



# BOLETIN

# MINERO

Organo Oficial de la Sociedad Nacional de Minería Junio-Julio 1987.

A photograph of a laboratory setting. In the foreground, there are several pieces of mineral rock, some light-colored and some dark. In the background, there are several pieces of laboratory glassware, including a large Erlenmeyer flask filled with a white powder, a graduated cylinder, and other smaller vessels. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the rocks and the glass.

**“CERAMICA  
AVANZADA”**

**LAS TIERRAS  
RARAS**

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

17 sucursales y 15 polvorines a su disposición  
con STOCK PERMANENTE

ARICA  
IQUIQUE  
TOCOPILLA  
ZONA FRANCA IQUIQUE  
ANTOFAGASTA  
TALTAL  
EL SALADO  
TIERRA AMARILLA

COPIAPO  
VALLENAR  
COQUIMBO  
OVALLE  
ANDACOLLO  
ILLAPEL  
CABILDO  
SANTIAGO

1941



1987



**COMPRESORES "HOLMAN"**  
**PERFORADORES**  
**WINCHES**  
**ACCESORIOS**

**EXPLOSIVOS**  
**Y**  
**ACCESORIOS**  
**(Nacionales e Importados de reconocida Tecnología)**

Dinamitas - Anfo  
Aquageles - APD Mecha para minas, fulminantes a fuego N° 8  
Detonadores eléctricos instantáneos y de retardo Cordones detonantes de todos los tipos.

- Reactivos químicos DOW - CYNAMID - SHELL
- Distribuidor Good-Year en todas sus líneas
- Cianuro - Carbón activado - Zinc en polvo
- Distribuidor "SOQUIMICH"
- Bolas de Molienda ARMCO
- Lubricantes Shell automotrices e industriales
- Carburo de Calcio - Materiales y Herramientas en general
- Distribuidor "FAMAE"

**ASESORIA TECNICA PERMANENTE "SOLICITELA"**

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

OFICINAS PRINCIPALES EN SANTIAGO

Alameda Libertador Bernardo O'Higgins 969, Conjunto Santiago Centro Torre A, 5° Piso  
Teléfonos: 6966727 - 6966619 - 6966478 - 6984422

Bodegas en Santiago Cueto 1095 esq. Mapocho F. 734323

BOLETIN MINERO  
Organo Oficial de la  
Sociedad Nacional de Minería  
Fundado el 15-XII-1883

### Directorio SONAMI

#### Presidente

Guillermo Valenzuela Figari

#### Primer Vicepresidente

Jorge Muxi Ballsels

#### Segundo Vicepresidente

Oscar Rojas Garín

#### Secretario General

Julio Ascuí Latorre

#### Representante Legal

Guillermo Valenzuela Figari

#### Director

Alfredo Araya Muñoz

#### Editores

Sociedad Nacional de Minería

#### Diseño

Fernando Landauro Lizana

#### Fotografía

Archivos SONAMI

#### Coordinador de Publicidad

Orazio Andriola Williams

#### Agente de Ventas

Jorge H. Rodríguez Quiroz

### SONAMI

Teatinos 20 - Of. 33,  
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-0378-0961

AÑO CII - Nº 17

Impresión  
OGRAMA

#### Composición IBM

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

# LENTITUD QUE PREOCUPA

La excesiva lentitud observada en el proceso de aprobación y promulgación de las modificaciones que el Ejecutivo ha resuelto introducir al Decreto Ley 1.226 y al Decreto de Hacienda 409, es materia que preocupa sobremanera a la Mediana y Pequeña Minería, toda vez que se trata de mecanismos esenciales para el futuro desarrollo del sector. Es preciso recordar que, desde el momento en que se estableció la conveniencia de legislar al respecto, han transcurrido más de tres años.

Ambos Decretos están vigentes, pero en su forma actual sólo tienen acceso a ellos los exportadores directos. El D.L. 1.226 permite el pago diferido, a 7 años, de los aranceles que gravan la importación de bienes de capital. El D.H. 409, por su parte, reconoce un crédito fiscal por los impuestos y derechos aduaneros que se pagan por la importación de insumos. Ambas franquicias pueden ser invocadas por los exportadores sólo cuando se trata de la importación de equipos o insumos que serán incorporados al proceso de producción del bien exportable.

Las modificaciones en trámite tienden a hacer extensivo el beneficio de estas normas a los denominados "exportadores indirectos". El caso más típico y claro de exportador indirecto, es precisamente la Mediana y Pequeña Minería Nacional, conformada, en su mayor parte, por empresarios que venden su producción a ENAMI, la que refina y comercializa hacia el exterior. En este caso el productor aporta, en promedio, entre un 70 y un 80 por ciento del bien final que se exporta, correspondiendo a ENAMI el valor agregado restante, equivalente a un 20 o 30 por ciento.

Nada más justo, en consecuencia, que este "productor de divisas" (porque así debería llamarse en rigor) también pueda acceder a normas cuya finalidad es hacer competitivo al exportador nacional. Cabe tener presente que el empresario minero chileno debe pagar por los insumos y equipos que requiere para producir, un 40% más que su similar de EE.UU. o de Europa, considerando los costos de flete y de arancel. Lo menos que se puede hacer por él, para crearle condiciones de relativa competitividad frente a las ventajas de ese productor externo, es privarlo de un gravamen que aumenta significativamente sus costos y que, en definitiva, lo obliga a "exportar" impuestos.

De manera que la autoridad económica hace bien al tratar de enmendar esta situación por la vía de modificar los Decretos 1.226 y 409. Tal rectificación, por lo demás, es sólo un paliativo en materia de costo arancelario, considerando que hasta 1975 la Ley 16.624 liberaba a la Mediana y Pequeña Minería de **todo** derecho o impuesto aduanero sobre máquinas, repuestos y otros elementos destinados a la operación de minas y plantas.

Es decir, aunque comparativamente limitada, hay una decisión en sentido correcto. Lo que falta es imprimir a la tramitación de los Decretos una urgencia compatible con la importancia y proyección que ellos tienen para el país y para la minería. El 1.226 está en la H. Junta de Gobierno con tratamiento de "simple urgencia". El 409 aún no sale del trámite de estudio inicial en el Ministerio de Hacienda.

LAS TIERRAS RARAS	11
CERAMICA AVANZADA	2
LA ESCONDIDA	27
EL CAOLIN	41
CONCENTRACION (MINERALES DE ORO Y PLATA)	33
RECUPERACION DE PARTICULAS	21
ECONOMIA MUNDIAL (SITUACION Y PERSPECTIVAS)	8

# Presente y futuro CERAMICA AVANZADA

*Por Malcolm G. McLaren and  
John B. Wachtman, Jr.  
Department of Ceramics  
College of Engineering  
Rutgers - The State University of  
New Jersey  
Piscataway, New Jersey 08855-  
6060 USA.*

¿Qué es cerámica? En general, la definición que se usa en los Estados Unidos, es aquella que dice que las cerámicas son materiales inorgánicos, no metálicos, generalmente sujetos a alta temperatura durante su fabricación o uso. En los Estados Unidos, se incluyen el vidrio, minerales, cementos, cal y yeso, en la definición de cerámicas. El uso común hoy tiende a describir las cerámicas como "Cerámica Tradicional" o "Cerámica Avanzada". La venta de cerámica en el mercado de Estados Unidos, es aproximadamente de 50 mil millones de dólares por año y, de esa cantidad, sólo 1,5 a 2 mil millones de dólares corresponden al mercado de "cerámica avanzada". La mayoría son "cerámicas tradicionales". Por lo tanto, en este momento hay una proporción de 20 a 1 de "cerámica tradicional", con respecto a "cerámica avanzada". Se verá luego cómo esta proporción cambiará favorablemente hacia la cerámica avanzada.

"Cerámica avanzada" es el término usado en los Estados Unidos, para "cerámicas de alta tecnología". En Japón, en tanto, el término "cerámica refinada" (fine ceramics) se usa para lo que en Europa se denomina normalmente "cerámica especial" (special ceramics).

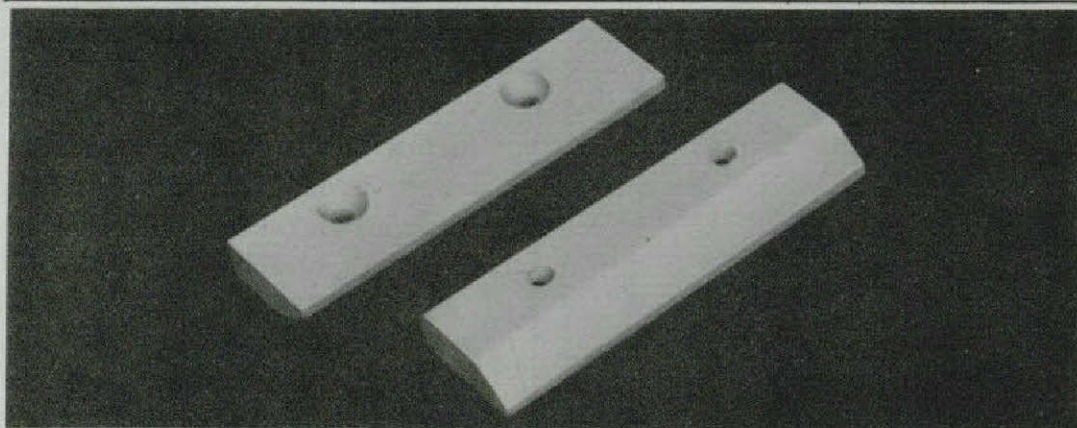
Las cerámicas avanzadas son principalmente materiales con un alto rendimiento, que tienen rigurosos requisitos de composición, pureza, materia prima, control microestructural, procesamiento sofisticado y, obviamente, un valor agregado más alto y/o mayor costo.

La cerámica avanzada se considera que es una "tecnología capacitada", un material funcional esencial para determinados modelos o sistemas, incluso si el componente de cerámica es pequeño. Un ejemplo es el televisor. Muchos de sus componentes son de cerámica, aunque no se menciona usualmente como modelo. Sin embargo, el tubo de la imagen, el cierre de vidrio,

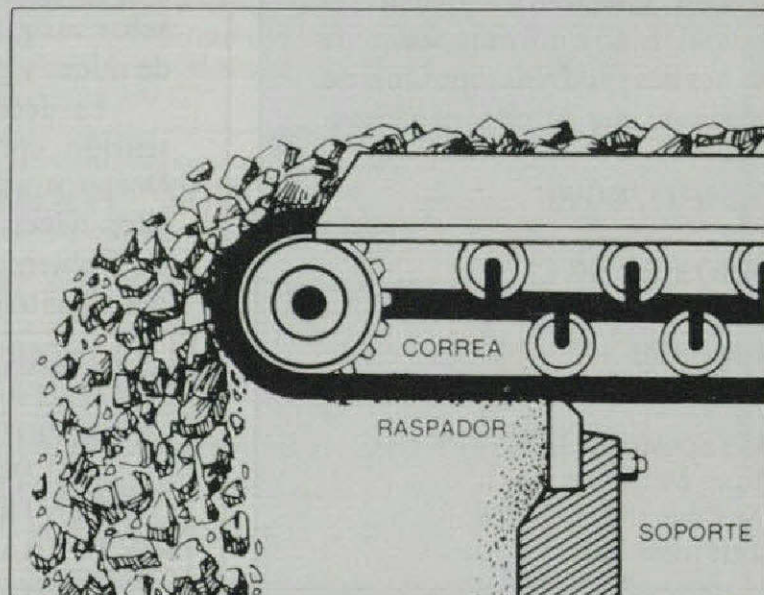
substratos, ferritas, condensadores y resistencias que incluyen la mayoría de los componentes activos, son todos materiales cerámicos.

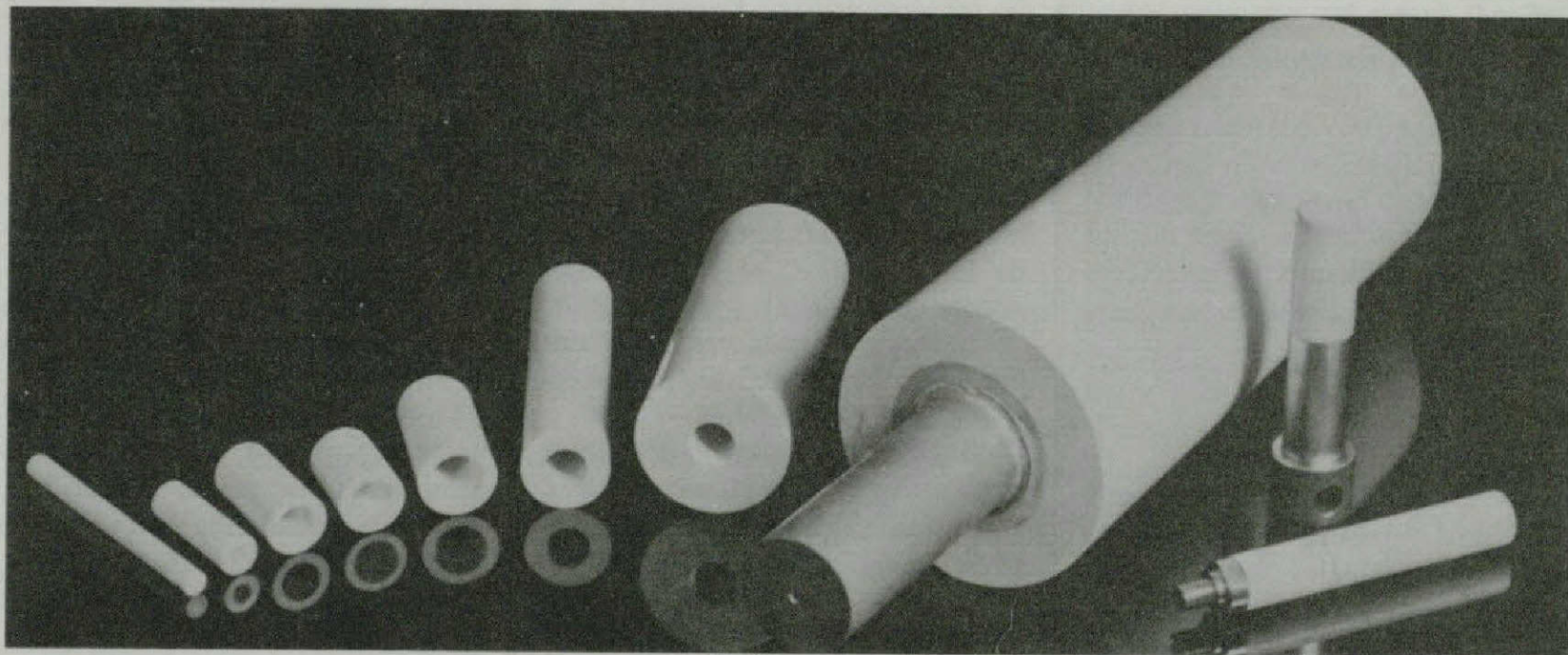
La cerámica no sólo es tecnología capacitada, sino también tiene una alta "proporción de ventajas". De hecho, se considera que la cerámica tiene una de las más altas proporciones de ventajas en la industria. Se considera que es alrededor de 11 a 1. Por lo tanto, si se tiene en cuenta que el mercado total de cerámica en los Estados Unidos es de 50 mil millones de dólares. Si esto se multiplica por un factor de 11, se puede apreciar que la cerámica incide en gran parte del producto nacional bruto de Estados Unidos y que es muy importante para su economía.

El Dr. Kent Bowen en 1980, hizo el primer análisis del mercado mundial total de cerámica avanzada. Sin embargo, faltaron dos categorías en este análisis: consideración de la integración vertical dentro de las empresas y el hecho de que el mercado Europeo era muy poco conocido. IBM, por ejemplo, es probablemente uno de los más grandes fabricantes de cerámica en



*Raspador cerámico.  
Su uso regular en correas transportadoras  
permite remover materiales incrustados,  
como lo ilustra el dibujo.*





*Cilindros de cerámica. Útiles para manejo de materiales pesados (slurries).*

Estados Unidos, y es difícil representarlos en ese análisis de mercado. Sin embargo, el estudio de Bowen fue un muy buen análisis, y sirvió como catalizador para inducir a otros a realizar estudios aún más detallados.

El mercado de empaque de material electrónico en cerámica es bastante grande, pero debe considerarse que aproximadamente el 80% del empaque tradicional en la electrónica, usa materiales polímeros. Por lo tanto, sólo 20% del mercado que debe ser "inaveriable", usa empaque cerámico.

Las proyecciones de mercado de 1980 a 1990, en el caso de los materiales de empaque "inaveriables", muestra que el 50% de éste será en cerámica. El mismo crecimiento de mercado se proyecta para 1990 en cuanto a condensadores cerámicos.

Otras dos estimaciones de mercado, preparadas por la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., indican que para el año 2000 habrá un mercado mundial de cerámica avanzada de 11 a 25 mil millones de dólares, incluyendo revestimientos y compuestos.

Los sensores muestran un crecimiento rápido de 28% anual y no hay indicios de que habrá una caída en esa tasa en algunos años más (Strategic Analysis Inc.).

Probablemente, el análisis más detallado del mercado de cerámica

avanzada, la hizo el Dr. Saito, de la Organización de Cerámicas Refinadas de Japón. Hay una diferencia entre este análisis y los anteriores. Es el margen de tolerancia para la integración vertical en sociedades, y un factor para el valor agregado interno al producto, como un resultado de fabricación en máquina especial, que es aproximadamente de 1,6 en el caso de Japón. Este valor agregado varía, dependiendo del producto nacional bruto y el estado de desarrollo del país.

De los datos de Saito, se puede deducir que las cerámicas electrónicas, constituyen el segmento más grande del mercado, mientras que las cerámicas térmicas aumentarán a 4,5 mil millones en el año 2000. Esto es muy significativo, porque muestra en el caso de los japoneses una tasa de crecimiento más lenta de los materiales estructurales para motores térmicos. También muestra el rápido crecimiento de las cerámicas ópticas, que corresponde a fibras ópticas y dispositivos sensibles, cuyo mercado para el año 2000 será en Japón de 3 mil millones de dólares.

Las proyecciones para los mercados mundiales, indican que para Norteamérica y Europa Occidental tasas más o menos similares. Esto también es significativo, porque muestra que los japoneses toman en cuenta la integración vertical y el "máximo" de los mercados eu-

ropeos, y esto no había sido reconocido anteriormente. Este análisis también incluye el factor de trabajo mecánico analizado anteriormente.

El estudio muestra bajas proyecciones para el mercado en Sudamérica y Suroeste de Asia. La razón es que el factor de multiplicación para el trabajo mecánico y el valor agregado no se usa. En el año 2000 el mercado total del mundo libre, será de 187 mil millones de dólares, lo que refleja un crecimiento de 11 veces entre 1983 y el año 2000.

Un ejemplo del potencial dinámico de la industria de cerámicas, se puede ver en el siguiente ejemplo: si se analizan las partes refractarias del tratamiento térmico de semiconductores, desde el año 1985 al 2000, los datos de Saito muestran que hay un crecimiento de 0,1 mil millones a 2,4 mil millones de dólares. Esto refleja el desarrollo de una nueva cerámica, necesaria para la desintegración catalítica de  $\text{NO}_x$  de centrales de energía. Este nuevo producto cerámico, se requerirá cada vez en mayores proporciones.

Durante los últimos años, Japón ha tenido aproximadamente el 50% del mercado mundial, los Estados Unidos alrededor del 30% y el resto del mundo, el 15%. Se proyecta un crecimiento muy rápido en otras partes de Asia, particularmente en Corea.

Los coreanos están tan dedicados al desarrollo de la cerámica

refinada como los japoneses y han imitado su sistema por completo. Actualmente tienen aproximadamente del 10 al 15% del mercado de los japoneses, y están creciendo rápidamente. Ellos han hecho un gran trabajo educativo y de investigación en este campo y están produciendo 500 ingenieros para cerámicas por año.

## USOS

El término "cerámicas avanzadas", está sujeto a amplias interpretaciones y para los propósitos de este documento, es mejor describirlos por su funcionalidad. Un set de usos funcionales, arbitrario, puede incluir: materiales electrónicos, estructurales u otros.

Al describir cerámicas avanzadas estructurales, se puede incluir materiales como herramientas cortadoras, materiales resistentes al desgaste, compuestos reforzados, o materiales resistentes al calor. Algunas de las características de las cerámi-

cas son su poder refractario, resistencia e inercia química.

Actualmente, el mayor uso de las "cerámicas avanzadas", es en las aplicaciones electrónicas, como se indicó en el análisis de mercado anterior. Las funciones electrónicas de las cerámicas, se pueden categorizar como sigue:

**Eléctrica:** Aisladores, semiconductores, ferroeléctricos, piezoeléctricos, superconductores.

**Magnética:** Ferritas Permanentes o "Duras", Ferritas "Blandas".

**Óptica:** Guía de ondas, ampolla de lámparas, pantallas, otros.

Otras funciones del uso de "cerámicas avanzadas", puede incluir:

**Química:** Sensores, catalizadores, soportes del catalizador, resistencia a la corrosión.

**Térmica:** Aislación / Conducción de calor.

**Biológica:** Injertos.

**Nuclear:** Combustible, revestimiento metálico, blindaje.

Ya que la funcionalidad de las cerámicas estructurales avanzadas se

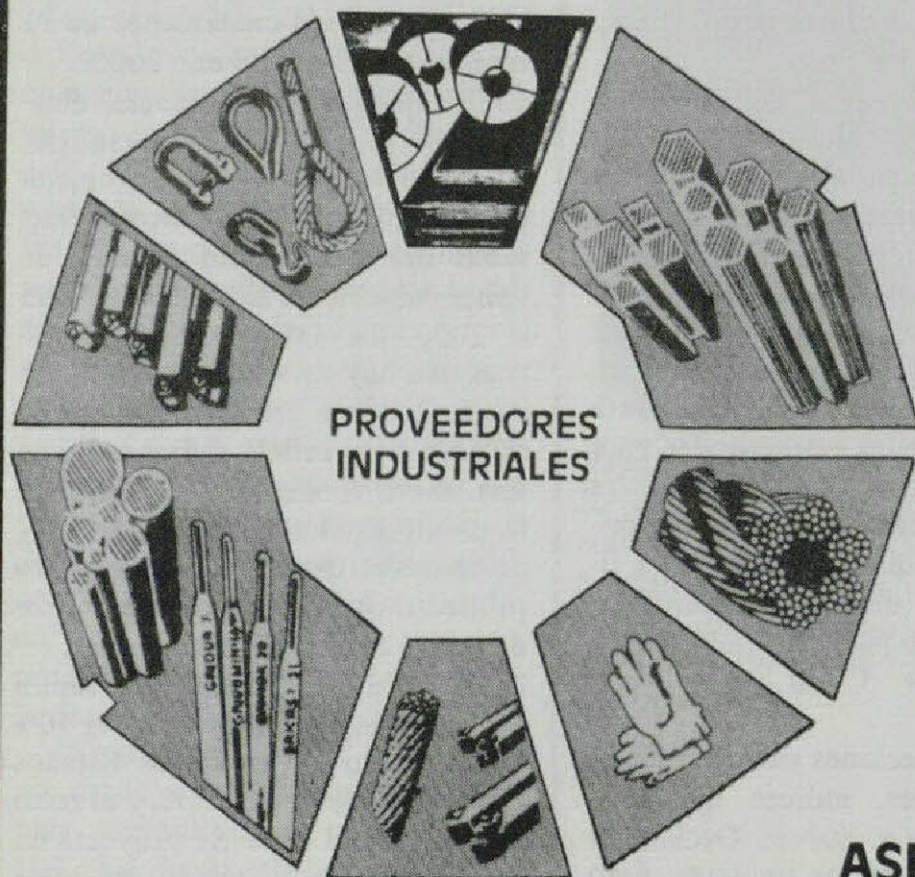
ha analizado brevemente, es apropiado resumir las aplicaciones de estos materiales, consignando una lista de sus usos aplicados en la fabricación:

Piezas baño ácido, cojinetes, soporte catalizador, matrices fundidas, soportes, herramientas cortadoras, plantillas de dibujos, molde de prensado en seco, matrices de eyección, calentadores, permutador térmico, piezas de equipos para laboratorio, soportes fundidos por lixiviación, boquillas, piezas de bombeo, tubos de protección, soportes de rodamientos, piezas para textiles, cristales sellados, conductores al vacío, piezas resistentes al desgaste.

Más específicamente hay un gran potencial y, de hecho, alguna producción de cerámica estructural avanzada en turbocompresores. La aplicación incluiría: cojinetes, pantallas térmicas, cárteres y rotores.

En los motores diesel, puede aplicarse a materiales estructurales avanzados como:

Cojinetes, revestimientos cilín-



# K KUPFER<sup>MR</sup>

## OFICINAS PRINCIPALES

### SANTIAGO:

Libertad 58 ☎ 98821 [TLX] 240497 KUFER CL

### CONCEPCION:

Lincoyán 601 ☎ 233002 [TLX] 260067 KUFER CL

**SUCURSALES:** • IQUIQUE • ANTOFAGASTA  
• COPIAPO • LA SERENA • VALPARAISO  
• PUNTA ARENAS

## ASESORIA TECNICA EN FAENAS

dricos, bujías luminiscentes, múltiples, casquete de pistón, aro de pistón, sellos, alzávalvula, válvulas, y asiento de la válvula.

En los motores prototipos, algunas de las aplicaciones están en la producción regular, tales como: bujías luminiscentes, precámaras y alzávalvulas.

El motor con turbina de gas, también tiene un gran potencial para cerámicas estructurales avanzadas (los motores prototipos han sido exitosamente operados con ellas, mientras se trata de reducir el costo del motor hecho con estos materiales). Para las turbinas de gas, las aplicaciones potenciales son:

Alabes, refuerzos (de álabe), estatores, eje de rotor, permutador térmico, y múltiples.

Para todas las aplicaciones estructurales avanzadas, los materiales más evolucionados y utilizables incluyen a los siguientes:

Alúmina, carburo de silicio, nitrato de silicio, circona parcialmen-

te estabilizada, transformación de Alúmina endurecida, aluminosilicate de Litio, cerámica - compuestos de cerámica, cerámica - materiales recubiertos.

### VENTAJAS

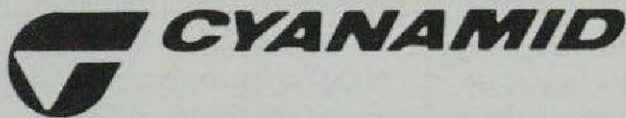
Los usos individuales de estos materiales, dependen de sus propiedades físicas. Una revisión de las propiedades de algunos de los materiales más prometedores, en comparación a las aleaciones normalmente usadas, indican las ventajas que pueden tener.

Para usarse en un turbocompresor, el rotor debe tener una gravedad específica, lo más baja posible, de manera que las fuerzas de inercia sean rápidamente superadas y se pueda lograr una máxima producción. Ejemplos comparativos al respecto:

### Gravedad Específica Comparativa de algunas cerámicas especiales

Material	Gravedad Específica Aproximada de Productos Comerciales
Nitrato de Silicio Sinterizado (SSN)	3.5
Carburo de Silicio Sinterizado (SSC)	3.0
Circonia Parcialmente Estabilizada (PSZ)	5.8
Alúmina ( $Al_2O_3$ )	3.9
Fierro Fundido Modular (FCD)	7.4
Base de Níquel Superalcalino (713C)	8.0
Aleación de Aluminio Fundido (AC4C)	2.5

Las "cerámicas avanzadas" dependen mucho de su capacidad de rendimiento a alta temperatura, y es esta característica, sobre todas las otras, que la hace posible su



La revolución tecnológica para la industria minera lograda por CYANAMID tras años de investigación y desarrollo.

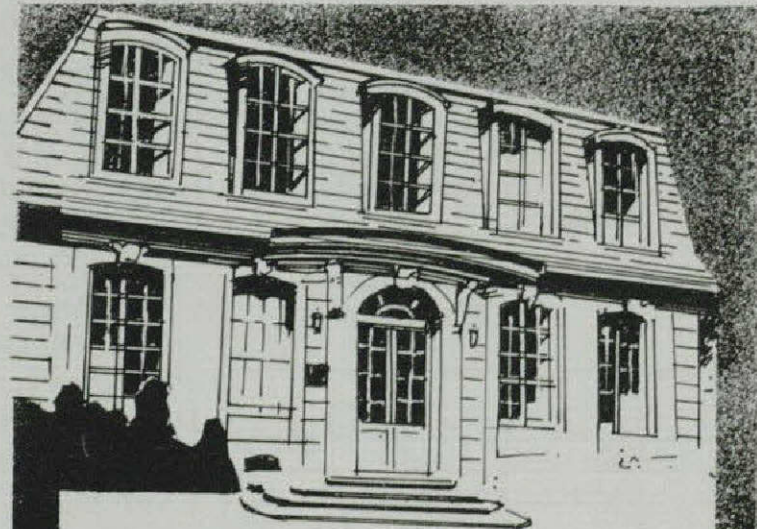
La más amplia gama de reactivos al servicio de la industria minera:

Colectores  
Espumantes  
Depresantes  
Floculantes  
...y

siempre una solución a sus problemas mineros.

