



COMISION CHILENA DEL COBRE



RECONOCIMIENTO DE LA
INDUSTRIA NACIONAL COMO
MERCADO PARA LA MINERIA
NO METALICA DE CHILE

1995

PATROCINADO POR

BANCO CONCEPCION

CONVENIO
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA - COMISION CHILENA DEL COBRE

ESTUDIO:

RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL
COMO MERCADO PARA LA
MINERIA NO METALICA DE CHILE

Dpto. Estudios de Mercados
Dirección de Estudios
COCHILCO

Departamento Técnico
SONAMI

Santiago de Chile, Abril 1995

PRESENTACION

En Junio de 1994, la Sociedad Nacional de Minería y la Comisión Chilena del Cobre convinieron la realización conjunta de un estudio para reconocer las características de la demanda que la industria nacional representa para los productos de origen minero no metálico.

Unidas en el propósito del desarrollo integral de la minería nacional, ambas entidades han estimado necesario aportar una información actualizada del mercado, dado el notable avance productivo y de modernización que se ha registrado en la industria nacional en los últimos años. Esta información puede constituir una base para el análisis de inversiones que puedan canalizarse para la explotación de los vastos recursos mineros no metálicos existentes en las distintas regiones de nuestro país.

Con este fin se requirió información a empresas representativas de las actividades industriales, que se distinguen por un nivel de consumo significativo de materiales mineros no metálicos. Más de la mitad de las empresas consultadas respondieron positivamente, entregando datos muy valiosos para comprender las condiciones que deben cumplir los insumos minerales para ser usados en las diversas gamas de aplicaciones de nuestra industria. SONAMI y COCHILCO expresan su agradecimiento a cada una de las empresas que colaboraron tan eficazmente para el éxito de este trabajo conjunto.

Al publicar el estudio "Reconocimiento de la industria nacional como mercado para la minería no metálica de Chile", se pone a disposición de las autoridades de gobierno, de los asociados a SONAMI y de todo profesional, empresario e inversionista que pueda encontrar oportunidades que contribuyan al progreso del país.

JUANITA GANA QUIROZ
Vicepresidente Ejecutivo
COMISION CHILENA DEL COBRE

WALTER RIESCO SALVO
Presidente
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO:

RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL COMO MERCADO PARA LA MINERIA NO METALICA DE CHILE

1. *En Junio de 1994, la Sociedad Nacional de Minería y la Comisión Chilena del Cobre celebraron un convenio para la realización de un estudio cuyo objeto es proveer de información actualizada sobre las características del mercado para los productos de origen minero no metálico que consume la industria nacional. Está orientado principalmente a los actuales productores mineros, incluyendo medianos y pequeños productores de metales que puedan interesarse en la diversificación de sus actividades mineras, más potenciales nuevos inversionistas, que la requieran para un mayor desarrollo de la minería no metálica de Chile.*

La recopilación de antecedentes se realizó mediante una encuesta a empresas representativas de cada sector industrial de uso final. Esta fue contestada por más de 80 empresas sobre un universo de unas 150 empresas a quienes se le requirió información.

2. *La información contenida en el presente informe cubre los siguientes aspectos:*
 - a) *En la primera parte se analizan los sectores industriales que representan el mayor poder de consumo de los minerales no metálicos, para una mejor comprensión de las razones que tiene cada tipo de industria para emplear estos productos y las condiciones cualitativas que éstos deben cumplir para ser aceptados en cada caso específico. Los antecedentes entregados obedecen al siguiente esquema básico de ideas:*
 - *Descripción del sector industrial de uso final*
 - *Productos mineros insumidos en cada sector*
 - *Características del proceso industrial en que son empleados y grados de calidad requeridos*
 - *Volúmenes anuales consumidos*
 - *Formas principales de abastecimiento*
 - *Rango de precios unitarios, en el mercado nacional*

- b) *En la segunda parte se muestra, a través de ficha resumen, los ocho recursos mineros de mayor relevancia por su consumo en la industria nacional y posibilidades de desarrollo, a saber: carbonato de calcio, yeso, sílice, caolín y arcillas, talco, bentonitas, feldespato y diatomita.*

Esta información entrega una síntesis de las diversas aplicaciones de cada recurso y una estimación del consumo nacional.

3. *Del análisis de las características de los sectores industriales se concluye:*

- a) *Los minerales con producción nacional con mayor demanda son: carbonato de calcio, yeso, sílice, caolín y arcillas caoliníferas (sin considerar las arcillas comunes), talco, bentonitas, feldespato y diatomita. Sus antecedentes específicos están contenidos en la segunda parte de este informe. Otros minerales con interés emergente son la perlita, la wollastonita y el granate.*

No se considera en esta selección a la puzolana y al óxido de hierro, porque su producción es prácticamente cautiva; ni al azufre por su manifiesta declinación de la producción nacional y porque los principales consumos registrados se refieren a azufre refinado importado; ni tampoco a los recursos salinos que tienen una base establecida de producción orientada preferentemente a la exportación.

- b) *El abastecimiento de productos de origen minero no metálico se realiza por autoabastecimiento, compra al productor nacional y por importación:*

- c) *El autoabastecimiento se explica por el interés de la industria por contar en forma confiable y económica con una materia prima vital para su negocio. Por ello la actividad minera se encuentra integrada en la empresa misma o se realiza por una empresa asociada. No obstante ello, parte significativa del consumo debe ser complementado con abastecimiento externo, donde el factor precio y calidad son los determinantes para la adquisición.*

Aunque esta condición resta una parte importante de material para ser transado comercialmente, debe reconocerse como un segmento de alto interés para el desarrollo minero. La razón es que la fase minera está integrada a empresas pertenecientes a consorcios de relevancia y con capacidad de inversión, vinculadas a cementos, vidrios, cerámicas, refractarios y siderurgia.

Si esta actividad contara con autonomía de gestión, podría constituir una oportunidad de negocios, de manera que ella se oriente no sólo a alimentar su propio proceso fabril sino, también, al resto del mercado nacional y, eventualmente, a la exportación. Del mismo modo estas empresas fabriles podrían abrir más su poder de compra, para que otros oferentes puedan competir en igualdad de condiciones con su fuente propia, procurando una optimización de las inversiones.

- d) *El mercado local, es decir la libre transacción de materiales, es amplio y diversificado. La gran mayoría de las empresas declaran concurrir a él para comprar sus materias primas de proveedores externos.*
- e) *Los volúmenes anuales consumidos por cada empresa son muy dispares. Niveles individuales sobre 10.000 toneladas se registran para calizas y recursos silíceos. Niveles superiores a 1.000 toneladas se registran para caolín, arcillas, y feldespatos. Pero principalmente los consumos individuales son de algunos cientos de toneladas. Con seguridad la gran masa de industrias consumidoras lo hagan a bajos niveles.*

Las empresas que compran grandes volúmenes suelen tener varios proveedores activos, incluso alternativos. En cambio, a menores volúmenes se suele tener sólo un proveedor habitual y, generalmente, algunos alternativos.

- f) *La información recopilada sobre precios puede ser considerada una satisfactoria aproximación a la realidad, puesto que es un dato muy sensible para cada empresa. De allí que en muchos casos se dispone de amplios rangos de precios. Dada la dispersión de valores entre las diferentes industrias, sólo se entregan los precios disponibles para cada producto en el contexto del sector industrial donde se aplica.*

El factor precio es muy importante, sobre todo cuando incide significativamente en el costo del producto final. Asociado a ello, es relevante el costo de transporte en los materiales de gran volumen y bajo precio. Pero el factor calidad y su mantención en el tiempo es el criterio clave para la adquisición y fidelidad de negocio con el proveedor.

- g) *La estrictez de las especificaciones técnicas está determinada por la funcionalidad de la materia prima en el proceso productivo y por la precaución de no contaminar el producto entregado al uso final. De allí que exista una gran diversidad de*

requerimientos, que significan oportunidades o limitaciones para cada producto minero.

En el informe se entregan los parámetros más relevantes de las especificaciones de calidad, dada la diversidad de detalles que ellas contienen.

- h) Respecto a las importaciones, se registran dos situaciones. Primero, es el hecho que al mercado local entran a competir productos de origen importado. La razón fundamental se basa en su calidad que supera a la del producto nacional equivalente. Los productos más afectados por esta situación son: caolín, arcillas refractarias, bentonita, carbonato de calcio (granulado o precipitado, además de cal), sílice y feldespato.

En segundo lugar, las otras importaciones obedecen a la carencia en el país de recursos mineros que los provean a un nivel razonable de calidad y costo. En este caso se encuentran materias primas refractarias (alúmina, bauxita, cromita y varios productos de magnesio), carbonato de sodio, bentonita sódica, fluorita y mica.

De ellos, cabe acotar, se estima que en el país es posible pensar en obtener: productos de magnesio de yacimientos de dolomita y recursos existentes en salmueras del salar de atacama; carbonato de sodio por síntesis química a partir de calizas y sal común; y, bentonita sódica por activación de bentonita cálcica.

4. En relación al análisis individual de los recursos mineros de mayor interés, se desprende lo siguiente:
- a) **Carbonato de Calcio:** Es el mineral no metálico de mayor volumen de explotación y presenta una amplia gama de aplicaciones para muy diversas calidades. La industria del cemento lidera la demanda y presenta un interesante mercado para complementar el autoabastecimiento de las principales cementeras y a futuro para el eventual reemplazo de las actuales operaciones mineras con yacimientos de calidad y cercanos a los centros de consumo.

Cabe destacar que la industria en general está requiriendo un "carbonato" de mayor pureza y fineza lo que implica oportunidades para productos del tipo finamente granulado, sea natural o precipitado, lo que implica un necesario valor agregado.

- b) *Yeso: Su consumo se encuentra en expansión, asociado al desarrollo de la construcción. Su mercado es limitado porque su explotación minera principal está integrada con las industrias elaboradoras de productos de yeso.*
- c) *Silíce: La industria representa un amplio y diversificado mercado para los recursos silíceos, con excepción del sector del vidrio que se autoabastece. Es altamente competitivo por el bajo valor unitario y por la importancia relativa que tienen los grandes consumidores. La información oficial de producción no refleja su real nivel por carecerse de datos desde los productores de arenas silíceas y probablemente de parte de la producción de cuarzo.*
- d) *Caolín, Arcillas Plásticas y Arcillas Refractarias: El país registra un déficit de estos recursos arcillosos, particularmente en los grados de mayor calidad que deben ser importados en cantidades significativas. Su amplia gama de aplicaciones permite a los productores independientes disponer de alternativas para la colocación de su producto, condicionado más por la calidad de acuerdo al uso específico industrial. No obstante ello, parte importante del consumo nacional lo realizan compañías que se autoabastecen del recurso minero.*

Cabe señalar que la información oficial de producción minera es muy precaria al no distinguir los diferentes tipos de arcillas y caolines y por no contar con datos completos desde los productores debido a la no obligatoriedad de informar sobre estos recursos por no ser legalmente concesibles.

- e) *Talco: El consumo de talco de origen nacional está reducido prácticamente a las pinturas. El otro gran consumidor, la industria de la celulosa, lo importa por razones de calidad. Con mayor razón lo hacen el resto de los consumidores menores para quienes el factor cualitativo es primordial.*
- f) *Bentonitas: El mayor consumo se manifiesta para la bentonita sódica, de la cual se carece como recurso natural en Chile. La bentonita cálcica nacional no presenta una demanda significativa prefiriéndose el material importado. Cabe señalar que es posible procesar la bentonita cálcica para transformarla en la forma sódica y así poder competir en el mercado nacional con su equivalente importado.*
- g) *Feldespato: Sus aplicaciones principales están en dos rubros: cerámicas y vidrios. En ambos rubros se presenta en gran medida el autoabastecimiento por parte de*

la industria consumidora. Aunque la información recogida de consumo nacional en ambos rubros fue escasa, ésta supera las cifras oficiales de producción lo que pone de manifiesto su incompleta cobertura.

- h) Diatomita: Presenta cifras oficiales de consumo aparente muy superiores a las detectadas en la encuesta, principalmente por no haber recibido información de importantes consumidores en el rubro alimentos. Seguramente su mercado puede tener un gran potencial en un alto número de empresas consumidoras de pequeños volúmenes cada una y no sólo como auxiliar filtrante. Este producto puede ser aplicado en una diversidad de formas.*
- 5. A fin de completar la visión cuantitativa de la minería no metálica de Chile, al informe se le anexan estadísticas sobre producción minera, de exportaciones e importaciones, registradas por SERNAGEOMIN y Banco Central respectivamente, para el período 1989 a 1993.*

*V.P.V.
Enero 1995*

**RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL COMO MERCADO
PARA LA MINERIA NO METALICA DE CHILE**

INDICE

		Página
I	INTRODUCCION	3.-
II	ANALISIS DE LOS SECTORES INDUSTRIALES	5.-
	A) CEMENTOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION	
	1. Industria del cemento	9.-
	2. Industria de productos de asbesto- cemento	12.-
	3. Industria de productos de yeso	13.-
	4. Otros productos	14.-
	B) REFRACTARIOS, VIDRIOS Y CERAMICAS	
	1. Industria de refractarios	15.-
	2. Industria de vidrios	17.-
	3. Industria de cerámicas	20.-
	4. Industria de fritas y esmaltes	24.-
	C) INDUSTRIAS QUIMICAS	
	1. Celulosa y papel	27.-
	2. Pinturas	31.-
	3. Plástico	37.-
	4. Gomas	40.-
	5. Adhesivos y sellantes	43.-
	6. Farmacia y cosmética	44.-
	7. Explosivos	45.-
	D) MINERIA Y METALURGIA (Cobre, Oro, Hierro, Petróleo)	47.-
	E) OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES	
	1. Abrasivos	51.-
	2. Agua potable y tratamiento de aguas	53.-
	3. Alimentos:	
	3.1 Azúcar	55.-
	3.2 Aceites	57.-
	3.3 Jugos de frutas	59.-
	3.4 Otras	60.-

INDICE (continuación)

	Página
III RECURSOS MINEROS RELEVANTES	61.-
A) CARBONATO DE CALCIO	63.-
B) YESO	66.-
C) SILICE	68.-
D) CAOLIN, ARCILLAS PLASTICAS Y ARCILLAS REFRACTARIAS	71.-
E) TALCO	75.-
F) BENTONTAS	77.-
G) FELDESPATO	79.-
H) DIATOMITA	81.-
IV ANEXOS	
A) LISTA DE EMPRESAS Y FORMATO DE CUESTIONARIO	83.-
B) ESTADISTICAS 1989 A 1993 DE LA MINERIA NO METALICA CHILENA	92.-
1. Producción minera	
2. Exportaciones	
3. Importaciones	
4. Resumen de comercio exterior	

RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL COMO MERCADO PARA LA MINERIA NO METALICA DE CHILE

I INTRODUCCION

Las sustancias mineras no metálicas se distinguen porque su interés radica en que gracias a sus propiedades físicas y/o químicas tienen diversas aplicaciones en la industria manufacturera al ser incorporadas en los productos de consumo habitual, razón por lo cual también se les conoce como "minerales industriales", además de sus usos en agricultura.

La minería no metálica brinda interesantes oportunidades a los empresarios mineros para emprender actividades a nivel de pequeña y mediana minería, fundado en : la simpleza de la función productiva; el comparativamente bajo requerimiento de capital; y el crecimiento gradual de su actividad para ir incorporando una mayor mecanización de la actividad extractiva y un mejoramiento cualitativo del tratamiento del producto final, que le permita aspirar a mercados de mayor valor.

Pero, si bien se conoce genéricamente la diversidad de aplicaciones que tienen los productos basados en sustancias mineras no metálicas, aún existe una carencia de buena información sobre el mercado real para los recursos mineros no metálicos chilenos, que esté disponible para los actuales y potenciales empresarios interesados en iniciar o diversificar sus actividades mineras en este sector.

En consideración de esta situación, en el curso de 1994, la Sociedad Nacional de Minería y la Comisión Chilena del Cobre celebraron un convenio para la realización del estudio contenido en el presente informe, cuyo objeto es proveer de información actualizada sobre las características del mercado para los productos de origen minero no metálico que consume la industria nacional, destinada principalmente a los actuales productores mineros, incluyendo medianos y pequeños productores de metales que puedan interesarse en la diversificación de sus actividades mineras, más potenciales nuevos inversionistas, que la requieran para un mayor desarrollo de la minería no metálica de Chile.

La información contenida cubre los siguientes aspectos:

- a) En la primera parte se analizan los sectores industriales que representan el mayor poder de consumo de los minerales no metálicos. Esto debiera permitir comprender las razones que tiene cada tipo de industria para emplear estos productos y las condiciones cualitativas que deben cumplir para ser aceptados en cada caso específico.

Los antecedentes entregados obedecen al siguiente esquema básico de ideas:

- Descripción del sector industrial de uso final
 - Productos mineros insumidos en cada sector
 - Características del proceso industrial en que son empleados y grados de calidad requeridos
 - Volúmenes anuales consumidos
 - Fuentes principales de abastecimiento
 - Rango de precios unitarios, en el mercado nacional
- b) En la segunda parte se muestra, a través de ficha resumen, los ocho recursos mineros de mayor relevancia por su consumo en la industria nacional y posibilidades de desarrollo, a saber: **carbonato de calcio, yeso, sílice, caolín y arcillas, talco, bentonitas, feldespatos y diatomita.**

Esta información entrega una síntesis de las diversas aplicaciones de cada recurso y una estimación del consumo nacional.

La recopilación de antecedentes se realizó mediante una encuesta a empresas representativas de cada sector industrial de uso final, consultando sobre los temas pertinentes incluidos en los objetivos. Un modelo del cuestionario utilizado se muestra en el Anexo A), donde también se reseñan las más de 80 empresas que generosamente la contestaron sobre un universo de unas 150 empresas a quienes se le requirió información.

El presente informe se complementa con información estadística, preparada por la Comisión Chilena del Cobre, sobre el comportamiento de la minería no metálica de Chile en el período 1989 a 1993, incluida en el Anexo B), consistente en cuadros de producción física nacional, exportaciones e importaciones. Los datos de comercio exterior son tanto de volúmenes físicos como valorizados.

Finalmente, es necesario señalar que, debido a la explicable limitación de la cobertura de la muestra de empresas, los antecedentes entregados deben entenderse como la mejor aproximación a un complejo y muy diverso sector industrial, del cual se carecía de información de esta naturaleza.

II ANALISIS DE LOS SECTORES INDUSTRIALES

El conocimiento de las características de la demanda industrial por productos de origen minero no metálico, es fundamental para comprender su mercado real y constituye una buena base para la evaluación económica de la factibilidad de cualquier proyecto minero en este rubro. La razón es simple: Aunque un recurso minero puede tener genéricamente múltiples usos, cada material extraído de un yacimiento tiene limitadas aplicaciones, en razón de su origen geológico, del método de explotación y del eventual procesamiento posterior para convertirlo en un producto comercial que cumpla con los requerimientos específicos de la industria.

Para los efectos de este estudio, se ha segmentado la industria nacional en cinco grandes sectores. Dentro de cada sector, se detallan los tipos de industrias específicas que se consideran comprendidas. Los sectores definidos son:

- Construcción y materiales de construcción
- Refractarios, vidrios y cerámicas
- Industria química (sólo minerales para relleno)
- Minería y metalurgia
- Otras industrias

El orden de presentación obedece a la importancia relativa que cada uno de ellos tiene para la minería, partiendo con los sectores de mayor nivel de consumo, donde los minerales no metálicos son materia prima básica para el producto industrial final, hasta aquellos sectores donde el empleo de minerales es de pequeña magnitud para cumplir funciones complementarias en su proceso industrial, pero que en su conjunto constituyen una demanda cuantitativamente significativa para la minería.

Por razones prácticas para el desarrollo de este estudio no se pretendió abarcar todo el universo industrial del país. Se asumió como base un número limitado de empresas que se consideraron más representativas de cada actividad industrial y, con sus antecedentes aportados, poder inferir algunas características del comportamiento de la demanda.

Una breve síntesis de las conclusiones globales extraídas de la información recibida y analizada es la siguiente:

- a) Los minerales con producción nacional con mayor demanda son: carbonato de calcio, yeso, sílice, caolín y arcillas caoliníferas (sin considerar las arcillas comunes), talco, bentonitas, feldespato y diatomita. Sus antecedentes específicos están contenidos en la segunda parte de este informe. Otros minerales con interés emergente son la perlita, la wollastonita y el granate.

No se considera en esta selección a la puzolana y al óxido de hierro, porque su producción es prácticamente cautiva; ni al azufre por su manifiesta declinación de la producción nacional y porque los principales consumos registrados se refieren a azufre refinado importado; ni tampoco a los recursos salinos que tienen una base establecida de producción orientada preferentemente a la exportación, tales como el salitre y sus derivados, el litio, la sal común etc.

- b) El abastecimiento de productos de origen minero no metálico se realiza por autoabastecimiento, compra al productor nacional y por importación:
- c) El autoabastecimiento se explica por el interés de la industria por contar en forma confiable y económica con una materia prima vital para su negocio. Por ello la actividad minera se encuentra integrada en la empresa misma o se realiza por una empresa asociada. No obstante ello, parte significativa del consumo debe ser complementado con abastecimiento externo, donde el factor precio y calidad son los determinantes para la adquisición.

Aunque esta condición resta una parte importante de material para ser transado comercialmente, debe reconocerse como un segmento de alto interés para el desarrollo minero. La razón es que la fase minera está integrada a empresas pertenecientes a consorcios de relevancia y con capacidad de inversión, vinculadas a cementos, vidrios, cerámicas, refractarios y siderurgia.

