROS PAISES: **N.S.I.:** Amberes, BELGICA. **C.N.C.:** Norfolk-Virginia. U.S.A. **N.N.C.:** Sao Paulo y Porto Alegre. BRASIL: **SOQUIMICH ARGENTINA S.R.L.:** Mendoza. ARGENTINA.



**330.35:** Fabricación alemana, 6x4, cabina pullman abatible con litera, aspiración normal, potencia 352 HP (DIN), torque 118 kgm., capacidad de carga 24 ton. sobre chasis, 45 a 85 ton combinación, frenos aire total, caja cambios Fuller 9 velocidades, neumáticos 12.00x20, carrozable 6 m.  
EXCELENTE RESPUESTA EN CANTERAS Y TRABAJOS PESADOS.



**330.30:** Fabricación alemana, 6x4, cabina pullman abatible amplia con litera, turbo alimentado, potencia 304 HP (DIN), torque 135 kgm., capacidad de carga 24 ton. sobre chasis, 45 a 85 ton. combinación, frenos aire total, caja cambios Fuller 9 ó 13 velocidades, neumáticos 12.00x20, carrozable 6 m.  
IDEAL PARA PEARLES Y TOLVA HASTA 12 M3.



**697:** Fabricación argentina. 6x4, cabina pullman con litera, aspiración normal, potencia 264 HP (DIN), torque 101 kgm., capacidad de carga 20 ton. sobre chasis, 45 ton. combinación, frenos aire total, caja cambios Fuller de 9 velocidades, neumáticos 11.00x20, carrozable 6 m.  
ESPECIAL PARA FAENAS MINERAS Y FORESTALES.

De los mejores de Europa:  
Fiat Veicoli Industriali y OM de Italia, Magirus en Alemania, Unic en Francia, ha nacido:

# IVECO

## El mundo del transporte

Iveco, una de las más importantes compañías europeas en vehículos industriales, ha resumido la experiencia y tecnología de las principales marcas del viejo continente.

Hoy, en Chile, usted puede disponer de toda la línea IVECO para las más diversas tareas en el transporte, la minería, la construcción, las faenas forestales, la distribución y el transporte de personas.

Hay un modelo IVECO para su necesidad específica, con una amplia red de repuestos y servicio a lo largo del país.

S.K.Comercial S.A., Representante Oficial de IVECO para Chile.

### IVECO, en las duras tareas.

Las mayores exigencias para un camión se encuentran en la minería, en la construcción y en las tareas forestales.

IVECO ha diseñado sus camiones pesados someténdolos a todo tipo de pruebas, siempre bajo extremas condiciones de máxima exigencia.

Acérquese a una de las mayores empresas creadoras de vehículos industriales de Europa.

Elija el IVECO que más le convenga y olvídense de los problemas en el transporte.

# De los mejores de Europa

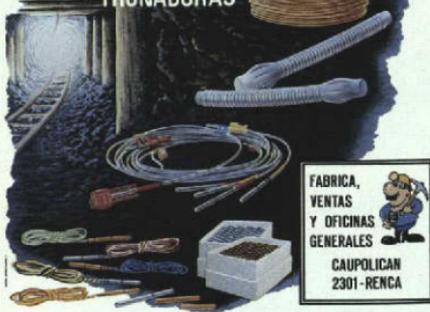


**IVECO** en las duras tareas.



HARSEIM

ACCESORIOS  
PARA  
TRONADURAS



FABRICA,  
VENTAS  
Y OFICINAS  
GENERALES



CAUPLICAN  
2301-RENCA

TEC-HARSEIM S.A.C.  
Casilla 168-D Santiago-1  
Chile-Sudamérica



232064



241990

TECNA - CL



1803-733807



CIPA Ltda.

- SERVICIO CONFIABLE
- SERVICIO EN TERRENO



PARA  
ARRIENDO

GRUPOS ELECTROGENOS: Desde 15 KVA a 500 KVA

Caterpillar y Dale. Móviles y Estacionarios

COMPRESORES DE AIRE Y ROMPEPAVIMENTOS:

Desde 185 a 375 PCM Ingersoll Rand

SOLDADORAS LINCOLN: Motosoldadoras y

eléctricas

GRUA BHL: Lima de 32 tons., pluma estructural,

s/camión

GRUA AUSTIN WESTERN: 6 toneladas, hidráulica

GRUA CATERPILLAR: Horquilla 6 tons.

Romero 2928 Fonos: 94573-91812 Casilla 2651

Telex: 346009 CIPA CK STGO.

## REACTIVOS DE FLOTACION PARA LA MINERIA

### COLECTORES:

#### SF-113

- Xantato Isopropílico de Sodio

#### SF-114

- Xantato Isobutilico de Sodio

#### SF-203

- Dialquil Xantoforniato

#### SF-323

- Isopropil Etil Tionocarbomato

### ESPUMANTE

#### MIBC

- Metil Isobutil Carbinol

Reactivos Fabricados por:

Reactivos de Flotación S.A.

Empresa filial de Shell Chile S.A.C. e.l.



Oficina Matriz:

Av. Providencia 1979 Tel.: 2317085 - Santiago

Planta Shellflot

Calle Iquique 5830 Tel.: 224171 - Antofagasta.



Confiable  
y la más alta  
tecnología en  
explosivos industriales



Monseñor Sotero Sanz 182 Teléfono 2319764

Télex 341004 IRECO CK Santiago, Chile

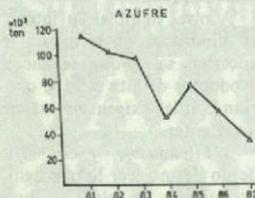
El salitre se usa principalmente como fertilizante, siendo también empleado en la fabricación de otros productos químicos, de explosivos y pólvora y algunos usos menores, como en la industria del vidrio.

El yodo, principal subproducto de las salitreras, tiene gran aplicación en la industria farmacéutica y en otra gran gama de uso químico, especialmente como catalizador, en fotografía, como medio de contraste opaco de rayos-x, estabilizador, colorante, etc.

El sulfato de sodio se emplea fundamentalmente en las industrias del papel y de detergentes, siendo sus otros usos secundarios.

El azufre es usado en su mayor parte en la fabricación de ácido sulfúrico, para diversos usos finales.

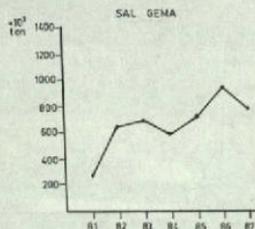
Poca cantidad se emplea en su estado elemental, por ejemplo en la fabricación de pólvora y explosivos, fungicidas, fabricación de compuestos químicos y farmacéuticos, etc.



La sal gema y el carbonato de litio son los principales minerales explotados en nuestros salares.

La sal se emplea en la elaboración de cloro, blanqueadores, soda cáustica, hipoclorito de sodio, sin desconsiderar su uso doméstico. Además de otras aplicaciones se usa en algunos procesos de lixiviación.

El carbonato de litio, que proviene de los salares, es usado en elaboración de vidrios especiales, esmaltes para cerámica, producción de aluminio metálico, fabricación de tubos de televisión, en lubricantes, en baterías y goma sintética.



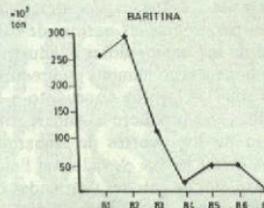
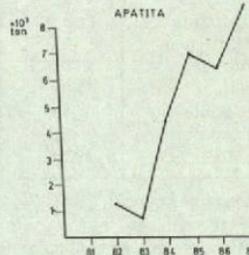
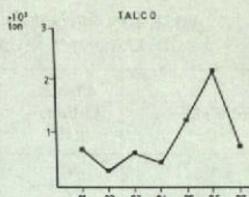
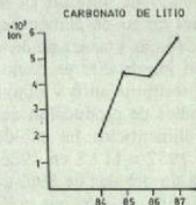
#### d) Materiales para otros usos industriales:

Pocos minerales tienen un rango mayor de aplicabilidad que el talco: cerámicas, pigmento para pintura, papel, diluyentes para insecticidas, materiales de techo, preparación de cosméticos y productos farmacéuticos, plásticos, refractarios, caucho y muchas otras. Sin embargo en Chile luego de una destacada producción sobre las 2 mil toneladas en 1986 ha caído por debajo de una en 1987.

La apatita se usa como componente en la preparación de alimentos de aves. La avicultura, sin embargo, ha decrecido en los últimos años, tenemos que mientras en 1982 se produjeron 120.000 t de aves faenadas, en 1985 se llegó sólo a 72.600 toneladas.

El uso fundamental de la baritina es como parte del barro para perforaciones petrolíferas y con ese fin se exporta. Sin embargo hoy día ha dejado de tener importancia en la minería nacional.

Cantidades pequeñas de baritina se emplean para formar derivados del bario, como pigmento en pinturas, para elaborar caucho, y en la industria del vidrio.



La diatomita tiene su mayor uso como medio de filtrado en industrias tales como de alimentos, fármacos, bebidas y aguas de desecho. Otro uso importante es como pintura de recubrimiento y diluyente.

El índice de producción de productos alimenticios ha subido de 90,1 en 1982 a 112,5 en 1986 y la industria de bebidas de 89,8 a 97,3 en el mismo lapso, lo que concuerda con el aumento de producción, aunque una parte importante se exporta.

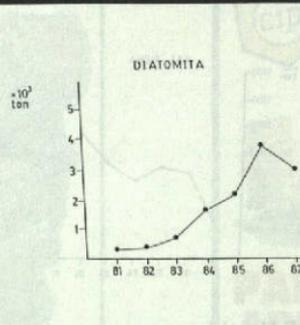


TABLA II (datos 1986)

**POSICION RELATIVA QUE TIENE CHILE FRENTE A LA PRODUCCION MUNDIAL DE MINERALES NO METALICOS**

No Metálico	Prod. Chilena t x10 <sup>3</sup>	Prod. Mundial t x10 <sup>3</sup>	Precio US\$ x t	Posición Relativa de Chile (%)
Apatitas	6,7	141.000	37,4	0,004
Arcillas	19,6	9.400	222,8	0,20
Azufre	57,1	55.000	152,5	0,10
Baritina	53,1	4.263	87,7*	1,20
			222,8**	
Caolín	40,0	20.000	158,0	0,20
Carbonato de Li***	0,9	8,4	340,4	10,70
Sal Gema	993,2	170.500	32,4	0,50
Diatomita	3,9	1.533	527,6	0,25
Feldespato	2,0	3.991	141,8	0,005
Puzolana	221,2	11.605	16,1	1,90
Sulfato de Sodio	4,6	4.200	104	0,10
Talco	2,2	7.464	153,9	0,02
Yeso	192,8	83.898	9,7	0,22

\* para perforación

\*\* micronizado

\*\*\* expresado en contenido de Li

\*\*\*\* respecto del espomudeno

Como se puede observar, la mayoría de los precios son atractivos, pero para lograr las normas de calidad de los compradores e industriales es necesario cumplir con requisitos muy exigentes en cuanto a la calidad del producto a vender; estar cerca de los puertos de embarque para evitar gastos elevados en fletes y disponer de grandes cantidades en cada entrega. Esto último indica en parte porqué Chile tiene una escasa

participación en el mercado internacional de los no metálicos, a excepción del salitre, el yodo y el litio, cuyas producciones tienen importancia a nivel internacional.

Con respecto a producción total de salitre y yodo no existen datos oficiales publicados, por lo cual podemos dar cifras estimadas en base a datos de 1985. Así por ejemplo, se sabe que se producen del orden de 1.000.000 toneladas de salitre

sódico, lo que representa apenas un 0,2% del consumo mundial de abonos nitrogenados. Por otro lado, como parte del proceso de obtención de salitre, se logra producir más de 3.000 toneladas de yodo, lo que representa dentro del concierto mundial un 25% de la producción.

1. Chile posee recursos no metálicos de gran importancia en el marco mundial, razón por la cual es tan necesaria una adecuada explotación de los recursos. Tal es el caso del Litio (40% de las reservas mundiales) que en la actualidad representa un 5% de la producción del mundo. En segundo término está el yodo, cuyas reservas no están cuantificadas con certeza, pero dada su asociación con el salitre, del cual existen grandes reservas, significa que se puede mantener e incrementar su actual 25% de la producción total del mundo.

2. Con respecto a los demás recursos no metálicos, ellos tomarán mayor importancia en la medida que el país se desarrolle industrialmente y demande más cantidad de estos productos.

A nivel mundial su importancia es minoritaria en términos de producción, salvo que se encuentren productos de alta calidad que cumplan con las exigencias extremas de los clientes.

3. Finalmente, y con el objeto de no desmerecer lo que significa la producción de minerales no metálicos en Chile, se estima que en 1986 los no metálicos tuvieron un valor de producción cercanos a US\$ 11 millones, con excepción de los materiales provenientes de la industria salitrera y del litio, que son las "vedettes" del presente y no se incluyen en dicha cifra.

Estos valores contemplan productos como sal gema y baritina que produjeron los mayores ingresos, carbonatos de calcio, yeso, cuarzo, trióxido de arsénico, sales de cobre, sales de hierro, fosfatos, guano, etc.

Como se puede deducir, no es una cantidad despreciable y estamos seguros que por las necesidades industriales que surgirán, esta producción irá en aumento.