**CYANAMID**  
CHILE LTDA.

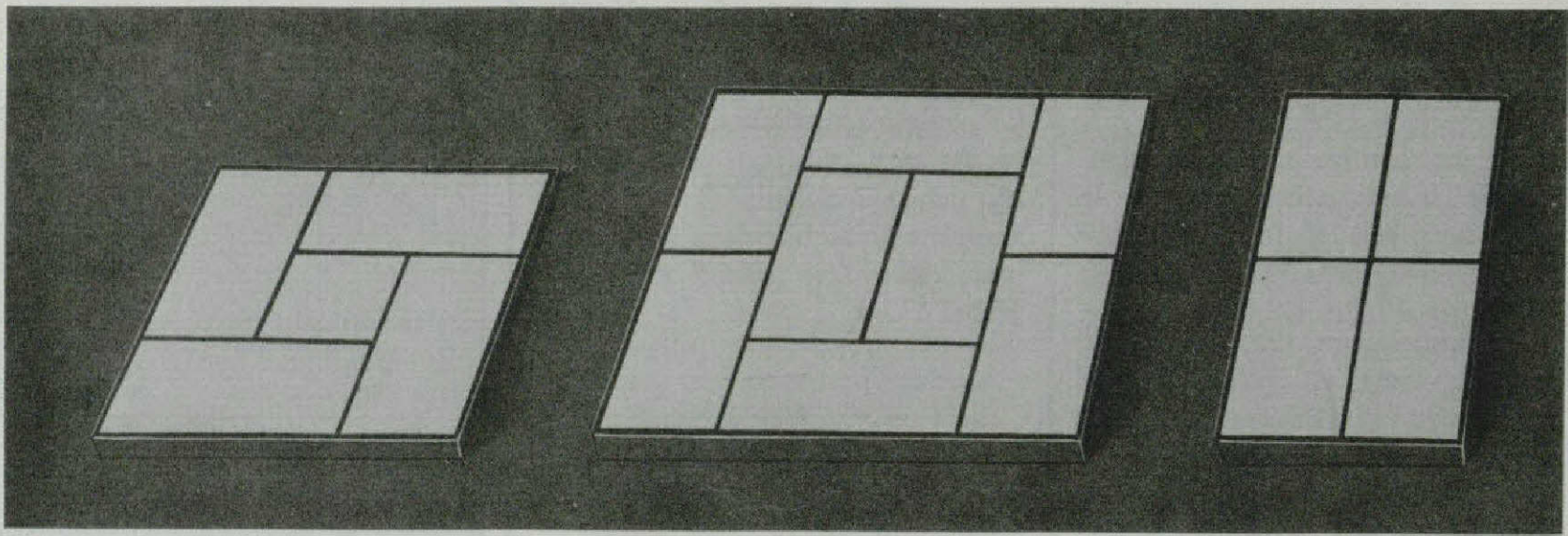
Ministro Carvajal N° 6  
Teléfono: 2252345  
Providencia - Santiago



**Seguridad y servicio  
con la más alta  
tecnología en explosivos**



Monseñor Sótero Sanz 182 fono 2319764  
Télex 341004 IRECO CK Santiago, Chile



*Placas cerámicas. Fabricadas a base de un alto contenido de alumina, son recomendables como revestimiento, debido a su alta resistencia a la abrasión y a impactos.*

inclusión en el diseño de un amplio espectro de motores, mientras admite la limitación impuesta por su frágil naturaleza.

Sin embargo, una revisión de las cerámicas comerciales para las temperaturas operativas máximas, se puede apreciar en cuadro anexo:

Comparación de temperaturas de operación máximas	
Material	Temperatura de Operación Máxima Aproximada para Productos Comerciales (Temperaturas en °C)
SSN	1.400
SSC	1.670
PSZ	1.450
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.750
FCD	525
713C	1.000
AC4C	325

Hay una gran variedad de componentes individuales que se usan en varios diseños de motores, tales como turbinas de gas, diesel y motor de émbolo a gasolina.

También en la función de diseño inherente para cerámica estructural avanzada, están las consideraciones de propiedad física de resistencia a flexión, resistencia a fractura, aislamiento térmico y dilatación térmica.

El principal desafío en el uso de cerámicas estructurales, es superar la frágil naturaleza de la cerámica. Lo que obviamente hay que hacer,

es reforzarla de alguna manera. Un ejemplo al respecto es un compuesto de Alúmina. Los materiales de matrices de cerámica, reforzados con fibra, aumenta impresionantemente la dureza y aumenta la resistencia a fracturas. Un compuesto de Alúmina de este tipo, muestra un alto nivel de deformación sin averías, y la máxima avería sería no-catastrófica; esto significa que se rompería como un pedazo de madera terciada. Las fibras elementales salen y no producen una falla crítica. Hay muchas aplicaciones de alta tecnología para los compuestos de fibras. Por ejemplo, en propulsores de cohetes, donde la cerámica debe tener la propiedad de resistir altas temperaturas. Una solución para los componentes de los motores cohéticos, es usar inyectores de fibras de carbono, recubiertos con carburo de hafnio o compuestos de fibra de carbono, recubiertos con carburo de silicio. Estos compuestos de cerámica/carbono, son los tipos de materiales que se usan en las aplicaciones de cohertería y misiles. Son muy resistentes a altas temperaturas, teniendo buena dureza, rigidez y resistencia a la corrosión.

El mercado de compuestos de fibras intuitivamente indica un crecimiento rápido, pero los datos del mercado son difíciles de obtener, debido a que gran parte está destinado a uso militar. (El único dato disponible para los autores, viene de W & W Associates Inc. of Mountain-side, New Jersey). Estos datos proyectan un mercado en los Estados

Unidos de US\$ 2.5 millones, que llegará a US\$ 41 millones, en 1996.

Hay otros dos compuestos de cerámica, que se indicaron anteriormente, pero que deberán clasificarse como materiales endurecidos de transformación. Ellos son: zircona, parcialmente estabilizada y alúmina endurecida.

La mayor parte del esfuerzo en este documento, se ha dedicado a la revisión de "materiales estructurales avanzados". Sin embargo, los datos de mercado indican que al año 2000 la posición más significativa de las cerámicas avanzadas, será para aplicaciones electrónicas. Por lo tanto, es imperativo dejar un tiempo dedicado a considerar dichos aspectos como sustratos, materiales de sellado, condensadores, ferritas, etc., y algunos de los conceptos críticos con respecto a su futuro uso.

Los materiales de empaque de cerámica, pueden considerarse como una combinación de los sustratos y de los materiales de sellado. Los materiales de sustrato de cerámica típicos, serían los comúnmente usados; óxido de aluminio, cordierita, mulita, vidrio y materiales compuestos. Los materiales de sellado que se usan para diseños de empaque de cerámica, son vidrios divitrificables, vidrios "gel-sol" y algunos materiales polímeros especiales. Mientras se ponen requisitos más rigurosos a los componentes electrónicos, se produce un cambio en los requisitos de materiales cerámicos de empaque.



Los materiales cerámicos electrónicos funcionales que pueden considerarse son: condensadores, resistencias, materiales piezoeléctricos, materiales magnéticos (duros y blandos), y materiales fotoeléctricos. Aquí nuevamente hay requisitos más severos, de un mercado cada vez más exigente.

Una de las dificultades para obtener nuevos materiales cerámicos para uso electrónico, no es sólo el lograr los requisitos de rendimiento sino en comprender las técnicas de montaje.

Para que los materiales de cerámica avanzada alcancen óptimas propiedades, en forma segura, ellos deben tener granos finos, química controlada, homogeneidad, esfuerzo controlado después de la sinterización y no tener desperfectos en el estado cocido. Por lo tanto, los materiales de cerámica avanzada, sólo serán prácticos si se hacen a

través de técnicas químicas de procesamiento, porque ésta tiene la ventaja que da buena pureza, buena estequiometría y uniformidad.

Hay dos enfoques diferentes considerados para producir polvos para materiales cerámicos electrónicos avanzados; uno que produce polvos finos de una tolerancia nanométrica, teniendo una distribución de tamaño de partícula seleccionada. El otro enfoque, es producir polvos de granos de tamaño muy fino (300 - 800) nanométricos, de un solo tamaño y esféricos.

Los conceptos críticos con respecto al procesamiento de polvos de tamaño fino de tolerancia nanométrica, que tienen la distribución del tamaño de la partícula seleccionada, son su relación a sus características de procesamiento, sus microestructuras "verdes", sus microestructuras sinterizadas y su relación a las propiedades.

Una revisión a la última literatura muestra una gran utilización de técnicas de procesamiento químico, para producir polvos cerámicos. Típicos de estas técnicas son: "sol-gel", co-precipitación de polvos, reacciones en fase de gas dirigidas por láser, deposición en fase vapor químico y técnicas de descomposición de carbonato. Todos estos métodos necesitan un cuidadoso control de proceso químico. Es en estas áreas que, creemos, se realizarán la mayor cantidad de investigaciones, con el objeto de hacer la transferencia desde procesos químicos a polvos que se están desarrollando y que tienen las características de cerámica adecuadas en distribución del tamaño de la partícula y reactividad. El propósito es obtener características de procesamiento de cerámica adecuadas para hacer materiales de ingeniería.

## FE DE ERRATAS

Correspondiente a BOLETIN MINERO MAYO 1987

Año CII - N. 16

## DONDE DICE:

PAGINA 39:

$$\frac{1,8X_1 + 2,0X_2 + 2,2X_3}{X_1 + X_2 + X_3} \leq 1,95$$

factor de conversión  $P = 15 \times 15 \times 2,7 = 607,5$  Ton extraídas  
mt hundimiento

2. Producción mínima por turno  
 $\geq L(T)$ ;  
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 200$  T/turno

3. Límite superior ley medida por turno

PAGINA 40:

4. Límite inferior ley media por turno;  
 $2,1X_1 + 0,9X_2 + 1,1X_3 + 1,8X_4 + 1,7X_5 + 0,8X_6 \leq 1,0$   
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$

o bien

$$1,1X_1 - 0,1X_2 + 0,1X_3 + 0,8X_4 + 0,7X_5 - 0,2X_6 \leq 0$$

5. Limitación del ángulo de tiraje

$$\frac{X_1 - X_2}{p \times s} \leq \operatorname{tg} a_1 \quad \frac{X_1 - X_3}{607,5 \times 15} \leq \operatorname{tg} 10^\circ$$

## DEBE DECIR:

$$\frac{1,8X_1 + 2,0X_2 + 2,2X_3}{X_1 + X_2 + X_3} \leq 1,95$$

factor de conversión  $P = 15 \times 15 \times 2,7 = 607,5$   $\frac{\text{Ton extraídas}}{\text{mt hundimiento}}$

2. Producción mínima por turno  
 $\geq L(T)$ ;  
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \geq 200$  T/turno

3. Límite superior ley media por turno

4. Límite inferior ley media por turno;  $\geq g(t)$   
 $\frac{2,1X_1 + 0,9X_2 + 1,1X_3 + 1,8X_4 + 1,7X_5 + 0,8X_6}{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6} \geq 1,0$

o bien

$$1,1X_1 - 0,1X_2 + 0,1X_3 + 0,8X_4 + 0,7X_5 - 0,2X_6 \geq 0$$

5. Limitación del ángulo de tiraje

$$\frac{X_1 - X_2}{p \times s} \leq \operatorname{tg} a_1 \quad \frac{X_1 - X_3}{607,5 \times 15} \leq \operatorname{tg} 10^\circ$$

# Situación y Perspectivas

## ECONOMIA MUNDIAL

*La empresa COPEC inició la publicación de una revista informativa cuyo primer número apareció en el mes de junio.*

*Por estimarlo de interés, reproducimos un artículo de esa primera edición referente a la situación y perspectivas de la economía mundial.*

Los pronósticos sobre crecimiento de la economía mundial han sido revisados a la baja por los principales analistas, incluidos los técnicos del Fondo Monetario. No se espera, para este año y el próximo, un aumento del producto superior al 2,5 por ciento, a pesar de la buena conducta en el primer trimestre de la economía estadounidense. Esta se expandirá en el año en el orden del 2,5 al 3 por ciento, esperándose un crecimiento de 2,2 por ciento en Europa y de 2,4 por ciento en Japón. En cuanto al mundo en desarrollo, se estima que la tasa de expansión en 1987 será de 3 por ciento, inferior a la de 1986.

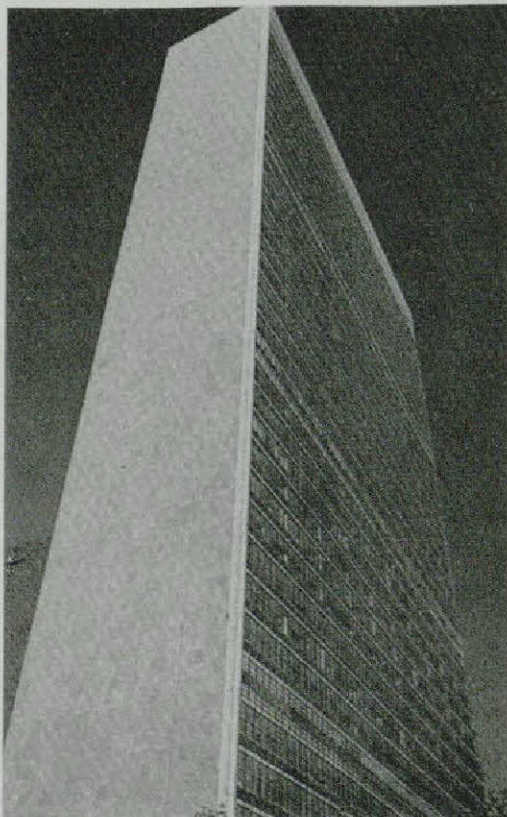
En todo caso las expectativas no son favorables por la presencia de demasiadas interrogantes sin respuesta clara.

La primera y más importante es la evolución probable del déficit norteamericano, fiscal y comercial. Este último pareciera tender a mejorar, pero todavía se encuentra a niveles record, aunque se espera que se reduzca, pero sólo en el mediano plazo, como consecuencia de la fuerte depreciación del dólar.

La gran incógnita sigue siendo el déficit gubernamental y el exceso de gasto de la economía del norte. El déficit ha mantenido elevadas las tasas de interés, lo que junto a la confianza que despertaba la economía norteamericana ha permitido financiarlo con ahorros provenien-

tes del resto del mundo. En el último tiempo la confianza en el dólar se deterioró y muchos piensan que el fenómeno podría continuar, si no se toman medidas más claras para reducir el déficit público. Este tiende a disminuir, según las últimas cifras disponibles, pero muy por debajo de lo previsto por el Ejecutivo y lo contemplado en el acta presupuestaria Gramm/Rudman/Hollings. Más aún, las proyecciones de los técnicos del FMI apuntan hacia una reducción insuficiente del déficit.

La persistencia del desequilibrio gubernamental puede implicar inestabilidad cambiaria, inflación en Estados Unidos y alzas en las tasas de interés nominales, como las observadas recientemente. Si la nueva autoridad monetaria norteamericana reacciona con políticas contractivas, el crecimiento mundial se resentirá aún más y si hace lo opuesto acentuará los desequilibrios. Dada la realidad de un presupuesto defici-




tario, las presiones se han dirigido a conseguir la expansión de las economías alemana y japonesa para resolver así el déficit comercial. Japón ha reaccionado con un programa moderadamente expansivo que, en todo caso, tendría efectos en un lapso de tres años. Alemania Federal, en cambio, ha planteado la inconveniencia de una sobre expansión.

Los productores norteamericanos, ahogados por la competencia externa, han presionado pidiendo medidas proteccionistas. Además, el déficit comercial norteamericano ha puesto de actualidad las antiguas prácticas restrictivas de los países europeos, Japón y otras naciones industriales del Lejano Oriente.

Las políticas de ajuste, por su parte, han presionado a la baja del crecimiento de los países endeudados, afectando, de paso, el desarrollo de las exportaciones del mundo industrializado y, en especial, de Estados Unidos.

Para completar el cuadro de incertidumbre, debe agregarse la incógnita que representa la situación financiera norteamericana. Las quiebras de bancos, asociaciones de ahorro y préstamos y otros intermediarios han estado a la orden del día y muchos piensan que se está en presencia de una situación delicada, cuya solución final aún no es clara.

En las sucesivas reuniones internacionales se reconocen los avances habidos después de la profunda recesión de comienzos de los ochenta. Sin embargo, se observa una clara insatisfacción que, generalmente, se traduce en llamados para una mayor colaboración económica y coordinación de políticas. En el último tiempo ésta ha sido mayor que en el pasado, lográndose alguna estabilidad en especial respecto a las paridades cambiarias. Sin embargo, subsisten situaciones inciertas, particularmente en la economía estadounidense, que hacen difícil hacer predicciones optimistas.



## Hoechst ayuda a extraer más minerales y carbón.

Para la preparación del carbón, de sales y de otros minerales, cada vez importan más los medios auxiliares químicos. Hoechst ofrece a la minería un amplio programa de eficaces reactivos: para todos los tipos de flotación, el filtrado y la extracción. Nuestros productos y el know-how de su aplicación técnica permiten aumentar el rendimiento y simplificar los métodos, con

el consiguiente ahorro.  
Infórmese con detalle de esta cuestión.

Hoechst Chile Ltda.  
Teatinos 449 - Fono 722160 - Santiago  
Distribuidor III y IV Regiones: ABIMINER LTDA  
La Serena: M. Aguirre Perry 1801 - Fono 215031  
Copiapó: Atacama 46



# PRESENTE EN LA MINERIA

Sociedad Minera Punta del Cobre incorporó cuatro equipos Volvo BM a su explotación minera (2 Cargadores Mod. 4500; 2 Camiones Articulados, Modelo 5350 B), que sumados a los dos ya operando, constituyen la base de la producción requerida por la empresa.

#### ¿Y por qué Volvo?

Porque la versatilidad, rendimiento, facilidad de operación, bajos costos de operación y excelente productividad de los equipos, hicieron a esta importante empresa decidirse por ellos.

Volvo BM, fabricante que se preocupa de crear equipos para el futuro, y S.K.C., empresa que dispone de una amplia y bien entrenada organización para respaldar sus productos, se enorgullecen de poner a trabajar estas unidades en tan prestigiosa empresa.



## VOLVO BM

S.K. COMERCIAL S.A. Panamericana Norte 5151. Teléfonos: 363583 - 365311.

CONCEPCION: Paicaví 1979. Teléfono: 33973. TEMUCO: A. Prat 398. Teléfono: 232021. IQUIQUE: Zona Franca

Manzana 3, Galpón 13. ANTOFAGASTA: Condell 3033. Teléfono: 222757. CALAMA: O'Higgins 857. Teléfono: 211609.

# LAS TIERRAS RARAS

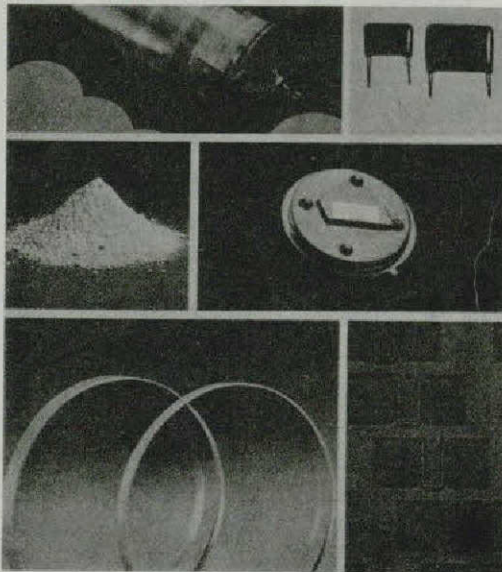
Por

J. Paul Tognet (Rhone - Poulenc).

La industria de tierras raras es un "mundo loco", que cada día debe equilibrar la producción y la venta de 17 líneas de productos en evolución que vienen de diversos recursos, a menudo subproductos de otras industrias minerales. A pesar de una tendencia general descendente de los precios, muchas empresas se sienten atraídas por el negocio de tierras raras. Este documento analiza aspectos de mercado, tratamiento y usos y concluye que la industria de tierras raras necesita preferiblemente instalaciones grandes y de múltiples aplicaciones, para poder competir.

Aunque no son muy raros en términos de contenido en la corteza terrestre, los químicos del siglo XIX, le dieron el nombre de TIERRAS RARAS a un grupo de elementos con propiedades químicas muy relacionadas. Actualmente, el término tierras raras, reúne a una familia de 17 elementos de la columna 36 de la tabla periódica. Incluye, entre otros, Escandio, Itrio, Lantano, Lutecio y Torio, como se indica en la figura 1.

Químicamente asociados por diferentes proporciones, estos elementos son los componentes de muchísimos minerales: más de 250 minerales diferentes contienen tierras raras, como "impurezas", cuyas aleaciones pueden lograr distintos porcentajes. Alrededor de 55, son típicos portadores de minerales de tierras raras con aleaciones mayores de 10%. La figura 2 muestra algunos de ellos. Sólo los 3 más comunes son la base principal de la actual industria de tierras raras: MONACITA y XENOTIMA son minerales de



Productos industrializados de Niobio para ser utilizados en la fabricación de lentes, monocristales, etc.

fosfato, mientras que BASTNAESITE es un fluocarbonato.

Generalmente estos 3 minerales se encuentran en dos tipos principales de yacimientos: yacimientos de placer y carbonatites ígneo, donde su concentración está dentro del rango de menos de 1%, hasta alrededor de 20% de los minerales anteriores. Así, los minerales recién sacados de la mina, deben experimentar un tratamiento, con el objeto de obtener "Concentrados Comerciales", casi siempre como subproductos de otros concentrados de minerales asociados, como: Ilmenita, Rutilo, Zircón, Magnetita, Casiterita, Oro, etc.

Además de estos 3 minerales principales, hay otros yacimientos o minerales, como APATITA, especialmente en rocas ígneas de fosfato; algunos yacimientos de titanio o uranio e, incluso, algunos poco comunes yacimientos de arcilla, donde las tierras raras están recubiertas, no directamente como concentrados de mineral sino como con-

centrados químicos y, generalmente, también como subproductos.

El contenido y distribución de tierras raras, siempre se expresa como % de Oxidos de Tierras Raras o REO, y se confrontan en la figura 3 como un análisis típico.

Hoy día, hay alrededor de 50 millones de toneladas métricas de REO de reservas comprobadas por el mundo, principalmente como minerales de bastnaesita y monacita. China figura con casi 80% de este potencial, con el enorme yacimiento de hierro de Bayan Obo en Mongolia Interior. Como yacimiento de bastnaesita, Mountain Pass (Estados Unidos) viene después con alrededor de 5 millones de TM. Las otras principales reservas son los recursos de monacita del perímetro del Océano Indico, que incluye Australia, Sudáfrica, India, Tailandia, Malasia, Indonesia, Corea, también Brasil tiene un potencial importante de tierras raras, en términos de minerales y yacimientos de tierras raras no clásicos, como fosfatos exóticos desde Rabdophanite a Florencita, y muchos otros óxidos como Colombotantalita o Loparita.

La figura 4 muestra la ubicación geográfica de los principales yacimientos.

Cuando es posible, en el beneficio se usa principalmente, por un lado, técnicas de gravimetría húmeda más separaciones magnéticas en seco y electroestáticas (Monacita y Xenotima), y por otro lado, la técnica de flotación espumosa (Bastnaesita y Apatita).

Excepto cuando hay 2 tipos simultáneos de minerales de tierras raras liberados, el beneficio físico (clasificación de la partícula del mineral) no afecta la distribución REO, mientras que el tratamiento químico por hidrometalurgia directa (solubilización de elementos),

pueden conducir a una distribución REO distinta, de acuerdo a los parámetros del proceso.

Aquí comienza el principal problema de la industria de tierras raras: "EL PROBLEMA DEL EQUILIBRIO". En efecto, ahora hay 17 elementos estimables, para los que se debe encontrar equilibrio entre disponibilidad y mercado. Para un determinado elemento, excepto para el Itrio en un grado limitado, no hay mineral específico, y a pesar de la gran diferencia aparente de la distribución REO entre diferentes concentrados, el desarrollo de ese único elemento también requiere desarrollar el mercado de los otros elementos. El procesamiento de diferentes minerales y concentrados, sólo pueden minimizar este problema, pero nunca eliminarlo.

La producción mundial de concentrados de 1985, permite apreciar que la industria de tierras raras aún es relativamente pequeña, comparada con otras industrias de elementos como cobre, plomo, etc.

Bastnaesite	18.000 TM REO
Monacita	15.000 TM REO
Xenotima + Conc.	
Químico	1.000 TM REO
Cobre	8.400.000 TM Cu
Plomo	3.551.000 TM Pb

**PROCESAMIENTO QUIMICO**

Después de la extracción y del beneficio, los concentrados de tierras raras, se someten a un proceso químico, con el objeto de obtener tierras raras más o menos purificadas y separadas bajo diferentes formas, tales como, cloruro fundido, solución de nitrato, polvos de óxido, hidróxidos húmedos, carbonatos, fluoruros, jabones orgánicos, etc...

Casi todos los procesos involucran tres etapas principales: ataque al mineral, separación de tierras raras en solución, y etapa de acabado, como se indica en la figura 5.

A través del mundo, los productores de tierras raras pueden estar más o menos verticalmente integra-

dos entre los dos trabajos distintos de Minería y Química.

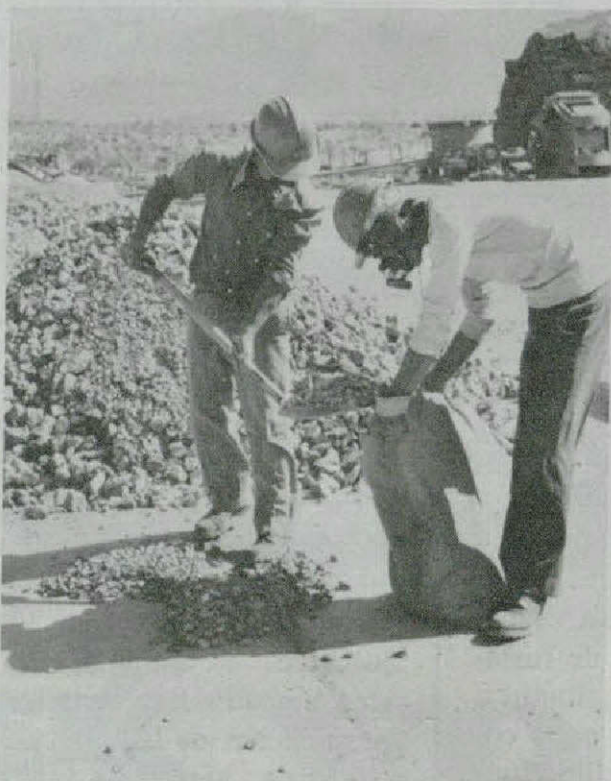
Molycorp, en los Estados Unidos, procesa material de su propio yacimiento Mountain Pass de bastnaesite. En China, los productores de tierras raras de Baotou procesan los residuos no magnéticos de la planta de hierro, con el objeto de obtener un concentrado de bastnaesite -monacita antes del "cracking". En Brasil, India, Malasia y Taiwán, la extracción y el proceso químico más o menos limitado, también puede efectuarlos la misma empresa en sitios de producción de monacita. En Europa y Japón, los productores de tierras raras sólo intervienen en procesos químicos de todo tipo de concentrados. Australia, el actual productor más grande de arenas minerales, ahora se está integrando con una gran inversión en una instalación para el procesamiento químico, que será ejecutado por RHONE POULENC, el líder mundial en la separación de tierras raras.

**ATAQUE AL MINERAL**

Hoy día, los concentrados de tie-

**ENAMI**

**EMPRESA NACIONAL DE MINERIA**



**AL SERVICIO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERIA NACIONAL**

Mac-Iver 459 - Télex 40574 ENAMI-CL  
Teléf. 396061-398051 Santiago-Chile

rras raras son, primero, atacados por dos caminos diferentes, resumidos como se indica:

#### Proceso para la Bastnaesite:

Por ejemplo, el alto grado de concentrado de Molycorp de bastnaesite calcinado, es ácido disuelto. Debido a la oxidación de cerio durante la tostación, el residuo es un concentrado de cerio que contiene alrededor del 85% de REO, con 85 - 90% de cerio. Este concentrado se vende como está, principalmente para la producción de productos para pulir. Luego, la solución ácida trivalente de tierras raras entra a la etapa de separación.

#### Proceso para la Monacita y Xenotima:

Productores importantes, como Rhone-Poulenc en La Rochelle, Francia; WR. Grace en Chattanooga, Estados Unidos; Nuclemon en Sao Paulo, Brasil; Indian Rare Earths en Alwayne, India; ARE and MAREC en Ipoh, Malasia; están

procesando principalmente monacita o xenotima molida. El "cracking" se hace en este caso con soda cáustica a alta temperatura. Después de la separación líquido/sólido, ese proceso conduce a un hidróxido de tierras raras en bruto y a fosfato trisódico. Desde 1984, Rhone-Poulenc ha aumentado bastante la capacidad y variedad de sus instalaciones.

Luego, los hidróxidos de tierras raras en bruto se disuelven por lixiviación ácida antes de entrar a la segunda etapa de separación.

El concentrado de bastnaesite, pero especialmente el concentrado de alto grado de bastnaesite chino de Baotou, unido con monacita, también puede tratarse por dicho proceso.

#### Otros procesos:

Hasta 1984, T. Goldschmidt, en Alemania Occidental, estaba tratando bastnaesite para la producción de mischmetal. Su proceso pirometalúrgico condujo directamente a

los cloruros de tierras raras. Este proceso también puede aplicarse a la monacita o xenotima.

Otros procesos tales como el sacado del mineral o lixiviación en ácido sulfúrico o tostación del preconcentrado, pueden conducir directamente o no a soluciones sulfúricas de tierras raras también para ser tratados en separación posterior.