Si esta actividad contara con autonomía de gestión, podría constituir una oportunidad de negocios, de manera que ella se oriente no sólo a alimentar su propio proceso fabril sino, también, al resto del mercado nacional y, eventualmente, a la exportación. Del mismo modo estas empresas fabriles podrían abrir más su poder de compra, para que otros oferentes puedan competir en igualdad de condiciones con su fuente propia, procurando una optimización de las inversiones.

- d) El mercado local, es decir la libre transacción de materiales, es amplio y diversificado. La gran mayoría de las empresas declaran concurrir a él para comprar sus materias primas de proveedores externos.
- e) Los volúmenes anuales demandados por cada empresa son muy dispares. Niveles individuales sobre 10.000 toneladas se registran para calizas y recursos silíceos. Niveles superiores a 1.000 toneladas se registran para caolín, arcillas, y feldespato. Pero principalmente los consumos individuales son de algunos cientos de toneladas. Con seguridad la gran masa de industrias consumidoras lo hagan a bajos niveles.

Las empresas que compran grandes volúmenes suelen tener varios proveedores activos, incluso alternativos. En cambio, a menores volúmenes se suele tener sólo un proveedor habitual y, generalmente, algunos alternativos.

- f) La información recopilada sobre precios puede ser considerada una satisfactoria aproximación a la realidad, puesto que es un dato muy sensible para cada empresa. De allí que en muchos casos se dispone de amplios rangos de precios. Dada la dispersión de valores entre las diferentes industrias, sólo se entregan los precios disponibles para cada producto en el contexto del sector industrial donde se aplica.

Cuando el dato recibido se expresaba en dólares, se convirtió a moneda nacional a la tasa de \$424/US\$ (2º semestre 1994).

El factor precio es muy importante, sobre todo cuando incide significativamente en el costo del producto final. Asociado a ello, es relevante el costo de transporte en los materiales de gran volumen y bajo precio. Sin embargo, el factor calidad y su mantención en el tiempo, es el criterio clave para la adquisición y fidelidad de negocio con el proveedor.

- g) La estrictez de las especificaciones técnicas está determinada por la funcionalidad de la materia prima en el proceso productivo y por la precaución de no contaminar el producto entregado al uso final. De allí que exista una gran diversidad de requerimientos, que significan oportunidades o limitaciones para cada producto minero.

Para cada tipo de industria se entregan los parámetros más relevantes de las especificaciones de calidad, dada la diversidad de detalles que ellas contienen.

- h) Respecto a las importaciones, se registran dos situaciones. Primero, es el hecho que al mercado local entran a competir productos de origen importado. La razón fundamental se basa en su calidad que supera a la del producto nacional equivalente. Los productos más afectados por esta situación son: caolín, arcillas refractarias, bentonita, carbonato de calcio (granulado o precipitado, además de cal), sílice y feldespato.

En segundo lugar, las otras importaciones obedecen a la carencia en el país de recursos mineros que los provean a un nivel razonable de calidad y costo. En este caso se encuentran materias primas refractarias (alúmina, bauxita, cromita y varios productos de magnesio), carbonato de sodio, bentonita sódica, fluorita y mica. De ellos, cabe acotar, se estima que en el país es posible pensar en obtener: productos de magnesio de yacimientos de dolomita y recursos existentes en salmueras del salar de atacama; carbonato de sodio por síntesis química a partir de calizas y sal común; y, bentonita sódica por activación de bentonita cálcica.

A) SECTOR INDUSTRIAL DEL CEMENTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

La industria asociada a la construcción de edificios, de infraestructura para el transporte terrestre, marítimo y aéreo, de obras hidráulicas y de un sin número de otras obras de arte, es una actividad económica de gran importancia para cada país, debido a que está directamente relacionada con la inversión pública y privada en bienes durables, como también por el efecto multiplicador que genera sobre otras industrias productivas de bienes y servicios y su gravitación sobre el nivel de empleo.

Por estas características, su desenvolvimiento del sector está muy ligado al desarrollo y crecimiento económico y es afectado por los efectos de las oscilaciones de los ciclos económicos en forma más pronunciada que otras actividades. También, es un vital campo de política fiscal, debido a que los gobiernos lo utilizan como herramienta de reactivación económica y de desarrollo social, a través de amplios programas de inversión en obras públicas y de vivienda.

Este sector se relaciona vitalmente con la minería debido a que los principales materiales para la construcción son de origen minero. Estos se caracterizan por ser abundantes en prácticamente toda la corteza terrestre, explotados en grandes volúmenes con procedimientos relativamente simples y, por lo tanto, son de bajo valor unitario. Como consecuencia, la construcción es el más importante consumidor de recursos mineros no metálicos, tales como: áridos, arcillas comunes para ladrillos, cementos, asbesto-cemento, yeso, agregados livianos, aislantes y rocas ornamentales.

El presente estudio focaliza el consumo de las industrias productoras de cemento y algunas de las más relevantes de materiales de construcción (asbesto-cemento, yeso).

1. INDUSTRIA DEL CEMENTO

1.1 Descripción

En la industria del cemento, generalmente, está integrada la fase minera que la provee de los insumos principales (caliza, arcillas, yeso, puzolana, óxido de fierro, etc.), con la fase industrial donde se produce la mezcla y transformación de los materiales, para obtener cemento como producto final.

Los tipos de cemento más utilizados, son:

- a) **Cemento portland**, es un polvo finísimo de color gris, que se obtiene mediante un proceso de fabricación que utiliza básicamente dos materias primas:
 - Caliza, mineral con más de 75% de contenido carbonato de calcio e impurezas arcillosas,

- Arcillas u otros materiales ricos en sílice y en otros óxidos de Al y Fe (escorias de altos hornos).

Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas para formar el "crudo", el que luego de una molienda se somete a un piroprocesamiento en horno rotatorio hasta alcanzar un grado de fusión incipiente, del cual se genera un material duro (clínquer), compuesto de una mezcla sintética de silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), silicato bicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), aluminato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), y ferroaluminato tetracálcico ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$). Estos óxidos principales constituyen el 95% del peso total, correspondiendo el resto a óxidos alcalinos, de titanio y otros residuos insolubles.

El clínquer debe ser molido muy finamente conjuntamente con un agregado no superior al 6% de yeso, que cumple la función de regular el fraguado. Durante la molienda se le pueden agregar algunos aditivos, según las especificaciones del tipo de cemento requerido. El Portland Puzolánico puede contener hasta 30% de puzolana. Igual límite tiene el Portland Siderúrgico respecto al aditivo de escoria de alto horno.

- b) **Cemento blanco**, hecho de materiales libres de fierro para evitar pigmentación, tales como calizas de alta pureza, caolín, sílice y yeso muy blanco. Este cemento se usa con fines decorativos y de señalización en caminos.
- c) **Cemento aluminoso**, es un cemento hidráulico no portland, donde predomina el aluminato monocálcico como elemento ligante. Se obtiene a partir de calizas y bauxitas de alta pureza. Sus aplicaciones se basan en la rapidez de fraguado, resistencia al ión sulfato y a las propiedades refractarias. Por ello es ampliamente empleado como mortero en hornos de fundición, rotatorios y otros.

1.2 Consumo nacional

La industria de cemento en Chile se basa en cuatro plantas ubicadas en Antofagasta, La Calera, Polpaico y Talcahuano, que producen variedades de cemento portland, pero no el tipo blanco ni aluminoso. Su nivel de consumo de materias primas mineras es muy importante:

- **Caliza:** Las dos plantas de la zona central superan el millón de toneladas cada una. La planta del norte, consume 280 mil toneladas y la del sur sobre las 170 mil toneladas anuales.
- **Puzolana:** El consumo global supera las 400 mil toneladas.
- **Yeso:** El consumo global es de 180 mil toneladas aproximadamente.

- **Caolín:** Con un consumo cercano a las 50 mil toneladas como complemento de material arcilloso para la formación del clínquer.
- **Oxido de hierro:** Consumo variable entre 7 mil y 22 mil toneladas anuales. Parte del consumo puede ser suplido con escorias de altos hornos y por mineral de hierro.

El consumo unitario de caliza es muy significativo, variando entre 1 a 1,4 toneladas por tonelada de cemento según el tipo de producto. También es importante el consumo unitario de puzolana donde puede alcanzar hasta cerca del 0,3 toneladas por tonelada de cemento puzolámico, que es el tipo de mayor consumo, decreciendo su importancia en los restantes tipos. El consumo unitario de yeso no puede exceder del 6% por la agresividad del ión sulfato al concreto.

1.3 Abastecimiento

Aunque la industria del cemento se caracteriza por tener integrada su fase minera que la alimenta de sus principales materias primas (caliza, yeso, puzolana, caolín), cabe reconocer que constituye un mercado de volumen para varios minerales. Caliza de alta ley es requerida para complementar la producción de las cementeras centrales. La planta de Talcahuano adquiere la totalidad de su consumo de caliza, yeso y escorias de altos hornos. La planta del norte debe adquirir yeso y óxido de hierro. Los factores más relevantes para la adquisición de sus materiales son la calidad del material, la confiabilidad de la entrega y el precio.

1.4 Calidades

Los parámetros de calidad más importantes son:

- **Calizas :** Más de 85% de alcalinidad (Carbonato de calcio contenido), Granulometría menor de 2", menos de 2% de Oxido de magnesio, mínimas impurezas de sulfatos y cloruros.
- **Yeso :** Más de 70% de sulfato de sodio dihidratado, granulometría menor de 8", densidad aparente de 1,4 ton/m³.
- **Oxido de hierro :** Más de 75% de Fe₂O₃, granulometría menor de 1".

1.5 Precios

Los precios de referencia para los materiales insumidos por la industria del cemento, se encuentran en el rango de:

- Calizas :	\$2 a \$11,5 por Kg.
- Puzolanas :	\$2,1 a \$4,3 por Kg.
- Yeso :	\$2,5 a \$9,2 por Kg.
- Oxido de Hierro :	\$7,6 a \$12,9 por Kg.

2. INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE ASBESTO-CEMENTO

2.1 Descripción

La industria de Asbesto-cemento, comprende una gama de productos usados en la construcción, tales como: cañerías, planchas lisas y onduladas para techumbres, paneles divisorios, artefactos sanitarios, estanques, etc. Estos productos se basan en una mezcla cemento reforzado con asbesto, presente en un 10 a 15%.

El asbesto, cuyo mineral principal es el Crisotilo ($Mg_3((OH)_4Si_2O_{10})_2$), es un material de estructura fibrosa muy fina y flexible, lo que le confiere a la mezcla propiedades reforzantes, impermeables, lo que permite la gran variedad de usos para almacenar, transportar o protegerse del agua, además de resistencia al fuego y a los agentes atmosféricos. Este mineral no se produce en Chile y debe ser importado.

Otros minerales que se adicionan a la mezcla asbesto-cemento es la sílice, que ayuda a la resistencia mecánica; la bentonita cálcica, que da flexibilidad e impermeabilidad; mica, para la estabilidad dimensional; la caliza, que da plasticidad y como carga fina. Se estudia la posibilidad de incorporar wollastonita como elemento de resistencia al fuego y la perlita expandida para disminuir la densidad.

2.2 Consumo nacional

Respeto a los minerales aditivos a la mezcla principal, es importante el nivel alcanzado o de consumo de sílice, que alcanza a cifras cercanas a las 20 mil toneladas anuales, en tanto que el consumo de caliza es algo menor de las mil toneladas. A su vez los materiales empleados como rellenos funcionales, la bentonita y la mica, presentan consumos inferiores a las 100 toneladas.

Lo anterior se refleja en los consumos unitario. Es así como la relación de consumo de sílice respecto al producto final está entre el 40% y 50% dependiendo del tipo de producto. Para la caliza, dicha relación está entre el 10% y 15%. En los productos donde se emplea mica o bentonita, esa relación baja al 1,5% y 2%. Cabe señalar que el eventual consumo de perlita y wollastonita podría alcanzar al 15% del peso de los productos finales donde se incorporarían.

2.3 Abastecimiento

Excepto el asbesto y la bentonita que son importados, del resto de los materiales se abastece del mercado nacional en base a un proveedor habitual y eventuales proveedores alternativos. El precio, la calidad del material y la confiabilidad de entrega son los factores más relevantes para el abastecimiento.

2.4 Calidades

Los atributos de calidad exigidos para los productos mencionados son:

- **Sílice:** Más de 95% de SiO_2 , menos de 1% en óxidos de aluminio, de hierro y alcalinos, finura de $3.500 \text{ cm}^2/\text{gr}$ según el test de Blaine. También se insume arenas de cuarzo que hay que moler en planta.
- **Caliza:** Más de 80% de CaCO_3 , blanco, sin arcillas, peso específico entre 2,5 y $2,7 \text{ gr/cm}^3$, finura Blaine mayor de $7.000 \text{ cm}^2/\text{gr}$.

2.5 Precios

Los precios puesto en planta de los principales insumos minerales, exceptuando al asbesto, son los siguientes:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| - Sílice molida: | \$30 a \$48 por Kg. |
| - Arenas de cuarzo: | \$6 a \$9 por Kg. |
| - Caliza: | \$40 a \$50 por Kg. |
| - Bentonita cálcica: | \$70 a \$100 por Kg. |
| - Mica muscovita: | \$130 a \$160 por Kg. |

3. INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE YESO

En lo referente a la industria del yeso, esta se basa en las propiedades del sulfato de calcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que, al ser calcinado a una temperatura entre 120 y 205 °C, pierde las tres cuartas partes de su agua químicamente combinada. El yeso calcinado resultante, al mezclarse con agua, puede ser moldeado o aplicado sobre una superficie para, luego, endurecer en una forma rígida.

Por esta propiedad es usado en la industria de la construcción: como material de cobertura y terminación de superficies; como material para la fabricación de tabiques (muros divisorios) y paneles para cielo falsos en habitaciones. Cabe agregar que el yeso calcinado finamente molido sirve de abono agrícola.

Para la fabricación de productos de yeso se emplea: yeso calcinado obtenido a partir de yeso natural y una pequeña cantidad de caolín.

El volumen anual de yeso consumido para este fin es del orden de las 300 mil toneladas aproximadamente, provenientes de yacimientos propios.

Las colpas de yeso deben contener al menos 80% de sulfato de calcio hidratado.

4. OTROS PRODUCTOS

La industria de **baldosas microvibradas** es un importante consumidor de carbonato de calcio, pues puede constituir casi la mitad del producto final. Requiere de un producto de buena calidad, color y dureza apropiada para su uso como piso.

La **lana roca** es un producto de aislación, muy usado en la construcción. Consume carbonato de calcio y basalto, los que una vez fundidos forman una lana mineral de propiedades aislantes e incombustible.

B) SECTOR INDUSTRIAL DE LOS REFRACTARIOS, VIDRIOS Y CERAMICAS

Este grupo comprende sectores industriales de aplicación muy importante para los minerales no metálicos, pues éstos constituyen la base fundamental de los respectivos productos finales. Aunque emplean los mismos recursos minerales genéricamente, tales como arcillas, caolín, sílice, feldespato, etc., las distintas funciones que deben cumplir en cada caso pone de manifiesto la diversidad de productos que da origen cada recurso minero, dependiendo de su procedencia geológica, composición química y propiedades físicas.

1. LA INDUSTRIA DE REFRACTARIOS

1.1 Descripción

Los materiales refractarios se emplean en la industria para soportar condiciones extremas de calor y corrosión en el manejo de sustancias fundidas a altas temperaturas y de los gases asociados. Por ello deben cumplir cuatro funciones básicas:

- Mantención del calor de las sustancias calientes contenidas en el horno, para evitar pérdidas de energía,
- Aislante térmico para la protección de las paredes del horno,
- Barrera química para prevenir la erosión de las paredes del horno,
- Protección física para evitar el daño que podría causar la carga del material.

Los productos refractarios tienen la forma de ladrillos, los cuales deben ser ligados por un tipo de mortero refractario al ser aplicados sobre la superficie a proteger. También existen las "especialidades" que son refractarios que se aplican en forma continua sobre la superficie.

Los principales materiales constituyentes de los refractarios son minerales no metálicos, aunque productos sintéticos pueden contribuir a mejorar su rendimiento. Su importancia se refleja en el hecho que los refractarios se pueden clasificar según el tipo de material contenido. Es así como se distinguen, las siguientes clases:

- **Básico**, cuyo contenido principal es magnesia (MgO), pudiendo tener otros agregados como cromita, carbón u otros. La magnesia se obtiene por calcinación de la magnesita ($MgCO_3$).
- **De Alta Alúmina**, que debe contener más de 47,5% y hasta 99% de Al_2O_3 . También puede tener agregados de cromo, carbón, mullita, etc.
- **De Arcilla Refractaria**, esencialmente por su composición de este tipo de material arcilloso de alto contenido de alúmina, en diversos grados de refractariedad.

- De Sílice, con bajo contenido de alúmina y otros óxidos.
- Especializados, formulados en base a productos sintéticos de alto rendimiento (carbón/grafito, carburo de silicio, zircón/zirconia, sílice fundida, etc.)
- Aislantes, en base a sílice, arcillas refractarias u otros.

Las aplicaciones principales de los refractarios se encuentran en la industria siderúrgica del hierro y el acero, fundiciones de cobre y otros metales, cementos, vidrios, cerámicas y en general en todos aquellos procesos que trabajan a altas temperaturas.

1.2 Consumo nacional y abastecimiento

La industria chilena de refractarios se concentra en Santiago y Concepción. Su producción básicamente es de ladrillos del tipo básico, alta alúmina, arcillas y aislantes. También producen "especialidades" del mismo tipo.

Esta industria debe importar parte de sus principales insumos debido a la carencia de recursos minerales en el país. Es así como las importaciones de magnesia se sitúan en el nivel de las 10 a 15 mil toneladas anuales y las de cromita, entre 7 y 22 mil toneladas, ambas en declinación. A su vez las importaciones de bauxita (Al_2O_3), varían entre 3.500 y 8.500 toneladas, con tendencia creciente.

Los materiales no metálicos de origen nacional para refractarios, son las arcillas de alta y mediana refractariedad, el caolín de alta y mediana refractariedad, el cuarzo y perlita.

Sólo las arcillas tienen un alto nivel de consumo, superando las 10 mil toneladas anuales, en cambio para el resto de las sustancias señaladas el correspondiente nivel es de algunos cientos de toneladas.

El consumo unitario de los materiales principales es alto y depende del tipo de refractario, como se desprende del criterio de clasificación señalado anteriormente. Los materiales de mediana refractariedad se agregan en una proporción hasta de un 25% a los productos de menor exigencia ("low duty"). Cabe señalar la incorporación de consumo de perlita expandida en productos aislantes donde puede constituir el 50% del producto final. La sílice es un aditivo de bajo consumo unitario.

La calidad del producto, su precio y confiabilidad en la entrega son los elementos más relevantes en las consideraciones de abastecimiento. Parte de los insumos de origen nacional provienen de fuentes propias de algunas industrias.

1.3 Calidades

Las especificaciones de calidad más significativas establecidas por esta industria para los materiales de origen nacional, son:

- **Arcillas refractarias:** Se considera que una arcilla tiene aplicación refractaria si alcanza un valor de 15 o superior en el test de cono pirométrico equivalente (C.P.E.). El grado de refractariedad está determinada por su contenido de Al_2O_3 (Mínimo 28%, 32% o 37%). El contenido de Fe_2O_3 , debe estar bajo el 4% y el de óxidos alcalinos a menos del 1%.

Generalmente se emplea un material de alta calidad cuya prueba del cono pirométrico de no menos de 32. Un material de calidad intermedia puede disminuir ese valor a 26. El color de quemado a 950 °C debe ser claro, pero a 1.450 °C puede ser café claro a oscuro.

- **Cuarzo:** Contenido entre 96% a 99% de SiO_2 , exento de Fe_2O_3 .
- **Perlita:** Contenido entre 70% a 75% de SiO_2 , entre 13% y 15% de Al_2O_3 , entre 6% y 10% de óxidos alcalinos y menos de 2% en Fe_2O_3 .

1.4 Precios

Los rangos de precios detectados para estos materiales son los siguientes:

- **Arcillas refractarias :** \$34 a \$100 por Kg. (diversos grados)
- **Perlita :** \$165 a \$215 por Kg.
- **Cuarzo :** \$43 a \$130 por Kg.

2. LA INDUSTRIA DEL VIDRIO

2.1 Descripción

La formación del vidrio es, básicamente, el resultado de la rigidización por enfriamiento de un material fundido sin llegar a cristalizar. Su aspecto, sea transparente ó translúcido (deja pasar la luz, pero sin dejar ver lo que hay tras de él), más su facilidad para ser moldeado a la forma deseada y su inercia química, le confieren propiedades utilizables en diversas aplicaciones desde la antigüedad.

En la actualidad, existe una amplia gama de vidrios disponibles, cada uno con diferentes propiedades físicas y químicas, propias de cada rango de aplicaciones. Los vidrios de mayor uso comercial están basados en arenas cuarzosas, a la cual debe agregarse otros elementos para bajar la temperatura de fusión y para dar estabilidad al vidrio resultante.

Los tipos de vidrios comerciales se distinguen por los componentes agregados al cuarzo. Los principales son:

- **Vidrio de cal y sodio** : Es el tipo más común para ser usado como vidrio de ventanas y de envases. Su nombre se debe al empleo como fundente principal a sales que aporten óxido de sodio (Por ejemplo, Na_2CO_3) y como estabilizante a sales que aporten óxido de calcio y de magnesio (Caliza y Dolomita). Este tipo de vidrio se dilata con el calor y a mayor contenido de sodio baja su resistencia térmica.
- **Cristal de Plomo** : Es un cristal de alto índice de refracción y de superficie suave, que caracteriza a la cristalería fina y objetos de arte. Para su obtención se emplea óxido de plomo en vez de cal, y sales potásicas en vez de las sódicas. Se distingue por su alto índice de refracción y suave superficie.
- **Vidrio borosilicado** : Es un vidrio muy resistente al calor y al ataque químico, gracias al aporte del óxido de boro y bajo contenido de álcalis.