Su Importancia Económica

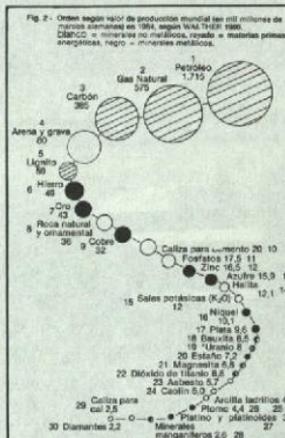
# VALORACION GEOLOGICA- MINERA DE DEPOSITOS DE MINERALES NO METALICOS

Por: Dr. Walter Lorenz B.  
Director Sección No Metálicos  
del Servicio Geológico  
Rep. Federal de Alemania

"Para el desarrollo y el abastecimiento de la industria de un país, los minerales no metálicos son de gran importancia. Para la economía política, la utilización de estos minerales es ventajosa, porque entre otros —en los demás casos— todos los pasos de la transformación se hace en el país mismo, generando valor agregado así como puestos de trabajo y, además, la realización de proyectos no metálicos necesita comparablemente poco capital".

## INTRODUCCION

Actualmente se está buscando cada vez más minerales no metálicos especialmente en los países en desarrollo. La fascinación y atracción que irradian los metales se ha trasladado gradualmente a los no metálicos. Este fenómeno no solamente se basa en la baja del mercado de metales, sino en el hecho de que ahora se reconoce más claramente la importancia de las materias primas no metálicas para el desarrollo y el abastecimiento de las industrias básicas del país (véanse figs. 1 y 2), por ejemplo, para las industrias de la construcción, de la cerámica, del vidrio, de los fertilizantes, química, de la metalurgia y



otras. Se considera especialmente ventajoso el hecho de que en los demás casos todos los pasos del procesamiento (incluyendo la producción propia), y con esto la creación de plusvalía, tienen lugar en el país mismo utilizando mano de obra local y que relativamente poco capital es necesario para la realización de estos proyectos.

Nosotros, como geólogos-economistas, nos ocupamos de depósitos y yacimientos no metálicos y tarde o temprano tenemos que valorar depósitos individuales o el potencial minero de ciertas regiones. Por eso, los criterios que determinan el valor de un depósito o el potencial económico-minero de una región merecen todo nuestro interés.

## DEFINICION

Antes de entrar en detalles sobre los criterios de valoración, parece adecuado dar una idea sobre lo que denominamos "minerales no metálicos" o, en otras palabras, "minerales (y piedras) industriales".

En general, las materias primas minerales se dividen en:

- metálicos
- no metálicos
- combustibles tradicionales (materias primas energéticas)
- combustibles nucleares (materias primas energéticas)
- agua.

La distinción entre agua y materias primas energéticas por un lado,

y entre estos dos grupos y los grupos restantes (metálicos y no metálicos) por el otro, está bien precisa. Pero no lo es entre metálicos y no metálicos.

Por ejemplo, el 90% de la bauxita producida es utilizada para la extracción del metal aluminio por métodos metalúrgicos, por eso se considera bauxita como materia prima metálica. Pero además se usa un 10% de la bauxita producida para fines muy distintos, sin tratarla con métodos metalúrgicos, por ejemplo, para la fabricación de refractarios, abrasivos y productos químicos, por eso la bauxita en parte, también pertenece al grupo de los no metálicos.

El mismo dualismo se encuentra en varios otros minerales como rutilo (titanio metal - pigmento blanco en papel y pinturas), mena mangánifera (manganeso metal - compuestos de manganeso para baterías y sustancias químicas) o ilmenita, zircon, berilo, minerales de litio y otros.

Según Bateman (1950) en el último siglo se usaba cromita principalmente para refractarios y por eso fue considerado un mineral no metálico. Pero con el desarrollo de aceros inoxidables al inicio de este siglo cromo se convirtió en un producto muy buscado para la fabricación de aleaciones con acero. Consecuentemente hoy se considera cromita generalmente una materia prima metálica.

También existen ejemplos que demuestran el caso opuesto: Todo el mundo considerará la sal (halita) como un mineral no-metálico, sin embargo también sirve para extraer el metal sodio y por consiguiente también puede ser considerado como mineral metálico. Ejemplos similares son sales potásicas, barita, celestina, magnesita y aun cuarzo y otros. Todo esto demuestra que la distinción entre metálicos y no metálicos solamente existe en la mente del hombre pero no en la naturaleza.

La tabla 1 resume las condiciones y lugares geológicos, donde normalmente se pueden encontrar yacimientos explotables de minerales no metálicos.

Fig. 1. Orígenes según producción mundial cuantitativa en millones de toneladas en 1963, según WALTER 1966.

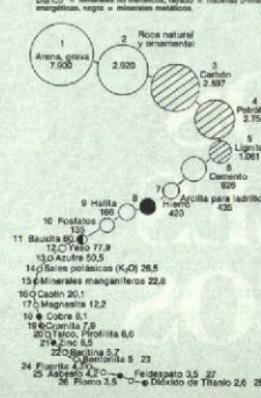


TABLA 1

condiciones y lugares de formación

mineral	I magmático				II sedimentario - estratiforme										III supergénico				IV metamórfico			
	magnésico líquido	- ultrabásica	- carbonatada	pegmatítico	metasulfúrico	hidrotermal	volcánico	clásico		químico		evaporítico		biogénico		mineralización nueva		concentración residual		metamorfismo de contacto	relacionados con metamorfismo	
								terrestre glaciario	lacustre	marino	terrestre	lacustre	fluvial	marino	lacustre	fluvial	marino	terrestre				lacustre
alúmina																						
arcilla																						
asbesto																						
baritina																						
basita																						
berilo																						
borax, ceniza volcánica																						
boro, minerales de																						
brasio (topopéstito)																						
crómica																						
celestina																						
concentrita																						
diatomita																						
dolomita																						
terras colorantes (e. g. arena)																						
feddespato																						
fluorita																						
gesso																						
glaucofenes																						
malachita																						
- malachita, flogopita, sericita																						
- vermiculita																						
grafito																						
sales potásicas (p. a. silvina)																						
cañita, calcita																						
arena y grava																						
crinita																						
lito, minerales de																						
magnetita																						
magmático, minerales de																						
sales sodicas (p. a. halita) natural																						
terranita sulfúrica																						
chinoso, gubina																						
petrita																						
logitales																						
calcita																						
cuarcita, cuarzo, arena, cuarcosa																						
pedras preciosas																						
azufre																						
minerales pesados																						
- rutio (incl. angrita)																						
- rutenita (incl. leucopreno)																						
- zircón																						
- monacita																						
- estaurita																						
minerales silíceos:																						
- andalúcita																						
- kyanita																						
- sillimanita																						
talco																						
arcillas:																						
- esmectitas (p. a. bentonita)																						
- hormitas (p. a. pal-goraxita, sponcitas)																						
- caolín																						
- arcillas refractarias																						
- arcillas para gres																						
- arcillas para ladrillo																						
- arcillas y esquistos expansibles																						
trófilo																						
volatilizantes																						
teflitas (p. a. enargita)																						

Dr. W. Lorenz

## VALORACION DE MINERALES NO METALICOS

**Criterios para la valoración de depósitos individuales.**

Spongamos que finalmente después de una laboriosa campaña de prospección o exploración preliminar se encontró un depósito: ¿Cómo valorarlo? ¿Cuáles son los criterios más esenciales que deciden si una "mina es buena" (de interés económico) o "mala" (sin significado económico)?

Los criterios más importantes se pueden agrupar en cuatro categorías: geológicas, técnicas, econó-

micas y otras (tabla 2). Algunos de los criterios mencionados en la tabla son más importantes que otros: están escritos en letras mayúsculas. Si todos los criterios enumerados resultan favorables después de un análisis profundo, muy probablemente un depósito dado tendrá interés económico. Si no todos los criterios son favorables, por lo menos los escritos en mayúscula (los de mayor importancia) deben de ser favorables para dar a un depósito cierto interés económico. Si no se cumplen los criterios principales, un depósito dado entonces no merece interés económico.

Hay que mencionar aquí que los

criterios tienen cierta interdependencia entre sí, un hecho que complica la valoración de un depósito en la realidad.

A continuación se hace la descripción de los criterios con más detalle:

## DIMENSION DE DEPOSITOS (CANTIDADES)

Esto es un criterio principal y merece una discusión un poco más profunda. ¿Qué es un depósito "grande", y qué es un depósito "pequeño"? Siendo términos relativos las palabras "grande" y "pequeño", existe el peligro de entenderse mal

TABLA 2

mineral no metálico	requisitos esenciales									valorización	
	A geológicos (1ª cifra código)			B macro-económicos (2ª cifra del código)			C industriales/técnicos (3ª cifra del código)			suma total	código
	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	(+ suma de los puntos A hasta C)	(+ subtotales de A - B - C)	
	requisitos geológicos favorables datos geológicos acondados reservas inmediatas por minería y laboreo local volcan tóxicos de facil- tad de explotación satisfacción de los de- mandas presentadas con petencia RPA. Anuncio de exportar infraestructura em- plazada (transporte, ener- gía, agua) extracción, explotación y transporte favorable beneficio/transforma- ción beneficiosa/for- económicamente favorable										
factor valorativo											
x4			x1			x2			x3		
arcillas:											
1. - arc. para ladrillos	+	+					+	+	+	10	5-0-5 <sup>1</sup>
2. - bentonita	+		+	+			(+)	+	+	12-	4-5-4
3. - caolín	+		+	+			+	+	+	14	5-5-4
4. arena y grava	+									5	0-3-2 <sup>1</sup>
5. asbesto										2	0-2-0 <sup>1</sup>
6. azufre	+	+					(+)	+	+	11-	5-2-4
7. barita	+						+	+	+	5	1-2-2 <sup>1</sup>
8. caliza (sustr. o. marma)	+		+			x2			+	11	4-2-5
9. - marma	+		+				(+)	+	+	5	0-2-3 <sup>1</sup>
10. - trasertina	+		+				(+)	+	+	12-	5-2-5
11. corindón					(+)					2-	0-2-0 <sup>1</sup>
12. cuarzo est.	+		+			x2			+	15	5-5-5
13. diatomita	+	(+)					+	+	+	12-	5-2-5
14. dolomita									+	5	0-2-3 <sup>1</sup>
15. esmeril					(+)					2-	0-2-0 <sup>1</sup>
16. feldespato	+		+				+	+	+	9	4-3-2
17. fluorita										2	0-2-0 <sup>1</sup>
18. fosfatos	(+)		+				(+)	+	+	12-	4-4-4
19. grafito	+		+							9	4-3-2
20. hematita	+									4	3-2-2 <sup>1</sup>
21. laterita										9	4-0-5 <sup>1</sup>
22. magnetita										2	0-2-0 <sup>1</sup>
23. mica										2	0-2-0 <sup>1</sup>
24. opoca										9	4-3-2
25. perlita	+								+	11	4-2-5
26. pirofilita										5	3-2-2 <sup>1</sup>
27. pómez	+									10	5-0-5 <sup>1</sup>
28. puzolana	+	+								14	5-5-4
29. roca natural (excl. caliza)	+									12	5-2-5
30. sal										7	0-2-5 <sup>1</sup>
31. talca										7	0-2-0 <sup>1</sup>
32. tripoli							(+)			5	3-2-0
33. yeso	+									13-	4-4-5

cundo dos geólogos hablan del mismo depósito. Por eso en la tabla 3 se clasifican los depósitos de minerales no metálicos en grandes, medianos y pequeños, según tonelaje. En esta tabla se incorporó datos del Servicio Geológico de los EE. UU. y otros.

En la tabla 3 se tomó en cuenta que algunos depósitos forman grandes cuerpos en la naturaleza (por ejemplo, sales potásicas, arena y grava, roca natural), mientras otros solamente aparecen en enriquecimientos limitados (por ejemplo, calcita, mica en tablas, o las piedras preciosas).

Además, la dimensión de un depósito depende de la disponibilidad de la materia prima en cuestión y de su tipo genético. Si, por ejemplo, un país necesita caliza para sus industrias y solamente cuenta con pocos y pequeños depósitos, estos pequeños depósitos serán de gran importancia económica y tienden a ser

clasificados como depósitos "grandes". El influjo del tipo genético en la clasificación de depósitos, según su tamaño, se da en los fosfatos por ejemplo. Como se puede ver en la tabla 3, los fosfatos aparecen en la naturaleza en forma de guano o en otra forma (marina, sedimentaria, magmática). Un depósito de guano con más de 20 millones de toneladas de reservas (e. d. contenido de mineral) se puede clasificar como "grande", mientras que depósitos de otro origen solamente se clasifican como "grande" cuando las reservas sobrepasan los 100 millones de toneladas.

También la calidad de la materia prima y su uso potencial influyen en la clasificación de un depósito según el tamaño: Un yacimiento "grande" de caliza destinado para la utilización como "filler" (material de relleno) normalmente es más pequeño que un yacimiento "grande" de caliza destinado a la producción

"Minerales no metálicos son aquellas sustancias minerales utilizadas en procesos industriales directamente o mediante una preparación adecuada, en función de sus propiedades físicas y químicas y no en función de las sustancias potencialmente extraíbles de las mismas ni de su energía".