#### SEPARACIONES DE TIERRAS RARAS

Los métodos de separación son numerosos, pero los más eficientes son aquellos que permiten el logro de una gran cantidad de equilibrios y transferencias sucesivas entre dos fases, con el objeto de sacar beneficio de la poca diferencia de las propiedades químicas. Todos los métodos usados para la separación involucran dos fases en el proceso:

\* Líquido - Sólido para precipitación fraccional o cristalización e Intercambio de Iones.



## HOY.....LOS EXPLOSIVOS DEL MAÑANA

UNA NUEVA ERA TECNOLÓGICA

EMPRESA NACIONAL DE EXPLOSIVOS S.A. líder del mercado nacional y AUSTIN POWER COMPANY, líder del mercado norteamericano, firmaron un Convenio de Asistencia Técnica, que aportará nuevas tecnologías, apoyo técnico especializado y los más recientes productos a nivel mundial en explosivos.

### EMPRESA NACIONAL DE EXPLOSIVOS S.A.

Agustinas 1350 teléfonos 6982148 - 722059

Casilla 255-V Suc. 21

Télex Internacional 440069 ENAEX CZ

Santiago - Chile

\* Líquido - Líquido para extracción por solvente.

Hoy día, la total continuidad de las operaciones industriales, aún es un factor importante para el uso de extracción por solvente que se ha adoptado mucho.

El proceso comienza con la solución acuosa de tierras raras que viene del ataque al mineral y un solvente inmiscible en agua, que contiene un quelatador seleccionado por su diferencia de afinidad entre tierras raras contenidas en solución.

Después de mezclar en proporción y decantado adecuado, las concentraciones de tierras raras logran un equilibrio de repartición entre dos fases levemente distintas de la original. La concentración de elementos que tiene la más fuerte afinidad para el solvente, es más baja en la fase acuosa, mientras que es más alta en la fase orgánica. Al repetir esta operación mezcla-decantado varias veces, se puede obtener la pureza deseada.

Industrialmente, la solución de tierras raras se introduce al sistema de contracorriente para las fase acuosa y orgánica. La eficiencia de la separación depende, principalmente, de la elección del solvente y del número de distribución de etapas.

Rhone-Poulenc y sus predecesores tienen 100 años de experiencia en el procesamiento de tierras raras. Fue la primera compañía en 1960 en emplear extracción por solvente en una escala industrial, en sus dos plantas de La Rochelle, Francia y Freeport, Texas, pero también en su futura planta de Perth, Australia. La particularidad del proceso de Rhone-Poulenc, es su habilidad para separar todas las tierras raras a una pureza que corresponde a los requisitos del mercado: de 90% hasta 99,999% o 5N para algunos elementos, sin ningún problema de distribución original de tierras raras, con el objeto de no agregar al problema del equilibrio, un problema técnico.

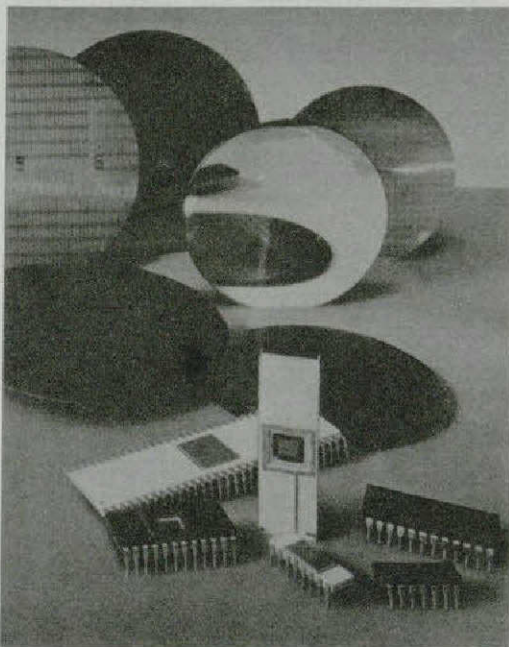
El proceso de extracción por solvente, permite primero purificar soluciones de tierras raras de otros elementos y después separar elementos individuales de tierras raras de los otros. El orden de separación

depende de diferentes parámetros, no siempre técnicos y los principales productores no han adoptado el mismo diagrama de flujo.

### TRATAMIENTO DE ACABADO

Esta última etapa de los procesos para las tierras raras, pretende entregar a los clientes los productos bajo la forma física más adecuada para su uso.

Los líquidos son generalmente soluciones acuosas de concentrados de cloruro o nitrato.



*Discos y wafers para circuitos integrados en los que también están presentes las tierras raras.*

Para los sólidos, los productos actuales más importantes son óxidos obtenidos por precipitación y separación sólida/líquida de diferentes sales, como hidróxidos, carbonatos, oxalatos, etc., seguidos por calcinación y posible trituración o micronización, de acuerdo a la morfología solicitada por los clientes. La preparación de fluoruros sigue el mismo principio de precipitación, calcinación y ajuste mecánico. Naturalmente esta última presentación de productos de tierras raras, llega a ser más y más importante y el ajuste de todos los parámetros de las 3 etapas de las secciones de acabado es muy crítico.

### MERCADOS

Para aquellos que no están familiarizados con los negocios de tie-

rras raras, la demanda es grande y está creciendo rápidamente. Esta creencia viene de los comentarios de la mayoría de las publicaciones técnicas, que se refieren a aplicaciones tales como: lámparas de tres bandas, poderosos magnetos permanentes, hechos de neodimio/ferro/boro, lasers YAG, etc., que en el mercado representan menos del 6% del consumo total de tierras raras. Por otro lado, se hace poca publicidad alrededor de los actuales 3 mercados más grandes, que consumen más del 94% de la producción total: catálisis, vidrio y cerámicas, metalurgia.

Esa distribución del 6/94 corresponde más o menos a la distribución natural entre tierras raras livianas céricas y tierras raras pesadas ítricas, en la monacita. De manera que, una vez más, el desarrollo de sólo una fracción de tierras raras disponibles, requiere buscar nuevos mercados para otra fracción, por temor a un aumento de precios de la primera fracción.

La evolución del consumo de tierras raras desde 1960, se indica en la figura 6. Hubo dos "accidentes" importantes. El primero alrededor de 1975 en relación con el primer shock del petróleo y el cambio de tecnología en metalurgia; y el segundo con la disminución del uso de tierras raras en la catálisis para rompimiento del fluido. En total, la tasa de crecimiento compuesta de la demanda es inferior al 4% anual, desde 1974. La figura 7 se refiere a la distribución del consumo mundial de tierras raras por usos finales, dividido, después, en dos tipos de mercados.

### PRINCIPALES MERCADOS

El primer mercado para tierras raras, ahora es la **Industria del Vidrio y Cerámica**, que usa el 37% del tonelaje total disponible.

Para el vidrio, las tierras raras se usan en la fabricación, pulido, coloración y decoloración.

Por ejemplo, el Lantano permite aumentar el índice de refracción en lentes de cámaras de alta calidad.

Los compuestos enriquecidos de Cerio, se usan mucho como polvos



efectivos para pulir.

El Cerio puro no sólo es un decolorante fuerte, sino también un buen colorante de vidrio, como el Neodimio y Erblio.

La industria de cerámica, está dividida en la aplicación de colorantes de moda, donde el Cerio y Praseodimio se usan como esmaltes y opacificadores para azulejos, y la aplicación técnica para la fabricación de condensadores, sensores de oxígeno, cerámicas de ingeniería especiales con base de Circonio. Requiere principalmente Neodimio e Itrio con especificaciones altas y exactas en términos de morfología, tales como distribución adecuada del tamaño de partícula y área específica.

En el ranking de mercado, el segundo con el 33% es la **Industria de Catalizadores**, que muestra dos tendencias:

—Por un lado, sufre de la demanda decreciente de cloruro de tierras raras mezcladas o sin Cerio, para la desintegración catalítica en lecho móvil, debido a la aparición de ceolitas ultra estabilizadas (USY), que tienen un contenido muy bajo o casi nulo de tierras raras. El consumo de Estados Unidos cayó más del 55% en 1985, de 12.600 TM a 5.600 TM.

—Por otro lado, para el buen uso de la gasolina que no contiene letretilo de plomo, aprovecha el desarrollo de convertidores catalíticos de autos que requieren alto rendimiento de óxidos de Cerio para el control de emisión de gases.

La Metalurgia, que es el tercer mercado, con el 25%, también evoluciona en dos sentidos. Para las piedras de encendedores, la demanda de mischmetal aumenta con el desarrollo de encendedores desechables, pero para la industria de acero, la introducción del proceso de desulfuración elimina gran parte de la necesidad de la adición de tierras raras como mischmetal o siliciuro. De manera que, el consumo general está cayendo.

El mercado que está creciendo, corresponde al uso de mischmetal en las aleaciones de magnesio para motores de aviones, aleaciones de aluminio para líneas de transmisión de alta temperatura, turbinas de gas, cambiadores de calor y también substratos de aleaciones de ferrocromo para convertidores catalíticos en competencia con la cerámica.

#### CRECIMIENTO RAPIDO DEL MERCADO

Frente a la baja tasa de creci-

miento anterior, tres mercados importantes constituyen la fuerza motriz de la industria de tierras raras. Sin embargo, las dos que tienen las más altas tasas de crecimiento, representan sólo el 6% del mercado de tierras raras.

El mercado de los **magnetos** es muy característico de los problemas de la industria de tierras raras, con el desarrollo de magnetos permanentes como Samario-Cobalto y el nuevo Neodimio-Fierro-Boro. Pareciera que estos ya no son competitivos sino complementarios a sus aplicaciones. Así, el Samario mantiene la parte de "alta tecnología" de este mercado, mientras que el Neodimio conquistará la parte más común.

Con este ejemplo de la historia de los magnetos permanentes, es de utilidad enfatizar el posible efecto de dicha evolución del mercado en toda la industria de tierras raras.

El suministro mundial de Samario es escaso y el de Neodimio también, pero podría aumentar, si su desarrollo fuera más importante.

Por ejemplo, si los contenidos de bastnaesite y monacita se comparan, como en la figura 8, se puede observar que para obtener 100 TM de Samario o de Neodimio, la canti-

## PRECIO, GASTO Y COSTO

NO SON SINONIMOS

La reposición de un "O" Ring que vale \$ 50.— puede significar una reparación de muy alto costo.

Puede paralizar un equipo e influir en su producción.

### Wynn's

#### HYDRAULIC SYSTEMS CONCENTRATE

Evita y/o soluciona problemas de :

- Deterioro de "O" Ring
- Fugas de fluido
- Altas temperaturas
- Espumamiento del Aceite
- Desgaste acelerado
- Oxidación del aceite

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

VICTORIANO HERMOSILLA PIÑERO



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

dad de concentrado de minerales a procesar es muy diferente, y resulta una coproducción de una gran cantidad de Cerio, Lantano, la que debe venderse de manera de mantener económicamente atractiva la producción tanto de Samario como de Neodimio.

Por último, está el mercado de la **substancia fosfórica** principalmente unida a la fracción del Itrio de tierras raras. Crece más rápidamente, pero aún es pequeño, y requiere de muy alta pureza y de una morfología muy exacta.

Las tierras raras más "comunes" para la substancia fosfórica, son el Europio y el Itrio, pero ahora están unidos por otras tierras raras de "grado de substancia fosfórica" como Lantano, Cerio, Gadolinio para pantallas de televisión y computadoras, por Terbio y Tulio para pantallas que intensifican los rayos X y lámparas fluorescentes de tres bandas, y Neodimio para lasers.

**TENDENCIAS EN TECNOLOGIA Y MERCADO**

Una vez más, la característica principal de la industria de tierras raras, es el "Problema del Equilibrio" o el diferencial de la tasa de crecimiento que afectará siempre su futuro.

Es obvio que el mejor equilibrio entre la producción de tierras raras y la demanda corresponde al costo de producción más bajo y por lo tanto, al precio más favorable para cualquier aplicación.

Los casos del Samario y el Neodimio, son los ejemplos más típicos de estos últimos años de cambios del mercado.

El Samario no tuvo aplicaciones hasta 1970 y con un nivel de producción de alrededor de 300 TM, en 1985, aún escasea, principalmente porque todos los productores necesitan equilibrar la producción de todos los elementos de tierras raras.

Las aplicaciones tradicionales del Neodimio en vidrio y cerámica, necesitan alrededor de 600 TM y la actual producción de Neodimio separado es excesiva. Esto permitirá una buena partida para los magne-

tos de Neodimio—Fierro. Para el futuro, el potencial de Neodimio contenido en las 30.000 TM del consumo actual total de tierras raras, es alrededor de 5.000 TM, pero las inversiones en nuevas instalaciones para separación y acabado con obligatorios para elevar efectivamente la disponibilidad. Entonces, con la tasa de crecimiento del 4% de la industria general de tierras raras, la disponibilidad teórica de Neodimio será de alrededor de 7.000 TM en 1995. Si se necesitara más Neodimio, la producción adicional requerirá el desarrollo de otros mercados de tierras raras.

En el mismo camino y principalmente para el crecimiento rápido del mercado ítrico, los procesadores de tierras raras tienen las siguientes oportunidades:

—Desarrollar como lo hace Rhone-Poulenc, instalaciones muy variadas, con el objeto de "modificar" la distribución natural de alimentación de las tierras raras, procesando concentrados ítricos, tales como xenotima y otros, además de grandes volúmenes de concentrados convencionales.

—Limitar el ingreso total a las actuales demandas de producción de Cerio con el objeto de no acumular grandes cantidades, proporcionalmente de tierras raras de mercados más limitados.

—Producir más ítricos y alterar todos los costos de separación y acumulación de productos céricos no vendibles, sobre los ítricos. Esta política conduce a una dañina alta alza de precios y a un problema de acumulación de stock, debido al hecho que una TM de Itricos corres-

ponde a 14 TM de Céricos.

Debido a la gran variedad de aplicaciones, cada día sujetas a cambios tecnológicos, la industria de tierras raras tiene que ser muy flexible y de rápida reacción. Por ejemplo, y siempre para el nuevo mercado de Neodimio, hoy sólo una pequeña escala de procesos diferentes están operando, pero con diferente alimentación de Neodimio: óxido o cloruro o fluoruro. El mejor proceso en gran escala de acabado industrial, no es conocido definitivamente; de manera que es muy importante, con el objeto de responder a las necesidades de los clientes, contar anticipadamente con importantes inversiones para estar listos para el día D.

Para concluir, es interesante observar que la evolución de los precios para las tierras raras, no es positivo como los neófitos podrían pensar. La figura 9 muestra la variación de los precios de algunos importantes óxidos de tierras raras en US dólares constantes. Con la actual excepción del Samario, cuya demanda especulativa excede ampliamente la producción mundial, la tendencia es descendente. Para el futuro, considerando el crecimiento y la competencia entre los actuales y nuevos productores, esta tendencia continuará.

De manera que la escala económica para la instalación industrial, es cada vez más importante. Pero, si no es parte de una entidad grande, esta instalación debe ser muy flexible con secciones diferentes y sobredimensionadas, con el objeto de resistir a este "loco mundo de tierras raras"...

FIGURA 1

ABUNDANCIA DE ALGUNOS ELEMENTOS EN LA CORTEZA TERRESTRE			
Elementos de las Tierras Raras		Elementos Comunes	
Símbolo	ppm	Símbolo	ppm
Sc	5	Be	6
Y	28	B	3
La	12	N	46
Ce	33	Co	23
Pr	5	Cu	70
Nd	18	Ga	15
Pm	0	Ge	7
Sm	6	As	5
Eu	1	Br	2
Gd	6	Mo	9
Tb	1	Ag	< 1
Dy	6	Cd	< 1
Ho	1	Sn	40
Er	4	Sb	1
Tm	1	I	< 1
Yb	5	Pb	16
Lu	1	Bi	< 1

FIGURA 2

FORMULAS DE LOS PRINCIPALES MINERALES QUE CONTIENEN ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS

Bastnaesite	$CeFCO_3$
Monazite	$(Ce, Y) PO_4$
Xenotime	$YPO_4$
Apatite	$(Ca, Ce)_5 (P, Si)O_4)_3 (O, F)$
Pyrochlore	$(Na, Ca, Ce)_2 Nb_2 O_6 F$
Fergusonite	$(Y, Ce, U, Th, Ca) (Nb, Ta, Ti) O_4$
Samarskite	$(Y, Ce, U, Ca) (Nb, Ta, Ti)_2 O_6$
Euxenite	$(Y, Ca, Ce, U, Th) (Nb, Ta, Ti)_2 O_6$
Allanite	$(Ca, Ce, Th)_2 (Al, Fe, Mn, Mg)_3 (SiO_4)_3 OH$
Cerite	$CaCe_6 Si_3 O_{13}$
Fluocerite	$CeF_3$
Brannerite	$(U, Ca, Fe, Y, Th)_3 (Ti, Si)_5 O_{16}$
Gadolinite	$Be_2 FeY_2 Si_2 O_{10}$
Zircon	$(Zr, Th, Y, Ce) SiO_4$

FIGURA 4

UBICACION GEOGRAFICA DE LOS YACIMIENTOS DE BASTNAESITE Y MONAZITA

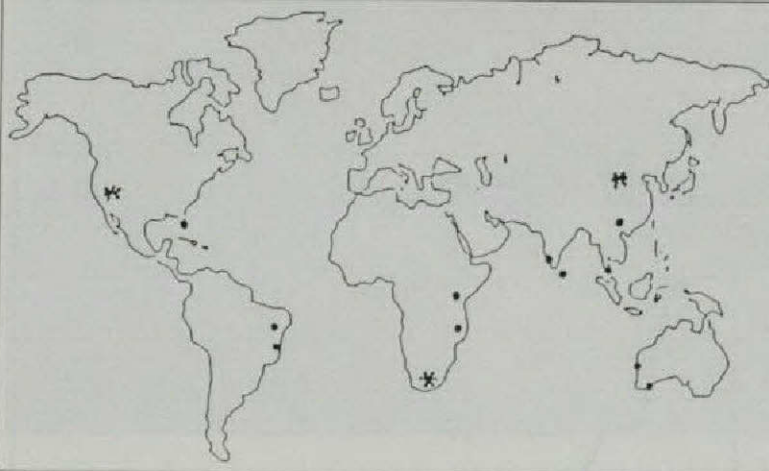


FIGURA 3

CONTENIDOS REO Y DISTRIBUCIONES REO TÍPICOS

Concentrados Comerciales	Monazite (Australia) %	Bastnaesite (USA) %	Xenotime (Malaysia) %	Apatite (USSR) %
Contenido total REO	55,00	70,00	42,00	1,00
Distribución REO				
TR liviano				
La	23,00	32,00	0,50	25,10
Ce	46,00	50,00	5,10	45,00
Pr	5,00	4,00	0,80	3,90
Nd	19,00	13,00	4,20	14,00
TR pesado				
Sm	3,00	1,00	1,20	1,60
Eu	0,07	0,10	0,01	0,50
Gd	1,70	0,15	3,60	1,50
Tb	0,16		1,00	0,10
Dy	0,50	0,12	7,50	1,00
Ho	0,09		2,00	0,10
Er	0,13		6,20	0,15
Tm	0,01		1,30	0,02
Yb	0,06	0,02	6,00	0,08
Lu	0,01		0,60	
Y	2,00	0,10	60,00	4,30

FIGURA 5

ETAPAS PRINCIPALES DEL PROCESO QUIMICO DE TIERRAS RARAS

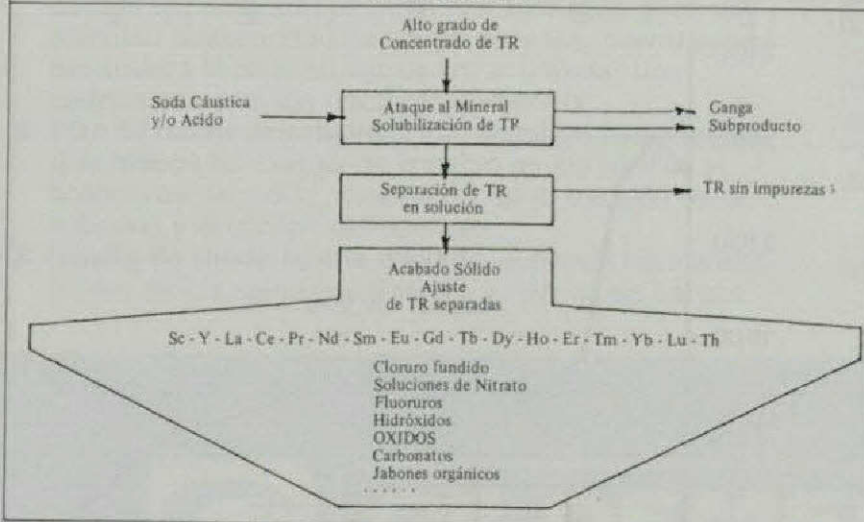


FIGURA 8

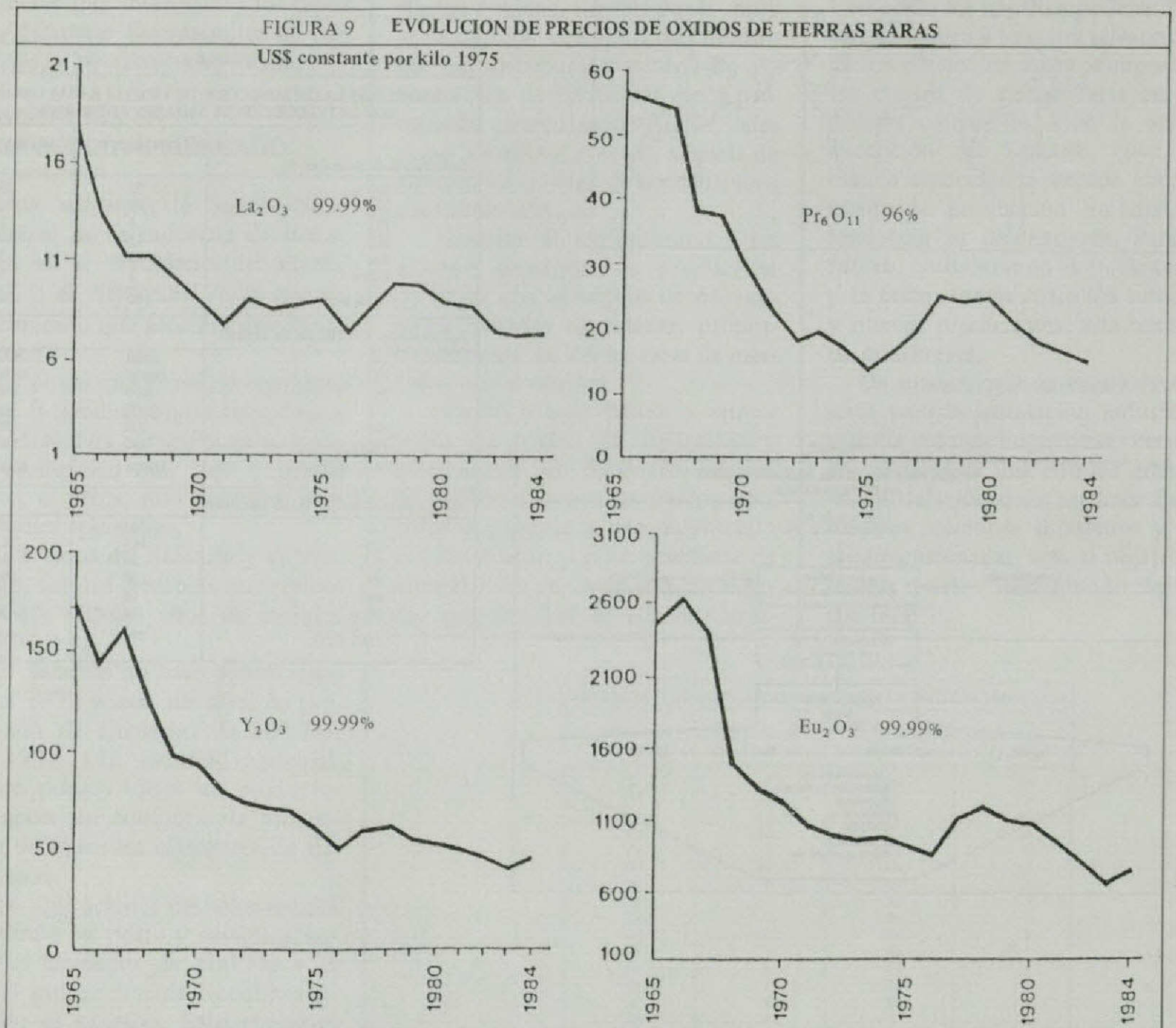
EJEMPLO DE LA COPRODUCCION DE TIERRAS RARAS UNIDO CON LA PRODUCCION DE SAMARIO Y NEODIMIO

Distribución de óxidos en %	BASTNAESITE	MONAZITE
La	32	23
Ce	50	46
Pr	4	5
Nd	13	19
Sm	1	3
Otros	1	5
Total REO	100	100
Subproductos con 100 TM de Samario		
La	6400	920
Ce	10000	1840
Pr	800	200
Nd	2600	760
Sm	100	100
Otros	100	180
Total REO	20000	4000
Subproductos con 100 TM de Neodimio		
La	246	121
Ce	385	242
Pr	31	26
Nd	100	100
Sm	4	13
Otros	4	24
Total REO	770	526

**FIGURA 7**

**DISTRIBUCION DEL CONSUMO MUNDIAL DE TIERRAS RARAS  
POR LOS PRODUCTOS FINALES**

%	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Vidrio-Cerámicas	28	26	35	31	30	35	31	33	31	37
Catalizadores-Químicos	38	39	32	26	34	30	44	48	43	33
Metalurgia	32	34	32	43	33	32	22	15	22	25
Magnetos-Electrónicos	1	1	1	1	3	3	3	4	4	5



# ¡A OTRO NIVEL!

NUEVO  
D8N



Caterpillar nuevamente confirma su liderazgo indiscutido en maquinaria pesada con la introducción del nuevo tractor D8N, que incorpora importantes adelantos técnicos exclusivos en su categoría.

- **Tamaño preciso**, con 285 HP y un peso de operación de 37.870 kgs. y dimensiones tales que permiten su transporte en camión rampla con sólo desmontar la hoja bulldozer.
- **Dirección diferencial exclusiva**, que provee potencia continua a ambas cadenas para lograr un control eficiente aún en giros cerrados. Los giros se ejecutan acelerando una de las cadenas, mientras se desacelera la otra, en vez de parar o frenar una cadena como en los tractores corrientes.
- **Tren de rodaje amortiguado con soportes basculantes**, que reduce las cargas de impacto en los rodillos y bastidores de rodillo, mejorando así la tracción de la máquina y el confort del operador.
- **Diseño de rueda motriz elevada**, que aleja los mandos finales de los agentes abrasivos y reduce las cargas

de impacto prolongando así la vida útil del tren de fuerza.

- **Diseño modular de componentes principales**, que facilita las reparaciones, permite el intercambio de componentes y la prueba preliminar de las unidades antes de su instalación.

A estas exclusivas características, debe agregarse el respaldo técnico que proporciona GILDEMEISTER S.A.C. tanto en sus talleres como en terreno, el oportuno suministro de repuestos, la capacitación de operadores y mecánicos, y muchos otros servicios que contribuyen a lograr máxima disponibilidad, óptimo rendimiento y los más bajos costos de operación de los equipos CATERPILLAR.

Por todo esto, el nuevo tractor D8N le llevará a otro nivel de productividad, eficiencia y rentabilidad.

**SIEMPRE UN PASO MAS ADELANTE EN TECNOLOGIA**



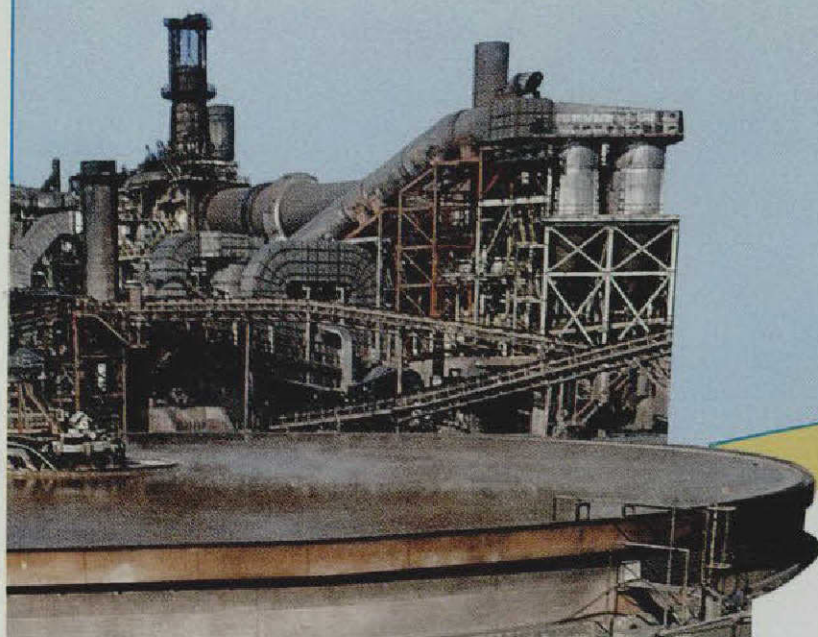
**GILDEMEISTER S.A.C.**

VENTAS • SERVICIO • REPUESTOS • A LO LARGO DEL PAIS

# Una sólida respuesta

- \* Cadenas y eslingas **ACCO Y ERLAU**
- \* Empaquetaduras de asbesto, vellumoides, corcho **KLINGER**
- \* Empaquetaduras líquidas, aceite penetrante, trabas químicas **THREE BOND**
- \* Instrumental de procesos y control **YOKOGAWA**

ASISTENCIA TECNICA



IMPORTADORA

**JANSSEN**  
Y CIA. LTDA

Agustinas 2356 Fono: 6998021 Télex: 340489 SANTIAGO  
Sucursales ANTOFAGASTA Fono: 221099  
CONCEPCION Fono: 223330

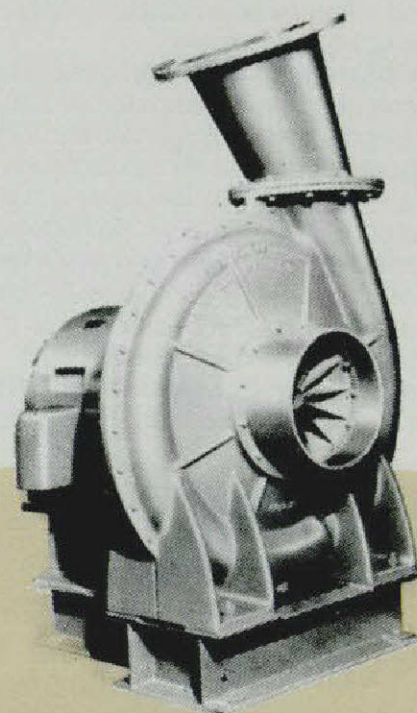


buffalo forge company

## VENTILADORES

La más completa línea de ventiladores y Extractores para usos Industriales y Mineros.