Existen otras variedades de vidrios, diseñados para cumplir requerimientos especiales en aplicaciones de menor volumen. Entre ellos cabe distinguir las fibras de vidrio (reforzante en plásticos y otros, aislante), los vidrios cerámicos (vajillería y otros), vidrios aluminosilicados de alta resistencia a la temperatura, vidrios para soldar y para sellar, vidrios ópticos, etc.

2.2 Productos mineros y sus características

Los principales minerales empleados por la industria del vidrio, son:

- **Sílice** : Es el material base por su capacidad de vitrificación. El recurso minero empleado puede ser arenas silíceas o rocas cuarzosas que deben ser adecuadamente molidas. Este material debe cumplir con condiciones de composición química, origen mineralógico y propiedades físicas, de acuerdo al tipo de aplicación. El origen mineralógico determina la facilidad para separar las impurezas contenidas.

En vidrios planos, el contenido mínimo de SiO_2 es de 97% y los contenidos máximos de Fe_2O_3 y de Al_2O_3 no pueden exceder de 1,5% c/u. En vidrios para envases, el contenido de SiO_2 es cercano a 95%, pudiendo ser menor en casos de vidrios coloreados con mayor contenido de óxidos de hierro y aluminio. La granulometría debe estar entre 40 y 140 mallas. Dentro de ese rango el material fino asegura la completa fusión, pero partículas demasiado finas generan un exceso de espuma.

- **Carbonato de Sodio** : Es el principal aditivo para bajar el punto de fusión de la mezcla, controlar su fluidez e impedir la cristalización por su aporte de Na_2O .

A mayor cantidad de soda, el vidrio es más blando y fácil de formar. Su contenido típico en vidrios de envases está entre 15% a 17%, mientras que en vidrios planos su aporte baja al 12% aproximadamente. En otros tipos de vidrios más específicos, como los borosilicados, el contenido de soda es significativamente menor. Por su alto costo, la industria tiende a minimizar su uso buscando otras sustancias aportantes de sodio.

- **Caliza y Dolomita** : Es el tercer componente en importancia para el vidrio, para cumplir la función de flujo, por el aporte de CaO y algo de MgO. Estos óxidos contribuyen también a mejorar las propiedades químicas y físicas del vidrio, tales como mayor resistencia, menor fragilidad, mejor brillo superficial, etc.

El Carbonato de Calcio requerido para vidrios no coloreados requiere de una pureza mínima de 98,5% y un contenido de óxido de hierro no superior al 0,035%. La granulometría depende del tipo de proceso, pero en general el rango debe estar entre menor a 10 mallas y mayor a 200 mallas.

- **Feldespatos** : Es un componente esencial para la fabricación de vidrios. Su función principal es agregar Al_2O_3 , lo que permite la formación de una matriz que inhibe la desvitrificación (formación de cristales), facilita la operación con el material fundido, incrementa la resistencia química del vidrio y disminuye su fragilidad. Complementariamente, por su aporte de sodio o potasio, actúa como fundente, pudiendo substituir parcialmente al de carbonato de sodio.

El empleo de feldespatos está condicionado por composición química (contenido de alúmina y de los óxidos de sodio y potasio, mínimas impurezas coloreantes, etc.), su costo unitario por unidad de alúmina aportada y granulometría entre 20 y 40 mallas. Habitualmente, la adición de feldespatos a la mezcla oscila entre el 5% al 15% de ella.

- **Sulfato de Sodio** : Se emplea en una pequeña cantidad 0,5% a 1% de la mezcla, pero cumple funciones necesarias. Entre ellas destacan su aporte de sodio, su propiedad de fundente y de agente de refinación para remover los gases contenidos en la mezcla fundida. Se requiere una pureza de 98% y un contenido de hierro menor de 0,15%. Su granulometría puede tener desde menos de $\frac{1}{4}$ de pulgada a más de 200 mallas.

- **Boratos** : Varios compuestos de Boro (Bórax, Acido Bórico, etc), por su aporte de B_2O_3 , constituyen un ingrediente fundamental en vidrios especiales resistentes al calor. Además, su empleo se ha extendido a otros tipos de vidrios, donde contribuye al mejoramiento de las propiedades ópticas, al brillo, al control de la desvitrificación y a la velocidad de fusión en el proceso de fabricación.

En vidrios corrientes el contenido de B_2O_3 puede alcanzar al 1,5%. La principal aplicación mundial de los boratos se concentra actualmente en la fibra de vidrio para aislación y en la fibra de vidrio de tipo textil.

- **Nitratos** : Los nitratos de sodio y de potasio, de grado industrial, tienen aplicación en la industria del vidrio por su aporte de óxido alcalino, que actúa como fundente, y la acción del nitrato que actúa como agente de refinación. La sal potásica se emplea en vidrios de mayor calidad.

En la formulación de vidrios y cristales se emplean diversidad de otros productos, que aportan una funcionalidad específica.

Finalmente cabe destacar una importante cualidad del vidrio, el cual puede ser reutilizado. Es así como vidrios de desecho, previamente quebrados, se agregan a la mezcla de materias primas para ser refundido. Este proceso de reciclaje del vidrio ahorra importantes cantidades de materias primas minerales; por ejemplo, en vidrios corrientes puede alcanzar hasta el 95% de la carga.

2.3 Industria nacional

Respecto a la industria nacional del vidrio, desafortunadamente no se contó con respuestas de las principales empresas fabricantes de vidrios planos o envases. Sólo se cuenta con antecedentes de fábricas de artículos de cristal, que por su tamaño y especialización no son representativas del sector global.

Como referencia de precios de los insumos de origen nacional en el segmento de las cristalerías, se puede citar:

-	Cuarzo molido :	\$41 por Kg.
-	Carbonato de Calcio :	\$62 por Kg.
-	Feldespato :	\$50 por Kg.
-	Nitrato de Sodio :	\$89 por Kg.

3. INDUSTRIA DE LAS CERAMICAS

3.1 Descripción

Esta industria tiene por objeto la obtención de productos mediante el moldeado y la cocción de una pasta constituida principalmente de arcillas, más otros componentes minerales. Existe una amplia gama de productos de naturaleza cerámica, empleados principalmente por su naturaleza inerte, su durabilidad, dureza, facilidad de fabricación, amplia disponibilidad de las materias primas y su costo. Cabe señalar también, que materiales alternativos, de naturaleza metálica u orgánica, no logran cumplir con la funcionalidad alcanzada por el material cerámico

a) Los principales tipos de cerámicas son:

- **Cerámica arcillosa**, que comprende todo material hecho de arcilla con un pequeño agregado de otro material. Es la cerámica más corriente por su cuerpo opaco y poroso. Las arcillas con alto contenido de hierro dan un producto cocido no blanco, generalmente rojizo o terracota, para su empleo en construcción (ladrillos, tejas, pisos) y en artículos domésticos de alfarería (utensilios, objetos de adorno, piezas de arte).
Aquellas arcillas que por cocción dan un producto blanco o claro se emplean, principalmente, en fabricación de loza corriente y artículos sanitarios. Por su cuerpo poroso, a los objetos se le puede aplicar una cobertura vidriada para impermeabilizarlos.
- **Cerámicas vitrificadas opacas**, cuya cualidad principal es su impermeabilidad y, en algunos casos, su resistencia a los cambios de temperatura. Se emplean principalmente arcillas plásticas y fundentes. Es un material fácil de trabajar, resistente y de relativo bajo costo. Los productos tienen diversas aplicaciones industriales (crisoles, recipientes, etc.) y domésticas (baldosas, azulejos, etc.)
- **Porcelanas**, que se caracterizan por ser una cerámica vitrificada, blanca y translúcida. El caolín es la arcilla principal que la compone, al cual se agregan otros materiales de relleno y fundentes que se incorporan al cuerpo. Se distinguen porcelanas duras, blandas, eléctricas, dental, etc.

b) Las materias primas utilizadas en la mezcla para la formación de la cerámica cumplen funciones específicas, tales como:

- **Formadores del cuerpo**: Son aquellos materiales inertes y refractarios que dejan un residuo durable después de ser sometidos a fuego para eliminar las sustancias volátiles (agua estructural, carbonatos y otras). Por esta razón constituyen el relleno básico de la cerámica.

Los principales materiales son las **arcillas**, la **sílice** y complementariamente otros óxidos de naturaleza refractaria (cal, magnesia, andalusita, mullita, wollastonita, etc.).

- **Formadores de vidrio y agentes ligantes**: Son aquellos materiales que al ser sometidos a fuego se funden y no recristalizan al enfriar. Al transformarse en un material fluido adquiere una capacidad ligante. La **sílice** es el material principal (cuarzo, diatomitas, etc.).
- **Flujos**: Son aquellos materiales que forman eutécticos con la sílice y los silicatos, es decir la mezcla permite bajar la temperatura de inicio de la fusión. Los óxidos alcalinos (Litio, sodio, potasio, calcio, magnesio) y otros (boro, hierro, plomo) son los agentes fundentes principales y, por lo tanto, se emplean materiales que los contengan, seleccionados según su aplicación específica. El

principal fundente cerámico es el **feldespato potásico y sódico**, propiedad que se suma a su función de relleno por su contenido de **alúmina y sílice**.

c) Los materiales más usados por la industria nacional, sin considerar las arcillas comunes rojas, son los siguientes:

- **Caolín**, mineral blanco, fino, de poca plasticidad, compuesto de caolinita (silicato de aluminio hidratado) y una pequeña proporción de contaminantes minerales (Hierro que afecta el color, Potasio que afecta la contracción en la cocción, etc.) y orgánicos. Se usa para impartir blancura, plasticidad, ductibilidad y resistencia al cuerpo cerámico. Por ello se emplea principalmente en porcelanas y otras cerámicas blancas donde su contenido unitario tiene una alta proporción pudiendo alcanzar hasta un 60%. En cerámicas más corrientes se emplea entre un 20% a 25%.
- **Arcillas Plásticas**, derivadas del caolín y de otras formas de arcillas, pero con un mayor grado de contaminantes orgánicos, los cuales le confieren su alta plasticidad. Su color es más bien grisáceo o pardo según su composición mineralógica. Se emplean en cerámicas donde el color blanco no es esencial. Su consumo unitario es alto en aquellos productos de bajo o ningún contenido de caolín.
- **Cuarzo**, mineral de sílice, que se emplea también como formadores de cuerpo en cerámicas blancas por su blancura, su capacidad vitrificante y para disminuir la contracción en el secado y cocción.
- **Feldespato**, mineral compuesto de aluminio-silicatos con contenidos de potasio, sodio y calcio. Se usa ampliamente como fundente. Al fundir humecta al resto del material, hace que las partículas sólidas se atraigan densificando el cuerpo, luego la acción de sus óxidos alcalinos permite disolver las partículas de caolín y de sílice libre y controlar el grado de vitrificación. Su poder se basa en su contenido de alúmina, de la cantidad de sodio y potasio contenido y de la proporción entre ellos y depende, también, de la composición del material arcilloso del cuerpo.

El feldespato potásico tiene ventajas técnicas sobre el sódico, ya que al fundir la masa logra una mayor viscosidad y más estable lo que evita distorsiones en la forma del objeto. Su consumo unitario varía entre un 15% a un 30% de la composición de la mezcla.

- **Talco**, silicato de magnesio hidratado, con cristales de estructura laminar. Se emplea en forma limitada como componente del esmalte. Sin embargo, el Talco tiene múltiples usos en cerámicas como flujo, para mejorar la resistencia térmica, como lubricante en el desmoldaje de los moldes de yeso, etc.

- **Yeso**, sulfato de calcio semihidratado, que se emplea para los moldes necesarios tanto para dar forma a la pasta como para secar el objeto moldeado aprovechando su propiedad higroscópica. El consumo de yeso puede ser entre un 10% y 30% del consumo global de materiales cerámicos.

3.2 Consumo nacional y abastecimiento

La industria nacional de vajilla de porcelana importa la mayor parte de sus insumos principales. Sólo el 45% del caolín y del feldespato se adquiere a un proveedor nacional. El 100% del yeso requerido es importado. La razón principal es la calidad estricta requerida y la mantención de dicha calidad en el tiempo. Sus necesidades de cuarzo las satisface en el mercado nacional.

Su nivel de consumo supera las 300 toneladas de caolín lavado, 150 toneladas de feldespato potásico, las 150 toneladas de cuarzo y las 70 toneladas de yeso en sus variedades de colaje, de tornería y matricería.

La industria de cerámicas de uso sanitario importa sus necesidades de talco y una fracción menor de sus necesidades de caolín. Se abastece nacionalmente del resto de sus materias primas, contando generalmente con dos proveedores. Este segmento es especialmente sensible al precio y costos de transporte, siendo la calidad un factor importante pero no tan restrictivo por la naturaleza del producto final.

El nivel de consumo de arcillas plásticas es del orden de las 10 mil toneladas; 8 mil toneladas de caolín; 8 mil toneladas de feldespato; 2.200 toneladas de yeso y menos de mil toneladas de cuarzo. Registra un pequeño consumo de una 70 toneladas de talco.

Estimaciones de consumo de otras manufacturas cerámicas (lozas, utensilios, figuras ornamentales, etc) indican unas 25 mil toneladas de arcillas plásticas, 10 mil toneladas de caolín y unas 20 mil toneladas de pétreos para cerámicas compuestos principalmente de cuarzo y feldespato. No fue posible obtener información de los consumos de industrias de cubiertas cerámicas para pisos y muros.

3.3 Calidades

En general, las industrias chequean todo material a ocupar en los procesos de fabricación, especialmente las arcillas y caolines, para establecer la calidad. Los principales controles se orientan a determinar su plasticidad, densidad, granulometría, desfloculación, resistencia mecánica, contracción, color de quema, composición química, etc.

Donde es posible, el material se muestrea desde la fase de extracción minera para asegurar la homogeneidad del abastecimiento.

Las condiciones más estrictas son establecidas por la industria de porcelana. A modo de ejemplo se puede citar las características requeridas de los siguientes materiales:

- **Caolín lavado:** Contenidos de Sílice y Alúmina mayores de 47% y 34% respectivamente. Límites máximos en el contenido de Fe, Ti, K, Na, Ca, Mg y de material volátil. Granulometría 42% más fina que 2μ y no más de 7% superior a 20μ . Blancura (cocción) 85%. Resistencia mayor de 25 Kg/cm². Contracción en cocción no mayor de 17,5%.
- **Feldespatos:** Tipo potásico granulado con relación K₂O/Na₂O de 3 a 3,5 y total álcalis de 14,5% a 16%. Contenido de Sílice y Alúmina mayores de 65% y 15,5% respectivamente. Color blanco. Sin polvo y libre de hierro magnético.
- **Cuarzo:** 99,6% de Sílice. Granulometría entre malla 40 y 60. Sin polvo y exento de hierro magnético.

3.4 Precios

Los niveles de precios observados para los principales productos son los siguientes:

- **Arcillas Plásticas:** \$20 a \$27 por Kilo.
- **Caolín nacional:** \$34 a \$116 por Kilo según calidad.
- **Caolín importado:** \$155 por Kilo.
- **Feldespatos:** \$76 a \$88 por Kilo.
- **Cuarzo:** \$20 a \$62 por Kilo.

4. INDUSTRIA DE FRITAS Y ESMALTES

4.1 Descripción

Este es un segmento especial relacionado al vidrio, por la naturaleza del material y a la cerámica por ser su principal aplicación.

Se conoce como **frita** a un tipo de vidrio granulado que se emplea como componente del esmalte para dar un recubrimiento vidriado a objetos de cerámicas y de metal (enlozado). Se obtiene en base a una combinación de materiales inorgánicos, la cual se somete a fusión para luego ser descargado sobre agua fría para enfriarlo súbitamente y producir así un material granulado de tipo vidrioso y aspecto transparente.

Se conoce como **esmalte** a una mezcla de fritas, arcillas, pigmentos colorantes y otros aditivos finamente molidos, que se aplica sobre piezas de enlozado (tinajas, sanitarios, vajillería, artefactos de línea blanca, etc.) o cerámica (vajillería de loza, azulejos y pisos) para producir, mediante el horneado de ellas, un recubrimiento vidriado para la

protección a los agentes físicos y químicos, además del efecto de decoración requerido.

4.2 Productos mineros y sus características

Los principales materiales minerales que consume la industria nacional, con su respectiva función, se indican a continuación:

- **Cuarzo:** Es el material base para el vidriado. Se emplea como polvo fino de granulometría inferior a 100 mallas y al menos un 55% inferior a 325 mallas, blanco prácticamente exento de fierro. Su consumo unitario está en el rango del 30% a 40% en fritas y de 20% a 40% en esmaltes.
- **Feldespatos:** Es un componente esencial como fundente. Es un polvo aún más fino que el cuarzo. Su análisis típico es de 66,8% de SiO_2 , 17,4% de Al_2O_3 , 8,9% de K_2O , 3,4% de Na_2O y menos de 0,08% de Fe_2O_3 . Su consumo unitario en fritas alcanza entre 15% y 30%. En esmaltes el rango es de 10% a 25%.
- **Bórax pentahidratado y decahidratado:** Se emplea como fundente por su aporte de óxidos de Boro y Sodio, principalmente en la forma pentahidratada cuyo contenido en los citados óxidos es de 45% y 19% respectivamente. Su consumo unitario está en el rango de 15% a 25% en fritas y de 10% a 25% en esmaltes.
- **Caolín y Arcillas Plásticas:** El caolín se emplea en esmaltes para aumentar la temperatura de trabajo y las arcillas plásticas ayudan a la suspensión de los esmaltes. Son polvos finos de grano menor de 100 mallas. El contenido unitario de caolín puede alcanzar al 7% y de las arcillas plásticas al 10% del esmalte.
- **Nitrato de Sodio:** Es un fundente que se emplea tanto en fritas como en esmaltes con un consumo unitario dentro del rango entre 5% a 15%.
- **Carbonato de Calcio:** Como fuente de cal ejerce una acción desengrasante, vidriante y reductor del coeficiente de expansión del material. Se emplea como polvo blanco y fino, de una pureza superior al 99,5% de CaCO_3 , incorporándose en fritas y esmaltes en un rango de 5% a 10%.
- **Fluorita:** Es la fuente de flúor para fritas y esmaltes. Es un polvo fino de color morado, cuya granulometría debe ser menor de 100 mallas y, al menos, un 68% menor de 325 mallas. Su análisis típico es de 97,7% de CaF_2 y 1,3% de SiO_2 .

El atributo principal de los materiales requeridos por esta industria es la calidad y la estabilidad de sus características. Por esta razón se importan totalmente las arcillas plásticas y el caolín. También se importa parcialmente cuarzo, bórax y feldespatos. La fluorita se importa por no existir en el país.

4.3 Precios

Los niveles de precio observados en este tipo de industria son los siguientes:

- Cuarzo :	\$68 por Kg.
- Feldespato :	\$50 por Kg.
- Bórax pentahidratado:	\$290 por Kg. (US\$670 por ton. puesta en fábrica).
- Bórax decahidratado :	\$206 por Kg. (US\$480 por ton. puesta en fábrica).
- Caolín :	\$60 a \$95 por Kg. (US\$140 a US\$220 por ton. CIF).
- Arcillas Plásticas :	\$95 a \$185 por Kg. (US\$220 a US\$430 por ton CIF).
- Nitrato de Sodio :	\$64 por Kg.
- Carbonato de Calcio :	\$47 a \$65 por Kg.
- Fluorita :	\$155 por Kg. (US\$360 por ton. puesta en fábrica).

C) SECTOR DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS

Dentro del amplio campo de la industria química, para efectos de este estudio se ha focalizado la atención en la aplicación de los minerales no metálicos para cumplir la función de "relleno" o "carga mineral".

Se conoce como **mineral de relleno**, a aquella sustancia inerte que se incorpora a un material principal con el propósito de darle volumen, extenderlo y/o cubrirlo, pudiendo o no contribuir a mejorar las propiedades físicas del producto final.

La propiedad primordial de los minerales que pueden ser usados para rellenar, extender y cubrir, es su poder de pigmentación, usualmente para hacer un producto blanco o no coloreado. A ésto se suman otras propiedades físicas, tales como: dureza, tamaño, forma y distribución de partículas; estructura superficial; color, peso específico, índice de refracción, etc., las cuales tienen importancia según los fines específicos.

Algunas de las características físicas que pueden ser modificadas con la inclusión de rellenos, son: la dureza, fragilidad, resistencia al impacto y a la compresión, suavidad y textura superficial, conductividad eléctrica, resistencia al fuego, etc.

Una modalidad especial de relleno es la función de soporte. Esta es cumplida por aquellos materiales en polvo que permiten ser impregnados de sustancias activas ó mezclados con ellas para una dilución sólida, con el fin de facilitar su aplicación directa. Ej.: En fármacos, cosméticos, detergentes, venenos (insecticidas, herbicidas, raticidas), etc.

Las principales aplicaciones funcionales de los rellenos se encuentran en las industrias del papel, pinturas, plásticos, gomas, adhesivos, tintas, farmacéutica, cosméticos, etc.

A continuación se describen las principales industrias consumidoras de minerales como relleno.

1. LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL

1.1 Descripción

La fabricación de celulosa insume significativas cantidades de minerales. El proceso más difundido en la industria es el denominado "Kraft" o "sulfato", el cual se caracteriza por un tratamiento químico sobre la madera trozada, para separar la fibra de celulosa del resto del material orgánico de la madera (lignina). Posteriormente la fibra debe ser blanqueada, para ser utilizada en la fabricación de papel.