Mendiña 1982.



de cemento. Hasta el tipo de extracción ejerce una influencia sobre la denominación del tamaño de un depósito: Reservas explotables de una mina subterránea normalmente han de ser más grandes que las de una mina con extracción a cielo abierto

TABLA 3

mineral

contenido de mineral en toneladas métricas (t)

mineral	contenido de mineral en toneladas métricas (t)														
	1-10	10-100	100-1.000	1.000-10.000	10.000-50.000	50.000-100.000	100.000-500.000	500.000-1 Mio	1 Mio-5 Mio	5 Mio-10 Mio	10 Mio-20 Mio	20 Mio-50 Mio	50 Mio-100 Mio	100 Mio-200 Mio	>200 Mio
alunita															
- extracción por galerías															
- extracción a cielo abierto															
asbesto															
baritina															
berilo (para refractarios)															
bonite (como BaO)															
potasa, ceniza volcánica															
boro, minerales de (como B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )															
brucita (compuestos)															
crocoíta (como Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )															
calcetina															
cordierita (foliata)															
dolomita															
dolomita															
berilos colorados (p. g. arena)															
feldespato															
fluorita															
yeso															
- extracción por galerías															
- extracción a cielo abierto															
glaucocoma															
mosaico															
- muscovita, flogopita, sericita															
- vermiculita															
grafito:															
- grafito cristalizado															
- grafito "amorfo"															
sales potásicas (p. g. sylvina)															
caliza, calcita															
- para cemento															
- para cal															
- para carga, química															
arena y grava															
arcilla															
óxido, minerales de (como Li <sub>2</sub> O)															
magnesita															
manganeso, minerales de															
sales sódicas:															
- bórax															
- sal gema (halita)															
fosfor natural:															
- pizarra															
halita, halocita															
olivino/dunita															
perla															
fosfatos (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ):															
- marino - sedimentario, magmático															
- yeso															
perleíta															
Cuarzo, cuarzo, arena cuarzosa:															
- para vidrio															
- para refractarios															
- cuarzo oscilante															
piedras preciosas															
azufre															
minerales pesados:															
- rutilo (incl. anatasa)															
- ilmenita (incl. leucoseno), como TiO <sub>2</sub>															
- zircon (como ZrO <sub>2</sub> )															
- monacita															
- estaurolita															
minerales silíceos:															
- distena															
- andalúcita															
- sillimanita															
talco															
arcillas:															
- esmectitas (p. g. "bentonita")															
- heulanditas (p. g. pulgorskita, sepiolita)															
- talcín															
- arcillas refractarias															
- arcillas para gres															
- arcillas para ladrillos															
- arcillas y zeolitas expansibles															
hipo:															
epistonta															
zeolitas (p. g. analcima)															

DR W. Lorenz

----- pequeño

----- mediano

----- grande

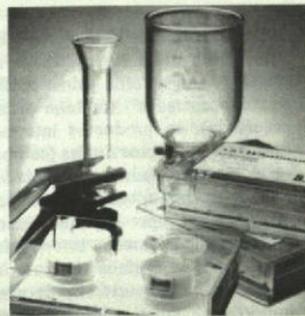
sas y arruinar (o por lo menos retardar) las posibilidades de una explotación económica.

Como se puede observar en la tabla 3, depósitos no metálicos de dimensión mediana normalmente alcanzan 500.000 - 10 millones de toneladas de mineral contenido por término medio. Algunas materias primas fácilmente sobrepasan estos valores (por ejemplo, alunita, sales potásicas, halita, olivino/dunita, fosfatos marinos), mientras otras sólo alcanzan dimensiones inferiores (por ejemplo, berilo, fluorita y calcita óptica, piezocuarzo, piedras preciosas).

## CALIDAD

La calidad también es un criterio de primacía en la valoración de un depósito. En una publicación como ésta, que intenta dar una vista general sobre los diferentes aspectos en la valoración de depósitos y yacimientos no metálicos, no hay lugar para entrar en detalles referente a las especificaciones cualitativas, que además varían en cada mineral según su empleo, la técnica del procesamiento y otros factores. Sin embargo, trataré de dar por lo menos, una idea general sobre los factores que definen la calidad de una materia prima.

La "calidad" de una materia prima mineral se puede definir como la suma de propiedades con que está provista. Estas propiedades están determinadas por varias investigaciones y pruebas, que sólo en parte se puede efectuar en los laboratorios de un Servicio Geológico normalmente equipado (véase la tabla 4).



(compárese yeso y/o anhídrita en la tabla 3).

Las dimensiones dadas en la tabla 3 solamente deben servir como norma o guía para geólogos de exploración y ayudarles a una aprecia-

ción y evaluación más crítica y objetiva de los datos y resultados obtenidos. No sólo la atribución de un valor excesivo a un yacimiento, sino también la subvaloración pueden llevar a decisiones de inversión fal-

TABLA 4

	mineral crudo	"concentrado"	producto intermedio	producto final
materias	pómez crudo	pómez beneficiado de granulación definida	I - agregado liviano II - polvo de roca	A - concreto B - material de relleno C - abrasivo D - aditivo para lodos de perforaciones E - adsorbente F - filtros etc.
	propiedades técnicas	- distribución granulométrica - composición química - composición mineralógica/petrográfica	- granulometría (I, II) - resistencia a la compresión (I) - resistencia al impacto (I) - composición química (II) - comp. mineral/petrográf. (I, II) - porosidad (I) - peso volumétrico (I) - adsorción (II, I) - abrasión (II, I) - remisión (blancura) (II) etc.	además de los datos técnicos de la materia prima también se determinan las propiedades técnicas del producto final como característica cualitativa indirecta de la materia prima, p. e. para A (concreto): - resistencia a la compresión del concreto - cemento requerido - agua requerido

tipo de mineral	contenido de Sr SO <sub>4</sub> (%)	sustancias estorbantes
mineral pobre	(> 40) - > 50	} cuarzo, baritina, metales pesados
mineral rico	> 80	

TABLA 5 a)

b) Concentrado::

TABLA 5 a)	en % de peso					peso específico	tamallo de grano (mm)
	SrSO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
concentrado preliminar	88 - 94					} 3,95 - 3,97	
concentrado final	> 95 > 92	< 2	0,7	< 2	0,5		
especificaciones de "US stockpile" (para uso pirrotécnico)	> 93	< 2	< 1,5		< 2		> 90% > 5

La investigación de las propiedades de minerales no metálicos se efectúa en la materia prima cruda, en "concentrados" (materia prima procesada), en productos intermedios o en productos finales (compare el ejemplo dado en la tabla 5). Cuando se comunican los resultados obtenidos, siempre hay que describir el tipo de la muestra investigada, es decir, si se trataba de material crudo, procesado, etc. Es de gran importancia saber si la granulometría

ideal para un agregado para concreto ya se encontró en el material crudo o —después de un procesamiento más o menos costoso— en el concentrado. Esta declaración afecta entonces la valoración económica y cualitativa de un depósito.

La determinación de las propiedades técnicas genera datos y cifras con respecto a la composición química y mineralógica, a la granulometría y a otras propiedades físicas. La combinación de las cualidades

mineralógicas, químicas y físicas determinan el uso potencial de un cierto mineral no metálico. Para cada uso industrial específico los datos técnicos tienen que cumplir ciertos valores: las especificaciones. Estas especificaciones son cada vez más exigentes, conforme al hecho de si se trata sólo del material crudo, si ya es beneficiado, o si se trata de un producto intermedio o final, respectivamente.

Un hecho estrechamente conectado con la apreciación de la calidad de un mineral no metálico es un conocimiento profundo sobre la gran diversidad en el empleo industrial potencial del mineral. Como ya mencionado, la combinación de las propiedades de un mineral determinan sus posibles aplicaciones. La gama de usos de un mineral individual generalmente es muy amplia.

Para esto es necesario hacer las siguientes anotaciones

—Primero, los minerales no metálicos mencionados en la primera columna generalmente no son minerales individuales, sino que forman grupos de diferentes minerales (por ejemplo, bauxita contiene todos los minerales bauxíticos, como diasporita, boehmita y gibbsita; otro ejemplo es feldespato que comprende todos los minerales feldespáticos, como ortoclasa, plagioclasa, microclina, albita, anortita y otros). Como los minerales individuales se distinguen por sus propiedades, declaraciones sobre grupos siempre son algo generalizadas.

Segundo, los grupos de productos y productos intermedios no están bien equilibrados. Por ejemplo el término "cerámica fina" o "productos químicos" es bien amplio y por consiguiente abarca más de 25 minerales (respectivamente grupos de minerales) que potencialmente se podrían utilizar para estos fines.

Por otro lado, el término "arena y gravas para la construcción" describe una aplicación muy específica y consecuentemente sólo hay 3 minerales enumerados.

Tercero, frecuentemente no es posible decir qué materia prima se puede utilizar en cuál industria o al revés. Relaciones directas solamente existen entre materia prima y producto o producto intermedio (y al revés) y entre producto o producto intermedio e industria de aplicación (y al revés). Pero en muchos casos no se debe deducir ninguna relación directa entre materia prima e industria de aplicación (y al revés).

## SUSTITUTOS

En muchos casos se puede sustituir un mineral por otro. El sustituto sólo tiene que cumplir esencialmente las mismas funciones técnicas en un proceso industrial, al mismo precio (o más moderado). Por consiguiente, las propiedades técnicas de un sustituto son fundamentalmente las mismas del mineral original sustituido.

Si un sustituto es más barato, a veces aun puede permitir ciertas excepciones respecto a las especificaciones cualitativas altas, porque los costos de producción más moderados causan una ventaja en el mercado aunque sea a costo de la calidad del producto.

Frecuentemente se usan sustitutos por no tener materia prima "original" disponible dentro de distancias aceptables del lugar de la producción industrial. En Escandinavia, por ejemplo, se utiliza talco como "filler" en la industria del papel en vez de caolín, que localmente no es disponible fácilmente. Por la misma razón los japoneses usan pirofilita.

En la valoración de depósitos no metálicos un conocimiento sobre posibilidades de la sustitución no sólo es de importancia para la búsqueda de materias primas alternativas, sino también para la evaluación y el análisis correctos de las condiciones reinantes en el mercado.

Se puede distinguir entre sustitutos naturales y artificiales (sintéticos). Se producen sustitutos artificiales a propósito y entonces poseen propiedades cualitativas uni-

formes, o también pueden resultar como productos residuales. Por ejemplo, se utiliza cierta escoria metalúrgica, llamada "calumite", en gran escala como sustituto de feldespato o sienita nefelínica en la producción de vidrio, cerámica y esmalte. Reutilización, también, puede producir sustitutos: Por ejemplo se puede reutilizar el pavimento de carreteras o paredes y muros de concreto o ladrillo después de un tratamiento adecuado como material de construcción. Vidrio reciclado es una materia prima importante en muchos países.

Siempre, cuando se trata de la aplicación de sustitutos en procesos industriales, hay una cuestión crucial, la de los costos.

Los pasajes siguientes se refieren a algunos aspectos que forman parte de estudios profundos de otros expertos que no son geólogos. Sin embargo, un geólogo de minas bien calificado tiene que tomar en cuenta esos aspectos en la valoración de depósitos no metálicos. Aunque el geólogo no sea el experto para estudiar estos aspectos en detalle, no obstante puede compilar datos básicos para incorporarlos en su dictamen.

## EXTRACCION

Sin entrar en detalles con respecto a este tema se pueden distinguir dos métodos de extracción: la de a cielo abierto y la subterránea (por galerías). Otras formas de extracción se pueden considerar como excepcionales (por ejemplo: extracción por solución en el caso de azufre o de diferentes sales).

Generalmente, las operaciones subterráneas son más costosas que las de a cielo abierto, un hecho que hay que considerar bien. Pero el experto en geología económica (o el geólogo de exploración) no es el adecuado para tratar detalles sobre los diferentes y complicados métodos de extracción y su empleo más rentable. Un buen conocimiento general normalmente debe de ser suficiente para un geólogo-economista y un geólogo de exploración. Un estudio más detallado y profundo sería la tarea de un ingeniero de

minas.

## PREPARACION

La preparación también es parte de la tarea del ingeniero de minas. A pesar de ello, un buen conocimiento general sobre los diferentes métodos de preparación es de gran ayuda para el geólogo que valoriza un depósito. Por lo menos debería tener una idea general sobre posibilidades y límites de los diferentes métodos y tiene que tomar en cuenta los costos adicionales de una beneficiación, así como la disponibilidad de energía, de agua y las posibilidades del transporte.

La tabla 9 sirve para traer a la memoria los métodos de preparación más utilizados en los no metálicos. En la tabla se distingue los métodos de concentración de los métodos preparativos y adicionales. Los métodos preparativos y adicionales están divididos en métodos meramente físicos y métodos físico-químicos.

Sólo excepcionalmente no se aplica ningún método de concentración (por ejemplo: arcilla para ladrillos). Generalmente se usan métodos de concentración en sistemas de diferentes fases mineralógicas, es decir, en mezclas de minerales, mientras que en sistemas más simples (por ejemplo, de sólo un mineral, como en arena silíceas) semejantes métodos pueden ser innecesarios.

La extracción de rocas y tierras (al contrario de los minerales industriales en el sentido estricto) generalmente es sencillo, barato y no se necesita una preparación complicada. En cambio la extracción de minerales industriales propios está asociada a una preparación más compleja y costosa.

Hay que mencionar que en la tabla 9 todos los métodos usualmente aplicados aparecen en forma acumulativa, es decir, que los métodos enumerados no se emplean todos al mismo tiempo, sino sólo algunos (o ninguno) de ellos, según sea necesario.



ta. Normalmente se consumen los no metálicos en la vecindad de la mina o, por lo menos, dentro del país mismo.

Transportes al país vecino o al resto del mundo, más bien son una excepción. Por este hecho existe la tendencia a decir "busca un mercado y luego busca un mineral" en vez de "encuentra un mineral y busca un mercado".