- Axiales y centrífugos
- Grandes capacidades
- Temperaturas extremas
- Gases corrosivos, erosivos, etc.



Más de 100 años de Prestigio en el Mundo  
y más de 65 años de Experiencia en Chile.

**H HANSA**

☎ 231-7843 — 231-9149  
TELEX: 441516 — 340190 HANSA  
FAX: 231-5144 CASILLA: 27 - SANTIAGO 1

Comportamiento de la Calcopirita en flotación

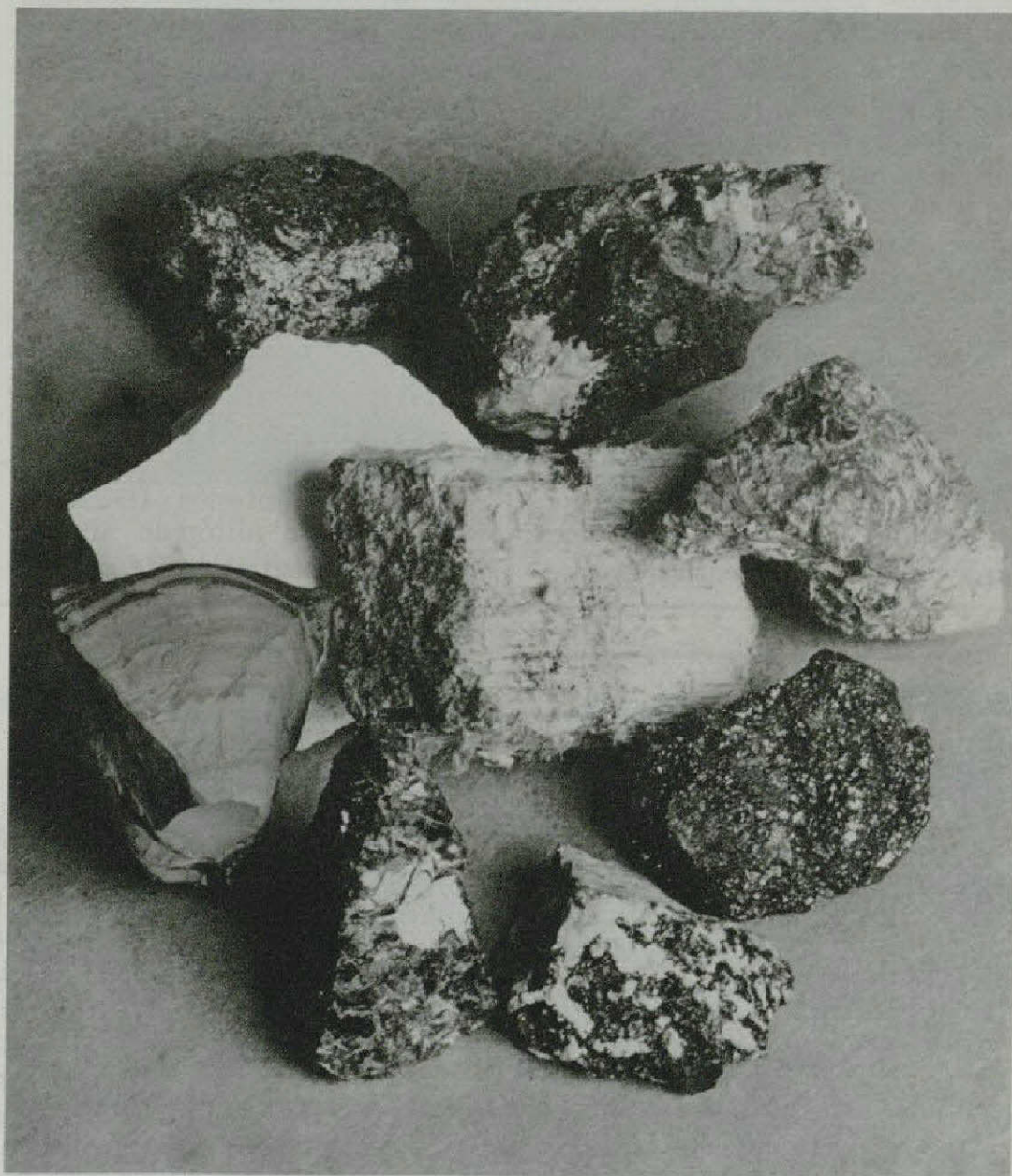
# RECUPERACION DE PARTICULAS FINAS

(CAPITULO II)

Por Heriberto Ledesma Aguirre  
 Depto. Ing. Química y Metalúrgica  
 Universidad del Norte  
 Miguel Guzman López  
 Depto. Química  
 Universidad del Norte

La figura N° 1 muestra la recuperación de calcopirita en flotación con gas nitrógeno (80 cc./min), al variar la concentración de colector (SF-323) en el acondicionamiento para los siguientes rangos granulométricos:

$74,0\mu + 43,0\mu$ ;  $-43,0\mu + 23,0\mu + 23,0\mu + 11,5\mu$  y  $70\% - 8,8\mu$ . Todos los tamaños presentan curvas crecientes al aumentar la concentración de colector hasta un límite, después del cual las recuperaciones permanecen constantes. También se puede observar que en la medida que la granulometría es menor, disminuye la concentración óptima de colector. Así, para los tamaños mayores ( $-74,0\mu + 43,0\mu$ ) se obtienen recuperaciones cercanas al 75%, para una concentración de colector óptima de 40 p.p.m., mientras que las partículas más pequeñas ( $70\% - 8,8\mu$ ), muestran recuperaciones del 40%, para una concentración de colector de 28 p.p.m. Este comportamiento que está alejado de la flotabilidad que presenta la calcopirita, puede deberse a los siguientes factores: Tamaño de las burbujas de gas utilizado que, en este caso, sería muy similar al tamaño de las partículas mayores y alteraciones superficiales como oxidación superficial. El hecho que después de la concentración óptima, las recuperaciones sean constantes, indica que la superficie del mineral



presenta una adsorción máxima del colector.

Se observa que los tamaños menores requieren también una menor concentración de colector, lo que aparentemente es contradictorio ya que las partículas más finas presentan una mayor área específica y, por ello, deberían tener mayor adsorción. Sin embargo, el hecho se explica en que las partículas pequeñas presentan un alto grado de oxidación producto de su mayor superficie de exposición.

En la figura N° 2 se estudia la

recuperación de calcopirita al variar la concentración de colector con gas generado electroquímicamente, para los tamaños máximos ( $-74\mu + 43,0\mu$ ) y mínimos ( $70\% - 8,8\mu$ ). Utilizando a su vez distintas densidades de corriente (0,45; 0,60; 0,85 A/cm<sup>2</sup>). La experiencia es análoga a la anterior (Figura N° 1), usándose las mismas variaciones en la concentración del colector. Los tamaños estudiados presentan curvas crecientes de flotabilidad al incrementarse la concentración de colector, hasta alcanzar un máximo, después del

cual las recuperaciones no aumentan. Se obtienen recuperaciones máximas con densidad de corriente igual a  $0,85 \text{ A/cm}^2$ . Sin embargo, se visualiza claramente que la concentración de colector óptima varía según el tamaño, siendo de 15 p.p.m. para los tamaños mayores y 25 p.p.m. para los tamaños menores, con igual densidad de corriente. Usar una mayor densidad de corriente implica generar mayor volumen de gas electrolítico, por lo que las recuperaciones aumentan.

Por otra parte, un aumento en la densidad de corriente produce una variación del pH de la pulpa durante la electroflotación, haciéndola más ácida, evitando en cierto grado, la oxidación superficial de las partículas por una "lixiviación" de las capas oxidadas que las recubren. También hay que mencionar que el tamaño de la burbuja generada es función de la densidad de corriente y de la porosidad de la frita utilizada, siendo esta última constante para todas las experiencias. En elec-

troflotación, las burbujas generadas presentan tamaños menores, similares al tamaño de las partículas más pequeñas, por lo que éstas se verán favorecidas.

Al operar con menor densidad de corriente ( $0,45 \text{ A/cm}^2$ ), la flotabilidad de las partículas finas es considerablemente mayor que la de las gruesas; este fenómeno permite ver claramente el efecto positivo que presenta el tamaño de la burbuja en la recuperación de las partículas finas, considerando que en este caso, se tiene menor arrastre mecánico por el gas generado.

También se observa un aumento sustancial en la recuperación de las partículas finas al utilizar electroflotación. Tal aumento es del orden del 18% para una densidad de corriente de  $0,85 \text{ A/cm}^2$ , concentración de colector 25 p.p.m. y flujo de gas electrolítico de 22,5 c.c./min., mientras que las condiciones en flotación tradicional son: Flujo de nitrógeno 80 c.c./min. y concentración de colector

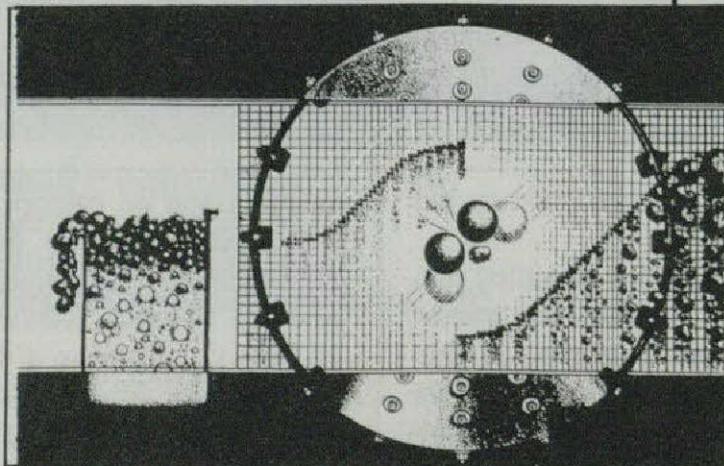
40 p.p.m. Sin embargo, este efecto no se visualiza en las partículas gruesas que por el contrario, disminuyen su recuperación al utilizar electroflotación, dejando de manifiesto la influencia del tamaño de la burbuja en la recuperación de las partículas.

En la figura N° 3 se estudió el efecto del pH durante el acondicionamiento en la recuperación de calcopirita, al utilizar gas nitrógeno con las condiciones de colector óptimas concentradas en la figura N° 1 (SF-323: 40 p.p.m.). Las mayores recuperaciones se obtienen en todos los rangos de tamaño, para un pH4, las partículas gruesas presentan flotabilidad cercana al 80%, mientras las más finas sólo alcanzan recuperaciones del 50%, para el mismo pH. Trabajar a pH ácido evita el efecto negativo que produce la oxidación superficial en las partículas, como se explicaba anteriormente, debido a esto se obtendrán buenas recuperaciones para este pH. Cabe señalar que al trabajar a pH neutro,



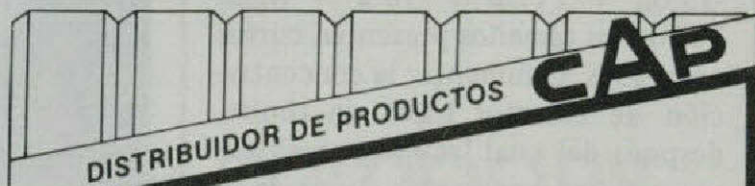
**DIMENSIONAMIENTO Y OPTIMIZACION DE PLANTAS CONCENTRADORAS MEDIANTE TECNICA DE MODELACION MATEMATICA**

Un anexo riguroso y pragmático entre los aspectos teóricos de los procesos de comunicación y concentración de minerales, su caracterización en la forma de modelos matemáticos y su aplicación al procesamiento de minerales y al diseño de plantas.



**ES UNA NUEVA PUBLICACION DEL CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA**

Avda. Parque Institucional 6.500 - Las Condes  
Casilla 170 - Santiago 10 - Telex 240780 CIMM CL  
Teléfonos: 2289544 - Stgo. - Chile.



- Planchas gruesas
- Planchas diamantadas para piso
- Planchas laminadas en frio
- Hojalata
- Barras redondas lisas
- Barras redondas para hormigón
- Barras planas
- Barras ángulo
- Barras cuadradas
- Vigas U y TT
- Planchas Zinc-Cap lisas
- Planchas Zinc-Cap acanaladas
- Cañerías de acero
- Perfiles de acero
- Clavos y Alambres



SANTIAGO: San Pablo 1179 Tel.: 712757 / V. Mackenna 1666 Tel.: 5561047  
Gran Avenida 2772 Tel.: 517545 / Exposición 1333 Tel.: 90048.  
CONCEPCION: Las Heras 268 Tel.: 227427. TEMUCO: Basilio Urrutia 099

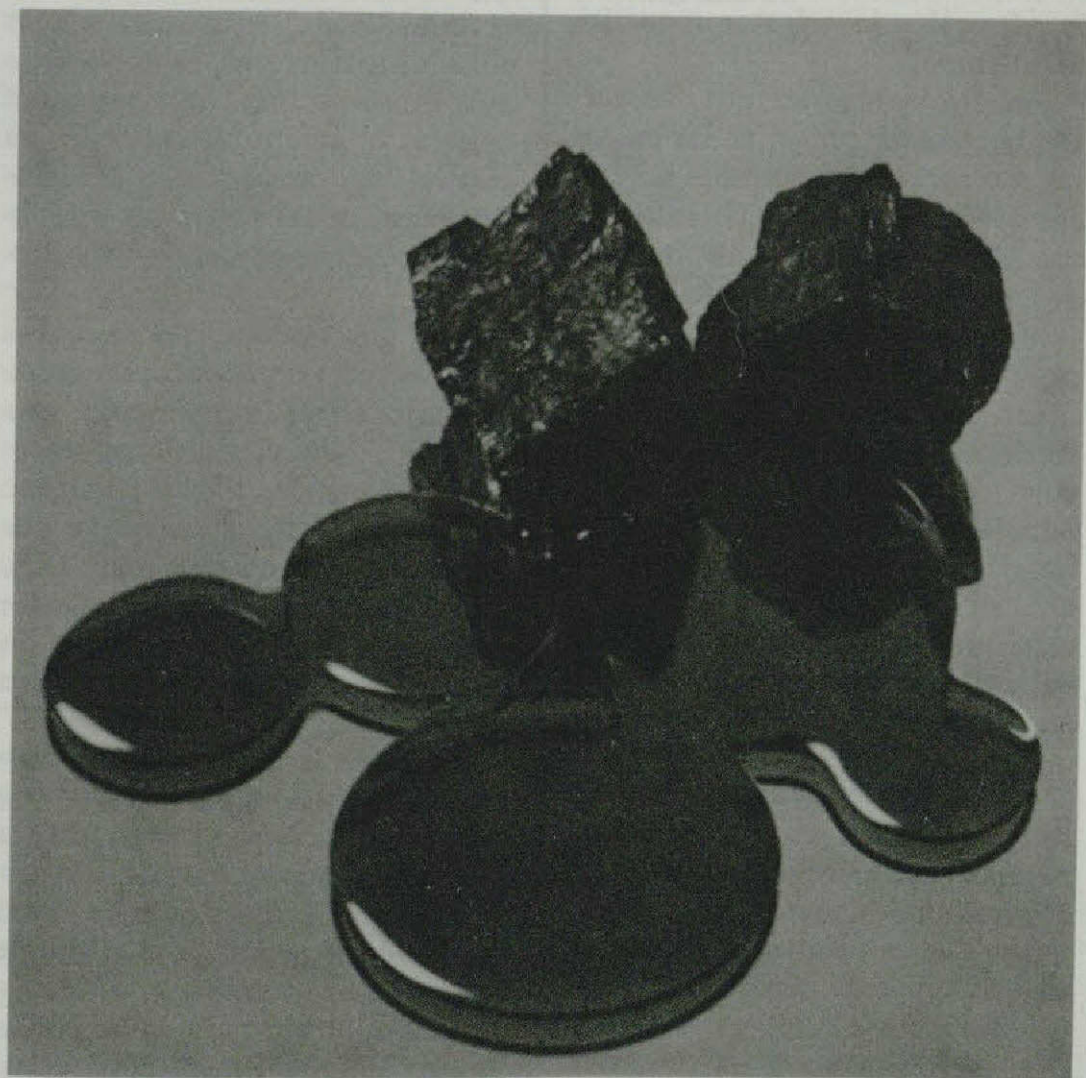
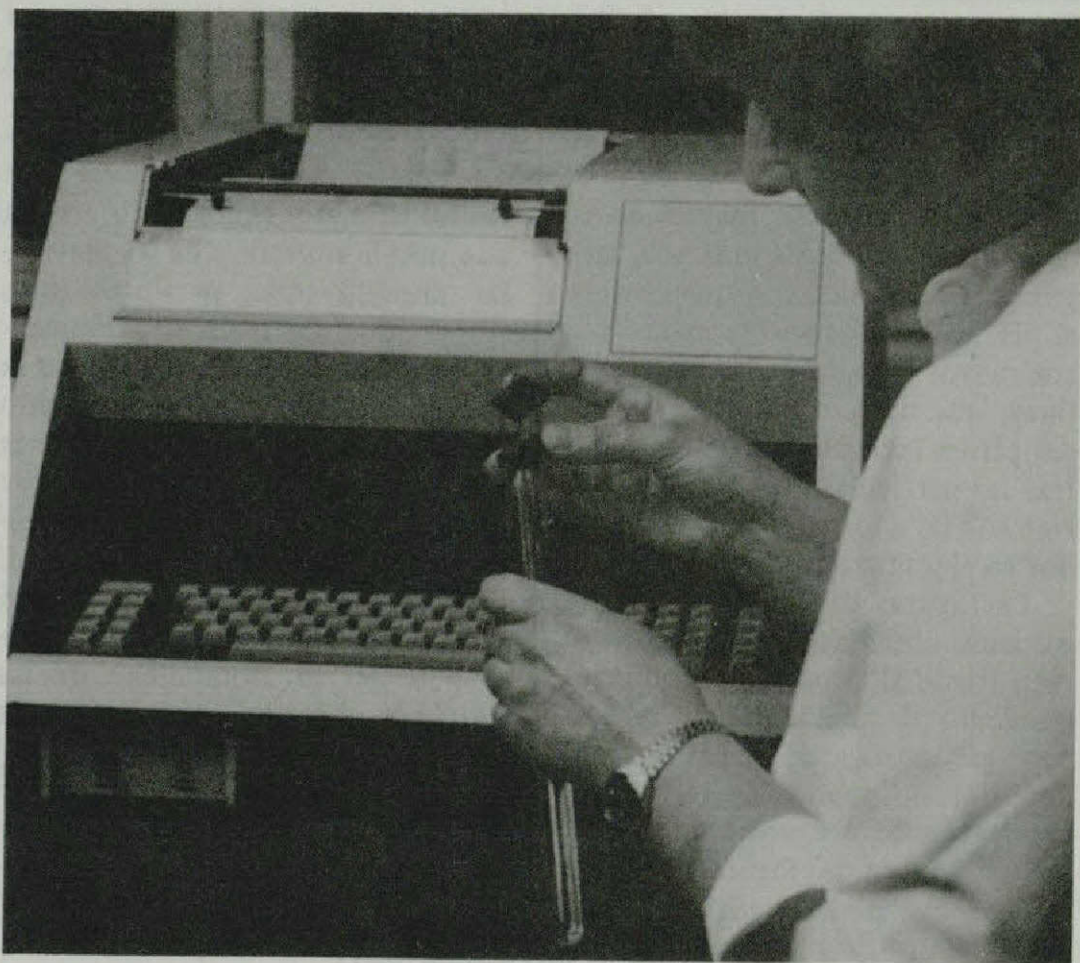


la flotabilidad de la calcopirita disminuye produciéndose un punto de inflexión dentro de la curva.

Este fenómeno se puede atribuir a los siguientes factores: comportamiento del reactivo colector Iso-propil Etil Tionocarbamato, que ha sido poco estudiado, desconociéndose sus mecanismos de acción y fundamentos teóricos a diferencia de los xantatos, lo que dificulta el análisis. En segundo lugar está la oxidación superficial de las partículas, que no se verían favorecidas por efecto de "lixiviación" que se produce a pH ácido y, además, antecedentes bibliográficos indican que la flotabilidad de la calcopirita aumenta a pH cercano a 9. También esta inflexión en la curva se podría atribuir a fenómenos superficiales que ocurren sobre el mineral, tal es el caso de suponer que las cargas superficiales positivas son iguales a las negativas (lo que se conoce como punto isoeléctrico), y que estaría determinando una carga superficial igual a cero. En este caso, los iones  $H^+$  y  $OH^-$  serían determinantes de potencial y el pH la variable más importante del sistema, ya que la adsorción del colector dependería de éste.

En la Figura N° 4 se muestra el efecto del pH durante el acondicionamiento en la recuperación de calcopirita al trabajar con gas electrolítico y con las condiciones óptimas encontradas en la experiencia N° 2 para los tamaños máximos y mínimos. Los resultados son óptimos al trabajar a pH9, con recuperaciones del 60% para tamaños gruesos y 57% para tamaños finos. A pH inferiores a 9 se observa una disminución en la flotabilidad para los tamaños gruesos, mientras los tamaños finos mantienen una flotabilidad constante en todos los rangos de pH experimentados. Dicha flotabilidad es superior a la encontrada al trabajar con gas nitrógeno (Figura N° 3).

Hay que destacar que por las reacciones anódicas y catódicas que ocurren durante la electroflotación, el pH durante ésta cambia en forma rápida, disminuyendo hasta hacerse constante, de acuerdo a bibliogra-



fía, ya que el pH cambia rápidamente, las variaciones en la flotabilidad no pueden relacionarse significativamente con el pH durante el acondicionamiento y se ha demostrado que mientras mayor es la densidad de corriente utilizada, mayor será la rapidez con que cambia el pH. Este fenómeno se manifiesta con mayor claridad en las partículas finas, que muestran independencia del pH en las recuperaciones, mientras las partículas más gruesas estarían sujetas a los factores mencionados en el punto anterior.

La Figura N° 5 presenta los resultados obtenidos en la recuperación frente al tiempo de acondicionamiento del colector, al trabajar con gas nitrógeno, a pH óptimo determinado por la Figura N° 3, y concentración de colector óptima encontrada en la Figura N° 1. Se observa que para los tamaños gruesos el tiempo de acondicionamiento es corto, alrededor de 2 minutos, mientras las partículas finas requieren un acondicionamiento más prolongado, cercano a los 7 minutos. Este hecho se explica al considerar que las partículas finas presentan mayor área específica y, por ende, la adsorción de colector requerirá más tiempo.

La figura muestra que las partículas gruesas presentan las mayores recuperaciones, cercanas al 75%, considerando que las partículas finas sólo alcanzan un 58%, indicando que las partículas gruesas ven favorecida su flotabilidad por el tamaño de la burbuja de nitrógeno.

En la Figura N° 6 se aprecia como varía la recuperación en función del tiempo de acondicionamiento, al trabajar con gas electrolítico en los tamaños gruesos y finos, en las condiciones óptimas de concentración de colector, densidad de corriente y pH determinadas por las figuras N°s 2 y 4, respectivamente. A diferencia de la figura N° 5, las partículas finas aumentan su recuperación en un 14%, para tiempos más cortos al ser tratadas electroquímicamente, este hecho indica que la adsorción del colector es más eficiente por la influencia, posiblemente de los gases generados, especialmente el oxígeno elec-

trolítico, que podría cumplir una doble función: facilitar la oxidación del colector generando posiblemente especies más hidrofóbicas, en forma similar a lo que ocurre con xantatos; o, por el contrario, oxidar aún más la superficie de las partículas disminuyendo su flotabilidad. Ahora, si la partícula está levemente oxidada, como es el caso de la calcopirita, el oxígeno generado tendrá su acción principal sobre la oxidación del colector, por lo que una alta densidad de corriente afectaría positivamente su flotabilidad.

Si se comparan las figuras N°s 5 y 6, se observará un aumento considerable en la flotabilidad de las partículas finas para tiempos cortos de acondicionamiento (2 minutos) al usar electroflotación. Esto nos indicaría que la adsorción del colector sobre la superficie de las partículas es más eficiente, debido a la influencia positiva que ejercen los gases electroquímicamente generados. A esto se agrega el hecho de que las burbujas de gas electrolítico son similares a las partículas más finas, aumentando la probabilidad de choque partícula-burbuja, lo que se traduce en un incremento de la flotabilidad. Respuestas similares a las obtenidas han sido descritas por otros autores, que muestran también el efecto favorable del gas electrolítico, aumentando la hidrofobicidad de las partículas y facilitando la buena adsorción del colector.

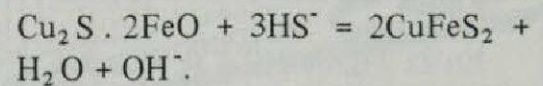
Hay que destacar que en ambos casos, las curvas presentan un decremento en la recuperación para tiempos de acondicionamientos muy prolongados. Dicho fenómeno podría explicarse al considerar que un acondicionamiento muy largo produce una desorción del colector por efectos mecánicos, dadas las condiciones dinámicas del sistema de agitación.

Debido a la gran superficie específica existente en las partículas de tamaño fino, éstas se expondrán a un mayor grado de oxidación superficial, según se muestra en la figura N° 7, donde se analiza el efecto de la sulfidización previa a la electroflotación, al trabajar con las condiciones óptimas de colector, pH y

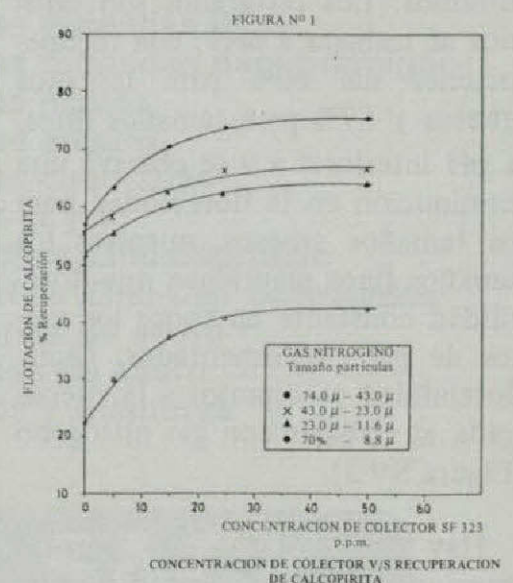
tiempo de acondicionamiento encontrado anteriormente para partículas finas (70% - 8,8 $\mu$ ). En estudios hechos con sulfuros puros, flotan con un rendimiento de más o menos 95%. Este comienza a decaer en la medida que se oxidan por procesos secundarios: una sobremolienda y clasificación en húmedo, en este caso. Teóricamente, al realizarse la sulfidización, las recuperaciones deberían aumentar considerablemente, sin embargo, dado el tamaño excesivamente fino de las partículas (8,8 $\mu$  para calcopirita), la cantidad de  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (50 p.p.m.), debe haber sido poca, ya que se experimentaron aumentos en la recuperación sólo del 15%.

Por otra parte, se han realizado estudios con sulfuros de cobre, encontrándose que todos ellos presentan algún grado de oxidación superficial que altera su flotabilidad. El grado de oxidación disminuye de calcosina a enargita y calcopirita.

Según los avances teóricos de flotación, la reacción de sulfidización que ocurre en calcopirita y que ha sido propuesta por investigadores, es la siguiente:

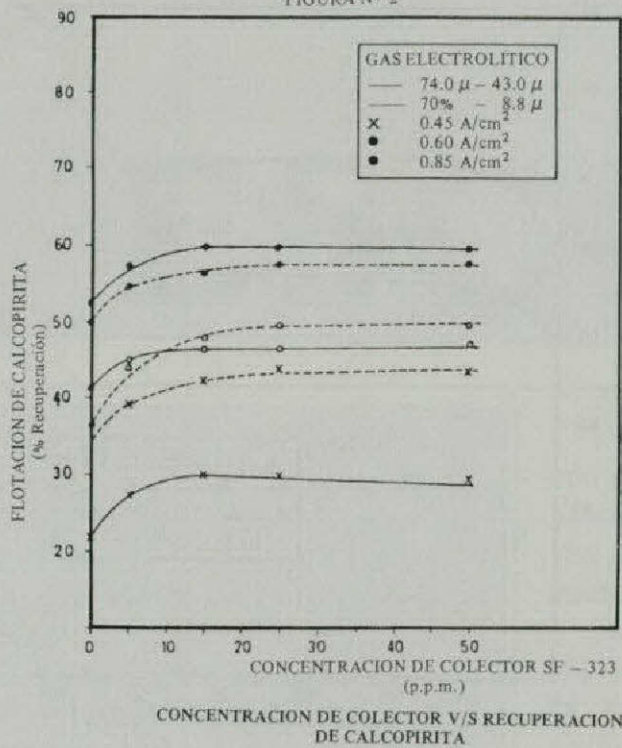


Hay que señalar que el sulfuro de sodio en concentraciones altas presenta un efecto depresor, por la presencia del reductor HS, que a su vez depende del pH del sistema.