En general, el proceso global permite regenerar gran parte de los materiales minerales que se utilizan y el consumo real es principalmente de reposición de los niveles de concentración requerido.

Los principales productos minerales empleados en la industria de la celulosa, son:

- **Caliza**, para la generación de cal, y **sulfato de sodio**, para la reposición de sodio y azufre, como insumos básicos en el proceso Kraft.
- En el tratamiento de aguas industriales se emplea **cal apagada**, para control de acidez, y **sulfato de aluminio**, como aglutinante. Además se emplean fosfatos de sodio para tratamiento de aguas de calderas.
- En el proceso de blanqueo de la celulosa, se requiere de **talco**, para la eliminación de resinas, de **cloruro de sodio**, para la obtención de productos clorados de acción blanqueante, y de **azufre**, para la generación de solución líquida de SO_2 la que evita la reversión de la blancura en la celulosa.

El papel es fabricado a partir de pulpa de celulosa, obtenida principalmente de madera de pino y eucaliptos, pero hasta un 45% de su peso puede corresponder a materiales minerales. Estos componentes son vitales para el proceso de fabricación, para darle las propiedades mecánicas al producto final, permitir la escritura e impresión sobre su superficie y mejorar el aspecto visual.

La fabricación de papel parte de una solución de celulosa blanqueada, a la cual se le agregan los aditivos minerales requeridos. Luego, se hace pasar la mezcla líquida por un proceso continuo de drenaje, succión del agua y secado, dando forma a una lámina continua de papel.

Los aditivos minerales son usados para dos fines: relleno, propiamente tal, y recubriente.

a) **Relleno**: Durante el proceso de fabricación, se agrega mineral para rellenar espacios entre las fibras de la celulosa para permitir trabajar con el material durante su procesamiento y dar al papel resultante, blancura, opacidad, receptividad de la tinta, junto con abaratar el costo global al reducir la cantidad de pulpa de celulosa requerida. Este material debe cumplir con las siguientes propiedades básicas, para ser empleado como carga mineral del papel:

- **Tamaño de partícula**, para obtener una buena retención dentro de la fibra de la hoja de papel, la distribución de tamaño del relleno debe contar con no más de 10% de partículas más gruesas que 10μ y entre 30% y 50% de partículas más finas de 2μ .
- **Abrasión mínima**, a fin de evitar el desgaste de la maquinaria y la interrupción del proceso.
- **Brillo**, con un grado de blancura de 80 a 82%.

- La necesaria opacidad para prevenir que la tinta sea vista por el otro lado de la hoja.

El caolín es el mineral más usado como relleno en la industria del papel por sus características físicas e inercia química, debido a que el proceso de fabricación de papel fue llevado tradicionalmente en ambiente ácido.

Sin embargo, desarrollos recientes han permitido su manufactura bajo condiciones neutras o alcalinas, lo cual ha abierto la posibilidad de usar pigmentos alcalinos, tales como el carbonato de calcio, tanto en su forma natural (granulada) como sintética (precipitado).

También es utilizado el talco en menor medida para cumplir funciones especiales.

b) Recubriente: Como pigmento recubriente, los minerales son aplicados en mezcla con una sustancia ligante, para formar una fina capa en la superficie del papel con el fin de mejorar la calidad de la impresión y escritura sobre él. Deben poseer propiedades más exigentes, en comparación de la función de relleno, tales como:

- **Viscosidad:** es fundamental que el material en suspensión (lechada) pueda fluir sobre la superficie del material a alta velocidad.
- **Tamaño de partícula:** prácticamente ninguna partícula debe tener más de 10μ y entre un 75% a 80% debe ser más fina que 2μ .
- **Abrasión:** mínima.
- **Brillo:** para dar una superficie blanca, se requiere un grado de blancura entre 85% y 93%.
- **Lustre:** para dar un aspecto reluciente a la superficie.
- **Opacidad:** la necesaria para que la superficie refleje la luz difusamente, sin afectar a la vista.

Los principales minerales recubrientes son el caolín, el carbonato de calcio y, en menor medida, el dióxido de titanio.

1.2 Consumo nacional

La industria nacional en este sector se caracteriza por su volumen de producción de celulosa, cuyo destino principal es la exportación.

La fabricación de papel atiende gran parte de las necesidades nacionales y se exporta principalmente papel de diario.

El nivel de consumo de este tipo de industria es variado y en algunos casos de magnitudes importantes. El consumo de caliza y sal común es del orden de las 30 mil toneladas anuales cada uno.

Pero los datos más interesantes se refieren al consumo de sulfato de sodio, caolín, sulfato de aluminio y talco, pues este sector constituye uno de sus principales mercados. Los respectivos niveles de consumo anual detectados son : 20 mil toneladas de sulfato de sodio, 7 mil toneladas de caolín (la mayor parte como carga y una fracción menor para recubrimiento), 6 mil toneladas de sulfato de aluminio y algo más de 2 mil toneladas de talco.

Además se consume cantidades menores de azufre, carbonato de calcio para recubrimiento (estuco) y sulfato de magnesio para la protección de la fibra en el proceso de eliminación de lignina.

Cabe reconocer que el consumo unitario de minerales por tonelada de celulosa producida es bajo.

1.3 Abastecimiento

Parte importante de estos insumos son de origen importado, tales como el talco, sulfato de magnesio, carbonato de calcio para estuco y cerca del 80% del caolín. El resto son de abastecimiento nacional.

Los atributos asociados a la calidad del producto y en segundo término el precio, son las consideraciones principales para la adquisición de los insumos minerales.

1.4 Calidades

Las principales características cualitativas que deben cumplir los materiales son las siguientes:

- **Sulfato de Sodio:** Pureza sobre 97,5%, limitaciones al contenido de Ca, Mg, cloruros, nitratos y humedad. Granulometría, el 84% entre 20 y 200 mallas y el resto más fino.
- **Caolín (para carga):** Blancura mayor de 80% (Base MgO = 100%). Granulometría más fina que 325 mallas sin contenido de cuarzo. Abrasión máxima 50 gr/m². Pérdida por calcinación no mayor de 12%.
- **Sulfato de Aluminio:** Sobre 6% de contenido de Al₂O₃, menos de 0,5% de Fe₂O₃, 1,24 gr/cm³ de peso específico, ácido sulfúrico libre entre 5 y 15 gr/litro.
- **Talco:** Pureza de 99%, blancura mayor de 80%, granulometría más fina que 325 mallas, abrasión máxima 20 mg/m², 6% de pérdida por calcinación, 3,5% de

consumo de ácido (como CaCO_3 equivalente).

- **Caliza:** Pureza entre 93% y 95% de CaCO_3 , menos de 1% de sílice, alúmina, óxido hierro y de magnesio respectivamente.
- **Carbonato de Calcio (estuco):** Pureza sobre 99%, Blancura sobre 95%, Granulometría menor de a 325 mallas y 90%, al menos, inferior a 2 micras, humedad menos de 1%.
- **Sal Común:** Pureza mayor de 98,5% de NaCl , humedad menor de 1%, insolubles menores de 0,5% y límites de contenido a diversos compuestos.

Nota: Las empresas de este sector no informaron datos de precios de referencia de sus insumos minerales.

2. LA INDUSTRIA DE PINTURAS

2.1 Descripción

Las pinturas son mezclas complejas de polímeros, pigmentos, solventes y aditivos, que se usan para la protección y/o decoración de superficies.

Los polímeros son sustancias de naturaleza plástica que constituyen el "medio" soportante o ligante del material sólido para formar una capa homogénea y resistente sobre el material, una vez evaporada la fase líquida de la pintura. En general se basan en resinas de tipo poliésteres, acrílicas, vinílicas, epóxicas, alquídicas, etc.

Los pigmentos constituyen la carga mineral de la pintura. Se incorporan como una dispersión en el medio y el solvente. Los pigmentos colorantes son óxidos principalmente, naturales y/o sintéticos, blancos y/o de color, que tienen la propiedad de teñir del color deseado a la pintura y de cubrir la superficie sobre la que ésta se aplica.

Estos pigmentos colorantes se emplean siempre acompañados de pigmentos de extensión ("extender"), tanto para aumentar el volumen de la carga mineral a menor costo y repartir homogéneamente los efectos funcionales de los colorantes, como aportar algunas propiedades adicionales: servir de relleno a la capa plástica formada por el polímero, modificar el brillo, la viscosidad u otra característica, prevenir la formación de moho, etc.

Los aditivos, empleados en pequeñas cantidades para acelerar el secado, evitar la acción de hongos, mejorar la suspensión del material sólido, etc.

Los solventes son la base líquida de la pintura, de naturaleza volátil, que permite mantener en suspensión la mezcla de materiales sólidos señalados y facilitar la aplicación. Los solventes pueden ser orgánicos o acuosos. La elección del solvente es fundamental para el tipo de materiales a emplear y está condicionado por su toxicidad, poder solvente, tasa de evaporación, efectos contaminantes, etc.

La industria de la pintura es la segunda en importancia, después de la del papel, como consumidora de rellenos minerales. El mayor volumen de mineral corresponde a los pigmentos de extensión, entre los cuales destaca el carbonato de calcio, el caolín y el talco.

Otros productos de aplicación menor son la sílice, barita, wollastonita y mica. Los pigmentos colorantes son blancos, principalmente TiO_2 , y coloreados, basados en el óxido de hierro.

Las propiedades funcionales de los pigmentos de mayor interés para las pinturas son: las características del color (matiz, tono, fuerza colorante, brillo), textura, opacidad, dispersabilidad, absorción de aceite, resistencia a los agentes externos (químicos, calor, humedad, etc.), propiedades reológicas que facilitan el escurrimiento, etc.

La composición química determina el tono del color. En cambio, tanto la diferencia de índice de refracción entre el "pigmento" y el "medio", como del tamaño de partícula y su distribución determinan el poder cubridor, el brillo, la limpieza e intensidad del color.

Las características de las partículas influyen principalmente en las propiedades físicas del pigmento. Por ejemplo, la superficie influye en la viscosidad, dispersión, absorción de aceite, etc.; la forma de las partículas afecta a las características del flujo, la durabilidad del film, la decantación, etc. Para los pigmentos colorantes, el tamaño de partícula se encuentra en el rango entre $0,1\mu$ a 1μ , siendo el óptimo un tamaño aproximado a la mitad de la longitud de onda de la luz ($0,2\mu$ a $0,35\mu$). Los pigmentos de extensión tienen un tamaño promedio de 50μ pudiendo alcanzar hasta los 100μ .

Otro elemento importante en el aspecto final de la pintura está relacionado con el nivel de pigmentación. Este se refiere a la relación entre el volumen de pigmentos (colorantes y de extensión) y el volumen total de materiales (pigmentos + medio). Una relación más alta favorece la opacidad y menor brillo, pero genera una capa más permeable y frágil, es decir menos protectora.

2.2 Productos minerales y sus características

A continuación se describen las características de los principales pigmentos inorgánicos con poder colorante y de extensión.

- **Dióxido de Titanio:** El uso del TiO_2 como pigmento se debe a su alto índice de refracción y poder colorante, que lo ubican como el pigmento de mayor blancura y, por lo tanto, de máxima opacidad y poder cubridor. Además es de una naturaleza químicamente inerte, no tóxico, de muy buena dispersión y durable. Debido a su precio, el TiO_2 es un insumo de alta incidencia en los costos de la pintura. Por esta razón la industria tiende a minimizar su consumo. Para ello busca un eficaz empleo de los pigmentos de extensión y, eventualmente, sustitutos.
- **Oxidos de Hierro:** Los pigmentos de óxido de hierro son los segundos en importancia para la industria, después del TiO_2 y su uso se remonta a miles de años, como lo atestiguan prehistóricas pinturas en cavernas. En la actualidad predominan los pigmentos de origen sintético, aunque los naturales mantienen vigencia por su bajo precio. Los óxidos naturales consisten en una mezcla de óxidos ferrosos y/o férricos, más impurezas arcillosas, manganeso y sustancias orgánicas. Las variedades más conocidas son Ogres, Siena y Sombra.

Estos pigmentos naturales son usados preferentemente en tipos de pinturas imprimantes o para la primera mano de pintura, es decir donde el color no es lo más importante. Un tipo especial de pigmento es el óxido de hierro micáceo que, por su estructura laminar, es muy apreciado para mejorar la resistencia a la humedad y la corrosión. A su vez, los pigmentos sintéticos son requeridos cuando se desea que los colores sean establemente reproducibles, más puros y de mayor poder colorante.

- **Carbonato de Calcio:** Es el mineral más usado en la industria de pinturas por su función de pigmento de extensión. Cuatro formas de carbonato son usados en pinturas: La **creta** formado en depósitos de sedimentos de capas calcáreas de organismos marinos, la **calcita** proveniente de caliza cristalina o de mármol, la **dolomita** (carbonato natural de calcio y magnesio) y el **carbonato de calcio precipitado (PCC)** de origen sintético. El empleo de este material depende principalmente de su blancura y su estructura cristalina.

Cabe señalar que el carbonato de calcio no contribuye significativamente a la opacidad en sí mismo, sino que ayuda a resaltar la propiedad opacificante del pigmento principal para dar un aspecto "mate". También, su brillantez es deseable para resaltar las características del color de la pintura.

Ciertas propiedades pueden ser perfeccionadas con un tratamiento superficial del carbonato de calcio con recubrientes basados en ácidos grasos (Ej. ácido esteárico), obteniéndose un mejoramiento de sus condiciones reológicas y una menor reactividad en ambientes ácidos. El PCC también puede ser tratado superficialmente.

El carbonato de calcio es empleado tanto en pinturas basadas en solventes orgánicos como en suspensión acuosa (al agua). Se puede aplicar como relleno en niveles de carga entre 10% y 35% en volumen. Como pigmento de extensión puede permitir ahorros en el uso de TiO_2 desde un 10% a un 30%.

- **Caolín:** Es utilizado en la formulación de pinturas, principalmente como pigmento de extensión de TiO_2 , junto con las restantes propiedades que como relleno puede aportar. Entre ellas cabe señalar: la inercia química, el buen poder suspensivo y tixotrópico que facilita el escurrimiento y la opacidad de sus cristales.

El material empleado se basa en la arcilla caolinítica, caracterizada por su alto contenido de Caolinita y cierto grado de hidratación, tanto en su forma natural, como la forma anhidra obtenida por calcinación. A la estructura laminar del cristal de caolín y a su opacidad se debe su principal cualidad de extender al óxido de titanio y reforzar su poder cubridor.

También permite acrecentar la opacidad de la pintura, con un mayor rendimiento que el carbonato de calcio; es decir, debido a la estructura equidimensional del carbonato se requiere de mayor cantidad de material para obtener un efecto equivalente al caolín. Esta estructura facilita la formación de una capa de protección.

El tamaño de partículas tiene importantes efectos en la pintura. Es así como, las partículas más finas mejoran la opacidad, blancura y lustre, aumenta la viscosidad y tixotropía, pero decrece la resistencia al roce. En cambio, las partículas más gruesas ayudan a dar el efecto mate a la pintura y dan más resistencia a la película.

- **Talco:** Es un relleno de uso general en pinturas basadas en solventes orgánicos por su propiedad hidrofóbica y adecuada dispersabilidad en medios óleo-resinosos. Su gran tendencia a flocular en suspensión acuosa lo hacen contraindicado para pinturas al agua, a menos que se adicione antifloculantes.

Su estructura en capas le confiere la suavidad que lo caracteriza, mejorando las propiedades reológicas de la pintura. Los principales efectos positivos del talco se manifiestan en evitar la deposición de sólidos en los envases de pintura, mejora la aplicación con brocha, incrementa el volumen (disminuye la densidad de la pintura). Los efectos negativos se refieren a su menor resistencia a la abrasión y su pobre retención de color. Por ello generalmente se emplea en combinación con otros pigmentos de extensión.

Se debe usar talco de alta calidad, con bajo contenido de carbonatos, de alto brillo y tamaño de partículas controlado. Pero comercialmente, es posible encontrar material con presencia significativa de carbonato (máx 50%) y de

óxido de hierro, que afectan principalmente al brillo y su resistencia a los agentes externos.

En la formulación de pinturas se suelen agregar una diversidad de otros minerales para cumplir funciones de relleno y extensores de pigmentos, por razones de costo y/o atributos específicos. Entre estos minerales cabe destacar:

- **Sílice:** Por su capacidad de adhesión a la superficie aplicada, su empleo tiene por objeto principal el aportar alta resistencia al uso y al lavado, requeridas por pinturas destinadas a pisos antideslizantes, señales de tráfico en las calles, plataformas, etc. También mejora la resistencia a los ataques químicos.
- **Barita:** Corresponde al Sulfato de Bario natural (94% de $BaSO_4$), que se caracteriza por su alto peso específico (4,3), inercia química, alto índice de refracción, color blanco y optimizador del poder cubridor del pigmento principal. Su empleo tradicional como relleno ha disminuido a causa de su alta densidad, al encarecer la pintura por unidad de peso. Por ello, su utilización actual se concentra en imprimantes para automóviles y pinturas anticorrosivas, donde pueden aprovecharse mejor sus propiedades señaladas.
- **Mica:** La forma laminar de sus partículas es la característica principal para su empleo en pinturas, debido a su marcado efecto sobre la viscosidad y la tixotropía. Además las partículas tienden a traslaparse, lo que mejora la protección a la humedad y la integridad del film. Además, contribuye a reducir el consumo de pigmento principal al favorecer el espaciamiento de las partículas de éste. Generalmente se emplea mica micronizada en tamaño de partículas menores a 20μ . Puede ser formulada en pinturas de base acuosa o al óleo, tales como imprimantes, pintura anticorrosiva y en pinturas con lustre "concha de perla".

2.3 Consumo nacional y abastecimiento

Los volúmenes de minerales no metálicos consumidos por la industria de pinturas son solo de mediano a bajo nivel. Los insumos principales son: **carbonato de calcio** (Creta y Dolomita), de los cuales las empresas de mayor tamaño pueden consumir 3 mil toneladas al año y cifras menores para las empresas de menor producción; **talco**, cuyo consumo puede alcanzar a más de mil toneladas al año en las empresas mayores y **caolín**, con consumos de algunos cientos de toneladas por empresa. Otros productos con menores consumos son el cuarzo, la baritina, la mica y los pigmentos de óxido de hierro.

Los consumos unitarios de los materiales principales empleados como carga son proporcionalmente significativos en la pintura. Los restantes materiales que aportan pigmentación o funcionalidad tienen un consumo unitario muy bajo.

De los citados materiales, la dolomita y la mica son importados por carecerse prácticamente de recursos en Chile. También se importa parcialmente caolín y baritina por razones de calidad. Un caso especial es la producción de tintas que consume algunas toneladas de caolín y carbonato de calcio precipitado, que por sus exigencias de calidad son importados.

En general, la industria mantiene un proveedor principal por producto y uno o dos proveedores complementarios. En aquellos productos de especificaciones más estrictas, la calidad es el atributo más relevante para su adquisición y en segundo término es el precio, como es el caso del caolín y la baritina. Para el resto de los productos, el criterio es inverso.

2.4 Calidades

Las especificaciones de calidad más relevantes para la industria nacional, se refieren a la granulometría que debe ser inferior a 325 mallas (excepto la mica que puede aceptar una mayor dimensión), color blanco, peso específico y absorción de aceite. El siguiente cuadro muestra un ejemplo de datos correspondientes a los principales productos:

	Peso Específico	Absorción Aceite	Contenido de Carbonatos	Granulomet. (mallas)	Dureza (mohs)
Carbonato de Calcio	2,7	22 - 30	> 90%	< 325	3
Caolín Micronizado	2,6 - 2,63	35 - 45	0%	distrib. según variedad	1 - 2,5
Caolín fino		41 - 45	"		
Caolín grueso		23 - 26			
Talco blanco	2,6 - 2,8	38 - 42	0%	< 325	1
Talco "Cimita"		30 - 36			2,5 - 3
Baritina	4,3 - 4,6	12 - 16	0%	Micronizada	2,5 - 3,5
Cuarzo de diversas granulometrías	2,7	-	0%-	istrib. según variedad	7
Mica	2,8 - 3,1	60 - 74	0%	id.	-

2.5 Precios

Este sector muestra amplios rangos de precios, explicados por diversidades de calidades y volúmenes con que son transados.

Los antecedentes de precios disponible para los citados productos, son los siguientes:

- Carbonato de Calcio : \$36 a \$73 por Kg.
- Caolín grueso : \$43 a \$60 por Kg.
- Caolín micronizado : Hasta \$110 por Kg.
- Caolín fino : \$260 a \$345 por Kg.
- Talco : \$43 a \$60 por Kg.
- Baritina oscura : \$90 por Kg.
- Baritina blanca : \$228 por Kg.
- Cuarzo : \$43 a \$60 por Kg.
- Mica : \$152 a \$440 por Kg.

3. LA INDUSTRIA DEL PLASTICO

3.1 Descripción

Los materiales plásticos se basan en las propiedades de los polímeros, naturales o sintéticos, los cuales son compuestos orgánicos de alto peso molecular, que consisten en largas cadenas de unidades repetidas. Industrialmente se obtienen por modificación de polímeros naturales (ej. celulosa, caucho), por polimerización de monómeros insaturados (etileno, propileno, butadieno, benceno, tolueno, etc.), por poliadición de moléculas y por condensación de moléculas. El producto polimerizado obtenido se denomina resina y puede tener la forma de pellets, en gránulos, en polvos ó líquido.