El mercado está regido por la demanda, la oferta y los precios. La oferta de minerales no metálicos no sólo significa aprovisionamiento de cierta cantidad, sino adicionalmente significa: aprovisionamiento de una cierta calidad mantenida uniformemente durante largo tiempo a precios adecuados combinado con un servicio adecuado por parte del proveedor. Si uno no puede garantizar esto, el comprador potencial se dirigirá a otro productor de minerales no metálicos, aun cuando éste venda a precios un poco más elevados.

La imposibilidad de garantizar durante largo tiempo una calidad uniforme a precios adecuados frecuentemente destruye las expectativas ligadas a un depósito y destruye conexiones comerciales. Esto es aun peor, porque el mercado para no metálicos es conservador, es decir, que es difícil de conquistar por novicios. La razón para esto se basa en el hecho que cuando una vez la materia prima mineral da buenos resultados en la transformación industrial, los compradores se fijan en este material y temen introducir un mineral de otro depósito que podría diferir del mineral anterior —aun cuando sea insignificante— y que podría provocar dificultades técnicas en la producción.

Un análisis del mercado tiene que dar respuestas a cuestiones como los siguientes (según B. Coope, 1982):

—¿Cuál es el porcentaje del mercado que se puede conquistar?

—¿Cuáles son los precios ex fábrica después de la deducción de los costos para el transporte, el embalaje y el almacenamiento?

—¿Qué competencia hacen los materiales alternativos (incluso sustitutos naturales y sintéticos)?

—¿Qué ramo de la industria está

consumiendo el mineral en cuestión?

—La componente mineral, ¿forma una parte mayor o menor en el producto del consumidor de minerales?

—¿Cuál es la perspectiva futura de la industria que utiliza los minerales?

—¿Qué calidades se tendrían que producir en un cierto depósito?

—El mineral en cuestión, ¿tiene un potencial para la exportación debido a alguna propiedad técnica?

—¿Quiénes son los competidores en la región y/o en países vecinos?

—¿Hay posibilidades para la sustitución de importaciones?

El potencial para la sustitución de importaciones se puede estimar estudiando las estadísticas de las importaciones, no sólo de las materias primas mismas sino también de los productos fabricados de ellos. Las estadísticas de la producción reflejan la cantidad, el valor y la tendencia del consumo de los no metálicos y sus productos en el país. Las estadísticas de las exportaciones solamente manifiestan los volúmenes ya exportados; pero no dan informaciones sobre el potencial adicional de otras exportaciones (mineral o producto). Por lo menos se necesita un conocimiento aproximado sobre la situación del mercado en los países vecinos para juzgar bien las posibilidades de exportación.

El potencial del mercado para las materias primas y para los productos primarios por un lado, y para los productos primarios, intermedios o finales por el otro, normalmente es muy diferente. Muchas veces, por ejemplo, será posible la exportación de vidrio hueco o plano, pero no de arena sílice aun cuando fuera beneficiado.

Para la evaluación de un depósito, el geólogo tiene que tener una vista general sobre los mercados, por ejemplo, por medio de relaciones comerciales, instituciones y asociaciones públicas y privadas de comercio, etc., y además necesita un amplio conocimiento sobre los varios usos de un mineral en cuestión, así como sobre la gran gama de especificaciones o calidades. Hay

que incorporar especialistas y realizar estudios más detallados en casos difíciles.

Sin embargo, un geólogo-economista (geólogo de minas) debería ser capaz de dar un resumen de los hechos y factores reinantes en el mercado en cuestión. Investigaciones y análisis más detallados naturalmente es tarea de expertos, como economistas y analistas del mercado.

## OTROS CRITERIOS

Otros criterios que hay que tener en cuenta abarcan, por ejemplo, aspectos políticos y/o legales, como protección del medio ambiente, seguridades y garantías, clima de inversión, programas del Estado referente a la economía en general o al desarrollo (véase tabla 4). También estos factores juegan un papel favorable o desfavorable en la valoración y más decisivamente en el desarrollo de un depósito.

## VALORACION DEL POTENCIAL GEOLOGICO-MINERO REGIONAL

A veces la tarea de un experto en geología económica no consiste en la valoración de un depósito individual de no metálicos, sino en la evaluación del potencial de un país entero o de partes de él. Para lograrlo, podría ser útil un modelo de valoración que se presenta en el siguiente ejemplo.

Si el geólogo tiene que seleccionar de una larga lista de materias primas en un país aquellos minerales que podrían ser de importancia extraordinaria para el desarrollo del país, hay que tener una vista global sobre el potencial no metálico. El fin es, por eso, preparar una lista de prioridades de aquellos minerales que hay que desarrollar con preferencia, por ejemplo con la ayuda de donadores internacionales (asistencia técnica), actividades de empresas nacionales e internacionales, programas promocionales del Gobierno y/o actividades geológicas y mineras del país mismo.

Los más importantes criterios para la estimación y valoración del

significado potencial de los recursos no metálicos son requisitos geológicos, macroeconómicos e industriales/técnicos favorables. El modelo de valoración a presentarse aquí está intentado a ayudar en llegar a opiniones y prioridades tan objetivo como posible en una fase temprana, es decir, antes de la planificación e implementación de proyectos concretos.

En breve, el modelo de valoración:

- intenta de objetivar la experiencia y opinión personal;
- intenta producir una lista prioritaria más objetiva de aquellos minerales que bajo los aspectos económicos y geológicos presentan el potencial más grande;
- hay que tratarlo sólo como uno de los medios para llegar a decisiones;
- no puede reclamar validez absoluta, porque todavía las opiniones subjetivas juegan un papel, y finalmente
- hay que adaptarlo, según necesidad, a las circunstancias económicas y prioridades cambiantes en la política nacional y hay que actualizarlo para incorporar los conocimientos nuevos.

Este modelo entonces está diseñado para prevenir la situación de que un geólogo ponga más atención a los aspectos geológicos, con que naturalmente está más familiarizado, que a los aspectos macroeconómicos, infraestructurales y a la industria y la técnica.

El modelo de valoración se presenta tomando a Ecuador como ejemplo (tabla 10).

## LOS REQUISITOS ESENCIALES

Los requisitos esenciales para el desarrollo del país (A: geológicos, B: macro-económicos, C: industriales/técnicos) se clasificaron más detalladamente en subdivisiones. Las denominaciones en estas subdivisiones son (mejor dicho: eran) válidas para Ecuador, y lógicamente pueden diferir mucho en otros países. Por ejemplo, en el caso de Ecuador

TABLA 10			
Criterios para la valoración			
geológicos	industriales, técnicos	económicos	otros
TAMANO DEL DEPOSITO (CANTIDAD)	Extracción	INFRAESTRUCTURA: - energía - agua	p. e. aspectos políticos y/o legales - medio ambiente - regulaciones de mercado
CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA (usos potenciales)	Beneficiación	- transporte	- seguridades, garantías
Sustitutos	Fabricación de productos	- (mano de obra)	- clima para inversión - programas del Estado (economía, desarrollo)
		MERCADO: - oferta - demanda - precios	

la subdivisión B 3, la posibilidad de aumentar las exportaciones, tiene cierta importancia, pero puede ser sin interés en otros países y por consiguiente se omitirá este punto. Por otro lado, podría haber algunos países con otras condiciones aquí no mencionadas, por ejemplo, condiciones políticas y legales, que son de tan grande importancia que sería recomendable introducir una cuarta división "D" y tal vez más. La subdivisión B 1 denominada "interés inmediato por empresa y/o Gobierno nacional" se refiere a casos donde ya había actividades preliminares por parte de entidades y compañías privadas y públicas y donde actividades adicionales (por ejemplo, geológicas) probablemente conducirían a la fase productiva.

## EL FACTOR VALORATIVO

El significado relativo de los requisitos esenciales enumerados en las divisiones A - C varían según el país; este hecho se tiene en cuenta por medio de un factor valorativo con el cual se tiene que multiplicar las entradas (cruces) detrás de cada mineral en cuestión. Para trabajar más fácilmente con el modelo se recomienda distribuir los factores valorativos de tal forma que en cada división (A hasta C en el ejemplo presentado) se obtenga la misma suma, 5 en este caso. Aquellos requisitos mencionados en las subdivisiones (A 1 hasta A 2, B 1 hasta B 3, C 1 hasta C 3), que son de importancia extraordinaria para el

país, tienen un factor valorativo más alto que aquellos de menor importancia. Por ejemplo, en el caso de Ecuador la subdivisión B 3 ("aumento de la exportación"), de acuerdo con el Servicio Geológico Nacional y otras entidades estatales, recibió un factor más bajo que las otras subdivisiones B 1 ("interés inmediato por empresas, etc.") y B 2 ("posibilidades de la sustitución de importes") que se estimó de mayor importancia.

En otros países posiblemente hay que distribuir los factores valorativos diferentemente que corresponden a las prioridades reconocidas. Como ya se ha mencionado, naturalmente es posible cambiar la suma máxima de puntos alcanzables en cada división según necesidad y practicabilidad.

## LOS MINERALES NO METALICOS

Los no metálicos existentes en el país aparecen en la lista por orden alfabético. La existencia de los minerales se tomó de reportes, publicaciones y otros y, tal vez, de descubrimientos propios del geólogo en el campo.

## LA VALORACION

Para cada mineral de la lista, hay que comprobar si los requisitos mencionados en las divisiones A hasta C son favorables. En caso afirmativo, se pone una cruz en las subdivisiones correspondientes. Si se estima los requisitos como solamente "relativamente favorables" o "parcialmente favorables", se puede indicar esto poniendo la cruz en paréntesis. Además, una nota en las

TABLA 11

prioridad	suma total	código	materia prima
1	15	5 - 5 - 5	materia prima cuarzosa
2	14	5 - 5 - 4	caolín
3	14	5 - 4 - 5	puzolana
4	13	5 - 3 - 5	marmol
5	13-	4 - 4 - 5	yeso <sup>1</sup>
6	12	5 - 2 - 5	roca natural (exc. caliza)
7	12-	4 - 4 - 4	bentonita
8	12-	4 - 4 - 4	fosfatos <sup>1</sup>
9	12-	5 - 2 - 5	travertino
10	12-	5 - 2 - 5	diatomita
11	11	4 - 2 - 5	caliza; perlita
12	11-	5 - 2 - 4	azufre
13	9	4 - 3 - 2	feldespato
14	8	4 - 2 - 2	grafito

entradas de la subdivisión B3 ("aumento de las exportaciones") indica si las exportaciones tienen un potencial en forma cruda o procesada del mineral o sólo en forma de un producto industrial (terminado o intermedio).

Normalmente es difícil de estimar la situación infraestructural, especialmente si hay algunos depósitos con buena y otras con mala infraestructura. Existen varias posibilidades de solución: Primero, se puede generalizar la observación respecto a la infraestructura, abarcando todos los depósitos de la lista, como en este ejemplo presentado. Segundo, se puede marcar la cruz respectiva en la subdivisión "infraestructura" con una nota, indicando cuáles son los depósitos con buena o con mala infraestructura. Tercero, se podría insertar en la columna de los minerales debajo del mineral respectivo los depósitos individuales y marcar las cruces donde aplican según las condiciones infraestructurales.

Después de la inscripción de las cruces detrás de todos los minerales se las multiplica con el factor valorativo respectivo resultando una suma total.

Si cruces en paréntesis son tenidas en cuenta, la suma total está marcada con un signo negativo.

Aunque la suma total de las cruces ya nos da una idea general sobre condiciones favorables o desfavorables para la prospección o exploración de un cierto mineral, el código en la extrema derecha del modelo

es aún más informativo. El código consiste de los subtotales de cada división A, B y C. Como la suma máxima en cada división es 5, un código 5 - 5 - 5 describiría un mineral con los óptimos requisitos, mientras el código 0 - 0 - 0 describiría un mineral con requisitos pésimos.

Los minerales, de los cuales el código muestra un 0 o 1 como primera cifra (la que corresponde a la primera división A) y un 0 como segunda cifra (correspondiente a la división B), no se tiene que clasificar como proyectos recomendables. Pues si los requisitos geológicos son desfavorables, eso es un hecho natural y limitativo y entonces no se deben promover más actividades en la exploración o prospección. En cierto grado esto también es válido para la división B ("requisitos macro-económicos").

Al contrario, los requisitos de la división C ("requisitos industriales/técnicos"), aunque sean desfavorables, no ejercen tanta influencia sobre la valoración, porque normalmente se puede mejorarlos con medidas industriales y/o técnicas adecuadas.

Sin embargo hay que tener en cuenta, qué minerales, aunque estén clasificados como "impropios" en las divisiones A y B en el futuro eventualmente pueden convertirse en "apropiados" de acuerdo con el conocimiento geológico y los intereses y condiciones económicas cambiantes. Lógico, que el modelo de valoración solamente refleje la



situación presente y necesite actualización y corrección según el cambio de las condiciones generales.

## LA LISTA DE PRIORIDADES

Ahora se puede establecer una lista de los minerales según prioridades (tabla 11) sea en dependencia de la suma total (que es fácil de comprender), o sea en dependencia de los códigos (que es más sustancial). Minerales no recomendables (es decir, con 1 o 0 como primera cifra y 0 como segunda cifra en el código) quedan omitidos.

En esta lista de prioridades hay la posibilidad de marcar minerales, aunque cumplan los requisitos, que no se prestan a más actividades geológicas, a causa, por ejemplo, de concesiones dadas o, si se trata de asistencia técnica, a causa de proyectos ya existentes o planificados por otros países donadores.

También sería posible una lista de prioridades solamente basada en los códigos. En este caso habría que ordenar los códigos de tal forma, que las primeras dos cifras tengan preferencia (por su indispensabilidad) sobre la tercera cifra, por ejemplo: 5 - 5 - 2 ante 5 - 4 - 5, aunque la suma total de los puntos alcanzados diera por resultado otra secuencia.