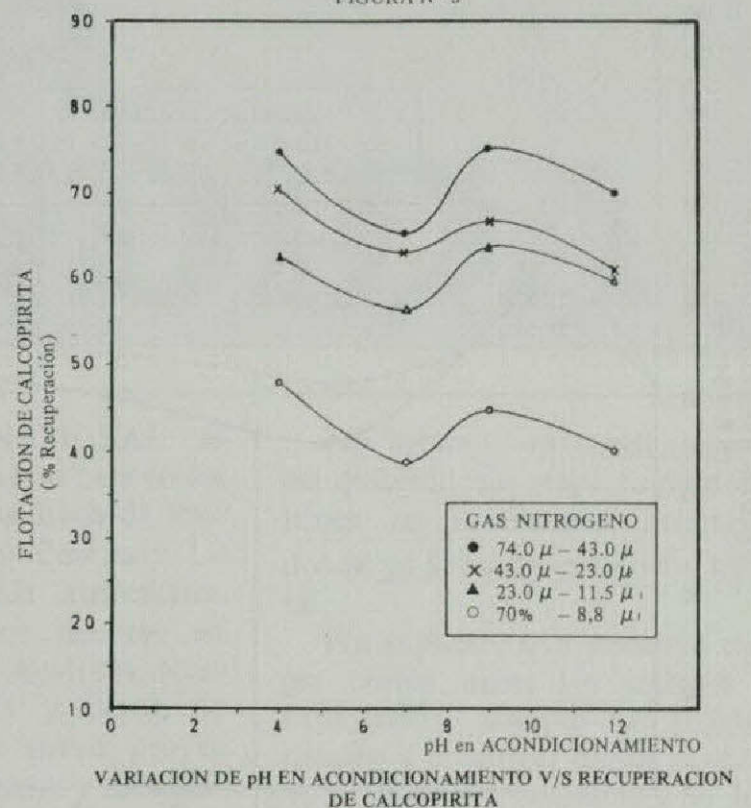
Condiciones:  
Gas nitrógeno 80 (cc/min)  
Colector SF-323 a distintas concentraciones  
Tiempo de acondicionamiento: 2 minutos  
pH en acondicionamiento  
Concentración de Espumante MIBC: 35 ppm  
Tiempo de Flotación: 1 minuto.

FIGURA Nº 2



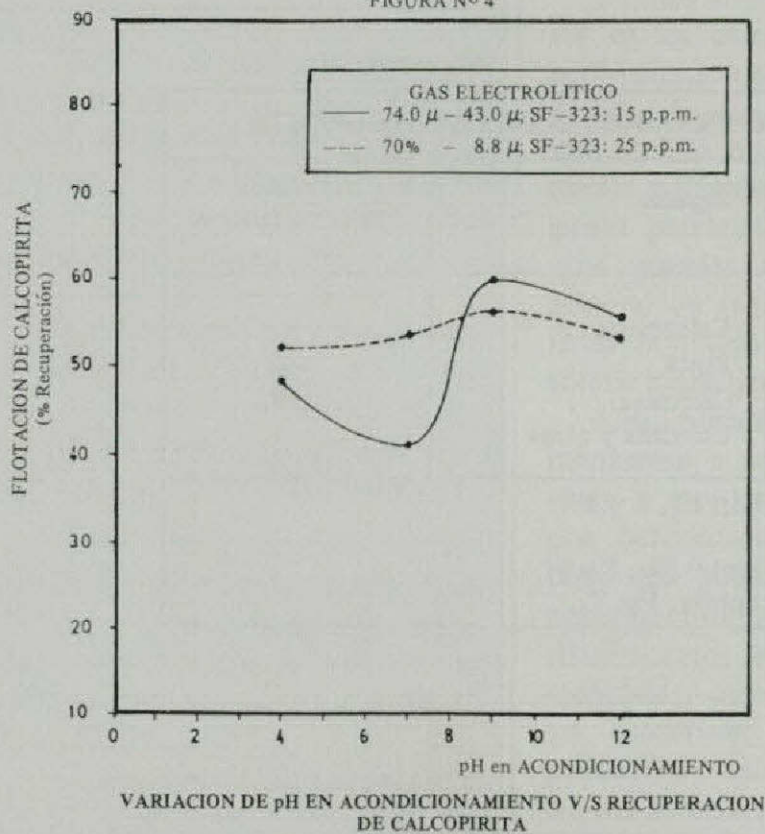
Condiciones:  
 Gas electrolítico: Oxígeno e Hidrógeno  
 Colector SF-323 a distintas concentraciones  
 Tiempo de acondicionamiento: 2 minutos  
 pH 9 en acondicionamiento  
 Concentración de Espumante MIBC: 35 p.p.m.  
 Electrolito: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4%  
 Electrodo: Pt/Pt  
 Tiempo de Flotación: 1 minuto  
 Densidad de corriente variable

FIGURA Nº 3



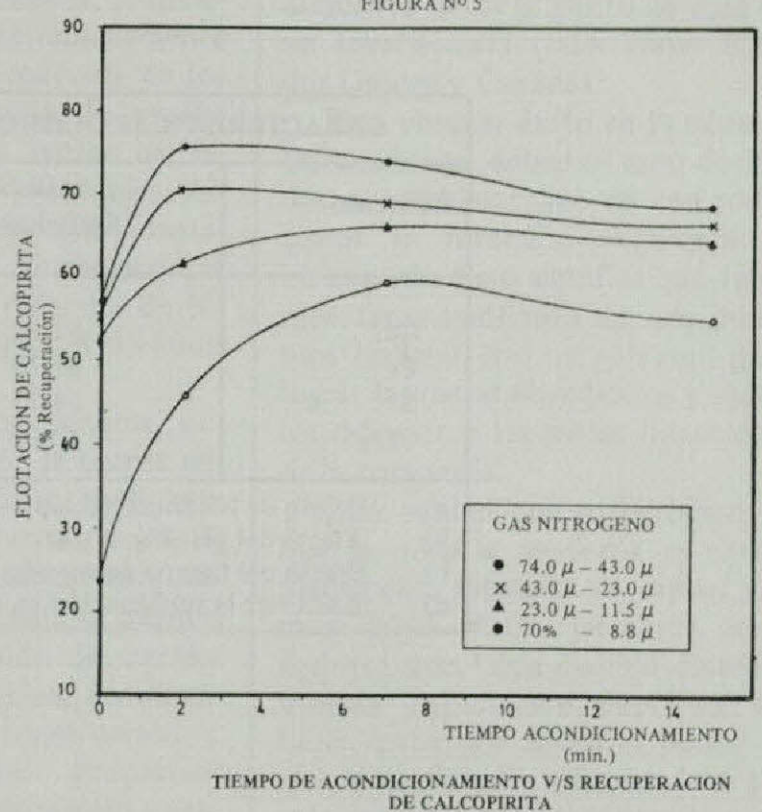
Condiciones:  
 Gas nitrógeno 80 (c.c./min.)  
 Concentración de colector SF-323: 40 p.p.m.  
 Tiempo de acondicionamiento: 2 minutos  
 Concentración de Espumante MIBC: 35 p.p.m.  
 Tiempo de flotación: 1 minuto

FIGURA Nº 4



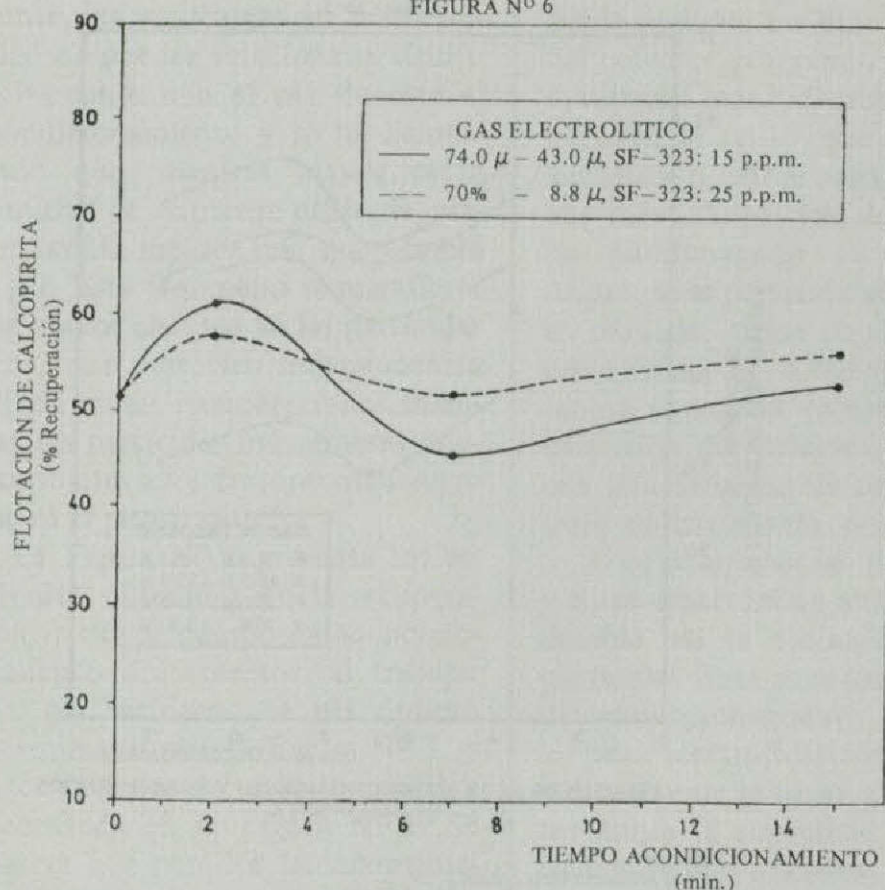
Condiciones:  
 Gas electrolítico: Oxígeno e Hidrógeno  
 Tiempo de acondicionamiento: 2 minutos  
 Concentración de espumante MIBC: 35 p.p.m.  
 Densidad de corriente 0,85 (A/cm<sup>2</sup>)  
 Electrolito: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4%  
 Electrodo: Pt/Pt  
 Tiempo de flotación: 1 minuto.

FIGURA Nº 5



Condiciones:  
 Gas nitrógeno 80 (c.c./min.)  
 Concentración de colector SF-323: 40 p.p.m.  
 pH en acondicionamiento: 4  
 Concentración de espumante MIBC 35 p.p.m.  
 Tiempo de flotación: 1 minuto

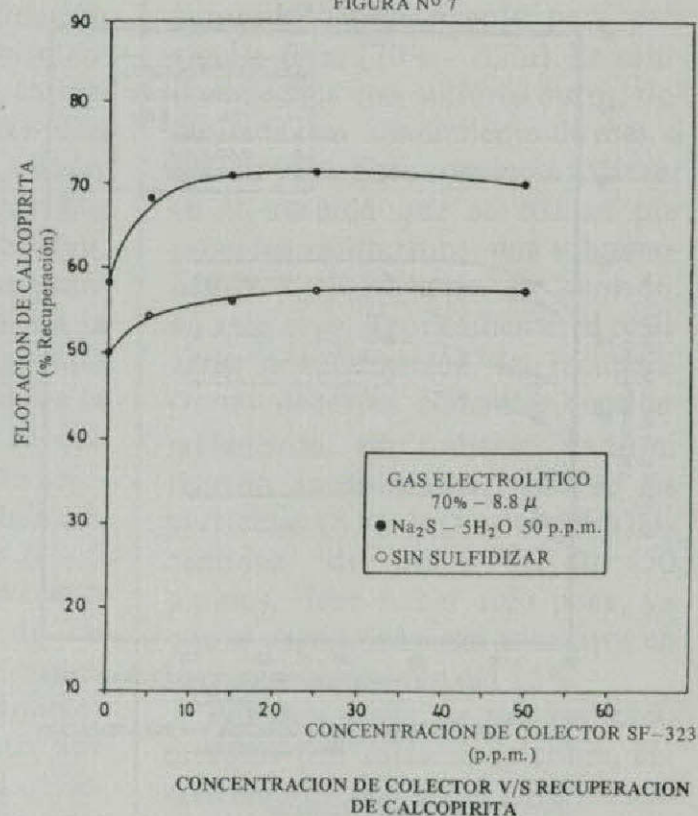
FIGURA N° 6



TIEMPO DE ACONDICIONAMIENTO V/S RECUPERACION DE CALCOPIRITA

Condiciones:  
 Gas electrolítico: Oxígeno e Hidrógeno  
 pH en acondicionamiento: 9  
 Concentración de espumante MIBC 35 p.p.m.  
 Densidad de corriente 0,85 (A/cm<sup>2</sup>)  
 Electrolito: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4%  
 Electrodo: Pt/Pt  
 Tiempo de flotación: 1 minuto

FIGURA N° 7



Condiciones:  
 Gas electrolítico: Oxígeno e Hidrógeno  
 Tiempo de acondicionamiento: 2 minutos  
 pH9 en acondicionamiento  
 Concentración de espumante MIBC: 35 p.p.m.  
 Electrolito: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4%  
 Tiempo de flotación: 1 minuto  
 Electrodo: Pt/Pt

CARACTERISTICAS QUIMICO-MINERALOGICAS DE LA CALCOPIRITA

Elemento	Análisis Químico %	Especie	Análisis Mineralógico %
Cu	32,92	Calcopirita	89
Fe	29,70	Pirita	8
S	34,35	Calcosina	2
SiO <sub>2</sub>	3,03	Covelina y otros	1

- a) Efecto de la concentración de colector: Fig. 1 y 2
- b) Efecto del pH: Fig. 3 y 4
- c) Efecto del tiempo de acondicionamiento: Fig. 5 y 6
- d) Efecto de la sulfidización en la calcopirita: Fig. 7

FE DE ERRATAS

El autor del artículo "Renace el Oro Blanco", aparecido en el número anterior, es Alvaro González Letelier, Profesor-Investigador de Ingeniería Química, U. de Chile.

# LA ESCONDIDA

*Importantes reflexiones (y revelaciones) sobre el proyecto La Escondida y la inversión externa contiene la exposición que ofreció el Vicepresidente de Utah International, Keith Wallace, en la Conferencia sobre Experiencias en Exportaciones efectuada recientemente en Santiago, bajo la organización de AMCHAM y el Banco Mundial.*

*Boletín Minero reproduce en estas páginas el texto completo de la exposición, algunas de cuyas frases más destacadas son las siguientes:*

*—“Para mí la estabilidad (en las reglas del juego) es, lejos, el criterio más importante al que debe aspirar un inversionista minero”.*

*—“Los propietarios actuales del proyecto son: BHP (a través de UTAH) 60%; Río Tinto - Zinc Corporation 30% y Mitsubishi Corporation y dos compañías japonesas fundidoras de cobre, 10%”.*

*—“La Escondida es (hoy) el mejor proyecto de cobre en el mundo... La Ley del cuerpo mineralizado será, en promedio, de 2,85%, en los 10 primeros años de operación”.*

*—“Los concentrados serán transportados 160 kilómetros, por una tubería húmeda, desde la mina a un puerto nuevo situado en Caloso, al sur de Antofagasta”.*

*—“Costo total (del proyecto): US\$ 1.100 millones”.*

*—“Se necesita terminar estudios de mercado y financiamiento (entre otros, para definir la puesta en marcha)”.*

UTAH INTERNATIONAL es una empresa minera con base en los Estados Unidos, subsidiaria de Broken Hill Proprietary Company Limited, una compañía Australiana.

Tenemos negocios mineros en los Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, Canadá y Brasil. Se están desarrollando nuevos proyectos en Chile e Indonesia y la explotación minera se está haciendo sobre bases mundiales.

Existen varios aspectos en el negocio de la minería que tienden a hacer algo diferente nuestro criterio, al tomar la decisión de invertir, que de aquellos otros casos de la industria. Quisiera analizar algunas de estas diferencias.

Debido a su naturaleza, la minería es un campo extremadamente problemático en la mayoría de los países. Es un negocio de mucha visión. Los mineros agotan los recursos naturales no renovables. Algunas personas creen que devastamos grandes áreas si sacamos el mineral ya sea por métodos de túneles o a tajo abierto. A menudo somos extranjeros.

Aun, nosotros los mineros, comenzamos a creer en la prensa adversa a nosotros. Esto, hasta que nos detenemos a pensar sobre el bien que puede significar esta minería para un país o para su pueblo. Abastecemos al mundo de metales esenciales, combustibles, fertilizantes, materiales de construcción y productos químicos. Proporcionamos inversiones, desarrollo y empleo, generalmente en partes del mundo en que más se necesitan. Sin embargo, la minería a la larga es impopular, lo que resulta un argumento fácil para los políticos.

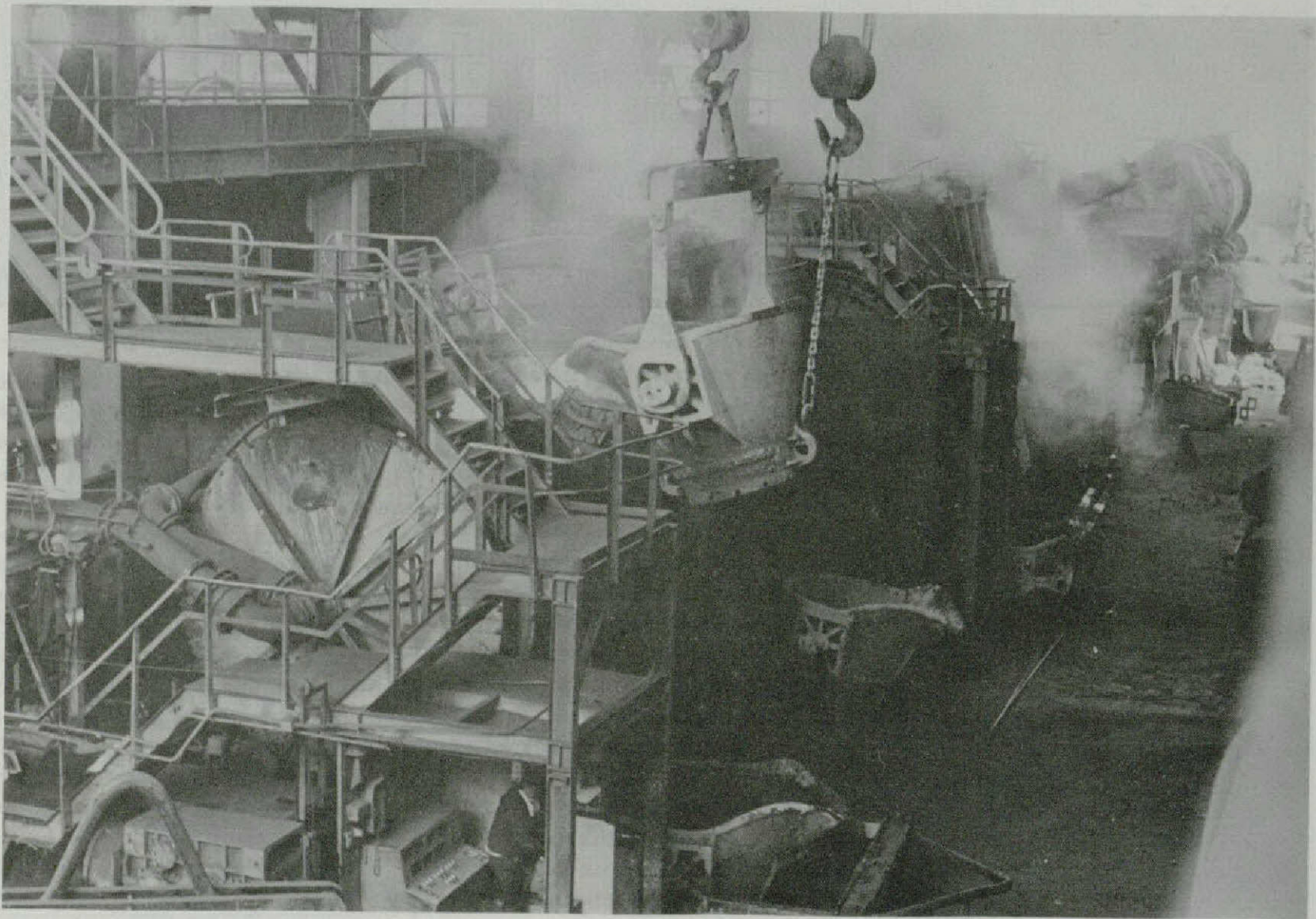
No estamos en condiciones de ser quisquillosos respecto de dónde hacer las inversiones; invertimos donde ya se ha descubierto el mineral.

Por supuesto que podemos escoger donde hacer los trabajos de exploración, aunque los geólogos tienden a investigar donde el entorno geológico es favorable y no donde el panorama político/económico pareciera mejor. La mayoría de los recientes descubrimientos más significativos de los tiempos recientes no han sido en áreas política o económicamente atrayentes.

Sólo el 40% de los presupuestos de UTAH INTERNATIONAL han ido para la exploración de áreas atractivas desde el punto de vista de un inversionista (tales como Estados Unidos y Canadá).

Para obtener éxito en la minería internacional, debemos estar decididos a considerar que en casi todas partes la inversión extranjera es bienvenida. Esto significa que debemos tener confianza en que podemos trabajar con un gobierno para lograr las metas económicas y sociales del país y las metas financieras de la compañía.

Otra verdad que enfrentamos es que la minería moderna es extremadamente intensiva en capital y a muy largo plazo. Detallaré estos factores más tarde cuando describa nuestra explotación cuprífera en Chile, pero por ahora el punto es que el explotador minero debe tomar su compromiso y empezar sus inversiones varios años antes de que espere tener algún retorno financiero. Por lo tanto, sus inversiones están expuestas a virajes en políticas de todo tipo que cambien factores como impuestos, leyes laborales,



*Cuando La Escondida se encuentre operando a plena capacidad, la producción de cobre del país aumentará en 300.000 ton. al año.*

requerimientos ambientales, etc.

En resumen, las diferencias entre la minería y otro tipo de inversiones creo que la principal es que dicha inversión es de mayor riesgo. No sólo las probabilidades de encontrar un depósito minero importante (menos de un 1% de las prospecciones se desarrolla como proyecto minero) sino también enfrentamos mayores inversiones con períodos mayores de tiempo en su desarrollo, a menudo en situaciones hostiles o por lo menos con actitudes suspicaces de parte del público.

Entonces habiendo hecho nuestro proyecto minero, encontramos a veces que nos hemos convertido en un atractivo blanco para los políticos, particularmente si el proyecto es financieramente exitoso. Finalmente, los precios que se pagan por nuestros productos tienden a fluctuar enormemente y de manera impredecible. (Sin embargo debo confesar que desearía profundamente

ver alguna de estas enormes fluctuaciones luego en el mercado del cobre).

Todo esto significa que la minería es un negocio de alto riesgo. ¿Qué significa esto con respecto a criterios e incentivos de inversión? Para mí significa que la **estabilidad** es lejos el criterio más importante al que debe aspirar un inversionista minero. Un futuro incierto en las reglas del juego desalienta, si es que no elimina completamente, las inversiones mineras.

Existe una cantidad de tipos de estabilidad que el inversionista necesita, las cuales pueden ser categorizadas como estabilidad político/económica. Esto incluye estabilidad en regímenes de impuesto, repatriación de las utilidades y capitales con la consiguiente convertibilidad a moneda extranjera. El inversionista también necesita confianza razonable en cuanto a que las políticas de gobierno no conducirán a una

inflación galopante o a cambios radicales en leyes laborales, porcentajes de contenido local o controles de importaciones/exportaciones.

Supongo que predecir estabilidad política es difícil para cualquier inversionista. De hecho, puede ser difícil si el país (de la empresa) la deja sola en el extranjero.

Pienso que lo **mínimo** que un inversionista extranjero debiera esperar de un gobierno anfitrión, es ser tratado de manera tan favorable como si fuera un inversionista local. Esto es lo **máximo** que un inversionista extranjero tiene derecho a esperar.

Tendemos a ponernos un poco nerviosos si el gobierno anfitrión está interesado en darnos concesiones que generalmente no están disponibles para otros. Esto parece lógico como también la experiencia de que el trato favorable será temporal y en algunos casos la reacción política va a ser adversa, lo que

 **CompAir**

**HOLMAN**



**EQUIPOS PARA LA MINERIA  
Y CONSTRUCCION**

**PRESENTE EN EL MUNDO  
MINERO DESDE 1801**

**SIMMA LTDA.: Representante  
exclusivo para Chile Ventas;  
Servicio y repuestos**



Of. Principal: San Eugenio 463  
Teléf.: 496509 - 746851 - 499661  
Casilla 16535 - 9 - Télex 240299 -  
SIMMA CL Santiago

Uribe 459 - Teléf.: 223137  
Casilla 514 - Telex 225215  
SIMMA CL - Antofagasta-Chile

**BOMBAS**

**VOGT**

**Más de 30 años fabricando  
Equipos de Bombeo en Chile**



**APLICACIONES**

- *Redes contra incendio*
- *Recirculación de líquidos*
- *Sistemas de enfriamiento*
- *Alimentación de calderas*
- *Agotamiento de aguas sucias*



**Representante de bombas  
sumergibles ATURIA**

**INDUSTRIA MECANICA VOGT S.A.**

**FABRICA: Alvarez de Toledo 669 • Fono 516536 • Casilla 1916 - Santiago.**

**LOCAL DE VENTAS: San Martín 284 • Fono 6966098 • Santiago**

**Télex: 340260 PB VTR CK VOGT • Santiago - Chile**

REVISTA

# TECNOLOGIA INDUSTRIAL

PARA el desarrollo EMPRESARIAL

En mercados competitivos la información tecnológica oportuna a disposición de altos ejecutivos y profesionales especializados, le permitirá crecer y progresar junto con su empresa y ser un factor relevante en el ámbito industrial.

No olvide que la mayoría de las veces no hay segundas oportunidades.

# ¡IMPORTANTE!

SUSCRIBASE  
A TECNOLOGIA INDUSTRIAL FONONO: 2515647-745154

ADQUIERALA EN:

- Librerías Técnicas en todo el país
- Feria Chilena del Libro
- Librería Universitaria
- Conin Universidad de Chile, y en todo el país.

## SUSCRIPCIÓN Tecnología Industrial

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

11 de Septiembre 2230 of: C 58

Manuel Montt 1922 - 745154



hace que la inversión se pueda jibarizar.

Ahora, vamos a lo específico.

A fines de 1978 nuestra compañía formaba parte de una asociación, 50% y 50%, con una subsidiaria de Getty Oil Company. El propósito de esta asociación fue explorar sobre el cobre y otros metales en el norte de Chile. UTAH estaba encargada del programa de exploración y en 1981 descubrió un gran depósito de cobre porfírico en el Desierto de Atacama, a 160 kms al sur-este de la ciudad de Antofagasta. El depósito llamado Escondida, se encuentra a 3.000 metros de altura. Chuquicamata, la mina de cobre más grande del mundo está a casi 220 kilómetros al norte de Escondida.

En 1985, el propietario de la Escondida cambió como resultado de la adquisición de Getty por Texaco. Los propietarios actuales del proyecto son:

—BHP (a través de UTAH) • 60%

—Río Tinto - Zinc Corporation 30%  
—Mitsubishi Corporation y dos compañías japonesas fundidoras de cobre 10%

El grupo propietario es fuerte, tanto técnica como financieramente.

Desde el descubrimiento de la Escondida se han realizado muchos trabajos para definir las reservas de mineral, estudios de factibilidad y desarrollo financiero y estudios de mercado.

Como resultado de este trabajo, creemos que Escondida es el mejor proyecto de cobre del mundo, y debería desarrollarse para ayudar a satisfacer la demanda de cobre en los años 90.

La mina será a tajo abierto. La ley del cuerpo mineralizado será de un promedio de 2,85% de cobre, en los 10 primeros años de operación (esta es una ley muy alta de mineral para una mina a tajo abierto).

Durante la vida de la mina, la ley

del mineral será de 2,1% de cobre. La operación será muy convencional. El mineral será concentrado en una planta localizada al lado de la mina. Los concentrados serán transportados 160 kilómetros por una tubería húmeda desde la mina a un puerto nuevo situado al sur de Antofagasta en Coloso. En el puerto el cobre será secado y luego acopiado antes de cargarlo en los barcos reproductores a clientes de ultramar. La energía eléctrica tanto para la mina como para el puerto será generada por una planta de energía que se localizará en Coloso.

El proyecto la Escondida producirá sobre 300.000 toneladas de cobre al año. Esto es casi el 5% de la producción mundial de hoy en día. No intentaremos construir una fundición, pero de preferencia venderemos el concentrado de cobre a fundiciones que ya existen en el lejano oriente, Europa y Norteamérica.