La resina debe ser mezclada con otros materiales componentes para formar un compuesto plástico, el cual constituye la materia prima para el proceso de obtención del producto final. Estos componentes incluyen minerales, fibra de vidrio y otros que actúan como rellenos o reforzadores, más aditivos (colorantes, retardadores de fuego, estabilizadores, lubricantes, etc.) y, eventualmente, otros polímeros.

En esta etapa de formulación del compuesto (**compounding**), corresponde la incorporación de los minerales no metálicos, por lo que es de vital importancia la selección del material adecuado, según la funcionalidad que debe cumplir, tanto en el proceso de fabricación del producto final, como durante la vida útil del objeto producido. Los minerales son incorporados en el material plástico básicamente por tres razones:

- i) Como elemento de relleno inerte y de bajo costo, para aumentar el volumen y bajar el costo unitario del producto final;
- ii) Como un relleno activo, capaz de reemplazar otro aditivo de mayor costo y/o de proveer un mejoramiento de las propiedades del producto final (densidad, dureza, módulo de elasticidad, menor esponjamiento, mayor dispersión del calor, etc.);

- iii) Como reforzante que, además de incrementar algunas de las propiedades señaladas, pueden mejorar sustancialmente su resistencia a la tensión.

Generalmente el empleo de rellenos redundará en una disminución del costo final. No obstante, será el conjunto de propiedades finales del producto resultante el factor decisivo para determinar la cantidad y calidad del material de relleno a emplear, aunque no se logre el ahorro de costos.

Genéricamente se distinguen dos tipos de plásticos, en función a su comportamiento frente al calor: termoplásticos y termoestables.

- **Termoplásticos**, son aquellos materiales que una vez solidificados por enfriamiento, pueden ser refundidos por aplicación de calor y remodelados a la misma u otra forma. Principalmente se obtienen por polimerización de monómeros. Este grupo es el más importante consumidor de minerales.
- **Termoestables**, son aquellos materiales que endurecen por reacción química y no pueden restituirse a su condición original por calentamiento. Principalmente se obtienen por condensación de polímeros y tienen usos más especializados que los termoplásticos.

Este tipo de plástico es un consumidor menor de minerales, debido a que algunos se aplican en forma líquida y otros utilizan fibra de vidrio como elemento reforzante.

3.2 Productos minerales y sus características

Los principales aspectos a ser considerados para seleccionar un relleno son los siguientes:

- Óptima distribución en el tamaño de partículas,
- Posible actividad catalítica en la superficie de las partículas del relleno,
- Dispersabilidad y capacidad de enlace con el plástico matriz,
- Mínima acción abrasiva del relleno sobre la máquina procesadora
- Propiedades esperadas del compuesto
- Costo

Los minerales usados más ampliamente para esta función son: **carbonato de calcio, talco, caolín, mica, asbesto y wollastonita.**

a) El **carbonato de calcio** es el principal mineral de relleno usado por la industria plástica, principalmente por su disponibilidad, generalmente cerca de los mercados consumidores, y por su bajo costo. Su principal desventaja es la reactividad química a los ambientes ácidos y cierto grado de inseguridad en la mantención de la calidad del producto mineral. La función principal del carbonato de calcio es el incremento del

volumen y tensión para la resina, sin mayores aportes de refuerzo. Para la obtención de mejoramientos en otras funciones, se utiliza combinado con otros rellenos y aditivos.

Se puede utilizar como relleno diversas formas minerales de carbonato de calcio: creta, caliza, calcita, mármol y dolomita (Carbonato de Ca y Mg) todos ellos finamente molidos. Además, se usa carbonato de calcio precipitado (PCC), obtenido por síntesis química de cal y CO_2 .

Las principales aplicaciones del carbonato de calcio se concentran en:

- Relleno de la resina PVC, donde alcanza su mayor consumo, del que cabe destacar: PVC flexible (Se emplean partículas de 3μ y con un rango de nivel de carga de 17% a 38% del peso de la resina); Plastisols de PVC (Se usa en un amplio rango de tamaño de partículas, desde gruesas para respaldo de alfombras hasta granulometría fina para control de la viscosidad tixotrópica. El rango de nivel de carga está entre 17% a 50%); PVC rígido (En cañerías de agua potable se emplean partículas de 2 a 3μ y un nivel de carga de 1% a 5%. En otros tipos de cañerías se emplea un material más fino y un nivel de carga hasta de 30%) y Baldosines de PVC (Se puede usar material de 12μ o más y en alto nivel de carga, entre 44% y 80%).
- Relleno en los compuestos basados en poliésteres termoplásticos para ser convertidos a films o moldeados en piezas de volumen. Se emplea material de granulometría entre 3 y 6μ , con un nivel de carga de 67 % para films y 70% para volúmenes. En el caso de poliésteres de aplicaciones marinas el nivel de carga es algo menor y debe minimizarse la absorción de agua.
- Relleno de polipropileno, donde la granulometría puede variar entre 1 a 3μ y el nivel de carga de 30% a 40%.

b) El talco cumple con los requerimientos de un relleno ideal para el uso en plásticos, por sus características físicas debido a su estructura laminar que le da cualidades de suavidad, no abrasivo, de fácil molienda para alcanzar un polvo muy fino, inerte, con capacidad de absorción de aceites e hidrófobo y efecto lubricante. A ello debe agregarse su relativo bajo costo. El material requerido para plástico debe ser libre de hierro y de partículas abrasivas, buen brillo, gran superficie para reacción con la resina y su tamaño de partícula inferior a 8μ .

La mayor aplicación del talco se encuentra en los plásticos de Polipropileno (PP) usados en piezas automotrices y en artefactos de uso doméstico. En ellas, es muy importante la estabilidad térmica a largo plazo, para lo cual el talco se mejora con estabilizantes y antioxidantes, permitiendo un mayor nivel de carga hasta de un 40% de talco. Otras aplicaciones importantes del talco en termoplásticos, son: polietileno de alta densidad (HDPE), donde se aplica en niveles de carga entre 20% y 30% y poliestireno (PS), con niveles de carga de 30% a 40%.

Los usos en plásticos termoestables se basan en poliésteres insaturados y resinas fenólicas.

c) El caolín encuentra aplicación en una amplia variedad de polímeros, como carga mineral y pigmento blanco. Muchas de ellas dependen de la modalidad de producción de este mineral.

El caolín crudo sometido a flotación aérea para separar impurezas, es utilizado simplemente como un relleno de bajo costo que no afecta significativamente a las propiedades de la resina. En cambio, caolín seleccionado por la vía húmeda (hidrociclones, centrifugación y secado), permiten proveer propiedades más específicas, tales como: mejorar las condiciones de moldeo, más estricto control del tamaño de partículas, incrementar el nivel de carga, etc. A su vez, el caolín calcinado se emplea preferentemente para incrementar las propiedades aislantes eléctricas del plástico y como pigmento blanco extensor del TiO_2 , pudiendo reemplazarlo hasta en un 20%.

El principal uso es como relleno y reforzante de PVC, para revestimiento de cables y alambres eléctricos y pisos vinílicos, donde se logra una mayor durabilidad del producto plástico. También se emplea en nylon, poliésteres termoplásticos, poliuretano, polietileno no saturado y polioléofeinas. Los niveles de carga van desde 15% hasta 60% en peso de caolín.

3.3 La industria nacional

La industria nacional del plástico declara no consumir directamente minerales no metálicos debido a que se importa la resina previamente formulada con la carga mineral (ASIPLA). No obstante ello, en la fabricación de productos basados en PVC se debe registrar un interesante consumo de carbonato de calcio "natural" finamente molido y de carbonato de calcio "precipitado" de origen sintético.

4. LA INDUSTRIA DE LA GOMA

4.1 Descripción

La goma es un producto basado originalmente en el caucho, polímero natural con propiedades de elevada elasticidad a temperatura ambiente, pero de gran plasticidad a una temperatura del orden de los 50°. Para preservar establemente su propiedad elástica, el caucho es sometido a un proceso térmico que lo deja en estado plástico, lo que se aprovecha para incorporarle sustancias adicionales, seguido de la vulcanización en base a Azufre, la cual permite la recuperación de la elasticidad del caucho debido al cambio estructural de sus macromoléculas por la inclusión del azufre.

La adición de sustancias orgánicas e inorgánicas se realiza para cumplir funciones específicas, tales como relleno, reforzantes, plastificantes, colorantes, antioxidantes y

de reguladores de la velocidad de vulcanización. Por cierto que la industria de la goma ha desarrollado otros materiales de origen sintético sustitutos del caucho natural, pero la función de los rellenos minerales es similar.

Las sustancias inorgánicas que más se utilizan como relleno son: caolín, creta, talco, negro de humo, mica, grafito y otros.

2.2 Consumo nacional y abastecimiento

Para la industria nacional la fabricación de neumáticos es la principal aplicación de la goma. Adicionalmente se fabrica una diversidad de productos de aplicación industrial y doméstico.

Sus consumos principales de productos mineros no metálicos son los siguientes:

- El **Azufre refinado** se utiliza como agente de vulcanización. Se incorpora en una proporción variable en relación al polímero a vulcanizar, siendo mayor para gomas más duras. Pero su presencia en el producto final no supera del 0,5%. El consumo anual de la industria de neumáticos alcanza a las 150 toneladas y el del resto de las industrias, a las 100 toneladas aproximadamente.
- El **Negro de humo** es el principal material de carga, especialmente en neumáticos, pero es una sustancia no considerada en este estudio.
- El **Caolín**, usualmente del tipo ventilado, es un mineral considerado como una carga semi-reforzante debido al tamaño y forma de su partícula, que otorga mayor dureza, resistencia a la abrasión y a los esfuerzos de tensión. Su consumo unitario puede alcanzar al 3% del producto final. El nivel de consumo global es algo menor a las 500 toneladas.
- El **Carbonato de Calcio**, en la forma de creta o tiza, es un relleno no reforzante el que se puede agregar para dar volumen sin afectar las restantes propiedades de la goma. Aunque no se emplea para neumáticos, si es importante en aquellos productos donde el costo es relevante, pudiendo alcanzar un consumo unitario del 30% a 40% del producto final. Su nivel de consumo global es del orden de las mil toneladas anuales. También se registran pequeños consumos de carbonato de calcio precipitado.
- El **Talco**, se emplea como antiadherente entre las capas de gomas. También se incorpora en el compuesto para lubricar la extrusión, además de proveer cierto grado de reforzamiento. El consumo global es del orden de las 50 toneladas anuales.
- También se registran pequeños consumos de **Mica** y **Bentonita** como antiadherentes y desmoldantes

Los requerimientos de calidad de los productos hace que el abastecimiento de azufre sea importado, como también algunos tipos de caolines y el carbonato de calcio precipitado. En cambio, el consumo de creta y talco es abastecido del mercado nacional, teniendo como criterio principal el factor precio y luego la calidad. Generalmente se cuenta con dos y, en algunos casos con tres proveedores.

4.3 Calidades

Las principales especificaciones de calidad de los materiales para goma son:

- **Azufre Sublimado:** Pureza entre 98% y 99,5%. Granulometría inferior a 100 mallas y al menos 90% menor de 200 mallas. Peso específico de 2,01 a 2,07 gr/cm³ y acidez máxima 0,05%.
- **Caolín :** Contenidos de SiO₂ (43,5% a 46,5%), de óxidos de aluminio y hierro (42,5%), humedad (1,25%), pérdida máxima por calcinación (10%), granulometría inferior a 325 mallas. Para el caso de caolín anhidro para aplicaciones específicas (revestimientos de cables y alambres) se exige, además, una blancura sobre 90%, tamaño de partícula promedio inferior a 1,5 μ , exento de hierro y manganeso.
- **Carbonato de Calcio :** Pureza de 92%, granulometría 95% inferior a 325 mallas, y un 3% máximo de insolubles en ácido.
- **Talco :** Granulometría 90% inferior a 325 mallas, peso específico 2,9 gr/cm³, humedad máxima 0,25%, pérdida máx. por ignición 23,5%, sílice libre 1% máx.

4.4 Precios

Los rangos de precios informados para estos productos son los siguientes:

- **Azufre :** De importación oscila entre US\$616 y US\$1.130 por tonelada (\$265 a \$465 por Kg.). A su vez el producto nacional varía entre \$110 y \$143 por Kg.
- **Caolín :** Caolín calcinado de origen importado oscila entre US\$730 y US\$876 por tonelada (\$314 a \$376 por Kg.). En cambio el producto nacional hidratado varía entre \$41 y \$136 por Kg.
- **Carbonato de Calcio :** La Creta tiene un valor entre \$36 y \$53 el Kg. El Carbonato de Calcio Precipitado se valora a US\$376 por ton. (\$162 por Kg.).
- **Talco :** Un valor aproximado de \$70 por Kg.

5. INDUSTRIAS DE ADHESIVOS Y SELLANTES

5.1 Descripción

Este es un segmento industrial de gran avance tecnológico reciente, basado en el empleo de novedosos polímeros o resinas con el apoyo funcional de los rellenos minerales.

Se entiende por **adhesivos** a toda sustancia inorgánica u orgánica, que es capaz de unir superficies de sustancias diferentes. A su vez, se identifica como **sellantes** aquellas sustancias suficientemente suaves para ser aplicadas sobre una superficie y, al endurecer, quedar firmemente adherida a ella, poniendo un virtual sello sobre la eventual porosidad del material de manera de bloquear el paso de líquidos o gases y de afinar la superficie aplicada.

El rol de los minerales no metálicos es servir de rellenos, extensores y de pigmentos. Los rellenos son materiales no adhesivos que contribuyen a mejorar las propiedades de trabajo, permanencia y fuerza de los adhesivos y sellantes. Los extensores tienen ciertas propiedades de adhesivos y se emplean para disminuir la cantidad de polímero o resina ligante. Los pigmentos permiten dar blancura o color al producto.

La dosificación de la cantidad de mineral a incorporar al producto está determinada por sus aplicaciones a los que esté destinado, manteniendo un equilibrio entre costo global y la performance del producto final.

5.2 Consumo nacional y abastecimiento

Los principales minerales utilizados por la industria nacional del rubro son el Cuarzo, yeso, **sulfato de bario** (Baritina), en cantidades del orden de las 300 toneladas anuales cada uno, **carbonato de calcio** (Tiza), talco, con un consumo algo menor de las 100 toneladas. También se registra consumo en pequeñas cantidades de caolín, ácido bórico y bórax, más pigmentos de óxido de hierro.

Dada su función de carga, pueden alcanzar una proporción de hasta el 34% según el relleno y producto final.

Salvo el óxido de hierro importado, el resto de los insumos es de origen nacional, generalmente de un solo proveedor. Se privilegia precio, confiabilidad de entrega y calidad para determinar la fuente de abastecimiento.

5.3 Calidades

Los factores de calidad más relevantes son:

- Cuarzo : Cristales blancos de granulometría según variedad (entre 40 y 150 mallas y entre 20 y 200 mallas).
- Yeso : Peso específico 2,5 gr/cm³, granulometría más fino que 7 mallas y 80% más fino que 15 mallas.
- Sulfato de Bario : Pureza de 97,5%, peso específico 4 a 4,5 gr/cm³, granulometría menos de 400 mallas, dureza 3 a 4.
- Carbonato de Calcio : Pureza mayor de 94%, pH de 9 a 9,7, dureza 3, granulometría menor de 400 mallas.
- Talco : Alta pureza, granulometría menor de 400 mallas.

5.4 Precios

Los precios señalados en este segmento para los materiales insumidos son los siguientes:

- Cuarzo : de \$35 a \$46 por Kg.
- Yeso : \$41 por Kg.
- Sulfato de Bario : de \$75 a \$87 por Kg.
- Carbonato de Calcio : de \$29 a \$40 por Kg.
- Talco : \$59 por Kg.

6. LA INDUSTRIA FARMACEUTICA Y COSMETICA

Los medicamentos han sido necesarios para la salud del hombre en todos los tiempos, partiendo del empleo empírico de sustancias naturales a los complejos compuestos desarrollados por la moderna industria farmacéutica. Los minerales no metálicos, por su condición de inertes, se emplean como excipientes, es decir, mezclados con las sustancias activas para darle consistencia, forma u otras cualidades que faciliten la fabricación y uso del medicamento.

Los cosméticos también son elementos utilizados desde la antigüedad, para el mejoramiento de la apariencia. La moderna industria cosmética produce una variedad de productos de belleza y de protección de la piel. Emplea sustancias minerales como excipiente y, también, para aportar efectos funcionales, tales como color, fineza, adherencia, brillo, etc.

La industria nacional de este sector está compuesto por laboratorios farmacéuticos que fabrican medicamentos para la salud humana y animal, y por laboratorios fabricantes de productos cosmetológicos.

Los principales minerales que esta industria incorpora en sus productos finales son: **Talco, Caolín Coloidal, Carbonato de Calcio Precipitado, Oxidos de Hierro y Mica.** Además el **Cloruro de Sodio** se emplea como componente salino en sueros y como espesante en artículos de tocador.

Los niveles de consumo en cada laboratorio son menores a las 5 toneladas anuales de cada producto, con excepción del talco, que en algunos laboratorios alcanza consumos de varias decenas de toneladas anuales. Solo los productos de talco tienen un alto consumo unitario (60% a 80%). El resto de los minerales se consumen en bajas proporciones no excediendo del 5% del producto final.

La mayor parte del abastecimiento es de origen importado, dada las estrechas características de calidad y los bajos volúmenes consumidos. Generalmente se dispone de más de un proveedor.

La característica más relevante de este sector es alto grado de exigencia cualitativa a los productos (grado farmacopea), puesto que deben cumplir tanto con la pureza química y especificaciones físicas requeridas, como estrictos límites microbiológicos de acuerdo a normas internacionales.

Como consecuencia del alto nivel de calidad, los precios observados para los principales productos son, también, de alto valor.

Ejemplos de precios para la industria cosmetológica son los siguientes:

- Talco : \$215 a \$450 por Kg.
- Talco tratado : \$4.000 a \$5.000 por Kg.
- Caolín coloidal : \$700 a \$1.500 por Kg.
- Oxidos de Hierro : \$3.000 a \$5.000 por Kg.

7. LA INDUSTRIA DE EXPLOSIVOS

7.1 Descripción

Los explosivos son sustancias capaces de ejercer grandes presiones produciendo el desplazamiento de un objeto (armas de fuego), la destrucción de un material (compedores) o, al menos, la llamarada para iniciar la explosión (fulminantes) . La presión se genera por el súbito desprendimiento de una gran cantidad de gases y de calor al entrar en reacción química los componentes del explosivo.

La transformación química es del tipo oxidación violenta, debido al alto contenido de oxígeno en algunas de las sustancias presentes en el explosivo, tales como nitratos, percloratos u otros. La mayoría de los explosivos son compuestos de diversas sustancias relativamente complejas, fabricadas industrialmente con este objeto.

7.2 Consumo nacional y abastecimiento

Los minerales no metálicos empleados por la industria nacional, directamente en alguna forma de explosivos, son : los **nitratos de sodio y de potasio** (oxidantes), el **azufre refinado** (junto al carbón completan las sustancias activas en pólvoras), la **creta** (neutralizante) y el **cloruro de sodio** (aditivo en explosivos de baja potencia en minas de carbón).

Los volúmenes consumidos son bajos, debido a que los tipos de explosivos que los contienen son también de bajo nivel de consumo, comparado con los restantes tipos de explosivos basados en materiales sintéticos. Excepto los nitratos, con un volumen de consumo algo inferior a las mil toneladas, el resto de los insumos minerales no superan las 100 toneladas anuales.

El azufre refinado es parcialmente importado por razones de calidad. El resto de los materiales es de origen nacional, siendo los factores de calidad, confiabilidad de entrega y precio los factores más importantes para la adquisición.

7.3 Calidades

Los principales parámetros cualitativos para los materiales empleados en explosivos son los siguientes:

- **Nitrato de Sodio y Potasio** : Las especificaciones técnicas de los productos de grado industrial de SOQUIMICH.
- **Azufre refinado** : Pureza 99,5% mín., acidez máx. 0,005%, humedad máx. 0,5%.
- **Creta (Carbonato de Calcio grado USP)** : Pureza 99% mín., humedad 1% máx., granulometría menor de 65 mallas y 80% menor de 100 mallas.
- **Cloruro de Sodio** : Pureza de 97,5%, humedad 0,5% máx., granulometría menor de 20 mallas y 85% menor de 100 mallas.

7.4 Precios

Los niveles de precio observados, son los siguientes:

- **Nitrato de Sodio y Potasio**: \$69 y \$141 por Kg. respectivamente.
- **Azufre refinado** : \$30 a \$58 por Kg.
- **Creta** : \$17 a \$21,5 por Kg.
- **Cloruro de Sodio** : \$17 a \$21,5 por Kg.