# PANORAMA DE LA INDUSTRIA MUNDIAL DEL AZUFRE

*Por John Lancaster. Ingeniero Civil de Minas, Gran Bretaña.*



"Aunque el azufre ha sido una de las importantes materias primas industriales en Chile, el incremento en su oferta proviene de desarrollos recientes en la industria local del cobre. Mientras que los recursos tradicionales de azufre en Chile se encuentran en forma de caliche, cuya ocurrencia se extiende a gran altura a lo largo de toda la cordillera de Los Andes, constituyendo por lo tanto una fuente discrecional, el aumento en la oferta de azufre en forma de ácido sulfúrico proviene de la extracción de  $SO_2$  de gases de fundición de cobre, una operación involuntaria, que debe ser clasificada como subproducto o "azufre recuperado".

Como será expuesto en este análisis del estado de la industria mundial del azufre, profundos cambios han ocurrido recientemente en la importancia relativa de la oferta del azufre proveniente de fuentes discretionales con respecto a aquella que se obtiene como subproducto de operaciones industriales no relacionadas. La primera (fuentes discretionales) representa una inversión específica en plantas y maquinarias orientada hacia la explotación económica de depósitos de azufre nativo, piritas u otros, con el propósito expreso de extraer y usar el contenido de azufre del mineral vía la tecnología de extracción y proceso más adecuados.

Los ejemplos más prominentes de fuentes de azufre discrecional lo constituyen la explotación de depósitos de azufre por el proceso Frasch y la de depósitos masivos de piritas, principalmente en la Península Ibérica. Los dueños de estas operaciones están directamente interesados en el balance oferta/demanda, y como regla, tienen la posibilidad de usar su capacidad discrecional en ajustar los niveles voluntarios de producción y de almacenamiento, para influir en el balance oferta/demanda y, de ese modo, en la tendencia de los precios de mercado.

En agudo contraste se encuentra la producción o más precisamente la recuperación de azufre, en varias formas como resultado involuntario en el proceso de obtención de otros

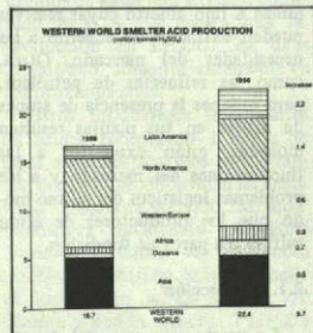
productos primarios. Los dueños, en este caso, están directamente interesados en la calidad y la tecnología relacionada con el producto principal y, más importante, en el impacto ambiental de la tecnología de proceso o uso final del producto principal. La presencia de azufre en la materia prima básica, sea ésta combustible fósil, hidrocarburos, minerales varios, etc., se considera una molestia, cuya eliminación es obligatoria y que tiene que ser lograda en forma económica. En este caso, el énfasis se centra en la eliminación mientras que la valoración económica es necesariamente una consideración secundaria. Cuantitativamente, la fuente más importante de azufre involuntario es la asociada al  $H_2S$  en gases naturales amargos y petróleo, que se recupera en las refinerías como azufre con purezas sobre 99,9%.

La recuperación de azufre con tradición industrial más extensa es la que se obtiene por extracción de  $SO_2$  a partir de gases de escape en fundiciones de minerales no ferrosos, particularmente cobre y zinc. El azufre, en este caso, es recuperado en la forma de ácido sulfúrico concentrado.

El impacto ambiental de las fundiciones de cobre y zinc en centros industriales densamente poblados de Europa, por casi un siglo, se ha reflejado en la coordinación y yuxtaposición de operaciones de función metálicas con plantas de ácido sulfúrico. En años recientes, la creciente preocupación por el medio ambiente ha redundado en legislaciones que imponen límites máximos obligatorios en el contenido de  $SO_2$  para los gases de salida de fundiciones ubicadas tanto cerca como lejos de centros poblados y tanto en países desarrollados como subdesarrollados.

La limitación obvia (en la producción) de ácido sulfúrico surge con el almacenamiento y la logística, notablemente en conexión con el costo de transporte ya que por cada tonelada de azufre (como ácido sulfúrico) dos toneladas de agua deben ser transportadas y su flete pagado. En Europa occidental, Japón, costa Este de Canadá y, en

menor grado, en el sur-oeste de EE.UU., la oferta de ácido proveniente de fundiciones es fácilmente absorbida por el mercado, debido al tamaño y variedad de la demanda. La colocación del ácido es facilitada por organizaciones de marketing altamente especializadas que frecuentemente están asociadas con el aspecto metalúrgico del complejo productivo. Ejemplos notables al respecto son: Metallgesellschaft, Aysel, Boliden y AMMI, en Europa occidental; Sumitomo, en Japón, y CIL en la costa Este del Canadá (aunque la conexión de esta última empresa con la operación níquel-zinc y cobre es más bien comercial que integral). Estas organizaciones de marketing efectivamente garantizan a la fundición o productora de ácido la colocación de un tonelaje específico o de todo el ácido que producen. Al mismo tiempo, ellas se las arreglan para colocar la oferta preferentemente a usuarios de gran volumen y sobre la base de contratos a largo plazo con fórmula indexada de precios. Los objetivos de estos comercializadores de ácido son, en primer lugar, la colocación del ácido entre consumidores próximos al centro de producción, minimizando de este modo la incidencia del flete. Excedentes no colocados de este modo deben ser transportados a mayores distancias, incluso a ultramar, en cuyo caso los costos de transporte pueden redundar en pérdidas para la fundición.



Ejemplos notables al respecto son las colocaciones de ácido de fundición proveniente de Ontario del Norte, sur-oeste de Estados Unidos y, sobre todo, Japón, en

plazas de ultramar a costos inferiores a los de producción.

La habilidad comercial de la organización de marketing, junto a su infraestructura logística en forma de instalaciones de almacenamiento y transporte, es utilizada para maximizar la recuperación del gasto de la fundición y minimizar su principal desventaja que es tener que transportar este subproducto tan pronto como se produce, ya que por razones físicas y económicas el almacenamiento de ácido sulfúrico es limitado por costos.

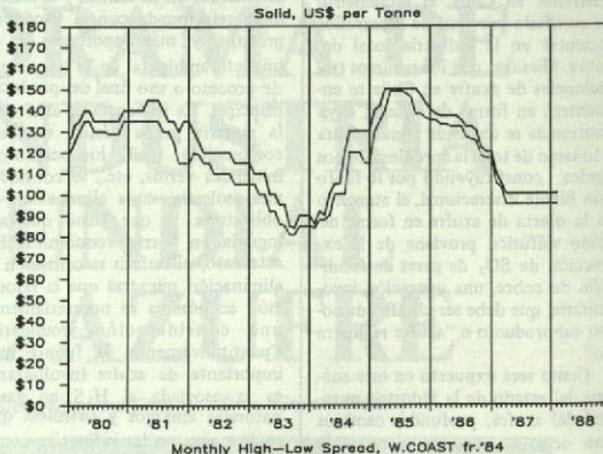
Una de las organizaciones más prominentes que se dedica a la comercialización de ácido sulfúrico es Inter Acid, una subsidiaria de la trading house internacional IMIC basada en Lausanne. Esta empresa ha desarrollado una tradición en la comercialización internacional de ácido sulfúrico originario de Europa y Japón.

En contraste con lo anterior, muchos productores de azufre recuperado, originario de  $H_2S$  y fácilmente convertible a la forma elemental, son capaces de acumularlo y a bajo costo y sin limitaciones de tiempo. El ejemplo clásico lo constituyen los principales productores de azufre recuperado a partir de gases amargos en la costa oeste de Canadá, Francia y Arabia Saudita. Estos productores involuntarios se han convertido de hecho en productores discrecionales en la medida que sus stocks son equivalentes a minas a tajo abierto cuyas reservas pueden extraerse de acuerdo a las necesidades del mercado. Otros, como las refinerías de petróleo, para quienes la presencia de stocks de azufre en sus plantas resultan molestas, están expuestos a las fluctuaciones del mercado y a los problemas logísticos del mismo modo que los productores de ácido sulfúrico a partir de fundición.

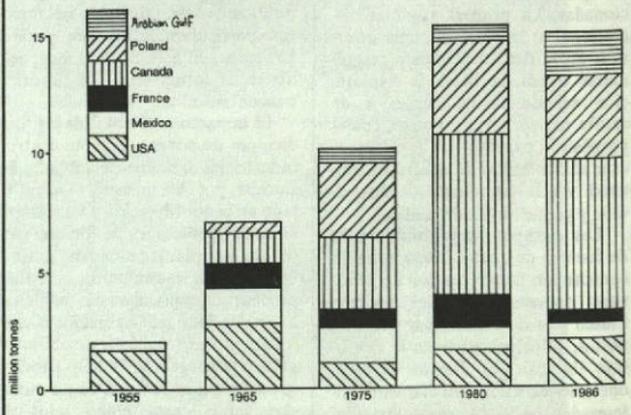
### 2.1. Producción

La producción mundial de azufre en todas sus formas (ATF) alcanzó 58,4 mt en 1987, continuando con la tendencia al aumento que se había evidenciado ya desde antes de 1980 pero que fue

### SULPHUR PRICES f.o.b. U.S. GULF 1980-88



### BRIMSTONE EXPORTS BY MAJOR SUPPLIERS



irregular debido al gran retroceso en la producción —el primero en el siglo XX— ocurrido en 1982-1983.

El mundo occidental representa  $\frac{2}{3}$  y las economías centralmente planificadas  $\frac{1}{3}$  de la oferta mundial de azufre. Si se examina la composición de la oferta del mundo occidental se encuentra que en 1987  $\frac{2}{3}$  (64%) provenía de fuentes en estado elemental, menos del 17% de piritas y 19% de azufre-en-otras-formas, principal-

mente de ácido sulfúrico proveniente de extracción de  $SO_2$  a partir de gases de fundición.

En los últimos 20 años esta composición ha experimentado un cambio substancial, en el sentido que entonces las fuentes elementales representaban apenas un 52% de la producción de ATF, el azufre de piritas cerca de  $\frac{1}{3}$  (30%) y el azufre-en-otras-formas un 17% (lo mismo que hoy día).

Con respecto a la disminución en

la proporción de la producción mundial representada por las piritas, es relevante notar que el factor limitante es la capacidad, restringida de tostación del mineral, la cual, a su vez, está determinada por consideraciones económicas y ambientales que desfavorecen este proceso comparado con fuentes de azufre nativo. De las reservas substanciales de piritas crudas y de las vastas cantidades de relaves pirolíticos que se originan en el beneficio de sulfuros — y que podrían servir como materia prima para la producción de ácido sulfúrico— sólo una pequeña fracción se utiliza para este fin. Casi sin excepción el consumo de piritas, hoy día, está confinado a la República Popular China, la URSS, Sudáfrica y algunos países de Europa.

**WORLD CONSUMPTION OF SULPHUR (SAF)  
12 LARGEST CONSUMERS**

million tonnes 5  
(1987)

1. USA	12.3
2. USSR	12.1
3. China	3.0
4. Japan	2.4
5. Morocco	1.9
6. Canada	1.7
7. France	1.6
8. West Germany	1.5
9. Mexico	1.4
10. Brazil	1.3
11. South Africa	1.3
12. Spain	1.2

Un análisis de la producción de azufre tanto del mundo occidental como de las economías centralmente planificadas, muestra un aumento reciente en la prominencia de las fuentes de azufre elemental. Este hecho ha sido favorecido por su amplia disponibilidad y costos de proceso más bajos que los del azufre asociado a piritas. Una excepción la constituye la República Popular China que cuenta con reservas limitadas de roca azufrera comparada con fuentes abundantes de piritas y sulfuros no ferrosos. Por esta razón el consumo interno de China se basa predominantemente en la recuperación a partir de piritas.

En la evolución reciente de la oferta de azufre a partir de fuentes elementales, un aspecto sobresaliente ha sido el cambio en el orden de importancia, del productor discrecional en favor del productor involuntario (azufre de recupera-

ción). De la producción discrecional, o sea la obtenida de la explotación de yacimientos nativos, la mayor parte se basa en método mediante el cual agua caliente se inyecta a los depósitos subterráneos para fundir el azufre y recuperarlo vía líquida con pureza de > 99%.

En el caso de fuentes encapsuladas en domos de sal, el método Frasch original es utilizado en el Golfo de México (EE.UU. y México). Cuando la fuente no está confinada, una versión modificada del proceso Frasch fue desarrollada en Polonia, y se encuentra en uso en ese país, la URSS, Iraq y Texas.

La producción Frasch de EE.UU. (representada por tres compañías, la Pennzoil, la Freeport y la Texasgulf) ha dejado de ser la mayor fuente discrecional en el mundo. En 1987 sólo 3,2 mt se produjeron en EE.UU., vía proceso Frasch, comparado con el máximo de 8 mt en 1974. Desde su invención, a fines de 1890, el proceso Frasch se ha empleado para explorar unas 28 minas sólo en la zona del Golfo (EE.UU.) y en Texas.

El mayor productor discrecional de azufre hoy día es Polonia con una productividad de 5 Mt/año proveniente de tres minas. La compañía estatal Siarkopol opera dos minas mediante el proceso de fundición subterránea (PVS) y una a tajo abierto donde el caliche es beneficiado por flotación y filtración. Una nueva mina, Osiek, con una capacidad diseñada de 1 a 1,5 Mt/año está en construcción y se espera que esté en plena operación para 1991.