Para una operación relativamente simple y directa, el costo de inversión será alto. Estimamos que la inversión total, considerando la suma gastada hasta la fecha, será de alrededor de US\$ 1.100 millones de dólares, incluyendo cláusulas de reajuste de interés durante la construcción. El proyecto requerirá de aproximadamente 3.1/2 años para su construcción, una vez que se tome la decisión de partir.

La mina dará 1.100 empleos directos. Por lo menos 100 contratistas adicionales y sobre 3.000 personas serán empleadas en el momento de mayor trabajo en la construcción.

Nuestras estimaciones indican que Escondida será de un muy bajo costo de producción, con costo directo en dinero de 40 centavos por libra de cobre, antes de los servicios de la deuda.

¿En qué estado se encuentra el proyecto hoy día?

La minería inicial de superficie y derechos de agua están listos.

Los propietarios del proyecto tienen un contrato de inversión extranjera con la República de Chile.

Los estudios de factibilidad técnica están completos.



Como Chuquicamata (en la foto), La Escondida será explotada a tajo abierto.

¿Qué es lo que falta por desarrollar?

Algunos detalles y ciertas revisiones del contrato de inversión extranjera necesitan ser acordadas con el Gobierno de Chile.

Se necesita terminar estudios de mercado y financiamiento.

Por último, los propietarios de la Escondida necesitan tomar la decisión de llevar adelante el proyecto.

Estamos tratando de estructurar el proyecto con 40% de capital y un 60% de financiamiento. El proyecto requiere que los prestatarios del financiamiento estén de acuerdo con él, como su más importante seguridad para financiarlo.

Chile es parte de Sudamérica y por buenas razones los prestamistas están interesados en el mejoramiento (o no mejoramiento) de muchos deudores sudamericanos. El hecho que Chile sea atípico en relación a esto, no elimina la preocupación de ellos.

El precio del cobre también es un problema. Si el precio del cobre es graficado desde 1965 en dólares reales, es evidente que la tendencia es baja. No es fácil construir una tesis de que la tendencia se va a revertir.

Sin embargo, creemos que los fundamentos de la oferta y la demanda de los años '90 producirá un fortalecimiento en el precio del cobre.

Otro problema para nosotros, que no está directamente relacionado con las proyecciones del precio del cobre, es un cambio en la balanza de la oferta y demanda para **concentrado** de cobre. Hasta hace poco los concentrados que habían para los fundidores tenían una oferta bastante apretada; ahora el suministro ha aumentado. Resultado: los términos con las fundiciones disponibles para los productos de concentrado se han vuelto menos favorables.

Todo esto significa que juntar todos los factores más importantes en un proyecto minero, incluso en uno tan bueno como la Escondida, es sumamente difícil dentro del entorno actual de bajo precio para los productos y de banqueros cautelosos.

Para tener éxito, el Gobierno anfitrión y la gente que desarrollará el proyecto deben confiar en el otro; con estas reglas del juego puede ser acordado y así alcanzar un alto grado de cooperación. Básicamente, la legitimidad de los objetivos tanto por parte del Gobierno como por parte de los que desarrollarán el proyecto deberían ser finalmente ajustados, con lo que se podrá asegurar que el proyecto será exitoso. Ninguna de las partes puede tolerar que el proyecto no sea exitoso.

Por su parte, los desarrolladores del proyecto deben reconocer que el país anfitrión requerirá de algunas cosas. Entre ellos pueden ser:

- Niveles razonables de ganancia financiera (impuestos).

- Empleo.

- Transferencia de tecnología.

- Efectos positivos en la balanza de pago.

- Entrenamiento de la fuerza de trabajo.

- Afluencia de beneficios para apoyar la industria.

- Oportunidad de participación para inversionistas locales.

- Mínima interrupción en el entorno local social y cultural.

- Responsabilidad ambiental.

- Adherencia a las leyes del país, incluyendo leyes laborales.

Por otra parte, el país anfitrión debe reconocer que el desarrollador del proyecto requerirá de ciertas cosas para ayudar a asegurar, al largo plazo, la viabilidad del proyecto. Entre las cuales pueden ser:

- Reconocimiento de la necesidad de la inversión extranjera.

- No hacer discriminaciones políticas y económicas a los inversionistas extranjeros y a la industria minera.

- Garantías en contra de la expropiación.

- Mínima interferencia del Gobierno en el mercado.

- Regímenes de impuestos razonables y estables, incluyendo impuesto a las utilidades, derechos sobre el mineral, impuestos de consumo, impuestos a las importaciones y exportaciones.

- Facultad para mantener las ventas del producto afuera (bajo

convenios legales acordados). Así, el Gobierno anfitrión se asegura que los costos locales e impuestos son pagados y el desarrollador del proyecto y los banqueros están seguros que los costos de afuera, incluido el servicio a la deuda, están pagados.

- Sin o con mínimas restricciones al remitir las ganancias y el capital del inversionista.

- Leyes razonables y seguras y regulaciones referentes al mineral y a los derechos de propiedad.

Quizás debido a la larga y rica tradición minera de Chile, hemos visto que nuestras relaciones con el Gobierno han sido constructivas a lo largo de los nueve años que hemos estado en el país. Por ambas partes han habido reconocimientos de las realidades de la situación. Debemos alcanzar ciertos objetivos si el proyecto resulta viable; asimismo el Gobierno debe alcanzar ciertos objetivos en beneficio del pueblo de Chile.

Esto no quiere decir que estamos enteramente satisfechos con todo lo que ha acontecido entre el Gobierno y nosotros. Estoy seguro de que si le preguntan al Gobierno dirán lo mismo sobre nosotros.

Aún quedan algunos puntos en los que estamos negociando. Los chilenos son algo orgullosos del hecho que Chile es una sociedad "legalista"; esto nos da consuelo para creer en una estabilidad a largo plazo, pero al mismo tiempo puede interferir con la puesta en marcha del trabajo en una forma racional, comprensibilidad, la burocracia es poco conocida en ciertas estructuras del negocio moderno que se ha desarrollado en otros países para adaptar proyectos complejos, comprometiendo múltiples inversiones e instituciones financieras. Puede ser un proceso muy lento para aceptar nuevos conceptos.

Sin embargo, estamos satisfechos con la manera en que nosotros, potenciales inversionistas extranjeros, hemos negociado en Chile. Frente a los requerimientos del desarrollador del proyecto, como se han bien entendido en Chile como en cualquier otro país en que nosotros trabajamos (incluyendo Estados Unidos, debo agregar), la actitud es positiva.

# Minerales de oro y plata

## CONCENTRACION

Por  
Ing. Tulio Araya  
C.I.M.M.

El objetivo principal de este trabajo es dar a conocer, en forma general, los diversos métodos de concentración de minerales de oro y plata aplicables a la industria minera, poniendo énfasis en la caracterización mineralógica de las menas.

Se sabe que el oro y la plata, como elementos químicos, se encuentran en la naturaleza, generalmente en estado metálico y formando aleaciones. También pueden encontrarse formando especies mineralógicas junto a otros elementos químicos, presentándose como impureza en algunos casos, en las redes cristalinas de otros minerales o como soluciones sólidas con otros elementos. Diversos procesos geológicos han permitido la concentración de estos elementos, dando ori-

gen a depósitos económicamente importantes. De acuerdo a las condiciones de formación de los depósitos, se pueden separar en dos grandes grupos: los depósitos de origen primario, los cuales se formaron bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, con procesos magmáticos, metamórficos o sedimentarios; y los yacimientos secundarios originados por mecanismos químicos y físicos, que han destruido rocas persistentes, transportando las rocas y fragmentos a cuencas adecuadas, dando origen a los placeres, como también se les suele llamar.

### TRATAMIENTO

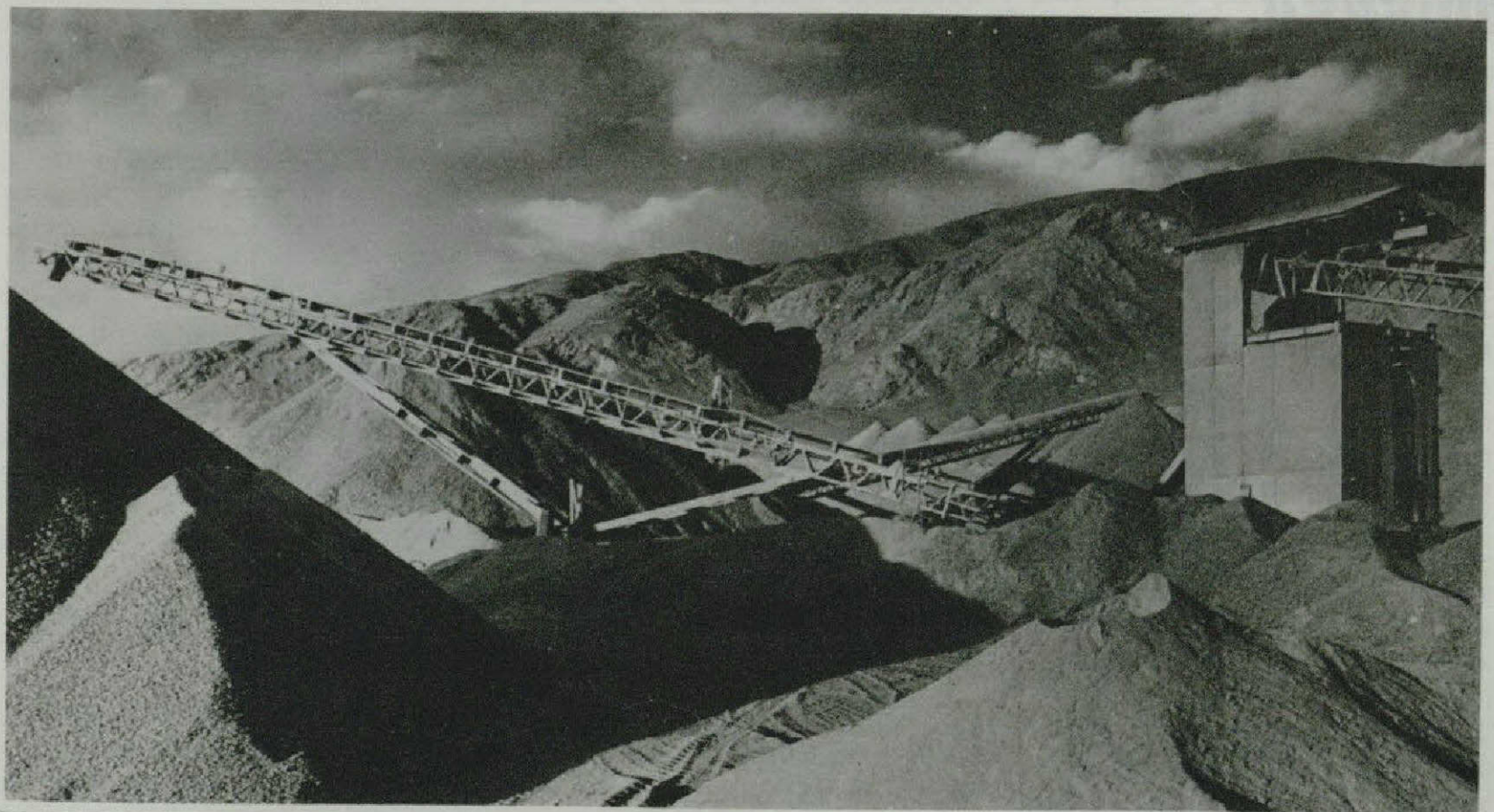
Interesa examinar la ocurrencia del oro y plata en las menas, desde el punto de vista de su posibilidad de tratamiento mineralúrgico.

Hay oro-plata en estado metálico o nativo. Se encuentran en de-

pósitos aledonales, finalmente aleado a la plata, formando un compuesto llamado electro, en el cual la plata proporciona de un 5 hasta un 30% en la aleación. También se encuentra el oro asociado al cobre en proporciones de 8 a 20% de cobre y en menor grado, platino, iridio, paladio, bismuto, mercurio y renio. Muy rara vez se encuentra oro casi puro. Siempre tiene alguna impureza. Además existe el oro libre asociado a gangas silicias o cuarzosas; este tipo de menas está formando filones o vetas y su asociación original fue con sulfuros de hierro.

Otro tipo de oro está asociado a pirita y arsenopirita. Este es el tipo de depósito más común, en que el oro se presenta en forma nativa y, en partes, asociado a sulfuros sin valor económico, como es la pirita y arsenopirita.

En otros depósitos, vetiformes generalmente, el oro se encuentra



*Un buen proceso de concentración parte por una adecuada molienda del mineral.*

acompañado a sulfuros de fierro en forma de telururo. A menudo estos telururos son mezclas de oro con plata y también otros tipos de compuestos como oro asociado a cobre, oro asociado a antimonio, etc.

También el oro que se encuentra en cualquiera de sus formas, asociado a sulfuros metálicos. El oro nativo aparece en gran cantidad en yacimientos de minerales metálicos sulfurados, asociado en un amplio rango de diseminación; también se asocia en cualquiera de sus formas a minerales de cobre, de plomo-zinc y, a veces, formando soluciones sólidas junto a piritita y arsenopiritita. La caracterización química, mineralógica y metalúrgica de una mena es importante y esto no es solamente válido para menas de oro, sino para cualquier tipo de mena. Es determinante para la elección del proceso o los procesos de concentración que permitan una mayor y más eficiente recuperación del metal. Los parámetros básicos que deben conocerse son, primero, la identificación de la

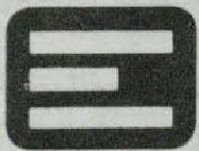
muestra, su composición, la composición química, sus características y otras propiedades que tengan los minerales a través del oro. Asimismo, es necesario conocer el tipo de aceptaciones y composiciones de los minerales y de la ganga que acompaña a estas especies auríferas, los contenidos o leyes de oro y el material a procesar. Es igualmente importante conocer la granulometría y forma de ocurrencia de las partículas auríferas y de los minerales asociados, cómo está distribuido el oro, si se encuentra en granos gruesos o en granos finos. También es preciso conocer el grado de liberación de las partículas de oro y de otros elementos de valor, en el sentido de poder determinar cuál es la molienda necesaria para liberar esta partícula de oro y poderla recuperar por algún proceso de concentración.

Entonces es necesario pensar en el tipo de proceso metalúrgico aplicable. El elevado peso específico del oro y de la plata (generalmente

19 para el oro y 10 para la plata), hace que estos metales, aunque estén en tamaños muy pequeños, puedan ser separados de su ganga, regularmente acompañada de cuarzo, que tiene una densidad muy baja de 2.7.

El proceso de concentración gravitacional es el más indicado en estos casos. Cuando se presenta el oro al estado nativo, libre y de superficie limpia, es fácil amalgamarlo con mercurio. En menas en que el oro se encuentra asociado a sulfuros metálicos, como ser fierro, cobre, plomo, zinc, o asociado a gangas en forma fina y también en menas en que el oro se encuentra como telururo, el proceso de flotación es el más indicado.

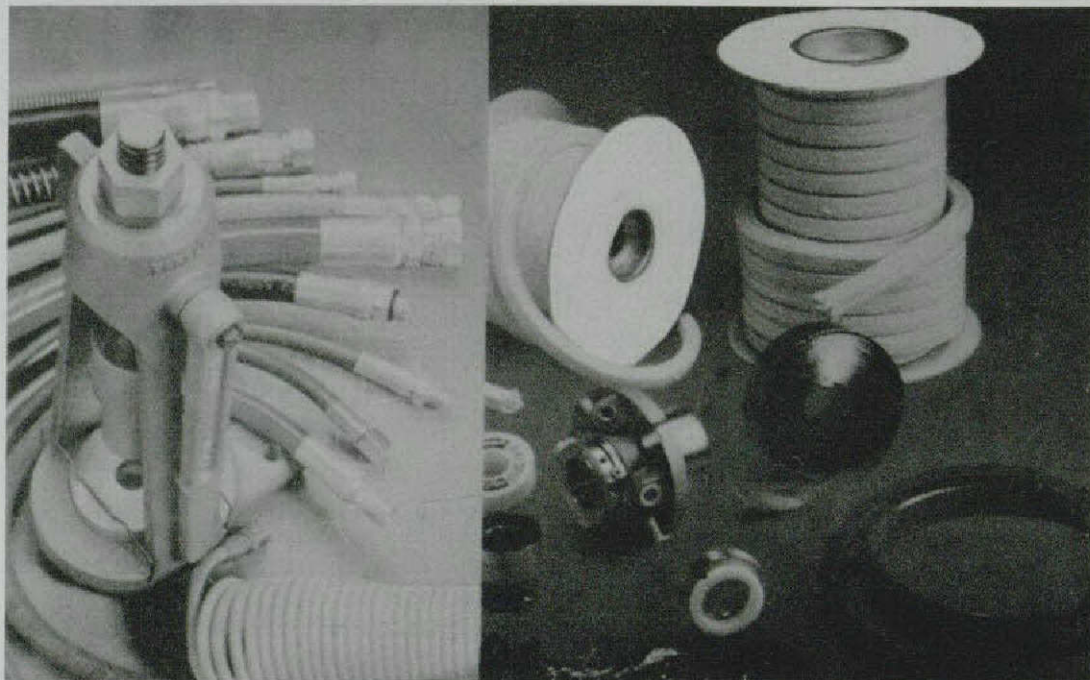
En menas en que el oro se encuentra en bajos contenidos, en estado muy fino, asociado a gangas porosas, o bien, asociados a sulfuros metálicos que necesiten una molienda extrafina, la cianuración es el método de recuperación más eficiente, siempre que no intervengan



MR

**ensesa**

IQUIQUE: Oficina Mapocho Sitio 48-A Barrio Industrial ZOFRI F: 26613 TLX - 223177 KUFER CL - ANTOFAGASTA: Aconcagua 923 F: 225532 TLX: 225073 KUFER CL - COPIAPO: Chañarillo 950-C F: 3347 TLX: 227377 KUFER CL LA SERENA: Infante 899 F: 213103 TLX: 220068 KUFER CL - VALPARAISO: Salvador Donoso 1477 F: 255286 - 252891 - 212951 - TLX 230319 KUFER CL SANTIAGO: Libertad 46 F: 90074 - Casilla 10416 Correo Central TLX 241324 EMSE CL - CONCEPCION: El Roble 72 F: 24948 TLX 260132 EMSE CL - PUNTA ARENAS: Mardones 192 F: 22315 TLX 380076 KUFER CK



- Mangueras Hidráulicas • Acoples • Adaptadores
- Instrumentación • Bombas Hidráulicas • Cilindros
- O'Rings • Filtros • Reguladores • Lubricadores
- Sellos Hidráulicos • Sellos Mecánicos
- Empaquetaduras

algunos elementos como cobre que son consumidores de cianuro.

La asociación del oro con otros sulfuros puede ser tan fina que técnicamente sea imposible separarlo. Con una molienda fina, en todo caso, el proceso de flotación seguido de cianuración de los concentrados directamente o por medio de una tostación, es el más indicado. También puede presentarse el caso de una mena en que parte del oro se encuentra libre y parte finamente diseminado en la ganga; en tal caso, es preferible un proceso mixto, de flotación seguido de cianuración de los relaves, o un proceso de concentración gravitacional para recuperar oro grueso, seguido de una cianuración de relave. En su defecto, se puede optar por una concentración gravitacional, para recuperar oro grueso, seguido de una flotación de los relaves y cianuración de estos concentrados. La concentración gravitacional no obstante ser una de las más antiguas pasó largo tiempo en que prácticamente no registró avance alguno, debido a las capacidades de los equipos de que se disponían, lo que, ciertamente ha cambiado.

El fundamento de la concentración gravitacional es la diferencia de densidades que existe entre los minerales a separar y la ganga que lo acompaña. En general, mientras mayor sea esta diferencia de gravedad específica, mejor y más efectiva va a ser su separación. Para que el proceso sea eficiente, la molienda a aplicar en la mena debe ser suficiente como para poder liberar los minerales de valor de su ganga. El propósito es que los minerales se presenten y actúen como entidades discretas, o sea, puras, de tal manera que las partículas útiles a separar sean liberadas.

## EQUIPOS

Los equipos más usados en el tratamiento de menas auríferas de concentración gravitacional son, para empezar, las canaletas que se usan bastante en la concentración de menas auríferas de placeres. Estas canaletas recuperan oro de una granulometría generalmente mayor



**RADIADORES  
Y PANALES**  
LTDA

**RADIADORES  
Y PANALES**

Automotrices, Industriales,  
Haz de tubos, Intercambiadores  
de calor, Enfriadores de aceite,  
Evaporadores y Condensadores.

**AV. LIB. B. O'HIGGINS 4877**  
☎ 792235 - 794359  
CASILLA 4554 - STGO.

a 100 mallas, es decir 150 micrones, capacidad que varía, siendo su rendimiento entre 50 y 60 m<sup>3</sup> hora.

El jig es otro de los elementos para la concentración gravitacional. Tratan menas más gruesas, de un tamaño entre 3 y 20 mallas, esto es: 7 mm hasta 0,8 mm, más o menos. Sus capacidades, generalmente, son de 20 toneladas hora, con rendimiento de 40 a 70%. Las mesas de sacudimiento o vibratorias también son eficientes porque recuperan partículas de oro más finas. Su rango de tamaño varía entre 20 y 400 mallas, es decir, entre 2 mm a 36 micrones (o sea 0,036 mm). La capacidad de estas mesas es baja (10 toneladas horas generalmente), y desde luego que es variable porque depende de la granulometría. A granulometría más baja, la capacidad de las mesas es aún menor. Son eficientes porque recuperan oro en estado bastante fino, pero el problema es, entonces, su capacidad para tratar grandes tonelajes. Se necesitan muchas cubiertas, muchas superficies y bastante control de las mesas. Últimamente han aparecido los espirales reichert, que tratan menas auríferas del orden de 2 mm hasta 400 mallas, o sea 0,036 mm. La capacidad por unidad de estos espirales es aproximadamente hasta 3 toneladas hora. Un espiral triple, que es el que se está fabricando ahora, aumentaría al triple la capacidad, es decir a 9 toneladas hora por unidad de espiral. Sus recuperaciones son del orden de 50 a 80%. Después cabe mencionar los conos reichert, que es otro equipo tam-

bién desarrollado últimamente para concentrar minerales pesados y finos. Su rango de recuperación es del orden de 3 mm hasta 400 mallas de 0,036 mm. Recupera oro bastante fino y es de alta capacidad. Estos equipos generalmente tienen capacidad de 60 hasta 100 toneladas horas y son especiales para tratamiento de menas tipo placeres, donde hay que mover gran cantidad de material; su recuperación es también de 50 a 80%. Otro proceso es la amalgamación. Es uno de los procesos más antiguos empleados por el hombre en la recuperación de oro desde sus menas. También se aplicaba a la amalgamación de concentrados gravitacionales. Consiste en separar partículas de oro y plata en suspensión en una pulpa por medio de la unión de ella con mercurio, formando así una amalgama. La contaminación superficial del oro y del mercurio es un factor de primera consideración en este fenómeno de amalgamación. Si las partículas de oro han reducido su tensión superficial, debido a presencia de aceite o grasas, la atracción ejercida entonces por el mercurio sobre el oro es convertida en una repulsión, o sea, no hay atrapamiento de oro por el mercurio. Por lo tanto, para que se produzca una buena amalgamación es esencial que tanto la superficie de las partículas de oro, como la de mercurio, se encuentren limpias.

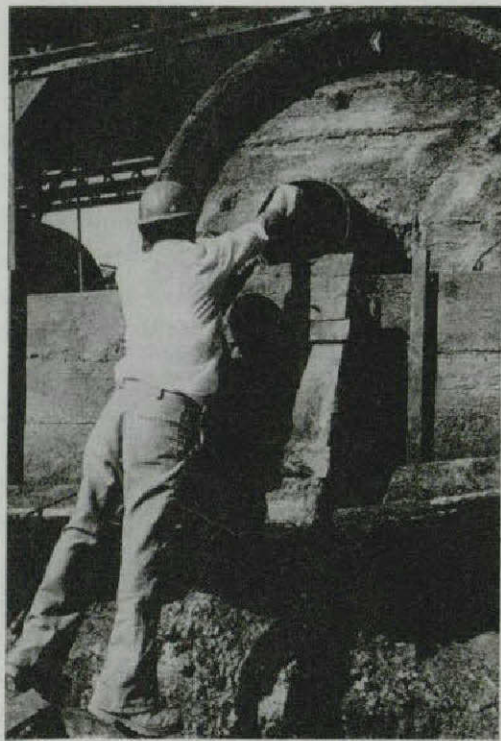
El mercurio suele ser alterado, perdiendo su coalescencia, es decir, formando glóbulos muy finitos, y por lo tanto, se hace ineficiente la amalgamación. Esto se debe generalmente a impurezas que entran en solución de la pulpa. Uno de los principales contaminantes es el azufre y algunos sulfuros solubles que pasan a la solución y que afectan la superficie del mercurio, particularmente compuesto de arsénico, de bismuto y de antimonio. La cal, el hidrógeno de sodio, el cianuro de sodio, son reactivos comúnmente usados para neutralizar estos efectos. El cianuro de sodio limpia la superficie del oro y del mercurio. El hidrógeno de sodio remueve las grasas de la pulpa. Por su parte, el nitrato de potasio también ha sido

empleado para la limpieza de partículas de oro que se encuentran superficialmente oxidadas. El nitrato de sodio es bueno en estos casos. También se usan algunas sales de plomo para evitar la alteración del mercurio, debido al azufre soluble. Los procedimientos de amalgamación pueden llevarse a cabo tanto sobre menas primarias o sobre concentrados gravitacionales de oro, generalmente formados por granos gruesos y limpios. La amalgamación sobre menas primarias generalmente se realiza sobre todo aquí en Chile, a través del trapiche. Se recupera oro por medio de una trampa hidráulica o por planchas amalgamadoras dispuestas en forma inclinada. Los concentrados, en cambio, son amalgamados en tambores amalgamadores, con una cierta carga de medios de molienda, como ser bolas o barras y, desde luego, con mercurio y algo de hidrógeno de sodio para favorecer la descomposición del mercurio.

## FLOTACION

Con respecto a la flotación, éste es un proceso físico-químico que está basado en la hidrofobisidad natural de ciertos minerales. La flotación generalmente la podemos considerar en 3 etapas: principalmente que haya una molienda fina, que haya una liberación de las partículas de mineral de valor que se quiera recuperar; luego una etapa en que hay que crear condiciones para que se produzca la flotación de adherencia y luego, condiciones de transporte.

El punto uno, la molienda y las condiciones de transporte, son anexas a la flotación. La flotación propiamente tal, parte del punto 2, que es crear condiciones de adherencia



*La calidad de los equipos de concentración y su adecuado uso y mantenimiento, determinarán un mayor o menor grado de eficiencia en las recuperaciones. Por ello, es preciso estar al día respecto a las innovaciones en los procesos de tratamiento y en cuanto a los adelantos tecnológicos.*

con ciertos reactivos que se pueden clasificar en tres grupos: colectores, espumantes y acondicionadores. Los colectores proporcionan a las partículas minerales que se desea flotar, un cierto carácter hidrófobo, es decir, que sea repelente al agua y, por otro lado, que sea ávido por el aire, de tal manera que si se encuentran con una burbuja de aire se van a juntar inmediatamente y van a emerger hacia la superficie.

Los espumantes tienden, como la palabra lo dice, a formar una espuma estable, de tal manera que se mantenga una cierta capa en la superficie para poder extraer los minerales de valor que se están recuperando. Los acondicionadores o modificadores (como quiera llamar-

seles) son todos aquellos reactivos que no son colectores, ni espumantes.

Hay reactivos depresores, activadores, modificadores de PH y precipitadores de iones que molestan la flotación, etc. La selección y combinación de estos reactivos, es lo que constituye el problema principal en el tratamiento de menas por este proceso de concentración. Es importante, entonces, conocer qué tipo de mineral se desea tratar y qué reactivos son los más adecuados.

En la flotación de menas auríferas, el objetivo es recuperar eficientemente partículas más pequeñas que las que se obtienen mediante la concentración gravitacional. La flotación puede recuperar oro metálico libre, oro como telururo (que es el tipo de mineral de oro que se conoce más común) y oro asociado a cualquier sulfuro metálico, como pirita, arsenopirita o recuperar oro asociado a menas de cobre, de plomo o de zinc.

En la flotación de menas auríferas, las condiciones más comunes para tratar de recuperar minerales de oro son colectores tipo ditiofosfatos, como el 208 o también el aerofloat 3477, junto a los xantatos. Dentro de los xantatos, los útilicos son más recomendados para este tipo de mena, aunque los amílicos también. Útilico es el 317 que usan bastante las plantas y al amílico el 350; también existe el de la Schell 114. Hay otro grupo de colectores que corresponde a la serie de los 400: especialmente el 404, 407 y el 412.

Entre los espumantes se usa generalmente el aceite de pino; cresoles, que son ácidos cresílicos generalmente, o algunos reactivos como el aerofloat 25 o 31, que en realidad son ditiofosfatos con mezcla de ácido cresílico. Tienen propiedades tanto colectoras como de espumante. También están el glicol y el propenglicol que son los tipos dowfroth, como el 1012 o el 250. Han dado bastante resultado porque producen una espuma generalmente más dura, más firme para poder mantener partículas de oro más gruesas. En este último tiempo en

**Reactivos de Flotación S.A.**

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



**PRODUCTOS QUIMICOS MINEROS  
COLECTORES - ESPUMANTE**

AV. PROVIDENCIA 1979 3° PISO - FONOS: 2317085

realidad, en flotación de oro, no han aparecido reactivos que signifiquen cambios muy innovadores. Sí ha habido avances en cuanto a las celdas de flotación. En este momento se están probando en varias partes del mundo, y en Chile también, las celdas por columnas. Son celdas que no tienen acondicionadores mecánicos, sino que sencillamente operan con aire que va en contra-corriente con la pulpa. Son de poco diámetro y de gran altura. También se han probado, dentro de este campo, las celdas por columnas centrífugas. Este tipo de innovaciones se está haciendo con el fin de poder recuperar mejor las partículas de materiales finos, especialmente oro. La gran propiedad que tienen dichas celdas es que hay un mayor contacto o mayor probabilidad de que las partículas puedan ser captadas por una burbuja de aire y levantadas en una celda de flotación en que existe un mecanismo que está agitando.