D) SECTOR INDUSTRIAL DE LA MINERÍA Y METALURGIA

I. Descripción

La minería y sus procesos metalúrgicos asociados presentan un amplio campo de aplicación para minerales no metálicos. Una breve reseña de la diversidad de usos en la industria nacional es la siguiente:

a) Cobre

Los principales requerimientos de minerales no metálicos en sus diferentes procesos metalúrgicos, son:

- Cal, para la regulación del pH de la pulpa y depresante en el proceso de flotación y como fundente escorificante en el proceso de fusión de concentrados;
- Sílice, como fundente en el proceso de fusión de concentrado de cobre con el objeto de favorecer la formación de escoria que elimina el fierro;
- Caliza, como fundente para bajar la temperatura de fusión de concentrados en hornos de reverbero;
- Arcillas refractarias, para recubrimiento de canaletas y tapones de sangría de eje y escorias;
- Diatomita, como desmoldantes en canaletas y ruedas de moldeo de blíster y ánodos;
- Azufre refinado, para completar la cantidad de azufre requerida por el proceso de tostación sulfidizante de óxidos que elimina impurezas.

b) Oro y Plata

En este sector minero se requiere:

- Cal, empleada en el proceso de cianuración para regular el Ph y otras funciones específicas de la cianuración en pilas (aglomerante, clarificante, agente enlazante, precipitante) y de la cianuración por agitación (aglomerante de pulpa, depresante).
- En el proceso de refinación de metal doré se emplea carbonato de sodio y bórax como fundente, nitrato de sodio como oxidante, además de diatomita como auxiliar filtrante de barros anódicos.

c) Hierro y Acero

Sus diferentes requerimientos son:

- En la formación de pellets de mineral de hierro se emplea caliza como escorificante en el proceso de su endurecimiento térmico y cal como aglomerante. Además, ambos contribuyen a regular la basicidad del producto final.
- En la fase siderúrgica, se emplea caliza como fundente principal en los altos hornos, además de cuarzo; las arenas silíceas y arcillas refractarias se emplean tanto en altos hornos como en acerías; la cal y la dolomita calcinada se emplean como fundente en las acerías; la fluorita es un fluidizante de la escoria en las acerías y el carbonato de sodio se utiliza como desulfurante del arrabio.
- En las fundiciones de piezas de acero se emplea cal (fundente, escorificante y desulfurante o desfosforante) y fluorita (fluidizante) en la fusión del acero.
- En la confección de moldes de las piezas fundidas se emplean arenas silíceas (cuerpo del molde), bentonita sódica (rigidizante del molde) y cromita (disipador de calor).

d) Petróleo

En la fase minera se emplean minerales no metálicos en la preparación de lodos de perforación de pozos petrolíferos:

- Los principales elementos requeridos son el sulfato de bario (Baritina) por su alta densidad, la bentonita sódica por su capacidad aglomerante, el cloruro de sodio (Sal industrial) y el carbonato de calcio como agente sellante y/o densificante.

2. Consumo nacional

Este segmento industrial se caracteriza por los altos volúmenes de consumo de los materiales principales. Las estimaciones de consumo registrados se presentan a continuación:

- a) En primer lugar está el consumo de caliza (Carbonato de Calcio), estimado en 600 mil toneladas al año, tanto para el insumo metalúrgico directo como su empleo en la obtención de cal en plantas propias (Chuquicamata y Huachipato).

En general, el abastecimiento de caliza proviene de varios proveedores cercanos a las faenas, con excepción del particular caso de Huachipato que se autoabastece. Asociado a ello está el importante consumo de los diversos tipos de cal, del orden de las 250 mil

toneladas anuales, que es abastecido desde plantas independientes y parcialmente de origen importado desde Argentina.

También es significativo el consumo de **dolomita cruda**, que supera las 28 mil toneladas/año y cuyo origen es importado de EE.UU, para ser calcinada localmente.

b) En segundo lugar se presenta el consumo de **cuarzo (Sílice)**, estimado en 550 mil toneladas anuales. El abastecimiento de cada empresa proviene de varias fuentes (2 a 6 proveedores).

Cabe agregar a las **arenas silíceas** como otro recurso silíceo importante cuyo consumo anual debe superar las 20 mil toneladas, abastecido generalmente por varios proveedores.

c) El único proceso de tostación de óxidos de cobre consume unas 14 mil toneladas anuales de **azufre refinado** de origen importado.

d) El consumo del resto de los materiales en las diversas aplicaciones señaladas son de menor magnitud. Es así como el consumo de **bentonita sódica** se estima en 1.500 toneladas en faenas petroleras y unas mil toneladas en fundiciones de aceros, toda de origen importado. La **baritina** se consume actualmente al nivel de 1.600 toneladas en lodos de perforación. La **fluorita** importada se consume a un nivel cercano a las 1.500 toneladas. De **diatomita**, proveniente de un solo productor nacional, se consume no más de 500 toneladas. Los consumos de **nitrate de sodio** se estiman en 500 toneladas, de **carbonato de sodio** (Ceniza de soda pesada), en 300 toneladas y de **bórax**, en 100 toneladas anuales.

e) Cabe consignar que empresas mineras que operan en zonas cordilleranas declaran consumir unas 3.500 toneladas de **sal común** para la eliminación del hielo en carreteras de acceso a las faenas.

3. Calidades

Los requerimientos de calidad son diversos, según la aplicación específica. Para los productos más voluminosos, los parámetros de aceptación son los siguientes:

- **Caliza:** Para fundiciones de cobre, la granulometría debe estar entre $\frac{1}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ", su contenido de CaCO_3 debe ser de 92% mínimo y un máximo de 6% de SiO_2 . Para altos hornos el tamaño no debe ser superior a $1\frac{1}{4}$ " y su análisis debe dar más de 97% de CaCO_3 contenido y menos de 0,05% de azufre y de 0,1% de óxidos alcalinos.
- **Cuarzo:** La industria del cobre requiere de dos tipos de cuarzo que se distinguen por su granulometría. El tamaño del cuarzo chancado varía entre $\frac{1}{4}$ " y 1". El cuarzo fino, tipo arena, debe tener una granulometría entre 10 a 150

mallas Tyler.

El análisis químico debe dar un mínimo entre 80% a 90% de sílice libre y máximos de 5% de alúmina, 3% de hierro y 2% de otras impurezas metálicas (As, Sb, Ni, Bi, Co, Cr, Mg).

El sector siderúrgico requiere un cuarzo de granulometría entre 3/8" y 3/2", con una tolerancia de 3%, y un contenido de sílice libre de 96% y de 0,1% máximo de óxidos alcalinos. Las arenas silíceas para las fundiciones de acero, requieren un contenido entre 88% y 95% de sílice libre y que la suma de óxidos alcalinos no supere el 10%.

- **Azufre:** 99,5% de pureza, granallado brillante.
- **Diatomita:** Las especificaciones para su empleo como auxiliar filtrante exigen una pureza de sílice diatomácea mayor de 90%, un contenido máximo de CaO de 1% y de 0,6% de Fe₂O₃ y una granulometría 98,5% menor de malla 80. Para el uso de desmoldante las especificaciones no son estrictas.

4. Precios

Los precios observados en este sector corresponden a los siguientes valores:

- Caliza : \$7,6 por Kg.
- Cal : Entre \$38 y \$56 por Kg.
- Dolomita Cruda : US\$ 18 por tonelada FOB EE.UU. (\$7,7 por Kg aprox.).
- Cuarzo : De \$6 a \$13 por Kg.
- Arenas silíceas : De \$5,5 a \$16 por Kg.
- Azufre : De US\$70 a US\$80 por ton. en planta (\$34 por Kg aprox.).
- Bentonita Sódica:
 - * (lodos de perf.): US\$ 210 por ton. CIF Pta. Arenas (\$89 por Kg aprox.)
 - * (moldes de fund.): \$60 por Kg.
- Baritina (lodos de perf.): US\$180 por tonelada en Pta. Arenas (\$76 por Kg).
- Fluorita (83% a 87% de CaF₂): US\$136 por tonelada en bodega (\$58 por Kg).
- Diatomita:
 - * (Aux. filtrante): US\$490 por tonelada en planta (\$208 por Kg).
 - * (Desmoldante): US\$277 a US\$ 390 por ton. en planta (\$118 a \$165 por Kg).
- Nitrato de Sodio : US\$160 por tonelada (\$68 por Kg).
- Carbonato de Sodio : US\$230 a US\$282 por ton. (\$98 a \$120 por Kg).
- Bórax : \$195 por Kg.
- Sal Común:
 - * (lodos de perf.): US\$140 por ton. puesto en Punta Arenas (\$60/Kg).
 - * (deshielo): \$20 por Kg.

E) SECTOR DE LAS OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES

Finalmente, se agrupan varios tipos de industrias que no guardan relación con los principales sectores industriales ya reseñados, pero constituyen también un campo de aplicación de interés para los minerales no metálicos. Estas se relacionan con los abrasivos, con el tratamiento de aguas potables e industriales y con los alimentos, preferentemente por sus requerimientos de elementos filtrantes.

1. INDUSTRIA DE ABRASIVOS

1.1 Descripción

La industria de abrasivos fabrica productos que se emplean para remover material desde una superficie por fricción o por impacto, es decir en operaciones tales como: cortar, perforar, esmerilar, pulir, afinar, soplar a presión y dar un acabado fino a la superficie tratada.

Diversos productos se aplican en la industria para el tratamiento superficial de metales y maderas. Ellos tienen la forma de granos sueltos para soplado a presión; de ruedas, bloques o barras constituidas por granos moldeados con un ligante; lijas formadas por granos cementados sobre papel o tela y de pastas que tienen incorporados granos y polvos abrasivos.

En el ámbito doméstico están los jabones, detergentes, pasta dental, pulidores etc., que consumen productos abrasivos suaves.

Los abrasivos emplean materiales de origen minero y, también, materiales sintéticos similares a los naturales pero más específicos en sus aplicaciones. Las propiedades abrasivas se deben básicamente a la dureza del material, su tenacidad, clivaje, forma y tamaño del cristal o grano. Entre los materiales naturales más representativos cabe citar, en orden de dureza, a : diamante, corindón, esmeril, granate, cuarzo y piedra pómez. A su vez los materiales artificiales principales se encuentran : diamantes, nitruro de boro (Borazón), carburo de silicio (Carborundum), alúmina fundida (Corundum), carburo de boro, etc.

1.2 Consumo nacional y abastecimiento

La industria chilena de abrasivos industriales es de pequeña magnitud, pues fabrica productos básicos, tales como lijas y piedras esmeril. La mayor diversidad de productos son de origen importado.

Para la fabricación de lijas y piedra esmeril, se emplea como grano abrasivo el granate, óxido de aluminio (alúmina) o carburo de silicio, según sea el producto específico. Como relleno para la resina o cola que cementa el grano se emplea caolín y carbonato

de calcio.

El nivel de consumo de cada uno de estos minerales se sitúa bajo las 100 toneladas anuales. Cabe destacar que el consumo unitario de granos abrasivos es alto (65% en lijas y 85% en piedras esmeril, aproximadamente).

También, es destacable que éste es el único sector consumidor actual de granate.

El sector de abrasivos domésticos es principalmente atendido con fabricación nacional. Los principales materiales empleados como abrasivos suaves son el cuarzo y el carbonato de calcio.

El nivel de consumo de estos materiales por las industrias de este sector se sitúa alrededor de las 1000 toneladas anuales, aproximadamente para cada material.

El consumo unitario de ellos es muy importante en los abrasivos en polvos, pues entre ambos componentes pueden constituir el 90% del producto final.

Respecto al origen de los materiales insumidos por el sector, se importan el óxido de aluminio y el carburo de silicio, granos abrasivos de origen sintético que no se producen en el país. Los restantes son recursos mineros producidos en el país.

Cabe señalar que la producción de granate es propia de una de las industrias productoras de abrasivos. El cuarzo, el carbonato de calcio y el caolín se adquiere de proveedores, dándole mayor importancia al precio y la confiabilidad en la entrega. Las industrias concentran sus compras en un proveedor y algunas en dos proveedores de estos productos. En el caso de los productos importados, se cuenta con dos proveedores.

1.3 Calidades

Los factores de calidad más relevantes son:

- **Granate:** Dureza 8 Mohs, granulometría entre 16 y 220 mallas.
- **Oxido de aluminio:** Dureza 9,3 Mohs, granulometría entre 16 y 400 mallas.
- **Carburo de silicio:** Dureza 9,5 Mohs, granulometría entre 16 y 400 mallas.
- **Cuarzo:** Cristalino, granulometría entre 70 y 325 mallas.
- **Carbonato de calcio:** Blancura, pureza > 90% de CaCO₃, granulometría entre 50 y 200 mallas.

1.4 Precios

Los rangos de precios son los siguientes:

- Granate : \$ 337 por Kg.
- Oxido de aluminio : \$ 270 por Kg. (625 US\$/ton FOB)
- Carburo de Silicio : \$ 472 por Kg. (1.097 US\$/ton CIF)
- Cuarzo : \$ 38 a \$ 40 por Kg.
- Carbonato de calcio : \$ 40 a \$ 50 por Kg.
- Caolín : \$ 60 por Kg.

2. AGUA POTABLE Y TRATAMIENTO DE AGUAS

2.1 Descripción

Las empresas sanitarias realizan el servicio público de producción y distribución de agua potable y el de recolección y disposición de aguas servidas. Su demanda por minerales no metálicos está destinada a su empleo en las etapas de pre-tratamiento y tratamiento convencional de coagulación-floculación para la producción de agua potable a partir de fuentes de aguas superficiales, que son las que requieren de este tipo de tratamiento.

Otra área de interés es el tratamiento de aguas para calderas industriales, sea para ablandamiento como purificación del agua disponible.

2.2 Productos minerales y sus características

Para el caso de la potabilización del agua, el principal producto demandado es el **sulfato de aluminio** ($Al_2SO_4 \cdot nH_2O$), que actúa como coagulante, es decir, para congregar la materia coloidal suspendida en el agua y permitir su eliminación por floculación.

El sulfato de aluminio es realmente un producto sintético que se obtiene a partir de un mineral de alto contenido de alúmina (Al_2O_3) tratado directamente con ácido sulfúrico. El mineral de origen puede ser una arcilla tipo caolín o un sulfato doble de aluminio y potasio (alunita). Su empleo para el tratamiento de agua se rige por la norma chilena correspondiente (NCh 1086), cuyos aspectos principales se resumen a continuación:

- Se distinguen 3 clases de sulfato de aluminio: Sin refinar (sólido en trozos o colpas de 40 cm \pm 10 cm y 14% mínimo de Al_2O_3 soluble en agua), Semirefinado (en solución al 6% de Al_2O_3) y Refinado (sólido en polvo, gránulos o trozos de granulometría uniforme y pureza de 17% mínimo de Al_2O_3 soluble en agua; también se puede presentar en solución al 8%)

- Además del contenido de Al_2O_3 , la norma establece límites máximos para impurezas, tales como la acidez libre y el contenido de Zinc, Cobre, Hierro, Manganeso, y para los elementos tóxicos, tales como Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cromo, Mercurio, Plomo, Selenio. También establece límites máximos para el % contenido de insolubles en el material sólido y de sólidos en suspensión para el caso de las soluciones.

Complementariamente se emplea cal apagada $Ca(OH)_2$, cuyas funciones son de regulación del pH y ayudar a la acción coagulante principal del sulfato de aluminio. Se emplea cal apagada superfina, tipo polvo, que debe cumplir con las exigencias de normas técnicas internacionales a falta de una norma nacional. La norma alemana DIN establece para el tratamiento de agua potable que la solución de cal debe ser incolora, debe tener una capacidad de neutralización equivalente superior a 22,7 moles de cal apagada por Kg de solución, su contenido de magnesio debe ser inferior a 12 gr/Kg y la presencia del ión sulfato menor que 8 gr/Kg.

Caolín y carbón se utilizan como lecho filtrante. Sal común de tipo industrial se emplea para el ablandamiento de aguas para calderas.

2.3 Consumo nacional y abastecimiento

Aunque el consumo depende de la calidad del agua cruda a tratar y de cada fuente de abastecimiento en particular, las principales empresas sanitarias de Santiago declaran un consumo anual del orden de las 1.300 toneladas anuales de material en colpas y de 1.600 toneladas de solución. Las relaciones de consumo de sulfato de aluminio por cada m^3 de agua tratada pueden alcanzar a 17,5 gr de material en colpas y de 80 gr de solución.

También es importante la aplicación de sulfato de aluminio como floculante para el tratamiento de aguas en diversas industrias. Las plantas de celulosa declaran consumos individuales que pueden alcanzar entre las 200 y 1.000 toneladas anuales de soluciones entre 6,4% y 7,7% mínimo de Al_2O_3 .

El abastecimiento de sulfato de aluminio es nacional y proviene de al menos dos proveedores. El producto entregado se considera como un producto químico certificado por lo que debe contar con el informe de calidad correspondiente para su aceptación. La calidad, el precio, la confiabilidad en la entrega y el costo de transporte, son los factores más relevantes para su adquisición.

El consumo de Cal apagada, declarada por sólo una de las empresas de Santiago, es del orden de las 600 toneladas anuales, con un consumo unitario que puede alcanzar a los 17 gr/m^3 dependiendo de la naturaleza del agua a tratar.

Algunas plantas de celulosa declaran utilizar cal para el tratamiento de aguas a niveles hasta de 500 toneladas anuales. Su abastecimiento nacional proviene de al menos dos proveedores y tiene el mismo criterio que el expresado para el sulfato de aluminio.

2.3 Precios

Los niveles de precio observados para los dos productos señalados, son los siguientes:

- Sulfato de Aluminio para agua potable (puesto planta de agua):
 - * Colpa : Entre \$52 a \$60 por Kg.
 - * Solución : \$68 por Kg, base seca.
- Sulfato de Aluminio para industrias: De \$72 a \$115 por Kg. en productor.
- Cal apagada : \$75 por Kg.

3. INDUSTRIAS DE ALIMENTOS

En la industria elaboradora de alimentos existe una diversidad de aplicaciones para los productos minerales. Entre los principales rubros está la industria del azúcar, de los jugos de fruta, cervezas y vinos, aceites y margarinas, productoras de agar-agar, etc. La función común y más importante es la purificación del material en elaboración, mediante filtración, clarificación u otras. Una breve descripción de la utilización de minerales por las citadas industrias es la siguiente:

3.1 INDUSTRIA DEL AZUCAR

3.1.1 Descripción

La producción de azúcar blanca a partir de remolacha se realiza a través de un proceso en etapas secuenciales. Este se inicia con la extracción del azúcar contenida en la remolacha mediante agua caliente que la disuelve, generándose un "jugo crudo" rico en azúcares solubles y la "coseta" formada por la parte de la remolacha no solubilizada. El jugo crudo se somete a una etapa de purificación, luego a una de concentración para forzar la cristalización. El azúcar cristalizada se centrifuga, se seca y se envasa. Finalmente de la fase líquida remanente se obtiene la "melaza", que constituye un subproducto.

Los minerales principales que se emplean en esta industria son la caliza, para la generación de cal apagada y CO_2 , azufre para la generación de SO_2 , carbonato de sodio como aditivo para estabilizar el pH del jugo, diatomita como ayuda filtrante y yeso como aditivo a la coseta para mejorar el prensado mecánico.

Las funciones que cumplen los minerales son las siguientes:

- En la etapa de purificación del jugo crudo se debe eliminar los no azúcares y el material coloidal presentes en el jugo, además de decolorarlo. Esto se logra agregando al jugo una lechada de cal apagada y, luego, se carbonata a saturación con CO_2 para forzar la precipitación de CaCO_3 y de las sales cálcicas de los no azúcares a eliminar, además de flocular el material coloidal. La mantención del pH alcalino se regula con Na_2CO_3 .
- Una vez separado el material precipitado (que puede ser empleado como abono agrícola), el líquido resultante se trata con SO_2 para neutralizar los no azúcares coloreados y lograr una mayor clarificación, pasando a la etapa de evaporación para alcanzar un contenido de 60% de materia seca.
- Luego de este punto, es necesario filtrar el licor azucarado concentrado lo que se realiza con la ayuda de diatomita. El filtrado se somete a una nueva evaporación al vacío lo que provoca la cristalización.

3.1.2 Consumo nacional y abastecimiento

En Chile, la única industria de azúcar de remolacha se encuentra extendida con plantas en Curicó, Linares, Chillán, Los Angeles y La Unión. Su consumo global de minerales y sus características principales son las siguientes:

- **Caliza:** Su consumo por planta puede llegar a las 22 mil toneladas planta con un consumo global anual de 80 mil. Se estima un consumo unitario aproximado al 18% por tonelada de azúcar obtenida. Cada planta tiene un abastecedor y eventualmente algún otro alternativo, por cuanto se privilegia la calidad del producto como principal criterio de compra y luego el precio.

La composición química requerida específica un mínimo de 51% de CaO y máximos de 25% de SiO_2 , 13% de MgO , 12% de Al_2O_3 , 2% de Fe_2O_3 y trazas de fósforo y azufre. La granulometría debe estar entre 3" y 8" con una tolerancia máxima de 9% sobre o bajo ese rango.

- **Yeso:** El consumo de este mineral puede alcanzar a las 3.500 toneladas por planta, con un consumo global nacional cercana a las 10 mil toneladas por año. El consumo unitario estimado es entre un 5% a 10% del peso de la coseta seca tratada. No tiene requisitos especiales y se adquiere el típico yeso abono de un proveedor habitual, por razones de precio y calidad.
- **Azufre refinado:** Su consumo es bajo, no superando las 100 toneladas por planta y un consumo anual estimado global de 300 toneladas. Es de origen nacional, de un sólo proveedor, dando importancia a la calidad y precio. La especificación básica es su granulometría entre 1" y 3".

- **Diatomita:** El consumo por planta es variable desde 0,2 Kg a 0,75 Kg por tonelada de azúcar producida, estimándose un consumo global cercano a las 100 toneladas anuales. En algunas plantas se combina la acción filtrante con **Perlita** o **Cuarzo**.

La diatomita es nacional proveniente de un único proveedor, valorándose más la calidad del producto y, luego, el precio. Las especificaciones de los productos empleados corresponden a "Diactiv N°9 y N° 10". La perlita es importada.

- **Carbonato de Sodio:** Es un producto importado que se adquiere en plaza. Su consumo oscila entre 40 y 130 toneladas por planta, para un volumen anual estimado en 450 toneladas. Corresponde a la "ceniza de soda pesada".