En México, la compañía estatal Azufrera Panamericana produce actualmente 1,9 Mt/año a partir de cuatro mina ubicadas en el istmo de Tehuantepec. Una nueva mina, Otapan, ha sido abierta durante este año (1988) y se espera que aumente el volumen de producción referido.

En Iraq, cerca de 1/2 Mt de azufre es producido por una compañía estatal a partir de una mina en Mishraq Iraq probablemente posee las mayores reservas mundiales de azufre nativo.

En la URSS se explotan varios depósitos de azufre nativo, de los

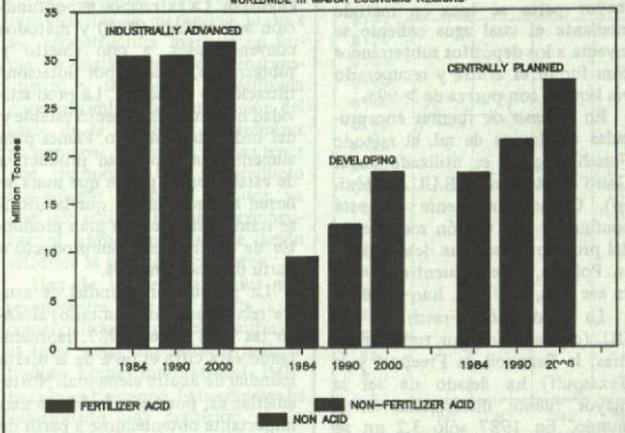
cuales el único importante se encuentra en Ucrania y es una extensión del depósito polaco de Kazakhkstan. La extracción es por fundición subterránea (PVS) y métodos convencionales, a rajo abierto y subterráneo, seguido por flotación/filtración o autoclave. La productividad ha sido más o menos estable y del orden de 3 Mt/año. Planes para aumentar la capacidad productiva de estas fuentes puede que nunca lleven a efecto ahora que la URSS se transformará en un gran productor de azufre como subproducto a partir de gases amargos.

La producción mundial de azufre recuperado (involuntario) alcanzó las 24.8 Mt en 1987, representando esta cifra el 66% de la oferta mundial de azufre elemental. Norteamérica es, por lejos, la fuente más importante obteniéndose a partir de gases amargos naturales en Canadá y EE.UU., y de gases de refinación de petróleo en EE.UU. En 1987, la producción de Norteamérica alcanzó las 12 Mt que representa casi la mitad de la producción mundial. Contrariamente a pronósticos en el sentido de que la productividad canadiense (a partir de gases amargos) declinaría en esta década, la producción se ha nivelado en los 5,2 Mt anuales y se espera que aumente progresivamente en los próximos años debido a la explotación de nuevos depósitos de gases en Alberta, suplementado por recuperación de azufre a partir de campos de gases con altísimo contenido de H<sub>2</sub>S. Se espera que la producción en EE.UU., de unos 2.5 Mt/año, aumente lentamente en los próximos años.

Otros productores importantes de azufre recuperado a partir de gases naturales amargos son: Francia, donde la productividad ha declinado a menos de 900.000 TM/año y continuará declinando. Alemania Occidental, donde se mantendrá estable en 1 Mt/año. México, donde la producción actual es de 1/2 Mt/año y podría alcanzar 1 Mt/año con una inversión adecuada; y los países del Golfo Árabe, donde la producción actual de sobre 2 Mt/año continuará aumentando hasta exceder las 3 Mt/año a principios de

## SULPHUR CONSUMPTION FORECAST by END USE

WORLDWIDE In MAJOR ECONOMIC REGIONS



1990.

El desarrollo más importante en lo que se refiere a azufre recuperado a partir de gases naturales amargos está ocurriendo actualmente en la URSS donde, hasta hace poco, este tipo de operaciones estaba confinada a dos lugares solamente -Orenburg en los Urales del Sur y Mubarek en Kazakstán-. Esto se debe principalmente al hecho de que el grueso de las fuentes de gas natural en la URSS están libres o contienen cantidades muy pequeñas de  $H_2S$ . La decisión de explotar los vastos campos de gases amargos en la desembocadura del Volga condujo a la construcción de un gran complejo para el tratamiento del gas en Astrakhan, el que, aparte de gas puro y azufre, proveerá de hidrocarburos líquidos (LPG) a la creciente industria petroquímica/plásticos/fibras de la URSS. Astrakhan I inició sus operaciones en 1987 con una capacidad de 8.800 TM/día de azufre recuperado. Astrakhan está en construcción y tendrá la misma capacidad que Astrakhan I para 1989. Astrakhan III está proyectado para 1991. La producción actual de Astrakhan I es de 3.800/4.000 TM/día y ha aumentado lentamente debido a retrasos en el desarrollo de los campos de gas que han limitado el abastecimiento

de materia prima a la planta, a problemas de administración, de equipos y a accidentes.

Otro importante proyecto de recuperación de azufre se encuentra en construcción en el banco oriental del mar Caspio y se basa en un depósito de gas del tamaño de Kuwait. Tangiz I, II y III, que procesará los gases húmedos asociados, es parte de una joint venture en gran escala entre las URSS y Occidental Petroleum/Enichem/Montedison/Marubeni y Mitsubishi. La capacidad productiva proyectada es de 1,4 Mt de azufre a partir de 1991. Parece haber varios depósitos de petróleo y gas en la región los que se espera se desarrollen durante los próximos cinco a diez años en la misma forma que Tangiz.

En contraste al número limitado de fuentes de azufre recuperado, a partir de gases naturales amargos, la recuperación de azufre a partir de gases de refinación del petróleo ocurre en todos los países industrializados y en varios en vías de desarrollo. Ahora que la demanda por combustibles pesados ha disminuido, y la de hidrocarburos livianos continúa en aumento, se está haciendo progresivamente necesario el tratamiento de la fracción pesada que contiene el grueso del azufre. Por lo tanto, la oferta de azufre recuperado en refinerías con-

tinuará expandiéndose.

La oferta más importante proviene de EE.UU., donde la producción en los últimos cinco años ha aumentado en un 50%. Otras fuentes importantes de oferta son Japón, Europa Occidental y los países del Golfo Árabe que junto a EE.UU., dan cuenta del 82% de las 7,9 Mt de azufre que se producen en esta categoría.

Otras fuentes de azufre recuperado son las arenas bituminosas y la desulfurización de hidrocarburos pesados aunque, con pocas excepciones, las últimas se encuentran en la etapa de plantas pilotos. La recuperación de azufre elemental a partir de  $SO_2$  y gases de escape de tostadores de pirita y fundiciones no ferrosas, ha disminuido a unas pocas operaciones tanto en el mundo occidental como en la URSS y China.

## 2.2. Consumo

El consumo mundial de azufre en todas sus formas (ATS) alcanzó las 59,3 Mt en 1987, cifra que representa un aumento del 3,9% con respecto al consumo de 1986. El azufre elemental, cuyo consumo en 1987 llegó a las 38,3 Mt, fue responsable del grueso del aumento. Para responder a la escasez entre oferta y demanda que se hizo evidente en el mundo occidental y, en menor medida, también en la URSS, se recurrió a los stocks de azufre elemental, especialmente en el mundo occidental. En 1987, éstos disminuyeron en 0,8 Mt resultantes de disminuciones de 1,4 y 0,4 Mt en el oeste de Canadá y EE.UU., respectivamente, y de un aumento en otras partes, principalmente en Arabia Saudita.

En 1978, los stocks de azufre elemental llegaron a un máximo de 28 Mt, incluyendo 21 Mt en el oeste de Canadá. A fines de 1987 los stocks mundiales habrían disminuido a unos 14 Mt, incluyendo 6,5 Mt en el oeste de Canadá, manteniéndose todos los otros stocks, excepto los de Francia y Arabia Saudita, en los niveles mínimos operativos.

El principal uso final del azufre

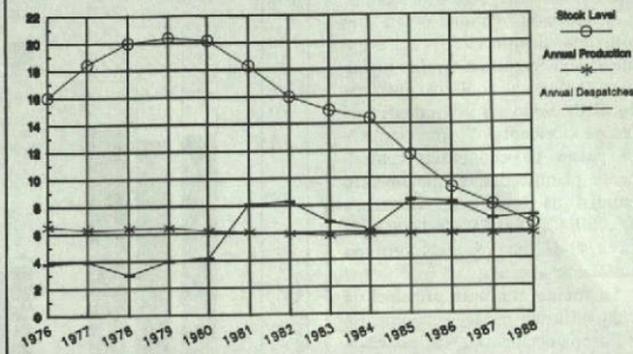
en todas sus formas (ATS) es la fabricación de ácido sulfúrico, que en 1987 representó sobre el 89% del uso total. El uso de azufre para fines distintos a la obtención de ácido —principalmente en forma de azufre elemental— se ha mantenido estacionario, incluso disminuido en los años recientes, con la excepción de países en desarrollo y de las economías centralmente planificadas. Este hecho se debe principalmente a la recuperación y re-uso del azufre que se consume en la fabricación de pulpa el sulfito, rayón y fibra, los dos mayores usuarios finales del azufre en estado elemental. El consumo de azufre en agricultura como fungicida ha disminuido bajo presión competitiva de otros productos, mientras que su uso como fertilizante y acondicionador de suelos no ha hecho un impacto considerable. Esto también se aplica al nuevo uso del azufre elemental: asfalto extendido y concreto al azufre, a pesar de los méritos de estos productos y de las altas tasas de crecimiento en el consumo para este fin asociado a situaciones puntuales.

El consumo mundial de azufre para ácido sulfúrico está regulado por su uso final en la fabricación de fertilizantes, principalmente ácido fosfórico, existiendo una estrecha correlación entre el consumo mundial de azufre y la producción de fosfato. En los países industrialmente avanzados, el consumo de ácido sulfúrico para fabricación de fertilizantes continúa declinando y el no empleado en fertilizantes está estacionario en Norteamérica y disminuyendo en Europa occidental. El azufre para estos mismos usos finales está en expansión tanto en los países en desarrollo como en los de economías centralmente planificadas, principalmente en la URSS y China.

Del consumo mundial total de azufre en todas sus formas (ATS), en 1987, el 70% fue consumido por los 12 países consumidores más importantes. Del total mundial de 59,3 Mt, el 64% fue consumido como azufre elemental, el 16,5% en piritas y el 18,9% en otras formas (AOF).

## W. CANADIAN SULPHUR SUPPLY & STOCKS

Million Tonnes S Recovered



De la producción de azufre elemental, 38,3 Mt —que representa un 57%—, fue consumido dentro de los países productores. Las exportaciones de azufre elemental alcanzan a unas 16,3 Mt anuales y se originan principalmente en el oeste de Canadá, Polonia, México y el Golfo Árabe. Las exportaciones de azufre producido en Francia y Alemania occidental son principalmente intrarregionales dentro de Europa occidental. La importancia de la industria Frasch, en EE.UU., como abastecedora de mercados ha disminuido severamente de la posición dominante que una vez ocupó. Entre los exportadores menores se encuentran Japón, Venezuela y Bélgica.

Con excepción de Norteamérica y Europa oriental, el resto de las regiones geográficas ha dependido, hasta la fecha de las importaciones. En el mediano y corto plazo, Europa occidental, África y Oceanía continuarán dependiendo substancialmente de importaciones de azufre elemental provenientes de los principales proveedores de ultramar. Asia, debido al incremento de la producción del Golfo Árabe, se transformará gradualmente en un exportador neto. Latinoamérica continúa siendo un importador substancial debido a la alta proporción de exportaciones interregionales de azufre mexicano, principalmente a EE.UU. y África. La URSS, una vez que las nuevas

operaciones productivas en torno al mar Caspio copen la demanda interna —lo que se espera ocurra al comienzo de los 90—, se transformará en uno de los principales abastecedores del mercado internacional; sin embargo, y al mismo tiempo, seguirá siendo uno de los principales importadores de azufre polaco.

Al contrario del azufre elemental, menos de un 5% de la oferta mundial de piritas, que en 1987 totalizó 9,8 Mt (como azufre, correspondiente a 21 Mt de pirita), es exportado. Los principales consumidores son el norte y el sur de Europa (24% del total mundial), la URSS (24%) y la República Popular China (28%). Entre los consumidores a menor escala se encuentran Sudáfrica, Canadá, Japón, Filipinas y Brasil.

En 1987, la producción y consumo mundial de "azufre en otras formas (AOF)" alcanzó 11,2 Mt. Cerca del 90% de esta cifra provino del ácido de fundición, o sea 31 Mt de  $H_2SO_4$ . El 10% restante fue también producido y consumido en forma de ácido,  $SO_2$  líquido, caliche nativo para aplicación directa, yeso fosfatado para aplicación directa, y en la producción de sulfato de amonio, subproductos aluminio-sulfatados de la metalurgia y el gas combustible, desulfurización y subproductos del sulfato de sodio. La producción de ácido en fundiciones representa, en la actualidad, 20,6% de la producción mundial total, que

es del orden de 151 Mt de  $H_2SO_4$ .