En cuanto a PH, generalmente se puede flotar bien el oro con un rango de entre 4 y 9. Los modificadores generalmente son carbonato de sodio o ceniza de soda y ácido sulfúrico. Para casos en que se use algún xantato es preferible trabajar con carbonato para lograr un PH alcalino. Los xantatos nunca deben flotarse con un PH ácido; más bien

un PH ácido es para flotar con un colector como el mercaptomercaptosulfato que se conoce industrialmente como de la serie de los 400. No es recomendable usar cal en la flotación de oro, porque el ion calcio que pasa a solución tiene la propiedad de absorber, o sea, de eliminar los colectores que han sido absorbidos por el oro. En el caso de la pirita aurífera, la cal también va a depresar, entonces no es conveniente en flotación de oro usar este producto.

Modificadores para caso de que haya una pequeña sulfidación: el sulfo de sodio es ideal, junto con el sulfato de cobre. Son bastante buenos como activadores dispersantes cuando hay mucha lama, o sea, mucha arcilla en la pulpa. Esta arcilla presenta problemas porque genera un gran consumo de reactivos. Una manera de ahorrar reactivos y de que haya una mejor flotación, es usar un dispersante. Los dispersantes generalmente más recomendados son el silicato de sodio y el carbonato de sodio.

#### FACTORES MAS PROXIMOS

Hay algunos factores físicos que afectan la flotación, como es el tamaño de las partículas de oro. Partículas mayores de 0,2 mm, finalmente no van a flotar bien, de

manera que cuando hay oro un poco grueso, es preferible recuperar por algún método de concentración gravitacional en el circuito molien-da clasificada. Un jig funcionaría bien porque ahí en un circuito cerrado de molienda-jigs-clasificador, se pueden recuperar las partículas gruesas de oro.

En cuanto a la forma de las partículas de oro, generalmente las laminarias son las que mejor flotan. Después se pueden mencionar las de tipo concrecionado esferoidales. Estas son más pesadas, más difíciles de flotar. Entre las concrecionales generalmente hay muchas partículas que son demasiado porosas y estos poros hacen aumentar su superficie específica. Por lo tanto, hay un gran consumo de reactivos de flotación. También hay peligro de que en estos poros puedan depositarse impurezas, como ser partículas muy finas impidiendo una buena flotación. El otro factor importante es el estado superficial de las partículas. Es necesario que las partículas estén limpias, que la partícula oro esté limpia, para que pueda amalgamarse al igual que en la flotación. Las partículas sucias se pueden limpiar en la molienda o si no es necesario colocar algún activador, ayudando con un reactivo más fuerte como el sulfato samílico o sulfuro de sodio, etc.

## REACTIVOS DE FLOTACION

### PARA LA MINERIA

#### COLECTORES

- SF - 113 XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO
- SF - 114 XANTATO ISOBUTILICO DE SODIO
- SF - 203 DIALQUIL XANTOFORMIATO
- SF - 323 ISOPROPIL ETIL TIONOCARBAMATO

#### ESPUMANTE

- MIBC - METIL ISOBUTIL CARBINOL

**Reactivos de Flotación S.A.**

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



OFICINA MATRIZ: AV. PROVIDENCIA 1979 TEL: 2317085 - SANTIAGO  
PLANTA SHELLFLOT - CALLE IQUIQUE 5830 TEL.: 224171 - ANTOFAGASTA

Por último, cabe señalar el proceso de cianuración. Este proceso está basado en la capacidad que tiene el cianuro de disolver el oro y la plata. Se conoce desde el siglo XIX pero su uso comercial se ha acentuado y últimamente han surgido algunos cambios tecnológicos que permiten abaratar los procesos. Hoy en día, los métodos predominantes para la recuperación de oro por medio de la cinauración son generalmente 3: la cianuración en pila, el proceso convencional merrill-crowe y el proceso con carbón en pulpa o proceso con carbón en lixiviación. En el proceso conven-

cional en merrill-crowe, la solución concentrada de oro es separada del sodio por medio de espesadores y filtración. El diagrama, bien simplificado, es: una etapa de molienda, clasificación, cianuración; luego una etapa de decantación y clarificación, en que es necesario usar grandes decantadores y espesadores que consumen bastante energía y resultan caros; luego, una etapa de desairación para eliminar el oxígeno que se necesitó inyectar en la parte de cianuración o lixiviación; después, la etapa de cementación.

En el carbón en pulpa se elimina la etapa de espesadores y se agrega

una etapa que es de absorción, usando carbón activado. La capacidad que tiene el carbón activado de recuperar el oro de la solución ha reemplazado todo el sistema de decantación. En el otro proceso de lixiviación (carbón en lixiviación), la etapa de absorción también está eliminada. El carbón es agregado directamente junto con el lixivante. O sea, se produce, en una sola etapa, tanto la cianuración como la absorción, siguiendo la etapa normal después de una desabsorción del oro por soluciones concentradas de cianuro y de hidróxido de sodio a ciertas temperaturas.

# INDUSTRIA METALMECANICA RIVET S.A.

## MALLAS PARA HARNEROS

- TEJIDAS
- ELECTROSOLDADAS
- VULCANIZADAS
- EN ACEROS CORRIENTES, INOXIDABLES Y DE ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION

## CINTAS TRANSPORTADORAS

- POLINES • POLEAS, TENSORES Y DESCANSOS PARA TRASPOTADORAS DE CORREAS
- TRANSPORTADORAS DE CORREAS FIJAS Y MOVILES
- LIMPIADORES

**AV. RAMON FREIRE 5293**

(EX PAJARITOS 6480)

**☎ 792429-792275-792230 TL 242118 CL**

**SANTIAGO**

# Motores, Grupos Electrógenos

Primeros en ventas, calidad y servicio  
El más completo stock



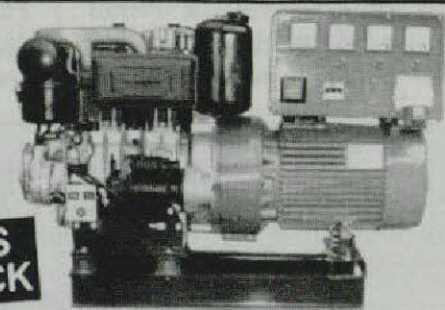
ALEMANIA



Motorreductores Motovariadores



Motores Electricos



**OFERTAS EN STOCK**

Grupos Generadores Diesel y Gasolina

# LUREYE

**CONFIABILIDAD ABSOLUTA**

AV. VIC. MACKENNA 1503. F: 5561729-5566772-5565671



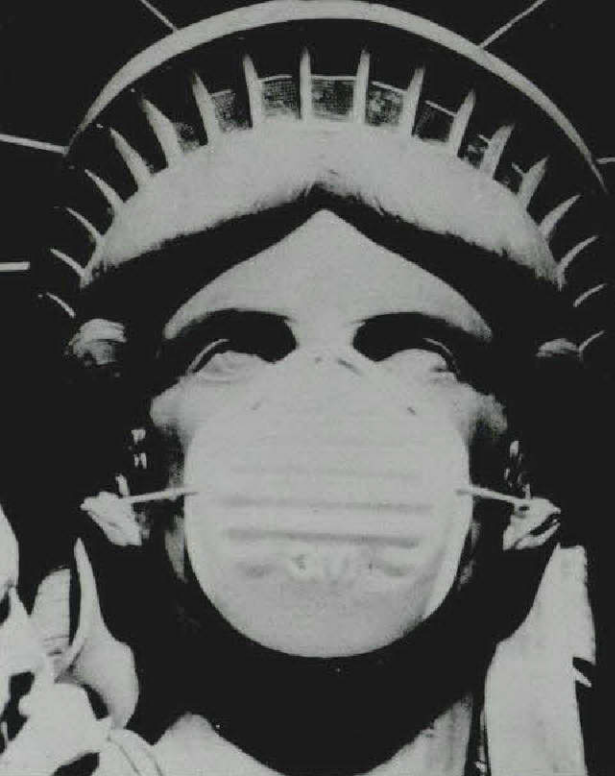
# BOLETIN MINERO

**Suscripciones:**

**Teatinos 20 of.33 Santiago**

**Tel. 6981696**





# Para respirar con entera libertad...

## Máscaras de protección 3M

Dondequiera que la gente trabaje, siempre hay un producto 3M protegiéndola y permitiéndole respirar libremente en ambientes contaminados por toda clase de agentes tóxicos:

### Protección contra Partículas

3M dispone de una variedad de respiradores para protección de partículas molestas, no tóxicas, polvo y neblinas tóxicas, polvos que producen pneumoconiosis y fibrosis, humos tóxicos, etc.

### Respiradores especiales

3 tipos diferentes para gases fluorhídricos, vapor de mercurio y olores molestos.

### Respiradores para la Minería "Easi - Air"



Permiten respirar a plena capacidad, sin el menor daño para los pulmones, mediante su sistema de doble cartridge.

### Respiradores para pintar con pistola Respiradores contra Gases y Vapores

Protegen contra gases ácidos, vapores orgánicos, amoníaco y metilaminas.

### Pre-filtros y retenedores para polvos y neblinas

### Protectores Acústicos 3M (Ear Plug)

- Diseño anatómico y protección profunda
- Fáciles de poner y quitar
- Se mantienen limpios por más tiempo
- Son suaves y no producen alergia
- NRR = 29 dB



## División de Productos de Higiene y Seguridad Ocupacional

Las Hortensias 650, Cerrillos, Fono 576876, Casilla 3068, Santiago-Chile

### Sucursales:

Antofagasta:  
Sucre 220 Of. 406  
F.: 226598

Viña del Mar:  
1 Norte 783  
F.: 976943

Concepción:  
Salas 452  
F.: 228701

Temuco:  
Avda. Alemania 0505  
F.: 238229

# 3M



**JUAN ESTAY ALAMOS**

Río Baker N° 6094  
Teléfono: 733086  
Qta. Normal  
Santiago - Chile

**TRANSPORTADORES  
MAQUINARIAS Y EQUIPOS**



**FABRICAMOS:** • TRANSPORTADORES ACIN-  
TA • PORTATILES - FIJOS • ELEVADORES Y  
MONTACARGAS • CARROS PARA BODEGAS •  
ESTRUCTURAS METALICAS • TOLVAS •

**Fábrica de Alambres "Elco" Ltda.**



Presente en el desarrollo de Chile.



**ALAMBRES DE FIERRO Y ACERO:** Resistencia des-  
de 37 a 160 Kgs./mm<sup>2</sup>. Sin recubrimiento, negros y galva-  
nizados. En rollos y barras.

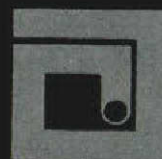
**MALLAS GALVANIZADAS.**

**ALAMBRE DE PUAS.**

**CLAVOS:** Desde 8" largo x 7,62 mm. diámetro - hasta  
1/2" largo x 1,24 mm. diámetro.

**Alcalde Pedro Alarcón 893 - Fono 515864**

Casilla 26, San Miguel - Cables "Elco".  
Telex 94260 - PBVTR - KU.  
Santiago - Chile.



**FORMAC**  
FORMACION DE ACEROS S.A.

**TUBOS DE ACERO PARA:**

- USO INDUSTRIAL
  - REDONDOS
  - CUADRADOS
  - RECTANGULARES
- PERFILES ABIERTOS
  - ANGULOS - CANALES
  - COSTANERAS
- FLETES
- BOBINAS

VENTAS  
AUGUSTO MATTE 1675  
F: 733705 - 752201  
QTA. NORMAL



**DUCASSE**  
INDUSTRIAL

**THURSTON S.A.**

Las Bellotas 199 of 83  
Fono: 2515205-2512319 cas. 9032  
TLX 341584 ENRTHUCK Santiago

Representantes Exclusivos de:

**Mirrlees Blackstone Ltd**

Motores Diesel Industriales y Marinos, Grupos generadores

**Brush Electrical Machines Ltd**

Motores Eléctricos, Generadores

**Lister Petter Ltd**

Motores Diesel Industriales y Marinos PETER

**Davy Morris Ltd**

Equipos de levante, Grúas Puente

**Hawker Siddeley Power Plant Ltd.**

Grupos Generadores

**Stanton (export) Ltd**

Tubería hierro fundido nodular

**Metalock International Associaton**

Reparación en frío de hierro fundido

**Philadelphia Resins Corporation**

Resinas Epoxicas para fundaciones  
Fijación planchas desgaste chancadores

# EL CAOLIN

Por Héctor Pizarro C.  
Cía. Minera La Soledad

El nombre caolín deriva de Kauling, cerro ubicado en Jauchau Fu (China) donde se explotaron importantes canteras, hace varios siglos.

El término caolín tiene usos variables, para definir, a veces, a algunas arcillas. En la industria se utilizaba el nombre de arcilla china, aunque este término se considera hoy en desuso.

El caolín corresponde, esencialmente, a un silicato hidratado de aluminio, cuya composición aproximada es:  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ .

El mineral que caracteriza mejor el caolín, es la caolinita, aunque existen otras arcillas que también reciben el mismo nombre.

La definición de caolín se modifica en ocasiones, tomando en cuenta su uso industrial; en este sentido el caolín es una arcilla compuesta de caolinita y usada especialmente para la fabricación de papel, caucho, pintura y otros materiales. El término se aplica en relación a la pureza de los depósitos.

## USOS

El mayor uso del caolín corresponde a la industria del papel, la que ocupa alrededor de 56% del consumo total. Este material le da al papel una serie de características favorables en relación a brillo, suavidad, pulido y facilidad de impresión.

La fabricación de caucho también consume enormes cantidades de caolín. En este caso, incorporado a una mezcla con látex, da propiedades de dureza, resistencia a la abrasión y rigidez.

En la industria de pintura el caolín se aprovecha por su característi-

ca de ser químicamente inerte, lo que facilita, entre otras cosas, un alto poder de recubrimiento.

En la industria del plástico tiene también un uso importante, dándole a éste, entre otras propiedades, capacidad de reacción frente al ataque químico; en este sector el caolín tiene un uso futuro de grandes expectativas.

La industria de cerámica ha utilizado, históricamente, el caolín, pero las cantidades en este ámbito son pequeñas en relación a otros rubros (especialmente el papel).

En la actualidad se realizan variados estudios respecto a la utilización del caolín y se considera que en el futuro podrá aprovecharse en piezas para la industria del automóvil, lo que disminuiría enormemente los costos.

Además de los usos ya mencionados, existe una amplia variedad de industrias que lo utilizan: Tinta, adhesivos, insecticidas, absorbentes, cementos, fertilizantes, detergentes, textiles, etc.

En términos de porcentaje de utilización, el caolín tiene los siguientes usos:

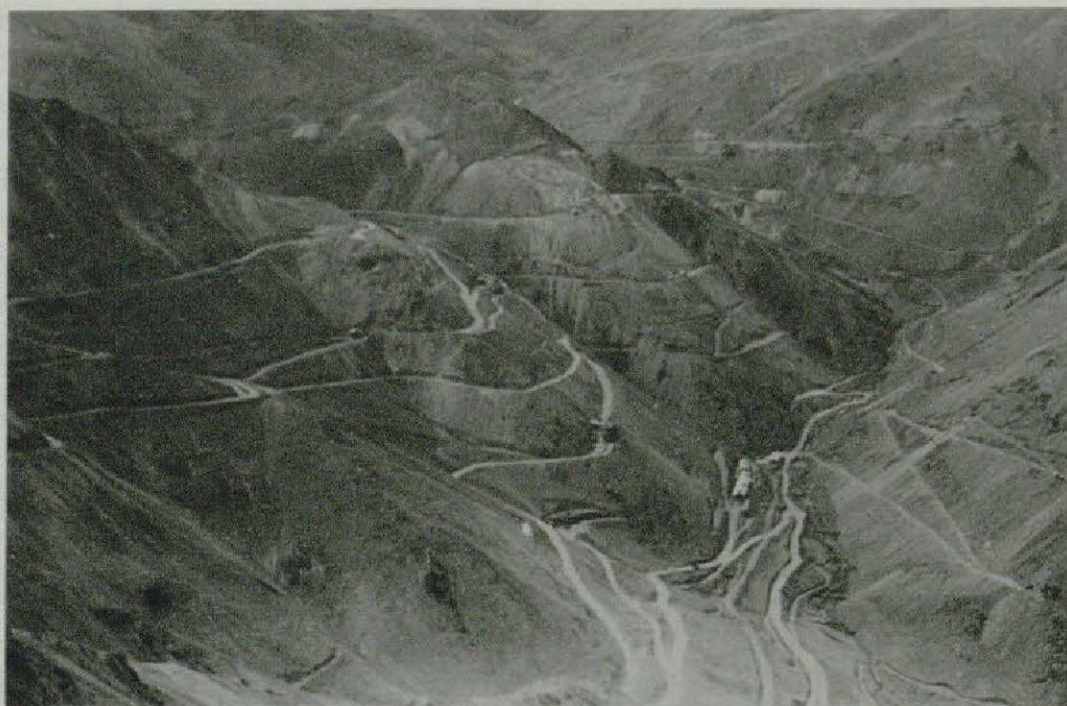
–Industria del papel	56%
–Pintura, caucho, plásticos	7%
–Refractarios, cerámicas	7%
–Industria química	6%
–Vidrios y fibras	4%
–Diversos	20%

## INDUSTRIA DEL PAPEL

Las especificaciones más importantes para el caolín utilizado en papel son:

**BRILLO:** Para determinar esta especificación se utiliza un test de secado y pulverizado, formando placas que se comparan con valores estándar ya conocidos; éstos son determinados por The Technical Association of the Pulp and Paper Industry.

**TAMAÑO DE LAS PARTICULAS:** Se utilizan diversos métodos para determinar el tamaño de las partículas y su distribución. El más



Se estima que en el subsuelo chileno hay varias zonas de interés para la explotación del Caolín.

utilizado está basado en el principio de Stokes.

**VISCOSIDAD:** La fluidez es una propiedad del caolín. Esta es muy importante para los efectos de recubrimiento. En este sentido se utilizan dos tipos de test de viscosidad, los cuales deben definir rigurosamente su característica; para ello existen procedimientos estándar.

**RESIDUO DE TAMISES:** El material retenido en la malla 325, estudiado en detalle, forma parte de una de las especificaciones del caolín.

### **INDUSTRIA DE PINTURA Y PLASTICO**

Sumadas a las propiedades requeridas para el uso en la industria del papel, el caolín usado en pintura y plástico, debe cumplir ciertas especificaciones de resistividad eléctrica.

El test de resistividad eléctrica tiene por objeto indicar la cantidad de sales que están contenidas en la arcilla. Para algunas aplicaciones en la industria de pintura se utiliza el test Hegmon, que consiste en una medida de la fineza de molienda..

### **INDUSTRIA CERAMICA**

Los test más importantes para esta industria, son los módulos de ruptura (MOR), la razón de fundición, el cono pirométrico equivalente (PCE), el color de fundición y la reducción.

El MOR y el PCE deben ser controlados por métodos estándar que tiene la ASTM.

La razón de fundición es muy importante y se observa que el caolín de grano fino funde más lentamente que el de grano grueso.

El color de fundición es también importante, en lo referente al color blanco y a la pigmentación que presentan los caolines una vez fundidos. El test que se realiza es visual y la muestra es fundida a temperatura predeterminada, comparando los resultados con los estándar.

La reducción es una propiedad importante. Los materiales de cerámica se reducen en el tratamiento y esta propiedad es estudiada en detalle.

Durante el secado, el material se reduce, dependiendo de su composición y de la cantidad de agua pre-

sente; también existe reducción durante el fundido.

### **MINERALOGIA**

El caolín forma parte del grupo de arcillas denominado Grupo Caolín, en el cual los principales minerales son Caolinita, Nacrita, Dickita y Halloysita.

Con excepción de la forma hidratada de la Halloysita, la que posee mucha agua, todos los minerales tienen prácticamente la misma composición.

La estructura cristalina es similar, teniendo diferencias en los arreglos iónicos, lo que los distingue entre ellos.

La Caolinita es el miembro más común del grupo. Su estructura es  $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  y su composición teórica es: 46.54%  $\text{SiO}_2$ , 39.50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 13.96%  $\text{H}_2\text{O}$ .

### **DEPOSITOS**

El caolín y arcillas similares se presentan en diferentes tipos de depósitos, desde lentes tabulares hasta yacimientos sedimentarios.

Muchos depósitos están formados por meteorización cerca de la superficie; la mayoría de los depósitos corresponden a yacimientos residuales formados por antiguos ciclos de meteorización.

Los principales yacimientos residuales conocidos están situados en EE.UU. (Carolina del Norte, Arkansas, Idaho, California), conociéndose también algunos en Checoslovaquia y Brasil.

En general se pueden hacer dos distingos en el origen del caolín y otras arcillas similares: productos de meteorización y alteración hidrotermal.

USA es uno de los principales productores del mundo, aunque también tienen importancia por sus yacimientos y producciones países tales como URSS y Reino Unido. De menor importancia son México, Argentina, Brasil y Guyana en América. En este continente prácticamente se conocen yacimientos en todos los países aunque sus capacidades de producción son pequeñas (Colombia, Chile, Venezuela, Perú, Ecuador).

En el caso de Chile se conocen en su mayoría depósitos hidrotermales con una estrecha asociación

de caolín y alunita.

Existen también depósitos en Europa (Francia, Bélgica, Alemania, Bulgaria, Dinamarca, Grecia, Italia, España), así como en Africa y Asia.

La producción actual en el mundo es de alrededor de 18 millones de toneladas por año, esto incluye unos 58 países y diversos tipos de arcillas.

Entre los principales productores se encuentran: USA 6.4 millones; URSS 3 millones; Reino Unido 2.4 millones; diversos países de Europa 2.3 millones; Asia 1.5 millones; diversos países de América 0.9 millones.

La producción de los últimos 3 años en Chile ha sido de: 41.000 tons en 1983; 49.000 en 1984 y 53.000 en 1985.

Actualmente Chile importa caolín, especialmente para el papel, por alrededor de 0.7 millones de dólares/año.

### **EXPLORACION Y EVALUACION**

La exploración se efectúa por los métodos normales de reconocimiento geológico y sondajes. En la evaluación aprecia, especialmente, el aspecto calidad con consideraciones respecto al tipo de caolín y su posible utilización. Para esto deben considerarse las especificaciones respecto a utilización en papel, caucho, plásticos, etc.

### **EXPLOTACION Y BENEFICIO**

La explotación requiere cierta sofisticación, si se pretende la obtención de un producto para determinada rama de la industria.

Las plantas de beneficio poseen Flow-Sheet complejos, ya que requieren, no solamente las etapas de molienda, que en el caso del caolín se lleva a mallas muy finas, sino todo el tratamiento de eliminación de impurezas y una serie de circuitos que permiten una separación en diversos productos.

La sofisticación de las plantas tiene relación directa con la calidad de los yacimientos y del producto final que se quiere obtener.

# GESS: Sistemas de Ahorro de Energía en la Molienda y Aumento de Capacidad

En los últimos años, KHD Humboldt Wedag AG. ha presentado un nuevo concepto para la molienda con bajo consumo de energía. Las conclusiones de los resultados de ensayos realizados a escala industrial revelan que mediante el uso de maquinaria apropiada, se puede ahorrar energía en la molienda de minerales.

KHD ha puesto a punto un sistema de molienda económica después de una intensa actividad de investigación de desarrollo, considerándose máquinas ya conocidas por sus buenos grados de reducción, p.e. sobre molinos de martillos y molinos de cilindros laminadores. No se incluyeron los molinos de rodillos en las investigaciones porque al mismo tiempo ya se llevaban a cabo en la República Federal de Alemania ensayos al respecto.

Prosiguiendo con diversos ensayos de laboratorio, los técnicos de KHD obtuvieron un éxito inicial con el molino de cilindros a presión. En una prensa de cilindros de superficie lisa, como resultado de una presión irregular, se obtuvieron plaquitas en forma de escamas que podrían romperse a mano con facilidad. De la cuidadosa fragmentación de estas escamas resulta cerca de 30% del producto con un tamaño inferior a 90 micras y el 100% inferior a 15 mm de tamaño. El ensayo de molienda efectuado con el clínker revela que su índice de trabajo ha mejorado más o menos en 12 kWh/t, considerando que el clínker no tratado poseía un índice de trabajo de 33 kWh/t, mientras que por tratamiento en molino de cilindros a presión se redujo a cerca de 21 kWh/t. Estos resultados fueron confirmados con datos obtenidos por varias series de ensayos, manteniendo la presión por encima de un mínimo dado.

Los ensayos efectuados con mineral de cobre revelan los siguientes datos:

Para una instalación existente

con capacidad de aprox. 200 t/h y un mineral cuyo índice de Bond es aprox. 14 kWh/t, el consumo específico baja a 8,3 kWh/t aumentando así la capacidad de molino a 347 t/h con un incremento de solamente 900 kW que corresponden a la potencia de los motores del molino de cilindros a presión. Por tanto el ahorro final de energía es sustancial.

La Figura 1 presenta gráficamente el principio de la fragmentación a alta presión.

La alimentación se expone por un breve período a muy alta presión por arrastre entre dos cilindros a modo de calandra. Desde luego, las condiciones de presión difieren de las que se dan en las máquinas generalmente definidas como "molinos de rodillos". La técnica específica aplicada estipula que la reducción en el interior de la capa de material debe ser precedida por la disminución de los granos aislados. El grosor de la capa de material no se relaciona con la finura del material de alimentación. La granulometría del material de alimentación queda en un rango entre 0 a 1 mm y 0 a 50 mm. El espesor de la capa de material depende, predominantemente, del tipo de alimentación y de la presión a que se le somete. El producto descargado de los cilindros—prensa, en forma de escamas, contiene una importante porción con menos de 90 micras. En la Figura 2 se representan las granulometrías de un material entrante y del producto final, para apreciar el grado de reducción que no depende exclusivamente de la presión ejercida, sino también de la fragilidad del material. Cuanto más frágil sea el material, mayor será su grado de reducción.

La reducción del índice de trabajo realizable, p.e. para el clínker de cemento, se puede ver en la Figura 3. La comparación entre las cifras del índice de trabajo se basa en una idéntica distribución granulo-

métrica del material de alimentación.

El menor índice de trabajo que resulta en el molino de bolas, debido a la reducción previa del tamaño de partícula obtenido en los cilindros de presión, hasta ahora se ha despreciado. Para el cálculo final de dicho valor hay que considerar debidamente la determinación de la disminución total en el índice de trabajo. El ahorro total de energía resulta de la reducción en el índice de trabajo, más la reducción de los gránulos individuales, menos la energía consumida por los cilindros de presión, que es de unos 3 kWh/t. Dependiendo de la alimentación específica, el ahorro de energía, considerado en forma realista, queda en un rango comprendido entre 5 y 12 kWh/t. Desde que parte del ahorro de energía es atribuible a la reducción de los gránulos simples, el problema reside en cual es la influencia de esta reducción en el índice de trabajo.

El ahorro de energía, conseguido a escala industrial, es una buena razón para introducir cambios según un nuevo proceso, en las instalaciones de molienda existentes. Se conocen algunos datos técnicos de los ensayos efectuados. Con tiempos de funcionamiento entre 6.000 y 7.000 horas se anticiparon datos sobre los componentes sujetos a desgastes.

Las cifras satisfactorias obtenidas se explican por la baja velocidad tangencial de los cilindros y por el hecho de que en el momento en que se ejerce la presión no hay ningún movimiento entre los cilindros y el material entrante.

Por otra parte, tan solo una mínima parte del material está en contacto directo con los componentes sujetos al desgaste, puesto que el material se comprime entre los cilindros, formando una capa.

El cilindro—prensa puede instalarse en varias posiciones, p.e. dentro del sistema de transporte de ma-

terial o frente a las tolvas de alimentación de los molinos existentes.

En un régimen de producción constante, pueden alimentarse uno o varios molinos luego de la trituración en cilindros—prensa. Una alternativa es situar el molino de cilindros directamente enfrente de un molino tubular. Siendo así, los dos motores de accionamiento de los cilindros deben ser de velocidad variable, por la conveniencia de sin-

cronizar la producción del molino tubular con la de los cilindros de presión.

La existencia de molinos tubulares no requiere mayores cambios. La carga de bolas, en particular la que respecta a las de gran tamaño, deberá adaptarse a la distribución granulométrica de la alimentación procedente del molino de presión. Podrán suprimirse las placas de diafragma, con lo cual se aumentará

el rendimiento del molino. Los sistemas proporcionados de clasificación y transporte de material deberán adaptarse en conformidad con el aumento de capacidad del molino. La carga circulante permanecerá substancialmente inalterada. Los ensayos han puesto de manifiesto que en ningún caso se han producido inconvenientes relacionados con la distribución granulométrica o la calidad del producto deseado.