3.1.3 Precios

Los rangos de precios observados en este sector son los siguientes:

- **Caliza :** \$14 a \$20,5 por Kg.
- **Yeso :** \$10 a \$16 por Kg.
- **Azufre :** \$79 a \$93 por Kg.
- **Diatomita :** \$121 a \$148 por Kg.
- **Carbonato de Sodio :** \$92 a \$109 por Kg.

Los precios menores del rango corresponden generalmente a condiciones de entrega en el lugar del proveedor. A su vez los mayores corresponden a la condición de puesto en planta, siendo la ubicación de Rapaco (La Unión), la más afectada por su mayor lejanía a los centros de abastecimiento.

3.2 INDUSTRIA DE ACEITES

3.2.1 Descripción

Cualquiera sea su naturaleza (vegetal, animal o de pescado), los aceites deben ser purificados para eliminar sustancias que pueden producir una oxidación y degradación del producto final. En la refinación de aceites comestibles se emplean arcillas especiales, que tienen la capacidad de adsorción de las partículas a remover, de producir la decoloración del aceite y, finalmente, de constituir un medio filtrante. Tradicionalmente en la industria aceitera se ha empleado un proceso de refinación químico y más recientemente se ha ido cambiando a un proceso físico.

El proceso químico de refinación consiste en una primera etapa de remoción de impurezas por acción de ácidos, seguido de una neutralización y centrifugación para separar las partículas; en la siguiente etapa interviene la acción de la arcilla para la decoloración, adsorción de impurezas remanentes y filtración.

El proceso físico sólo usa un tratamiento ácido previo para el acondicionamiento de las impurezas para su mejor remoción por la acción directa de la arcilla.

La bentonita cálcica, debidamente activada con ácido, es la principal arcilla empleada para estos fines. Las características de la arcilla debe ser adecuada a los requerimientos del tipo de aceite y del proceso de refinación empleado.

Las principales consideraciones que debe cumplir la bentonita para su mejor rendimiento se refieren a : minimizar la cantidad de materia volátil contenida; el grado de acidez debe estar dentro de un rango determinado porque a mayor acidez mejor decoloración con el riesgo de causar descomposición en el aceite; óptima distribución del tamaño de partícula porque un material muy fino es excelente decolorante pero mal filtrante y aumenta la retención de aceite.

El proceso físico de refinación de aceite comestible es la tendencia de mayor crecimiento en la industria. Cabe señalar que requiere de una arcilla de mayor calidad y en mayor cantidad que el proceso químico.

3.2.2 Consumo nacional y abastecimiento

La industria nacional emplea arcilla montmorillonita activada ácida, de origen importado con al menos tres variedades. La principal razón de su origen es el precio y calidad del producto.

Sus principales especificaciones son:

- Granulometría, 2% sobre 100 mallas y 15% sobre 200 mallas.
- Volátiles, máximo 12% de humedad y 7% de pérdida por ignición.
- Densidad, 2,6 gr/ml real y 0,75 gr/ml aparente.
- pH 6,4 a 7 en algunos tipos y 3 a 3,8 en otro tipo.

El consumo anual de bentonita alcanza a 400 toneladas para la refinación de unas 90 mil toneladas anuales de aceite, para el caso de una industria informante con buena participación de mercado.

Se estima que se requiere un consumo unitario entre 0,25% a 2% de bentonita en relación al tonelaje de aceite comestible procesado, dependiendo del tipo de aceite y del proceso de refinación.

Nota : No se dispuso de información de precios.

3.3 INDUSTRIA DE JUGOS DE FRUTAS

Asociada a la producción de frutas se desarrolla una industria que procesa el descarte de la actividad frutícola que no encuentra mercado para el consumo directo, para la transformarlo en jugos concentrados. Para el caso del jugo de manzana, este proceso contempla básicamente dos etapas donde se emplean productos minerales. Ellos son:

- **Clarificación:** Se procura aglutinar la mayoría de los compuestos en suspensión presentes en el jugo obtenido del prensado de la fruta y provocar su precipitación para obtener un líquido claro, limpio y brillante de alta transparencia. En esta etapa se emplea bentonita y carbón activado como agentes clarificantes y una solución de sílica al 30% para facilitar la precipitación.
- **Filtración:** La mayor parte del jugo clarificado se somete directamente a una filtración en filtros a presión y, luego, a un paso por filtros de placas para lo cual se emplea diatomita como ayuda filtrante. La fracción del jugo que contiene los sedimentos de la clarificación, requiere de una filtración al vacío, donde se emplea perlita como material auxiliar.

Esta industria alimenticia nacional requiere productos de alta calidad. Su abastecimiento actual proviene de la importación, contando con al menos dos proveedores alternativos.

Las principales características de los productos insumidos son los siguientes:

- **Bentonita sódica:** Puede alcanzar un consumo unitario desde 4 kg hasta 7 kg por tonelada de jugo concentrado de manzana. Su característica principal es ser de grado alimenticio. debe poseer un alto grado de hidratación, fácil humectación y una alta dispersabilidad.

Las especificaciones técnicas señalan un peso específico de 2,8; un pH entre 8,5 y 10,5; una humedad no mayor de 12% y una composición química con énfasis en una mínima presencia a elementos tóxicos (As, Ba, Pb, Hg).

- **Perlita:** Presenta un interesante consumo unitario entre 22 kg y 35 kg por tonelada de jugo de manzana y aún mayor en otros tipos de jugos de frutas. Se aprecia por sus propiedades mecánicas y físico-químicas de resistencia, capacidad de retención de partículas y porosidad.

Se especifica una densidad aparente entre 100 a 130 gr/cm³ y densidad compacta entre 180 y 220 gr/cm³, su granulometría 55% a 65% sobre malla 325 y un análisis químico con ausencia de elementos tóxicos. Parte de su abastecimiento es nacional.

- **Diatomita:** Se emplea a un nivel de unos 7 kg por tonelada de jugo de manzana. Se utilizan dos variedades de productos, una de calcinación directa y otra de calcinación química de mayor tamaño para aumentar la permeabilidad.

Como auxiliar filtrante permite obtener un caudal adecuado de producto filtrado y de buena calidad medida a través de controles de transparencia y turbidez. Las dos variedades señaladas tienen sus propias especificaciones que corresponden a los tipos "Celite 505" y "Hyflo super cell" importadas. Productos equivalentes nacionales son "Diactiv # 15" y "Diactiv # 12", respectivamente.

Los precios declarados para estos productos, puestos en la respectiva planta, son los siguientes:

- **Bentonita sódica :** De \$64 a \$234 por Kg.
- **Perlita :** De \$160 a \$188 por Kg.
- **Diatomita :**
 - * **Hyflo super cell:** \$515 por Kg.
 - * **Celite 505 :** \$220 por Kg.

3.4 OTRAS INDUSTRIAS

No se dispuso de información suficiente de algunas industrias relacionadas con los alimentos que se considera como un campo de aplicación muy interesante para auxiliares filtrantes. Por ejemplo:

- La **Diatomita** empleada en las industrias de vinos, cervezas y bebidas analcohólicas.
- También cabe citar las industrias procesadoras de algas para obtener Agar-Agar, que emplean **Perlita activada** como auxiliar filtrante.

III RECURSOS MINEROS RELEVANTES

Como consecuencia del análisis de los sectores industriales, reseñados en la primera parte de este informe, se han seleccionado los recursos mineros más relevantes de la minería no metálica de Chile por su nivel de consumo reconocido en la industria nacional y el potencial que representan para el desarrollo de proyectos mineros.

Para cada uno de ellos se ha elaborado una ficha resumen que lo identifica, que contiene las cifras oficiales de producción nacional, importaciones y exportaciones a objeto de determinar un consumo aparente y, finalmente, se reseñan las aplicaciones que fueron reconocidas por la industria nacional.

El orden de presentación de los recursos mineros reseñados sigue el criterio de mayor a menor consumo aparente, según lo determinado para cada uno en base a las cifras oficiales. Estos productos son:

- A) **Carbonato de Calcio:** Es el mineral no metálico de mayor volumen de explotación y presenta una amplia gama de aplicaciones para muy diversas calidades. La industria del cemento lidera la demanda y presenta un interesante mercado para complementar el autoabastecimiento de las principales cementeras y a futuro para el eventual reemplazo de las actuales operaciones mineras con yacimientos de calidad y cercanos a los centros de consumo.

Cabe destacar que la industria en general está requiriendo un "carbonato" de mayor pureza y fineza lo que implica oportunidades para productos del tipo finamente granulado, sea natural o precipitado, lo que implica un necesario valor agregado.

- B) **Yeso:** Su consumo se encuentra en expansión, asociado al desarrollo de la construcción. Su mercado es limitado porque su explotación minera principal está integrada con las industrias elaboradoras de productos de yeso.
- C) **Sílice:** La industria representa un amplio y diversificado mercado para los recursos silíceos, con excepción del sector del vidrio que se autoabastece. Es altamente competitivo por el bajo valor unitario y por la importancia relativa que tienen los grandes consumidores. La información oficial de producción no refleja su real nivel por carecerse de datos desde los productores de arenas silíceas y probablemente de parte de la producción de cuarzo.
- D) **Caolín, Arcillas Plásticas y Arcillas Refractarias:** El país registra un déficit de estos recursos arcillosos, particularmente en los grados de mayor calidad que deben ser importados en cantidades significativas. Su amplia gama de aplicaciones permite a los productores independientes disponer de alternativas para la colocación de su producto, condicionado más por la calidad de acuerdo

al uso específico industrial. No obstante ello, parte importante del consumo nacional lo realizan compañías que se autoabastecen del recurso minero.

Cabe señalar que la información oficial de producción minera es muy precaria al no distinguir los diferentes tipos de arcillas y caolines. Además, no se cuenta con datos completos de todos los productores debido a la no obligatoriedad de informar sobre las estos recursos por no constituir legalmente sustancias mineras concesibles.

- E) **Talco:** El consumo de talco de origen nacional está reducido prácticamente a las pinturas. El otro gran consumidor, la industria de la celulosa, lo importa por razones de calidad. Con mayor razón lo hacen el resto de los consumidores menores para quienes el factor cualitativo es primordial.
- F) **Bentonitas:** El mayor consumo se manifiesta para la bentonita sódica, de la cual se carece como recurso natural en Chile. La bentonita cálcica nacional no presenta una demanda significativa prefiriéndose el material importado. Cabe señalar que es posible procesar la bentonita cálcica para transformarla en la forma sódica y así poder competir en el mercado nacional con su equivalente importado.
- G) **Feldespatos:** Sus aplicaciones principales están en dos rubros: cerámicas y vidrios. En ambos rubros se presenta en gran medida el autoabastecimiento por parte de la industria consumidora. Aunque la información recogida de consumo nacional en ambos rubros fue escasa, esta supera las cifras oficiales de producción lo que pone de manifiesto su incompleta cobertura.
- H) **Diatomita:** Presenta cifras oficiales de consumo aparente muy superiores a las detectadas en la encuesta, principalmente por no haber recibido información de importantes consumidores en el rubro alimentos. Seguramente su mercado puede tener un gran potencial en un alto número de empresas consumidoras de pequeños volúmenes cada una y no sólo como auxiliar filtrante. Este producto puede ser aplicado en una diversidad de formas.

A fin de completar la visión cuantitativa de la minería no metálica de Chile, en el Anexo B se incluye estadísticas para el período 1989 a 1993, sobre producción minera, de exportaciones e importaciones, registradas por SERNAGEOMIN y Banco Central respectivamente.

A) CARBONATO DE CALCIO

1. IDENTIFICACION

Es un recurso minero de origen geológico sedimentario, compuesto principalmente de "calcita" (CaCO_3), más una cantidad variable de otras sustancias. Los más importantes recursos calcáreos son: la **Caliza**, que se presenta como una roca sedimentaria con al menos 50% de calcita y la **Coquina**, que es un sedimento de caparazones calcáreos de organismos marinos, por lo que se le conoce también como "conchuela", "creta" o "tiza".

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE CARBONATO DE CALCIO ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	3.745.726	3.775.923	3.998.074	4.889.943	5.650.279
+ Importaciones:					
C.C. Precipitado	1.151	1.572	2.317	3.423	5.279
Creta	28	163	110	317	2.179
- Exportaciones	0	0	0	0	0
= Consumo Aparente	3.746.905	3.777.658	4.000.501	4.893.683	5.657.737

FUENTE: COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) Las cifras de producción, provistas por SERNAGEOMIN, incluyen calizas y coquinas de diversas leyes de contenido de CaCO_3 .
- 3) Se incluye cifras de importaciones, que corresponden a productos más finos y de mayor valor que la producción nacional. No incluye importaciones de Cal, ni de Clínquer, que son importantes productos derivados del Carbonato de Calcio, las cuales superaron en 1993 a las 13 mil toneladas y 10 mil toneladas respectivamente.
- 4) No se registran exportaciones de este material. Cabe señalar que se han producido exportaciones de cemento, las cuales han perdido significación en los últimos años.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTOS

El Carbonato de Calcio es uno de los recursos no metálicos de empleo más común en la industria debido a su abundancia, bajo costo y diversidad de aplicaciones en las que de acuerdo a su calidad.

Los principales usos industriales en Chile son :

- a) **Cemento:** Se requiere caliza de más de 85% de CaCO_3 contenido como materia prima para la fabricación de clínquer. Calizas de menor ley deben ser enriquecidas por flotación. Además debe tener bajos contenidos de Mg, sulfatos y cloruros. Su nivel de consumo supera los 3 millones de toneladas.

Las plantas cementeras de la zona central complementan su autoabastecimiento con cerca de 400 mil toneladas de caliza proveniente de al menos dos proveedores externos, siendo la calidad y precio el factor principal a considerar. La planta de Concepción se abastece de caliza provista por Huachipato.

- b) **Minería y Metalurgia:** Este rubro consume anualmente del orden de las 650 mil toneladas de caliza. En primer término, se consume caliza de alta ley para la obtención de cal, en plantas integradas a algunas operaciones de flotación y fundición de cobre y a las siderúrgicas. En segundo término se emplea caliza como fundente en algunas fundiciones de cobre (hornos de reverbero) y en los altos hornos siderúrgicos. Otra aplicación de caliza y cal se registra en la peletización de mineral de hierro. La minería del oro es consumidora de cal, así como algunos productores de cobre que carecen de plantas de cal integradas.

Con excepción de Huachipato, que se autoabastece, los restantes consumidores se abastecen de varios proveedores externos cercanos a sus plantas.

- c) **Azúcar:** Se emplea caliza de alta ley para la obtención de cal en plantas integradas a las refinerías de azúcar de remolacha. Se estima un consumo anual del orden de las 80 mil toneladas. El abastecimiento proviene de proveedores cercanos a cada planta con un producto de alta calidad.
- d) **Celulosa y Papel:** Las plantas de celulosa requieren de caliza de alta pureza para la obtención de cal. Se estima un consumo global de unas 30 mil toneladas anuales, provistas principalmente por Huachipato, dada la calidad del producto y su ubicación en la zona de consumo.

Por su parte, las plantas papeleras emplean un carbonato de calcio de muy alta pureza, blancura y fineza como relleno y como recubriente o "estuco" en el papel cuché. Su nivel de consumo es del orden de las 500 toneladas y es de origen importado.

- e) **Vidrio:** Se emplea caliza de alta pureza como flujo. Para vidrios no coloreados debe tener muy bajo contenido de hierro. Su nivel de consumo es importante, pero no se contó con los antecedentes de las industrias elaboradoras de vidrios planos y de envases, principales consumidores.

En el caso de la producción de fritas y esmaltes, se emplea un carbonato de calcio en polvo blanco y fino de pureza superior a 99,5%. A su vez las cristalerías suelen usar un carbonato tipo "conchuela" de al menos 95% de pureza. El abastecimiento proviene de fuentes nacionales de al menos dos proveedores.

- f) **Pinturas:** Es el principal insumo mineral de esta industria para la función de pigmento de extensión. Se emplea un material blanco y de cristales muy finos. Las especificaciones más relevantes se refieren a la pureza, peso específico, absorción de aceite, granulometría y dureza. Las variedades más usadas son la creta, la caliza cristalina (mármol) finamente granulada y el carbonato de calcio precipitado. Los principales fabricantes señalan consumos del orden de las 3 mil toneladas.
- g) **Plásticos:** El empleo principal es como relleno de la resina PVC (cloruro de polivinilo) flexible, rígido y plastisols. También se emplea como relleno de poliésteres termoplásticos y en polipropileno. No se obtuvo información de la industria nacional.
- h) **Goma:** Se emplea principalmente creta y en pequeña cantidad carbonato de calcio precipitado. Su función principal es de relleno no reforzante que da volumen sin afectar las propiedades de la goma. Se estima un consumo global de unas mil toneladas anuales.
- i) **Otros usos:** Entre las diversas aplicaciones de menor envergadura, cabe citar su empleo en industrias, tales como:
- Lana roca aislante, para cuya fabricación se emplea caliza como fundente de la roca basáltica.
 - Asbesto-cemento, que emplea caliza para dar plasticidad y carga fina a sus productos.
 - Adhesivos y Sellantes, que necesita tiza o creta como relleno de la resina.
 - Farmacéutica-Cosmética, que usa carbonato granulado y precipitado.
 - Explosivos, que utiliza creta como neutralizante.
 - Abrasivos, como relleno de la resina ligante en lijas y esmeriles y como abrasivo suave en productos de tocador y uso doméstico.

B) YESO

1. IDENTIFICACION

El yeso es el sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), natural de origen sedimentario evaporítico. Existe también en la naturaleza la forma anhidra, llamada anhidrita, de menor ocurrencia y baja aplicación comercial.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE YESO ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	277.276	253.744	335.678	423.659	510.515
+ Importaciones	61	215	199	115	64
- Exportaciones	94	47	44	365	224
= Consumo Aparente	277.243	253.912	335.833	423.409	510.355

FUENTE : COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) Se incluye cifras de importaciones, que corresponden a productos más finos y de mayor valor que la producción nacional.
- 3) Se registran pequeñas exportaciones de este material.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

- a) **Yeso calcinado:** El interés por el yeso radica en su capacidad de perder parte de su agua de hidratación por calcinación, de manera que si al yeso calcinado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) se le agrega agua se rehidrata y fragua de la forma que se desee. Esta propiedad genera aplicaciones principalmente orientadas a la construcción, tales como la fabricación de planchas yeso-cartón (Volcanita), de molduras, enlucidos de paredes y cielos, etc.

Es esencial para la construcción de moldes para objetos cerámicos, de piezas metálicas, de piezas dentales, en ortopedia, etc. Las industrias de yeso calcinado consumen del orden de las 300 mil toneladas provenientes de fuentes propias.

- b) **Cemento:** Otro rubro importante de consumo de yeso chancado, son las cementeras que deben agregar hasta un 6% de yeso al clínquer como agente

regulador del fraguado del cemento.

Su nivel de consumo es del orden de las 150 mil toneladas. Casi un tercio de ellas es adquirida de proveedores externos y el resto es autoabastecida, siendo el factor precio y luego calidad los atributos principales para la adquisición.

- c) **Azúcar:** Se emplea yeso del tipo agrícola como aditivo para el prensado de la coseta (sub-producto vegetal de la remolacha para alimento de ganado). El consumo global de las refinerías de azúcar de remolacha se estima en unas 10 mil toneladas anuales, obtenidas de los proveedores tradicionales de este producto.

El yeso agrícola es granulado, con una ley de alrededor de 80% y su uso habitual es de corrector de suelos y aporte de azufre esencial para el crecimiento de legumbres y otras plantas.

- d) Otros usos del yeso se reconocen en la industria de **adhesivos** como carga para dar características mecánicas a la película ligante.
- e) Cabe señalar que algunos tipos de yeso para aplicaciones de moldes especiales son importados, en especial para las cerámicas.

C) SILICE

1. IDENTIFICACION

Los recursos silíceos comprenden una gama de rocas, minerales y sedimentos compuestos principalmente por sílice (SiO_2). Entre ellos cabe distinguir al cuarzo, en forma de grandes cristales y de masas cristalinas de aspecto translúcido, y las arenas silíceas que corresponden a sedimentos de fragmentos de cristales de cuarzo.

El cuarzo puede ser de origen pegmatítico o hidrotermal. El cuarzo de tipo pegmatítico es de más alta ley de sílice, sobre 96%, y de más bajo contenido de impurezas de óxidos de aluminio y hierro que el cuarzo hidrotermal.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE CUARZO ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	477.497	541.714	486.351	483.768	459.072
+ Importaciones:					
Cuarzo	0	864	939	1.055	2.245
Arenas Silíceas	122	160	694	1.054	925
Sílice	1.862	1.885	2.323	2.845	2.832
- Exportaciones	0	0	0	0	0
= Consumo aparente	479.481	544.623	490.307	488.722	465.074

FUENTE : COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) Las cifras de Producción, informadas por SERNAGEOMIN, sólo incluyen al cuarzo y no a las arenas silíceas por carecer de antecedentes.
- 3) Se incluye cifras de importaciones de los minerales cuarzo y arenas silíceas, más sílice sintética de alta pureza.
- 4) No se registran exportaciones de este material.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

Los recursos silíceos se emplean como fuente de sílice, en procesos de transformación de materiales, como relleno y como elemento abrasivo.

Las principales aplicaciones industriales en Chile, son las siguientes:

- a) **Fundiciones de cobre:** Son las principales consumidoras de cuarzo, que lo emplean para bajar la temperatura de fusión del concentrado y favorecer la formación de escoria que elimina el fierro contenido. La mayor parte del consumo es un cuarzo chancado para hornos de rebervero y convertidores. Una parte menor, pero creciente, se consume como sílice fina (bajo malla 10) para hornos flash.