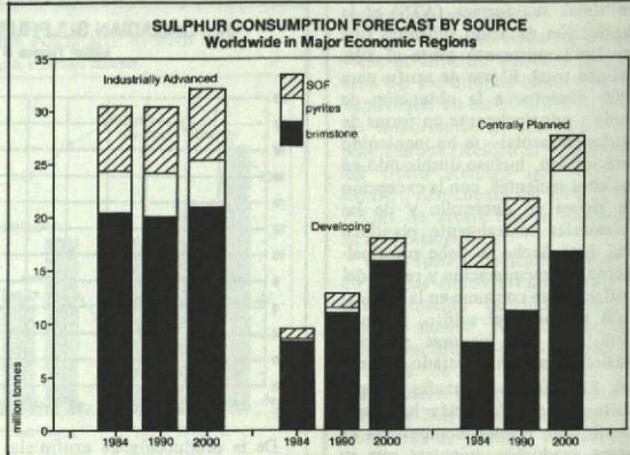
Sin embargo, el comercio internacional de ácido sulfúrico, alcanza sólo a 4 Mt de  $H_2SO_4$  —un 2,6% de la producción mundial— que son aproximadamente el 50% del ácido que se comercializa a nivel mundial. Si se excluye el comercio intrarregional de ácido sulfúrico dentro de Europa occidental, Norteamérica y los países de economías centralmente planificadas, el movimiento mundial de ácido sólo alcanza a 300.000/400.000 TM de  $H_2SO_4$ , o sea 1/4 de un 1% del consumo mundial de azufre.

La fuente ofertante principal de ácido sulfúrico reside, actualmente, en Europa occidental, Norteamérica y Japón, regiones que dan cuenta del 80% del comercio internacional. De este comercio, el 60% ocurre por tierra, y el 40% restante por mar. Este último, especialmente el movimiento interregional de ácido sulfúrico, digamos desde Europa a Sudamérica o de Japón a Europa o África, es un fenómeno reciente que hace 20 años no se consideraba realista o factible.

### 2.3. Perspectivas

El barómetro de la industria mundial del azufre es el balance de la oferta y demanda del producto en estado elemental; éste, a su vez, determina la tendencia en los precios del azufre y ácido sulfúrico los que, tradicionalmente, han exhibido un patrón de comportamiento cíclico.

La amenaza percibida a fines de los 70 y comienzo de los 80 de disminución en la producción y los stocks en Norteamérica, especialmente en el oeste de Canadá, en un período en que no se observaban nuevas fuentes de oferta, causó una ansiedad considerable, la que se reflejó en un marcado aumento en los precios internacionales del azufre elemental. La abrupta caída en la demanda de azufre en esta forma, que ocurrió en 1985, acoplada con el aumento de la oferta mundial de azufre recuperado —tanto en forma elemental como de  $H_2SO_4$ — ha cambiado tanto la tendencia como las perspectivas de los precios inter-



nacionales. Estos han bajado en más de un 30% a partir del máximo que experimentó en 1984 y en la actualidad son estables. Hasta el momento, las nuevas fuentes de azufre recuperado en la URSS no han causado un impacto medible en la situación internacional del mercado, pero sólo porque la URSS no ha instalado aún un sistema de aglomeramiento, el cual es obligatorio si la URSS desea entrar en los mercados internacionales.

Durante los próximos diez años, se espera que la producción mundial de azufre recuperado continúe aumentando. La producción de azufre elemental dentro de dos años balanceará la demanda mundial y se equilibrará con la del mundo occidental para posteriormente excederla, forzando el crecimiento de los stocks. En ausencia de interés o habilidad de los pocos productores discrecionales por corregir el desbalance en el mercado, los productores más importantes de azufre recuperado, notablemente aquellos basados en gases naturales amargos, implementarán una política cuasi discrecional en la administración de sus stocks de azufre elemental.

Un factor importante en el patrón de comportamiento del precio mundial de azufre es la expectativa de un gran aumento en la oferta, especialmente en la forma de ácido de fundición, debido a razones ambientales. La disponibilidad de

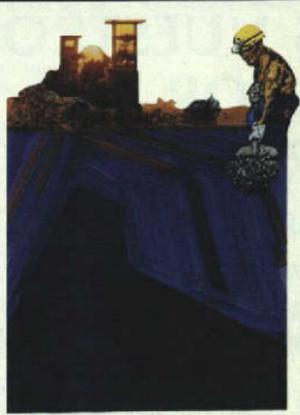
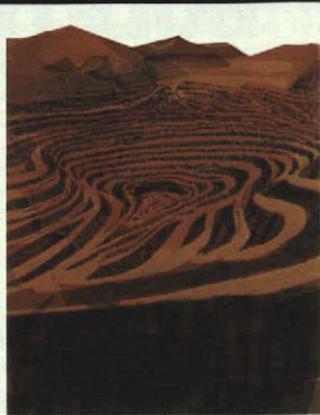
tan grandes cantidades de ácido sulfúrico, a la que la industria chilena del cobre hará una contribución mayor, pero que será también prominente en México, EE.UU., Canadá, Australia y otros países tanto occidentales como orientales, restringirá inevitablemente el crecimiento de la demanda por azufre elemental, pero al mismo tiempo resultará en un aumento commensurable en los niveles de comercio de ácido sulfúrico.

Esto será favorecido por las crecientes limitaciones ambientales en Europa occidental y oriental, la URSS y Norteamérica, las que tenderán a circunscribir las plantas de ácido basadas en azufre elemental y piritas. Un análisis de las tendencias oferta/demanda de azufre indica que la producción mundial de azufre en 1977 será de 77 Mt y el consumo de 72 Mt. Esto conduce a un mercado débil. Como se mencionó antes, sin embargo, el mercado mundial del azufre es cíclico, y aunque el mundo parece haber entrado en un largo período de sobreoferta, se puede afirmar, sin temor a contradicción, que un desarrollo no previsto aún podría corregir y revertir la percepción presente de la situación mundial del azufre antes del fin de este milenio".

(Traducción: Jorge Bellet Ph. D., EPROM Ltda.)

\*ALTA TECNOLOGIA  
\*SERVICIO PERSONAL

«una síntesis que  
nos enorgullece»



CONDUCTORES ELECTRICOS

**COCESA**<sup>MR</sup>  
**cobre cerrillos s.a.**

ASOCIADA CON PHELPS DODGE INTERNATIONAL

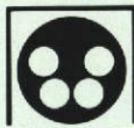


**EMARESA**  
**INGENIEROS Y REPRESENTACIONES S.A.**  
 Av. Irarrázaval 259 - Casilla 6137 - Correo 22  
 Télex 340937 EMARES CK - Santiago - Chile  
 Fonos: 749116 - 496028 - 2252417  
 Telefax (56-2) 43499



JAPON

TECLAS DE CADENA  
 ELECTRICOS, MANUALES Y  
 DE PALANCA; TIRACABLES.



LAPP KABEL

ALEMANIA

CABLES COAXIALES, PLANOS  
 EXTRA FLEXIBLES, DE COMPENSACION  
 CON TEFLON (PRENSAESTOPAS), ETC...



ALEMANIA

CADENAS PROTECTORAS DE  
 NEUMATICOS; CADENAS  
 PARA NIEVE Y BARRO;  
 CADENAS INDUSTRIALES.



ALEMANIA

POLIPASTOS; PUENTES-  
 GRUA; PLATAFORMAS  
 HIDRAULICAS.



ALEMANIA

ABRASIVOS (DISCOS DE  
 CORTE Y DE DESBASTE,  
 LIJAS, ETC.)

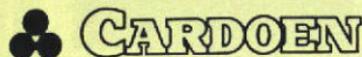
**VAHLE**

ALEMANIA

ALIMENTACIONES  
 ELECTRICAS; CABLES  
 PLANOS, RIEL CAPSULADO, ETC.

# LA CALIDAD ES NUESTRO MEJOR PRODUCTO

Explotación Minera  
 y Servicios  
 a la Minería desde 1977



OFICINAS GENERALES:

Providencia 2237 6° piso  
 Fonos: 2321081/2321082/2515884  
 Telex: 340549 EXCAR CK  
 241376 EXCAR CL  
 Fax: 2325828  
 Santiago - Chile

# BOLETIN MINERO

ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
 NACIONAL DE MINERIA  
 FUNDADO EN 1883

Boletín Minero está publicando —dos ediciones especiales y limitadas, en julio y agosto de 1988— todos los temas expuestos en el Seminario Internacional "PERSPECTIVAS DE LA MINERIA NO METALICA EN CHILE", realizado recientemente en el hotel Crowne Plaza de Santiago.

VALOR DE LOS DOS TOMOS: \$ 3.000

Se ruega a las personas interesadas inscribirse en Teatinos 20, Of. 39, Tels.: 6981696 - 6981652 - 727539 - 6967257.

# CENTRO DE DOCUMENTACION

El Centro de Documentación de SONAMI es una Unidad de Información de carácter técnico-científico que tiene como objetivo principal ayudar a cumplir las necesidades de información que requieren nuestros asociados y público en general.

Las funciones del Centro de Documentación son básicamente la selección, identificación, análisis documental, almacenamiento y difusión de la información. Su colección abarca principalmente las áreas de minería, metalurgia y geología.

Su colección aproximada es de 1000 volúmenes de libros, 2000 documentos de materias específicas, 80 títu-

los de publicaciones periódicas y un archivo de minas en microfilm formado por 15.000 informes y 20.000 planos.

## SERVICIOS QUE BRINDA:

**1. Intercambio de publicaciones:** El Centro de Documentación canjea el Boletín Minero por publicaciones editadas en instituciones nacionales y extranjeras especializadas entre las que podemos mencionar a Commodities Research Unit Limited de Londres; Instituto Geológico y Minero de España; Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú; Instituto de Ingenieros de Minas

de Chile; Banco Central de Chile; C.I.M.M.; SERNA-GEOMIN; CORFO; Pro-Chile; etc.

**2. Préstamos de documentos:** A los usuarios interesados.

**3. Préstamos interbibliotecarios:** El Centro de Documentación consigue a sus usuarios cualquier documento que se encuentre en otra Unidad de Información del país por un plazo determinado, responsabilizándose de su obtención y devolución.

**4. Referencia:** Se enseña a los usuarios a usar los soportes y fuentes de información. Se contestan consultas telefónicas tales como datos de proveedores, direcciones,

producción y precios de minerales entre otros.

**5. Diseminación Selectiva de Información:** Incluye la confección de índices, bibliografías, boletines especializados, etc.

**6. Atención del público en la sala:** Se atiende cualquier petición de los usuarios en cuanto a libros, documentos, publicaciones periódicas, archivo de minas, etc.

**7. Reprografía:** Se fotocopian los documentos del acervo bibliográfico y del archivo de microfilm a los usuarios interesados.

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

El Centro de Documentación de la Sociedad Nacional de Minería ofrece a sus usuarios las siguientes novedades bibliográficas:

1. ACEVEDO ACUÑA, Rolando. Innovación y creatividad a través de equipos de trabajo, experiencia en una empresa minera. En: *Minerales*, Vol. 43, N° 181, Enero - Febrero - Marzo 1988, pp. 45 - 52 (8 págs.).
2. BAGIOLI A., Guillermo. Aplicación del método sub level caving en vetas. En: *Minerales*, Vol. 43, N° 181, Enero - Febrero - Marzo 1988, pp. 53 - 58 (6 págs.).
3. BENBOW, John. World gypsum-a review showdown anticipated. En: *Industrial Minerals*, N° 247, Abril 1988, pp. 57, 59-60, 63-64, 66-67, 69-72, 74-76, 78-79. (14 págs.).
4. BRADFORD, Bill. Small precious metal mining projects. En: *Mining Magazine*, Vol. 158, N° 5, Mayo 1988, pp. 406, 407, 409, 411, 413, 415. (6 págs.).
5. BRADSHAW, P.M. and R. COX. Gold in the S W Pacific. En: *Mining Magazine*, Vol. 158, N° 5, Mayo 1986, pp. 398-399, 401-403, 405. (6 págs.).
6. BUNTING, Robert M. Tungsten western output drops to record low levels. En: *Engineering and Mining Journal*, Vol. 189, N° 4, Abril 1987, pp. 60-62 (3 págs.).
7. CADWALLADER, Mark. HDPE geomembranes for heap leach pads and tailing ponds. En: *Mining Magazine*, Vol. 158, N° 5, Mayo 1986, pp. 388 - 389 (2 págs.).
8. CAMUS S., Juan. Variables económicas: Su efecto en la planificación minera. En: *Minerales*, Vol. 43, N° 181, Enero - Febrero - Marzo 1986, pp. 35-40 (6 págs.).
9. LA COIPA gold silver deposits in Chile to be developed by 1989. En: *Engineering and Mining Journal*, Vol. 189, N° 3, Marzo 1987, pp. 13-14. (2 págs.).