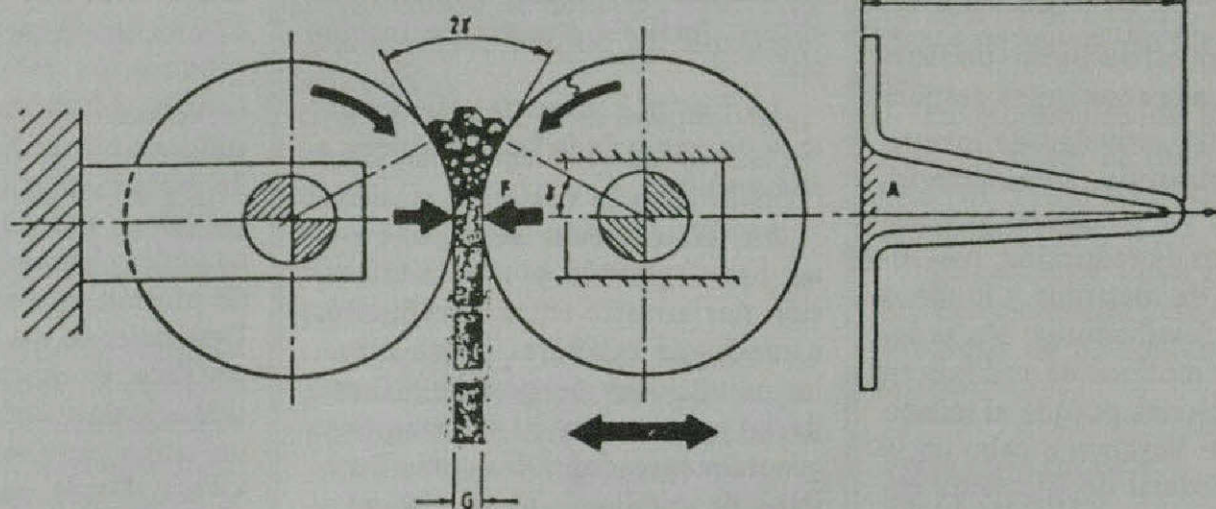


Figura 1.— Principio de fragmentación a alta presión.



Figura 2.— Distribución granulométrica de una muestra de clínker antes y después de su tratamiento en molino de cilindros de alta presión.

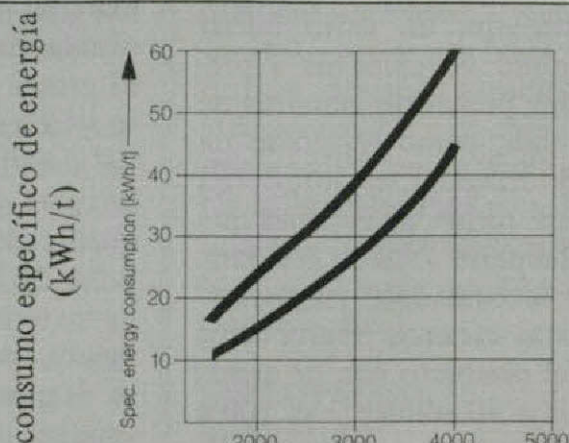
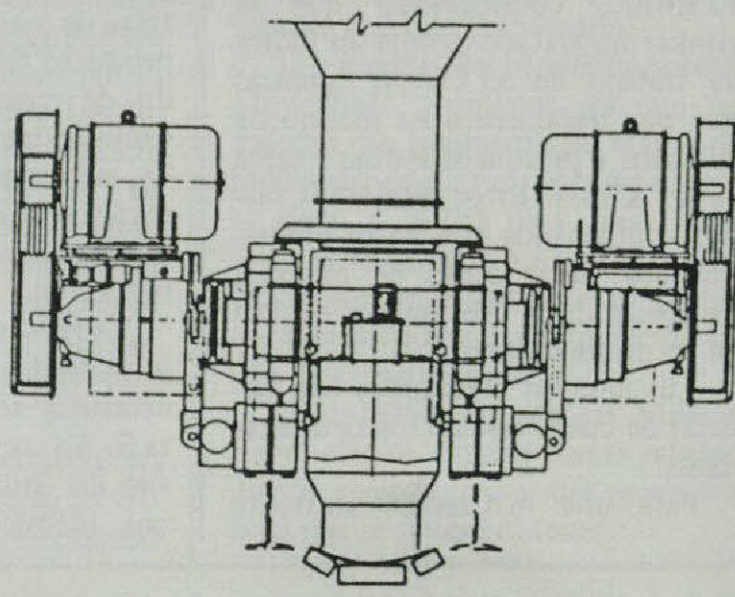
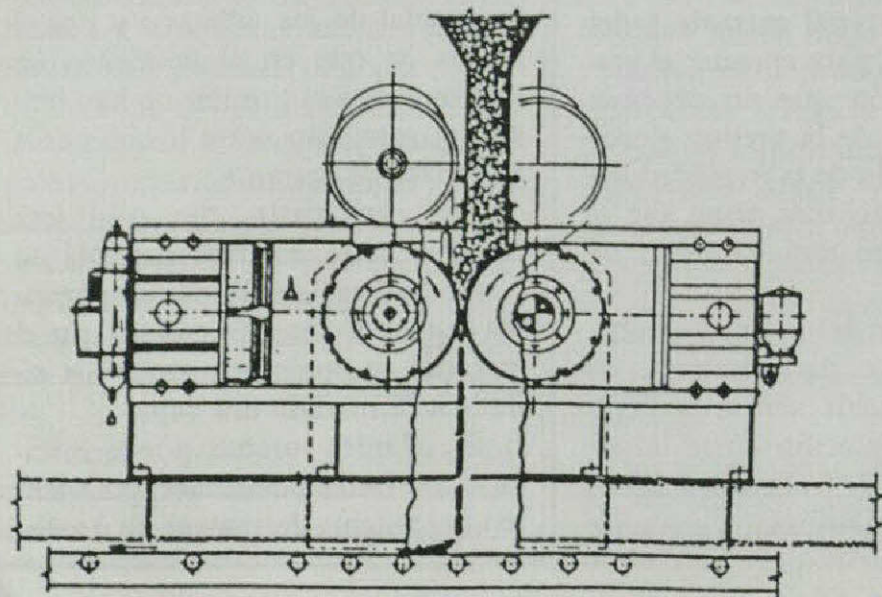


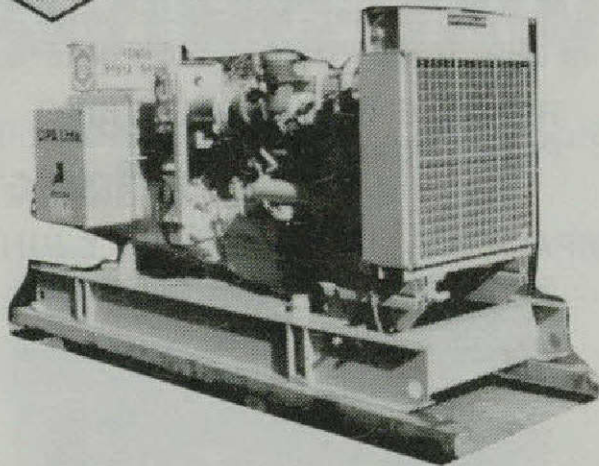
Figura 3.— Consumo de energía para la molienda antes y después de la trituración del producto en cilindros de alta presión.





Cia. Constructora Industrial y  
Comercial Panamericana Ltda.

## CIPA Ltda.

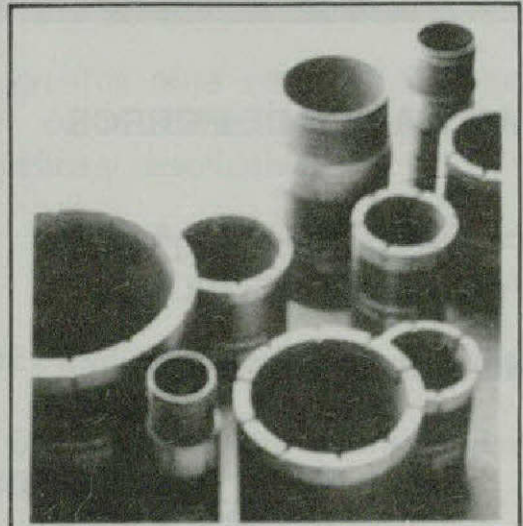
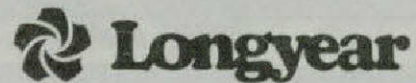


### GRUPOS ELECTROGENOS PARA ARRIENDOS

CATERPILLAR Y DALE  
DESDE 35 KVA - 320 KVA  
EQUIPOS NUEVOS  
SERVICIO EN TERRENO

CIPA ES SERVICIO CONFIABLE

Romero 2928 Fonos: 94573 - 91812  
Casilla 2651 - Stgo.



LONGYEAR	(Equipos de Sondaje)
SECO	(Perforadoras Neumáticas)
BOART	(Aceros y Brocas de Perforación)
BOART HWF	(Brocas de Rotación para Carbón)
WENDT	(Herramientas de Diamante para Rectificado)

Representante en Chile  
LONGYEAR CO. CHILE LTDA.

LAS DALIAS 2900 (MACUL)  
FONOS 2215588 - 2215866

TELEX 340442 LONGYR CK  
S A N T I A G O

# BBC

BROWN BOVERI

## Una marca competente y confiable en todo el mundo

- EQUIPOS ELECTRICOS INDUSTRIALES EN STOCK PERMANENTE
- FABRICACION DE TABLEROS ELECTRICOS DE BAJA Y MEDIA TENSION

### BROWN BOVERI DE CHILE S.A

Av. Vicuña Mackenna 1602  
Casilla 3555 - Fonos: 5550051-2-3 Santiago  
Tlx. 440390 BBCHIL CZ - Tlx. 340471 BBCHIL CK

# Minermat LTDA

MINERIA - INGENIERIA - MATERIALES  
ASESORIAS TECNICAS

- Estudios y Diseño de Plantas para Oro y Plata.
- Equipos de Precipitación por Zinc Merrill-Crowe de 12 a 300 TPD de Capacidad.
- Hornos y equipos de Refinación.
- Tambores para Aglomeración.
- Fabricación de Fittings y piezas especiales en Polietileno de alta densidad.
- Transportadores - Elevadores de alta pendiente - su Diseño y Fabricación.
- Ventiladores para minas subterráneas.



- Reciclador derrames de molinos con inclinación 85°.

José Dgo. Cañas 2937 - Fonos 742369-2238020  
Télex: 440476 MINER - CZ Ñuñoa, Santiago-Chile.

## Aceros Cox

### LAMINACION DE FIERROS

PLANOS - CUADRADOS  
ANGULOS REDONDOS

ACEROS PARA RESORTES

JUANA WEBER 4866  
F: 791245 - 796281  
ESTACION CENTRAL



## DUCASSE INDUSTRIAL



## AMM CONSULTORES

CENTRO DE ASESORIAS ADMINISTRATIVAS, AGRICOLAS, MINERAS Y MECANICAS:

### ASESORIAS MINERAS EN:

- Catastros
- Evaluaciones
- Faenas Mineras
- Proyectos Mineros

### ASESORIAS ADMINISTRATIVAS EN:

- Administración y Manejo de Personal
- Sistemas Administrativos
- Contabilidad Minera
- Financiamiento de Proyectos Mineros

### ASESORIAS MECANICAS EN:

- Diseños Mecánicos
- Mantenimiento Mecánico de Motores Diesel y Bencineros
- Sistemas Mecánicos (Mantenimiento)

### ASESORIAS AGRICOLAS EN:

- Suelos
- Agricultura
- Horticultura
- Producción Animal
- Proyectos Agrícolas

FINANCIAMIENTO MINERO - MANTENCION DE MAQUINARIAS - MENSURAS - LEVANTAMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR DE MINAS - TOPOGRAFIA EN GENERAL - ASESORIAS MINERAS Y AGRARIAS - ASESORIAS LEGALES

PROYECTOS EN SISTEMAS OPERATIVOS INTEGRADOS  
ALHUE 3069 SAN MIGUEL  
FONO: 5216117

MORANDE 440 OF. 14  
CASILLA: 51303  
CORREO CENTRAL  
SANTIAGO

## interma

EL COMENDADOR 2340 - PROVIDENCIA - STGO.  
TELS: 2324191 - 2324189 - 2324192  
TLX: 440347 INTER CZ FAX: 2328173

REPRESENTANTE EXCLUSIVO  
PARA CHILE DE:

## Garlock

EMPAQUETADURAS - SELLOS Y JUNTAS



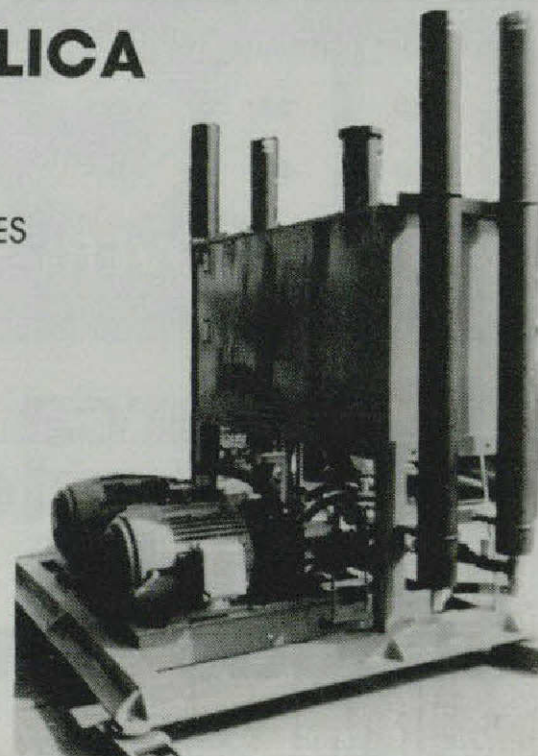
— VALVULAS: Compuerta, bola, globo, mariposa, diafragma, retención.

— CAÑERIAS - FITTINGS: Acero al carbono, Acero inoxidable 304-316

— BOMBAS ACELERADORAS: Trampas Termodinámicas - Filtros lubricadores - Reguladores para aire.

## HIDRAULICA

CILINDROS  
VALVULAS  
ACUMULADORES  
CENTRALES  
SISTEMAS  
FILTROS  
BOMBAS  
PROYECTOS



FABRICACION

REPARACION



## REVESOL

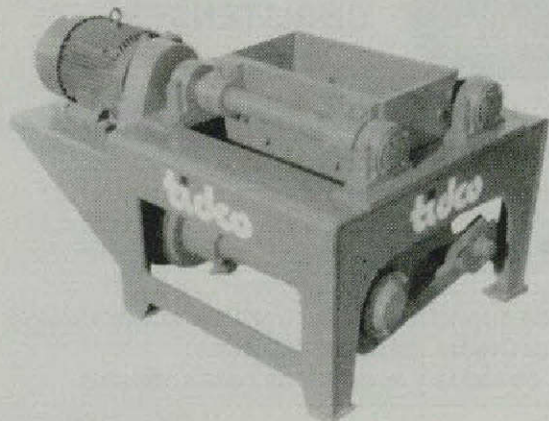
LOS 3 ANTONIOS 2170 F: 2250421 - 747191  
CASILLA 465 V - 21 TELEX: 346187 REV SOL CK.





## SWING JAW

La última palabra en CHANCADOR para la Mediana y Pequeña Minería.



Eficaz chancador para alimentar trapiches

- BAJO COSTO:** — OPERATIVO  
— INVERSION  
— PIEZAS DE DESGASTE

**COINCO LTDA.**

CIA. INTERNACIONAL DE COMERCIO

Bucarest 151 Casilla 16891 Correo 9. Providencia Santiago  
Fonos 2313562 2321894 Telex "240390 COIN CL"

EDICIONES  
**MOGU**

CHILE  
NUESTRO COBRE

Magnífica obra con 148 ilustraciones a todo color. Una exposición histórica, geográfica y descriptiva.

PARA LA ENSEÑANZA MEDIA Y SUPERIOR

**OFRECEMOS:** Los últimos 1.500 ejemplares.-

\$ 2.000.- Contado o dos cheques de \$ 1.100.- c/u.-

ELEGANTE IMPRESION EN PAPEL COUCHE

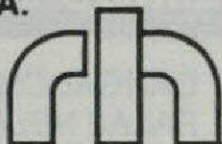
PIDALO A: MOISES GARRIDO URREA,  
Gral. Amengual 024 - Fono: 761109

IMPRESIONE A SUS AMISTADES  
DISTINGUIDAS

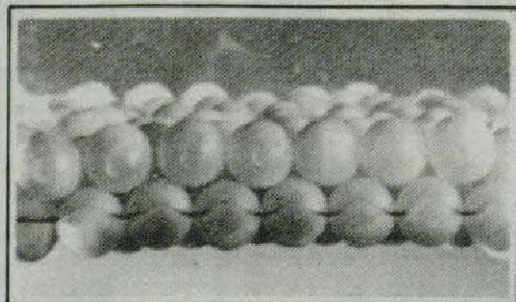
Dentro y fuera del país  
¡Obséquielo!

## ROLANDO HADDAD LIMITADA.

PLASTICOS PANTERA  
- HADAPLAST - ZEPHYR M.R.  
José Ananias 444  
Teléfonos: 5554108 - 5554109 - 5568128  
Santiago - Chile.



ESFERAS ANTINEBLINA ZEPHYR. M.R.



CON LICENCIA EURO-MATIC DINAMARCA

### USO DE LAS ESFERAS ANTINEBLINA ZEPHYR. M.R.

- Reducen el consumo de ácidos y de energía en la refinación de cobre y otros metales.
- Reducen el consumo de energía y disminuye la neblina en los tratamientos de metales, en galvanoplastia, fosfatados, anodizados etc.
- Reducen el ataque a las estructuras metálicas y a los tableros electrónicos de los productos químicos.
- Reducen el riesgo de incendio, de explosión en tanques abiertos de productos inflamables.
- Reducen los accidentes del trabajo al evitar salpicaduras por caída de objetos en líquidos agresivos y ayudan a mantener el aire limpio dentro de la Empresa.

Además somos fabricantes de Cañerías, Mangueras, Bidones, Botellas, Frascos, Bidones con llave para dosificar y Films de Polietileno - Productos.

**SOLICITE INFORMACIONES**



## SOC. IND. Y COMERCIAL FUNDICION INGLESA GAMERO LTDA.

- FUNDICION NODULAR
- ALEACIONES ESPECIALES Y NORMALIZADAS
- RESISTENTE A LA CORROSION, ABRASION, Y ALTA TEMPERATURA.
- REPUESTOS PARA EQUIPOS MINEROS.
- REPUESTOS PARA TRAPICHES, TALES COMO: SOLERAS Y LLANTAS EN
- DIFERENTES MEDIDAS, CORONAS, PIÑONES Y VOLANTES.
- PIEZAS A PEDIDO HASTA 2.000 KGS.

PLANTA N° 1  
VICENTE REYES 721 MAIPU  
FONOS 575604 - 572682

PLANTA N° 2  
BERNAL DEL MERCADO N° 1387  
FONO 762430

# GUIA MINERA



## TECMAC

Gabriela Mistral 5973 esq. Las Américas.  
Casilla 39 Cerrillos Stgo.

☎ 577262-573556 Telex: 340155 TECMAC CK.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS  
PARA CHILE DE:

**aliva**

- SHOTCRETE
- GUTINADORAS
- PROYECCION DE HORMIGON



**TELEDYNE**

- ROMPEDORES HIDRAULICOS
- ESTACIONARIOS
- MOVILES

**MONTABERT**

- MARTILLOS
- PERFORADORAS
- DRIFTER

**ECS**

- PURIFICADORES CATALITICOS
- SILENCIADORES
- JETFLOW
- AIRMOVER

**GK**

**Gebrüder  
Kulenkampff**

- REPUESTOS DE:  
DEUTZ - ATLAS COPCO  
TAMROCK
- FABRICANTES DE:  
DIENTES DE BALDE  
CADENAS

COMPLETO STOCK DE REPUESTOS

## NORTON CHRISTENSEN DE CHILE S.A.

DIVISION MINERA:

**FLUIDRIL<sup>INC</sup>**

Bentonita y aditivos para perforación, fundición y pelletización.

**NORTON**

**CHRISTENSEN**

Coronas impregnadas y con diamantes montados desde tamaño RWT hasta PQWL.

**JKS BOYLES**

Sondas de superficie y para trabajos subterráneos, con motor Diesel, de aire o eléctrico.  
Bombas de lodos y accesorios para sondajes.



**WALKER MCDONALD MFQ CO.**

TRICONOS Y TREPANOS DE PERFORACION

LAS VIOLETAS 5931 - CERRILLOS - CASILLA 1150 -  
TELEFONO: 575533 - TELEX 645247 NCCHI -  
SANTIAGO - CHILE.

**TRANSPORTES DE  
CONTAINERS PARA  
DIVERSAS CARGAS**



- TRANSPORTES DE CARGAS VARIAS CON INVERSION DE UN CAMION - BAJO COSTO E INVERSION.
- TRANSPORTES DE OFICINAS, MAQUINARIAS, MINERALES, BODEGAS PORTATILES, ETC.
- DIVERSOS TIPOS DE CONTAINERS - UN MODELO PARA CADA NECESIDAD.
- DOS MODELOS BASICOS:
  - HASTA 18 TONELADAS Y 40 m<sup>3</sup> DE CARGA.
  - HASTA 30 TONELADAS Y 45 m<sup>3</sup> DE CARGA.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS PARA  
CHILE DE **IMAVI - BRASIL**



INGENIEROS IMPORTADORES  
LORCA CASTILLO S.A.C. e I.

SAZIE 1738

F.: 6963582 - 6985354

TELEX: 340180 IICK

SANTIAGO

COCHRANE 177

FONO: 23354

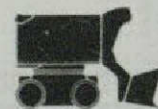
CONCEPCION

MANGUERAS Y TERMINALES  
MAQUINAS MOVIMIENTOS  
CARGAS - REPUESTOS

**EIMCO** MINING MACHINERY  
INTERNATIONAL

**EIMCO-SECOMA**

CARGADORES LHD - JUMBOS HIDRAULICOS  
PALAS NEUMATICAS - CAMIONES BAJO PERFIL



**TORO MAZOTTE 260**  
SANTIAGO

**FONOS: 795624 - 793481**  
TELEX: 340198 ESACHI

# LANZ es en CHILE



American Air Filter

Captación de polvo, limpieza de aire, recuperación de finos precipitadores electrostáticos.

Equipos para extracción de carbón Rozadoras.

**WZ**  
**WESTFALIA**



Motores Bencineros de 4 tiempos 3 a 18 HP.

Filtros para líquidos y aire comprimido



**CLOUTH**

Correas transportadoras de tejidos sintéticos y de cables de acero.

Lámpara para minas, de casco y estacionarias.

**CEAG**



Mezcladoras intensivas para arenas de moldeo. Material cerámico y otras masas. Granuladoras para polvos diversos. Teletizadoras.

Filtros de vacío de banda horizontal, secado y lavado de pulpas.



DELKOR

**Fenner**

Cintas transportadoras "Solid Woven" impregnadas en PVC.

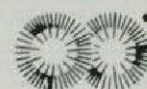
Trituración, selección, transporte y molienda de material.



Corazas y bolas de acero-cromo para molienda seca y húmeda.

Acoplamientos hidráulicos.

FLUIDRIVE



**GHH**  
STERKRADE

Vehículos LHD y camiones tolva para interior mina.

Motores industriales: Ford a bencina, diesel y a gas. Grupos generadores.



**GEHO**

Bombas para pulpas espesas y abrasivas a grandes distancias.

Membranas de polietileno HD para impermeabilización de muros de tranque, pozas solares - depósitos - fondos espesadores y canchas de percolación.

**Gundle**



Motores diesel enfriados por aire de 6 a 68 HP.

Cortadoras de muestras. Limpia toberas Gaspé.



**KRUPP**

Sistemas móviles de chancado y manejo de material.

Filtros automáticos de presión espesadores.

**LAROX**



MUHLHAUSER

Carros agitadores de concreto para trabajos en túneles.

Explosores.

**Nitro Nobel**

**OUTOKUMPU**

Analizadores en línea, celdas de flotación, detectores de metales automatización de concentradoras.

Winches y slushers.



Putzmeister

Bombas de concreto de doble pistón.

Motosierras neumáticas para mina.

**SACHS**  
**DOLMAR**

**SCHENCK**

Sistemas de pesaje y dosificado.

Ventiladores industriales y su recuperación. Sopladores centrifugos.

**Fläkt**

**TURMAG**

Ventiladores para minas. Perforadoras para muestreo. Perforadoras de gran diámetro.

Bombas centrífugas de servicio pesado para líquidos contaminados y corrosivos.

**UNITED**  
**PUMPS**



WACKER

Equipos de compactación de suelos. Vibradores de concreto.

Aparatos de control y mando para interior y mina EX-FI-Proof.

**Wallacetown**



Motores trifásicos hasta 2000 KW. Motores de corriente continua. Motores a prueba de explosión.

Equipos para manejo y preparación de ánodos y cátodos en refinaria.

**WENMEC**

Engranajes, ruedas para rieles tubería con revestimiento antiabrasivo.

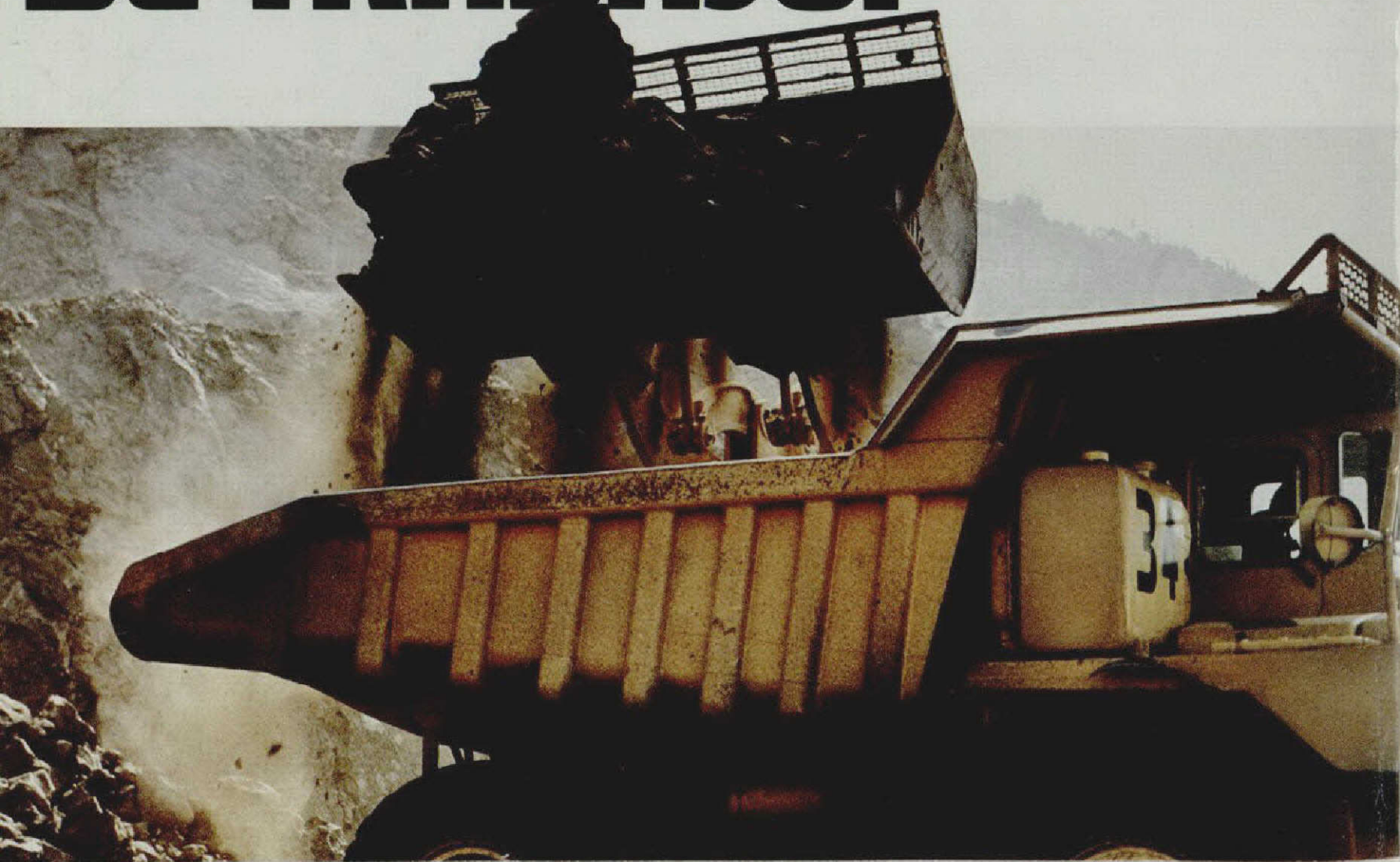
**Xtek**

VENTAS - SERVICIO - REPUESTOS

**LANZ Y CIA. LTDA.**

Calle Dr. Barros Borgoño 233 Santiago Fono: 740673 Télex: 240637

# COMENZAMOS UNA NUEVA JORNADA DE TRABAJO.



Para nosotros y para nuestros clientes, en todo el país, comienza una

nueva etapa. Nuevas condiciones y la experiencia de situaciones difíciles enfrentadas y superadas con éxito a lo

largo de una historia de 114 años, nos permiten comenzar esta nueva jornada con optimismo. Y energía.

Una nueva jornada de trabajo. De modernos servicios orientados a las personas. A las empresas. A usted.



## BANCO CONCEPCION

### Buenos días futuro.