10. DAYTON, Stanley H. Magma modernizes San Manuel big Cu-Mo concentrator. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 44-47.
11. DAYTON, Stanley H. How much gold is too much? En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 3, Marzo 1987. pp. 9, 11. (2 págs.).
12. ECKERT, G.F. Sulphur demand improves slowly. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1987. pp. 68-70. (3 págs.).
13. 8th I.M. International Congress Abstracts and Bibliographies: En: Industrial Minerals, N° 247, Abril 1988. pp. 103-104, 107-108, 110, 112-113, 115-116, 119, 122-123, 126-128. (14 págs.).
14. ELLIOT, Andrew. Potash a year of transition. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1987. pp. 62-63 (2 págs.).
15. FIEDERLING-KAPTEINAT, Hans-Georg. Optimizing supplies to meet ceramic market trends. En: Industrial Minerals, N° 247, Abril 1988. pp. 144, 146-147, 149. (4 págs.).
16. GEORGIADIS, George. Greek raw materials for the glass and ceramics industry. En: Industrial Minerals, N° 247, Abril 1988. pp. 135, 137-139, 141. (5 págs.).
17. GORE, Glyn. Lixiviación de minerales de plata con soluciones ácidas de cloruro de sodio. En: Minerale, Vol. 43, N° 181. p. 52. (1 pág.).
18. GUSH, E.P. Gold mixed results in 1987, but the future looks bright. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 39-40. (2 págs.).
19. HOGAN, William. Iron and Steel improvement in 1987. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 35-37. (3 págs.).
20. JOHNSON, Stephen. Molybdenum markets returning to balance. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 49-51. (3 págs.).
21. KAISER, Marvin K. Silver finally-volatilily returns. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 44-46. (3 págs.).
22. KNOPF, David I. Gold in West Africa and the Ivory coast. En: Mining Magazine, Vol. 158, N° 5, Marzo 1986. pp. 392-396. (5 págs.).
23. LE ROY, John. Cobalt market regains stability. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1987. pp. 47, 49.
24. LOEBENSTEIN, J.C. Von y otros. Expanding and mechanizing El Soldado. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 3, Marzo 1988. pp. 26-30. (5 págs.).
25. MANSHRECK-HEAD, Marguerite. Nickel prices recover sharply. En: Engineering and Mining Journal. Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 33-35. (3 págs.).
26. MINKLER, Ward W. Titanium industry status and outlook. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1987. pp. 56-58. (3 págs.).
27. MONDACA, Luis. Refinación de metales nobles en fundición y refinera Ventanas. En: Minerale, Vol. 43, N° 181, Enero - Marzo 1988. pp. 83-91. (9 págs.).
28. MORALES G. Germán. Reflexiones respecto a la estrategia de la ley media de explotación en función del precio del producto. En: Minerale, Vol. 43, N° 181, Enero - Febrero 1988. pp. 41-44. (4 págs.).
29. REYES B., Gustavo. Desarrollo mecanizado de túneles: un enfoque probabilístico. En: Minerale, Vol. 43, N° 181, Enero - Febrero - Marzo 1988. pp. 69-82. (14 págs.).
30. SHAW, Andy. Gebait gold mine. En: Mining Magazine, Vol. 158, N° 5, Mayo 1988. pp. 376-377, 379. (3 págs.).
31. STRAUSE, Simon. Copper prices surged unexpectedly. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 31-33. (3 págs.).
32. SUTTILL, Keith R. Bolivia's silver lining while tin languishes, silver provides Bolivia investment incentives. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 3, Marzo 1988. pp. 44-48. (5 págs.).
33. SUTTILL, Keith R. Los Bronces, plans major expansion to 30,000 MT/D capacity. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 36-40. (5 págs.).
34. SUTTILL, Keith R. A fabulous silver porphyry Cerro Rico de Potosí. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 3, Marzo 1988. pp. 50-53. (4 págs.).
35. SUTTILL, Keith R. The two sides of concentrator economics. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 5, Mayo 1988. pp. 28-34. (7 págs.).
36. TINSLEY, C. Richard. Manganese prices back to 74 levels. En: Engineering and Mining Journal. Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 51-52. (2 págs.).
37. WORSTELL, Jonathan and Sinta L. Worstell. En: Mining Magazine, Vol. 158, N° 5, Marzo 1988. pp. 382-383, 385, 387. (4 págs.).
38. WYLLIE, Robert I.M. El Indio since startup at El Indio, mine production and plant arrouphput has steadily expanded now management seeks further mine and plant efficiencies. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 3, Marzo 1988. pp. 34-41. (8 págs.).
39. YATES, Edward H. Zinc, market finds balance in 1987. En: Engineering and Mining Journal, Vol. 189, N° 4, Abril 1988. pp. 28-31. (4 págs.).

# NOTICIAS MINERAS

## FUTURO DEL COBRE, SU PROMOCION ES VITAL

Las construcciones más antiguas del mundo se encuentran techadas de cobre. La vida de los seres humanos, animales y plantas no es posible sin el elemento cobre, contenido en nuestra alimentación. En transporte moderno, tecnología espacial, comunicaciones, ahorro de energía, construcción, medicina, arte, etc., el metal rojo está presente en medio del acontecer actual.

Pero en un mundo competitivo como el que vivimos, las buenas propiedades y el bajo precio por sí solos no son razones suficientes para garantizar el uso masivo de este metal, que lleva más de 6 mil años "sirviéndonos" y cuyo consumo a nivel mun-

## FUTURO DEL COBRE



dial alcanza hoy en día a los 8 millones de toneladas anuales.

Las alentadoras proyecciones que puedan hoy hacerse para el año 2 mil corren el peligro de terminar siendo sólo especulaciones. El salitre, en su tiempo, también hizo planificaciones promisorias. Sin embargo, no se realizaron las inversiones necesarias y se encontraron sustitutos, con el consiguiente cierre de una industria cuyos ingresos significaban un importante aporte para nuestro país.

### AGRESIVIDAD COMERCIAL

El panorama que se presenta para el metal rojo no deja de ser preocupante.

Por una parte, las innovaciones tecnológicas y los sustitutos que han aparecido tales como los superconductores, el multiplexing, la fibra óptica, los compuestos cerá-

en tres años más.

Este nuevo yacimiento fue visitado recientemente por el presidente de Phelps Dodge Co. —Robert Durham— quien participó también en la inauguración del

proyecto de ampliación de 1600 TPD de la Planta de Tratamiento de Minerales "Presidente Pedro Aguirre Cerda" de la Compañía Minera Ojos del Salado S.A., subsidiaria de Phelps Dodge Co. Gran importancia tiene

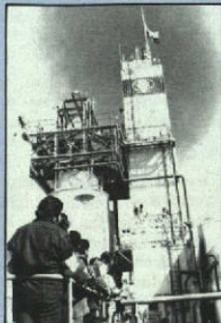
la cercanía con el puerto de Caldera, caminos habilitados y ferrocarriles que facilitarán la investigación.

Los sondeos continuarán hasta fines de año, conjuntamente con un estudio de factibilidad para determinar la

posibilidad de explotar este nuevo yacimiento de cobre.

## INAUGURACION DE PLANTA DE OXIGENO EN POTRERILLOS

Con la presencia de S.E. el Presidente de la República, Capitán General Augusto Pinochet Ugarte y el Presidente Ejecutivo de Codelco-Chile, Brigadier General Fernando Hormazábal Gajardo, se inaugurará el jueves 14 de julio la Planta de Oxígeno de la Fundición de Potrerillos, en la División Salvador de la Corporación.



La introducción de oxígeno industrial en el proceso productivo de la Fundición permitirá reducir los costos energéticos y aumentar la capacidad de tratamiento de concentrados a 1.180 toneladas diarias. La nueva planta

## INAUGURACION



S.E. el Presidente de la República, Capitán General don Augusto Pinochet Ugarte y el Ministro de Minería don Samuel Lira Ovalle, inauguran la Planta de Oxígeno en Potrerillos.

tiene por objeto suministrar 220 toneladas de oxígeno por día.

La moderna instalación es el resultado de un trabajo que se inició hace tres años, cuando se vio la necesidad de modernizar la tecnología de fusión de la Fundición de Potrerillos. Su implementación representa un hito importante para la tecnología nacional, pues se trata de una planta de origen alemán que se encontraba funcionando en España, y que fue desmontada y transportada a Chile. Aquí se realizaron los estudios tendientes a ade-

cuarla a las necesidades imperantes en la zona, y modernizarla, por medio del reemplazo y adquisición de gran parte de sus equipos. Cabe destacar que todo ello se realizó utilizando ingeniería y mano de obra nacional.

El costo total de la inversión asciende a 9 millones 425.000 dólares, aproximadamente un 50% de lo que hubiera significado adquirir una nueva de similares características y fue construida en menos de tres años, un excelente plazo en comparación con otros proyectos de simi-

lar envergadura.

Esta Planta forma parte de un gran proyecto denominado "Optimización de Fundición de Potrerillos".

El proceso de producción de oxígeno a escala industrial se realiza mediante la separación del aire en sus principales componentes, nitrógeno y oxígeno, a temperaturas cercanas a los 200 grados bajo cero. Para alcanzar estas bajas temperaturas, el aire es comprimido en un turbocompresor de gran potencia y enviado a un sistema de intercambiadores de calor y turbinas de expansión que, en forma paulatina, permiten ir bajando su temperatura hasta el punto en que se licúa. En ese momento el aire se introduce a la columna de destilación que corresponde a la construcción más alta de la Planta, en donde se realiza la separación de oxígeno.

Una vez efectuada la destilación, se extrae el oxígeno en forma de gas por la parte superior de las torres generadoras y se conduce a través de tuberías hasta un compresor que le aumenta la presión a las necesidades que requieren los procesos de fundición.



# pimasa

Proveedora Industrial  
Minera Andina S.A.

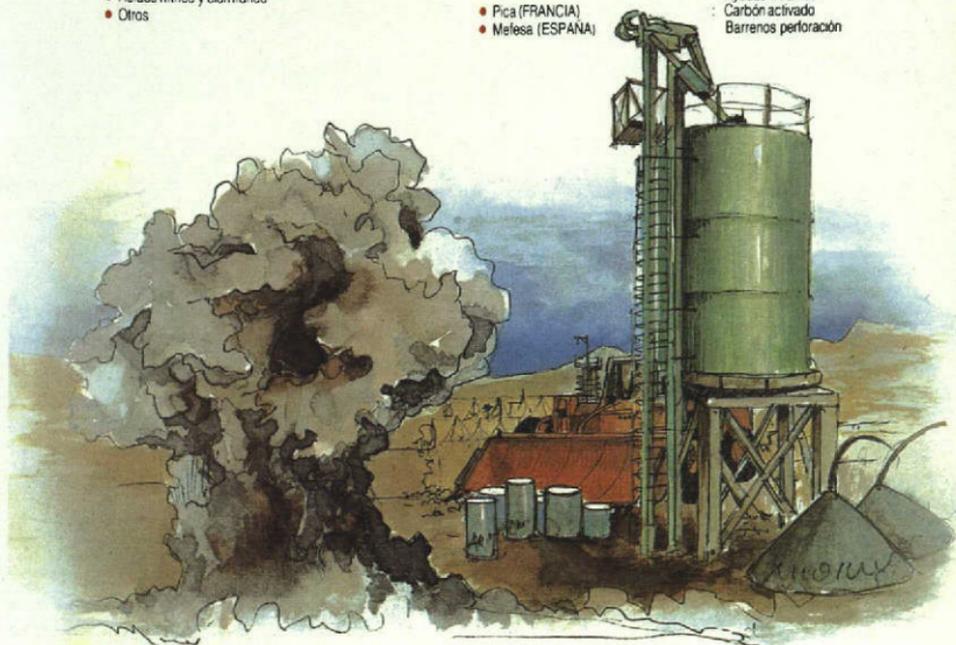
## LA ALTERNATIVA EFICIENTE DE LA MINERIA

### PRODUCTOS EN STOCK:

- Cianuro de Sodio 98% Briquetas.
- Zinc en polvo metálico 98% Min. (Zinchem SUD-AFRICA)
- Carburo de calcio 4/7 - 15/25 - 25/50 y 50/60 m/m.
- Bentonita
- Bits (Throwaway, U.S.A)
- Barrenos (Bohler, AUSTRIA), Mefesa (ESPAÑA)
- Bolas de molenda 1" a 4" Diámetro. (Mepsa PERU)
- Mercurio para amalgamación
- Borax
- Acetato de plomo
- Lámparas mineras a batería y carburo
- Reactivos de flotación y extracción por solventes
- Soda cáustica
- Litargio
- Ceniza soda
- Ácidos nítrico y clorhídrico
- Otros

### REPRESENTACIONES:

- Zinchem (PTY) Ltd. (SUD-AFRICA)
- Hodag Chemical Corp. (U.S.A.)
- Capcor LTD. (INGLATERRA)
- Donkin MFG Corp. (SUD-AFRICA)
- Dorbyl Heavy Eng. (SUD-AFRICA)
- Metalúrgica Peruana S.A. (PERU)
- Fundición Callao, (PERU)
- Famesa (PERU)
- Raylite (SUD-AFRICA)
- Purolite (USA)
- Sherex (USA)
- Pica (FRANCIA)
- Mefesa (ESPAÑA)
- Zinc en polvo
- Espumantes y Floculantes
- Winches, Válvulas Pinch, Locomotoras y cargadores
- Ventiladores
- Equipo pesado y fundiciones
- Bolas molino y repuestos fundido
- Chancadoras, molinos
- Accesorios para tronadura -Mochas, Fulminantes
- Conectores, Booster
- Lámparas mineras
- Resinas intercambio iónico
- Extracción por solventes
- Ayudas filtrantes
- Carbón activado
- Barrenos perforación



OFICINAS Y BODEGAS SANTIAGO GRAL. PRIETO 1443 ☎ 371180 - 372073 - 373441 ✉ 14847 - CORREO 21 - STGO-CHILE - ✈ 341009 PIASA CK  
OFICINAS Y BODEGAS IQUIQUE BOLIVAR 486 ☎ 23446 ✈ 323167 AJAO CK  
OFICINAS Y BODEGAS COPIAPO JUAN MARTINEZ 60 ☎ 3575

*Para sus operaciones  
internacionales,  
su puerto  
más seguro es  
Banco  
Concepción.*

Cuando planifique sus importaciones o exportaciones, acérquese a Banco Concepción. Nuestro departamento especializado en Comercio Exterior le contactará, con el lugar del mundo que a usted le interesa, a través de cualquiera de sus 120 bancos corresponsales en el exterior. Además, Banco Concepción está interconectado a la red mundial de comunicaciones bancarias SWIFT, lo que le garantiza un servicio rápido y seguro. Por todas las ventajas que le ofrece, para su próxima operación de Comercio Exterior acérquese a su puerto más seguro. Acérquese a Banco Concepción.



**BANCO CONCEPCION**

FUNDADO EN 1871