Los requerimientos de calidad varían entre 80% y 90% de ley mínima de SiO_2 y límites máximos de contaminantes de óxidos. El nivel de consumo anual supera las 500 mil toneladas, abastecidas por diversos proveedores, siendo el factor precio el más decisivo en la adquisición.

- b) **Siderurgia y Acerías:** El cuarzo es elemento fundente y formador de escoria en los altos hornos, donde se emplea chancado, con un 96% de sílice y límites máximos de impurezas. En las acerías y otras fundiciones de metales se emplea arenas silíceas para la fabricación de moldes, con niveles variables de calidad según cada requerimiento.

Los consumos estimados para este sector son de unas 13 mil toneladas de cuarzo y 20 mil toneladas de arenas silíceas, disponiéndose de varios proveedores.

- c) **Construcción:** La industria de cemento de Concepción se autoabastece con unas 26 mil toneladas de arenisca para completar el contenido de sílice en sus materias primas. En la industria de productos de asbesto-cemento se emplea para contribuir a su resistencia mecánica y se estima un consumo anual de unas 18 mil toneladas de arenas silíceas con más de 95% de SiO_2 y límites de menos de 1% en óxidos de Al y Fe.

- d) **Vidrios y Cristales:** No se dispone de información de las principales industrias de vidrios planos ni de envases de vidrio, las cuales se autoabastecen del material silíceo. A su vez las cristalerías emplean un cuarzo de alta pureza, sobre 99% de SiO_2 y mínimas impurezas que afecten la coloración y transparencia, además de arenas silíceas de algo menor calidad. Por su menor tamaño de empresa, el cuarzo de mayor calidad es importado y el material de menor exigencia es adquirido a productores nacionales.

- e) **Cerámicas, Refractarios, Fritas y Esmaltes:** Se emplea un cuarzo molido fino, de características específicas para cada aplicación, basados en su capacidad de vitrificación y de resistencia térmica y mecánica.

Su uso es importante en cerámicas blancas, requiriéndose un producto de alta pureza de grado cerámico. Su consumo alcanza algunos cientos de toneladas.

En refractarios, su consumo no es muy significativo. Existe una pequeña producción de refractarios de sílice. También se emplea como aditivo en los productos refractarios arcillosos. La pureza debe ser mayor de 95% de SiO_2 .

En el caso de las fritas, la sílice en polvo es el material base para el vidriado y tiene un consumo unitario de más de 2.500 toneladas anuales.

- f) **Abrasivos, Adhesivos y Pinturas:** La sílice finamente molida cumple funciones específicas al incorporarse como relleno o carga en diversos productos gracias a su dureza y estructura microcristalina.

En productos de limpieza sirve como abrasivo suave. En tanto, para adhesivos se emplea como extensor de pigmentos y para mejorar la tixotropía del producto. En pinturas se emplea para darle más resistencia a la película para soportar el roce físico y el ataque químico.

En el rubro abrasivos el consumo supera las mil toneladas, pero en el resto de los sectores sus consumos se estiman en cientos de toneladas en las principales empresas del sector.

D) CAOLIN, ARCILLAS PLÁSTICAS Y ARCILLAS REFRACTARIAS

1. IDENTIFICACION

Corresponde al grupo de arcillas caoliníferas, llamadas así porque su componente principal es la caolinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Estos minerales en su composición incluyen otras formas de hidro-alumino-silicatos y proporciones variables de Fe, Mg, Na, Ca, K, etc.

Se distinguen tres variedades principales, dependiendo del contenido de caolinita, del ordenamiento cristalográfico y de sus propiedades que determinan sus aplicaciones:

- **Caolín**, es la variedad más pura por su contenido de caolinita, por su blancura y por su estructura cristalina ordenada. De ello resulta un material de polvo blanco, fino, suave, inerte químicamente, de baja conductividad eléctrica y calórica, con propiedades ópticas (brillo, opacidad, lustre), resistente mecánicamente y con grados de plasticidad y refractariedad. De esta variedad de atributos se derivan aplicaciones industriales como carga mineral, como recubriente, como material para cerámicas y para refractarios.
- **Arcillas plásticas**, caracterizadas por un menor contenido de caolinita, estructura cristalina más desordenada y colores diversos, debido a una presencia significativa de otras formas de arcillas, de otros minerales no arcillosos y material de naturaleza orgánica. Su mayor plasticidad que las distinguen, es decir, su cualidad de ser fácilmente moldeables cuando están húmedas y de endurecerse sin perder la forma al ser calcinadas, se debe en gran medida a la presencia del material orgánico. Por este atributo es el principal componente de las cerámicas.
- **Arcillas refractarias**, son aquellas que presentan resistencia a altas temperaturas, sobre $1.500\text{ }^\circ\text{C}$, sin mayor alteración fisico-química. Están compuestas de caolinita más otras arcillas, de alto contenido de alúmina y baja presencia de mica y de compuestos de hierro lo que contribuye a su alto punto de fusión motivo de su refractariedad. Además contiene una fracción de material no arcilloso de baja plasticidad. Su aplicación es en la fabricación de refractarios.

Los minerales no arcillosos presentes en cantidad variable en cualquiera de estas arcillas caoliníferas, son principalmente: calcita, dolomita, mica, piritita, gibbsita, cuarzo, feldespato, etc. Dependiendo de las aplicaciones, puede ser obligatorio efectuar un tratamiento previo de separación de algunas de estas "impurezas" para cumplir con las especificaciones técnicas de la industria.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE ARCILLAS CAOLÍNIFERAS ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción:					
Caolín	58.512	32.416	63.083	59.083	66.939
Arcillas	20.100	18.563	16.026	20.311	17.011
+ Importaciones:					
Caolín	7.777	10.729	10.334	14.307	10.300
Arcillas refractarias	1.524	718	2.068	768	1.977
- Exportaciones	28	29	6	20	10
= Consumo Aparente	87.885	62.397	91.505	94.449	96.217

FUENTE: COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) Las cifras de Producción, informadas por SERNAGEOMIN, pueden no ser precisas debido a los diferentes grados de calidad de lo producido y porque no todos los productores informan su producción. Además no se hace distinción en el tipo de arcilla, pero las cifras no incluye arcillas comunes.
- 3) Se incluye cifras de importaciones de caolín y de arcillas refractarias registradas por el Banco Central.
- 4) Se registran mínimas exportaciones de arcillas.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

El caolín es la arcilla más noble y de mayor gama de usos industriales, cuyas características se resumen a continuación:

- a) **Papel:** Se usa para cumplir las funciones básicas de relleno y de recubrimiento. Como relleno se incorpora a la masa de celulosa para darle volumen, resistencia mecánica, propiedades ópticas y receptividad a la tinta de impresión. Como recubriente, se mezcla con una sustancia ligante para formar una fina capa en la superficie del papel a fin de mejorar su aspecto y calidad de uso final.

Las especificaciones técnicas para el grado de recubriente son más estrictas que para el grado de carga, en especial su viscosidad, granulometría más fina, mayor blancura y brillo, mayor contenido de alúmina y menor contenido de óxidos alcalinos.

El consumo anual de caolín para carga se estima en 4.500 toneladas (1.500 ton. de un proveedor nacional y el resto importado). Para la función de recubrimiento, el consumo se estima en unas 2.500 toneladas, de origen importado por las estrechas especificaciones técnicas a cumplir.

- b) **Pinturas:** Su función principal es como extendedor del pigmento blanco dióxido de titanio (TiO_2). Además cumple su función de relleno por las propiedades ópticas de sus cristales y su buen poder suspensivo y tixotrópico.

Las especificaciones de la industria nacional de pinturas resaltan la granulometría y su distribución, la absorción de aceite, el peso específico y dureza. Dada la importancia funcional del tamaño de partícula se distinguen tres variedades de caolín para pintura: Micronizado (fineza Hegman 5,5 a 6), Fino (100% menor de malla 325) y Grueso (según distribución granulométrica).

El consumo de las principales empresas oscila entre las 100 y 300 toneladas c/u, preferentemente de origen nacional proveniente de 1 o 2 proveedores. Se importan los grados de mayor exigencia de calidad.

- c) **Goma:** Se emplea como carga semi-reforzante de la goma, especialmente blanca, para darle mayor dureza, resistencia a la abrasión y a los esfuerzos de tensión. Los atributos más importantes son el tamaño de partícula, la absorción de aceite y baja humedad. El nivel de consumo nacional es algo inferior a las 500 toneladas anuales, proveniente de al menos dos proveedores. Un pequeño consumo para gomas blancas de la industria de neumáticos es importada por razones de calidad.
- d) Entre las restantes aplicaciones como relleno, cabe agregar que se registran consumos menores en la industria de tintas, cosméticos, adhesivos, etc, generalmente de características muy especiales y, por lo tanto, de origen importado.
- e) **Cerámicas:** El caolín se emplea como arcilla plástica en porcelanas y cerámicas donde se requiere alcanzar una buena blancura; de allí la necesidad de un alto contenido de caolinita (> 85%) y bajas impurezas colorantes. La resistencia mecánica es función del tamaño de partículas, de manera que los grados más finos se emplean para porcelana, los grados intermedios para loza y los más gruesos para sanitarios.

Los niveles de consumo de caolín en cerámicas superan las 18 mil toneladas. Unas 2.500 toneladas son importadas por su mayor calidad. El resto son de origen nacional desde varios proveedores.

Las arcillas plásticas, menos puras que el caolín, se emplean en cerámicas donde la blancura no es primordial. El nivel de consumo para esta aplicación

supera las 35 mil toneladas, todas de origen nacional.

Para la elaboración de fritas y esmaltes se emplean unas 300 toneladas de caolín y unas 600 toneladas de arcillas plásticas.

- f) **Refractarios:** Los caolines refractarios son aquellas arcillas refractarias de alto contenido de caolinita y mayor ordenamiento en su estructura cristalina. Los distintos grados de refractariedad se determinan por su contenido de alúmina y el valor de la prueba de cono pirométrico equivalente.

El consumo principal está en la industria de ladrillos refractarios; además se registran consumos en siderurgia y fundiciones de cobre para el manejo de material fundido.

Los niveles globales de consumo son del orden de las 10 mil toneladas, parte de las cuales se importan. El abastecimiento nacional proviene de al menos tres proveedores, aunque las principales industrias de ladrillos se autoabastecen parcialmente.

- g) **Sulfato de Aluminio:** Los caolines y arcillas de alto contenido de alúmina se emplean para la síntesis química de Sulfato de Aluminio (Al_2SO_4), vía un tratamiento con ácido sulfúrico. Cabe señalar que este producto sintético también puede ser obtenido a partir de los minerales naturales, alumbres y alunitas, que son sulfatos dobles de aluminio y potasio u otros metales hidratados.

El producto tiene una alta demanda para el tratamiento de aguas, potables e industriales. Otros usos destacables son: agregado en el estuco para recubrimiento de papel, como mordiente en curtiembre y tintorerías.

- h) **Cemento:** Se requiere arcillas de alto contenido de alúmina para dosificar adecuadamente la mezcla de materias primas que dan origen al clínquer. Las empresas que lo requieren se autoabastecen de este material con un nivel de consumo estimado en 45 mil toneladas.

E) TALCO

1. IDENTIFICACION

Es un silicato de magnesio hidratado ($3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$), de origen metamórfico. Su estructura laminar y de fácil separación le permite caracterizarse por su suavidad, untuosidad y brillo perlado. Es el mineral de menor abrasividad (Grado 1 en la escala de dureza de Mohs del 1 al 10), es además neutro, resistente químicamente, repelente al agua (hidrófobo) y atrapa sustancias orgánicas (organofílico), entre sus propiedades más relevantes.

La esteatita es un mineral de Talco con presencia de óxidos de aluminio, hierro y calcio. También la pirofilita, otro silicato de magnesio, tiene propiedades que se asemejan a las del talco.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE TALCO ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	835	898	548	1.493	5.058
+ Importaciones	2.207	3.896	3.020	3.828	4.029
- Exportaciones	0	0	0	0	3
= Consumo Aparente	3.042	4.794	3.568	5.321	9.084

FUENTE: COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) Se incluye cifras de importaciones, que corresponden a productos más finos y de mayor valor que la producción nacional.
- 3) Se registra una pequeña exportación de este material en 1993.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

En virtud de sus especiales propiedades, el Talco tiene diversas aplicaciones. Los principales consumos en Chile están en las industrias de la celulosa y de las pinturas. Se reconocen otros usos pero en limitado volumen.

- a) **Celulosa:** Por su cualidad organofílica, se emplea como agente de absorción de "pitch", es decir para eliminar resinas provenientes de la madera que pueden

depositarse durante el proceso en los equipos y ensuciar la celulosa. En Chile no se emplea como carga blanca en papel.

La pureza, blancura, granulometría y abrasividad son los parámetros cualitativos más importantes. Dada estas exigencias, el abastecimiento es importado alcanzando un volumen aproximado de 2.300 toneladas anuales.

- b) **Pinturas:** Por su cualidad hidrofóbica y buena dispersabilidad en medios óleo-resinosos, se emplea en pinturas basadas en solventes orgánicos, especialmente para exteriores y protección a la corrosión. Por su estructura mejora las propiedades reológicas de la pintura, lo que se refleja en una buena aplicabilidad con brocha, baja depositación de sólidos y menor densidad. Prácticamente no se emplea en pinturas al agua.

El talco debe ser de buena calidad, siendo su granulometría, blancura y absorción de aceite los principales atributos. No obstante, se puede permitir la presencia significativa de carbonatos y de óxido de hierro por ser pigmentos habituales en pinturas, con un grado de deterioro en el brillo y resistencia al exterior. Por ello el abastecimiento es nacional. Los consumos por fabricante son variables y pueden alcanzar a las 1.600 toneladas en empresas líderes.

- c) **Otras aplicaciones:**

- En **Cerámicas** se reconoce un uso de talco importado como componente del esmalte en sanitarios;

- En **Gomas** hay pequeños consumos de talco de origen nacional como relleno para lubricar la extrusión y contribuir al reforzamiento de la goma. Además, se emplea como antiadherente entre capas de goma;

- En **Cosméticos**, como importante componente de productos de belleza y de protección de la piel. Dado que debe cumplir estrictos márgenes de calidad física y microbiológica, este material es importado.

F) BENTONITAS

1. DESCRIPCION

Son arcillas del tipo montmorillonita, formadas por la alteración de cenizas volcánicas, compuestas de hidro-alúmino-silicatos con presencia de cationes alcalinos $(Si_8Al_4O_{20}(OH)_4M^n nH_2O$, donde M generalmente es Na, Ca y/o Mg). El tipo de catión influye decisivamente en sus propiedades.

La bentonita sódica tiene como principal cualidad su capacidad de expansión en agua, hasta 20 veces su volumen según la calidad. Consiste esencialmente de minerales de smectitas de estructura laminar.

La bentonita cálcica se caracteriza por su capacidad absorbente y filtrante y mínima expansión en agua. Se le conoce también como "Tierra de Fuller", de formas tipo aguja o plana.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE BENTONITAS ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	2.005	1.207	1.054	1.081	989
+ Importaciones	4.500	4.750	5.417	7.284	5.539
- Exportaciones	0	0	0	0	0
= Consumo aparente	6.505	5.957	6.471	8.365	6.528

FUENTE: COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) La producción nacional corresponde a bentonita cálcica, pues la forma sódica no se produce en el país.
- 3) Las importaciones corresponden a bentonita sódica
- 4) No se registran exportaciones

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

El mayor consumo nacional se registra en la variedad de bentonita sódica, siendo sus principales aplicaciones las siguientes:

- a) **Petróleo:** Su empleo para lodos de perforación se basa en su atributo de dispersarse bien en agua e hincharse, aumenta la viscosidad, favorece la formación de gel y la tixotropía de la mezcla. Su consumo anual es del orden de las 1.500 toneladas. Su calidad debe cumplir con normas internacionales de la American Petroleum Institute (API Spec 13A) .
- b) **Fundición:** Se usa para proporcionar rigidez a los moldes de arena, gracias a su plasticidad y resistencia en seco. Su nivel de consumo debe superar las mil toneladas anuales. La bentonita de grado fundición debe tener una granulometría 97% menor de 200 mallas, capacidad de hinchamiento mínima de 25 cc/min, absorción de azul de metileno de 55 ml/min, humedad no superior a 12% y otras pruebas de resistencia térmica.
- c) **Jugos de frutas:** Se utiliza como clarificante. El producto debe ser grado alimenticio con alta capacidad de hidratación, fácil humectación y buena dispersabilidad. Su nivel de consumo es del orden de las 100 toneladas.
- d) **Aceite:** El principal consumo reconocido de la bentonita cálcica es como agente decolorante y filtrante en la industria de aceites comestibles. Se emplea una arcilla activada ácida de diversas calidades, de origen importado. No se dispone de información del volumen global, pero se estima un consumo unitario hasta de 2% de bentonita por tonelada de aceite procesado, dependiendo del tipo y calidad de los materiales y del proceso empleado.
- e) Otros usos posibles para la bentonita cálcica se encuentra como agente peletizante (harina de pescado, de mineral de hierro, comida de animales), como absorbente de desechos de animales domésticos, como estabilizante de suelos, como agregado en planchas de asbesto-cemento para mejorar su flexibilidad e impermeabilidad, etc.

G) FELDESPATO

1. IDENTIFICACION

Es un abundante recurso minero de origen pegmatítico, constituido básicamente por aluminosilicatos anhidros en combinación con una proporción variable de Na, K y Ca. Se reconoce como **feldespato potásico** a aquel mineral con un contenido mínimo de 10% de K_2O y bajo contenido de los restantes álcalis y como **feldespato sódico** si su contenido de Na_2O es superior al 7%. Los minerales puros corresponden a la ortoclasa ($KAlSi_3O_8$) y a la albita ($NaAlSi_3O_8$), respectivamente.

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE FELDESPATO ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	8.081	2.980	4.006	5.740	4.149
+ Importaciones	64	321	709	998	961
- Exportaciones	0	0	0	0	0
= Consumo Aparente	8.145	3.301	4.715	6.738	5.110

FUENTE : COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones
- 2) La información disponible no permite diferenciar los tipos de feldespato.
- 3) Se incluye cifras de importaciones, que corresponden a productos más finos y de mayor valor que la producción nacional.
- 4) No se registran exportaciones de este material.

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

Las aplicaciones principales del feldespato se deben a su aporte de alúmina (Al_2O_3) y de óxidos alcalinos en vidrios y cerámicas. Por sus características físicas también tiene aplicación en pequeños volúmenes como relleno en pinturas, plásticos, adhesivos, sellantes y en abrasivos suaves.

- a) **Cerámicas:** Se emplea como fundente y para el control de la vitrificación por la acción de los óxidos alcalinos. Los requerimientos para el feldespato dependen del tipo de cerámica.

Para las porcelanas se requiere un color "de quema" blanco, mínimo contenido de hierro, alto contenido de óxidos alcalinos con una relación K_2O/Na_2O superior a 3. En el caso de loza y sanitarios las especificaciones son algo menos estrictas en el color, contenido de hierro y mayor presencia de sodio.

El feldespato de mayor calidad se importa. Las principales industrias cerámicas se abastecen de al menos dos proveedores, donde los factores de calidad, precio y costos de transporte son los más relevantes para la adquisición.

Las industrias de sanitarios declaran consumos del orden de la 8 mil toneladas. No se dispone de información de otras industrias cerámicas.

Por su parte la industria de fritas y esmaltes declara consumos del orden de mil toneladas de feldespato potásico.

- b) Vidrios: Su función principal es su aporte de alúmina la cual actúa formando una matriz que inhibe la formación de cristales, mejora la trabajabilidad del material fundido y su resistencia química y mecánica. En segundo término, los óxidos alcalinos contenidos actúan como flujos, es decir permiten bajar el punto de fusión de la mezcla de un modo similar a la acción del carbonato de sodio, lo cual permite reemplazarlo parcialmente para disminuir los costos.

Los requerimientos cualitativos principales se refieren a su contenido de alúmina, la ausencia de hierro y una mayor proporción de óxido de sodio que de potasio. La granulometría debe ser equilibrada para una buena fusión y evitar espumas.

No se dispone de información de los principales consumidores en los rubros de vidrios planos y envases.

H) DIATOMITA

1. DESCRIPCION

Es un recurso minero generado de sedimentos fosilizados de algas unicelulares (diatomeas). La frústula o esqueleto de la diatomea se caracteriza por una compleja estructura compuesta de sílice amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) con espacios interiores. También se le conoce como "tierra de diatomeas" o como "kieselgur".

2. CONSUMO APARENTE EN CHILE

CONSUMO APARENTE DE DIATOMITA ENTRE 1989 Y 1993 (Toneladas métricas)					
	1989	1990	1991	1992	1993
+ Producción	3.315	3.877	5.557	5.897	5.774
+ Importaciones	893	87	203	215	465
- Exportaciones	857	1.461	2.205	2.093	2.777
= Consumo aparente	3.351	2.503	3.555	4.019	3.462

FUENTE: COCHILCO, "La minería no metálica de Chile - Informe analítico y estadístico 1993"

NOTAS:

- 1) Consumo Aparente Nacional = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones

3. USOS PRINCIPALES Y FORMAS DE ABASTECIMIENTO

Es un polvo blanco cuya estructura singular e inercia química permite su aplicación principal como ayuda filtrante, además como relleno y como abrasivo suave. Estas propiedades pueden ser mejoradas mediante "activación" térmica consistente en una calcinación para eliminar material orgánico, con lo cual aumenta su dureza, su índice de refracción y su peso específico. Esta "activación" puede ser más intensa si la calcinación se hace con la ayuda de un fundente especial (ej.: carbonato de sodio), lo que genera un amplio rango de calidades para cada tipo de aplicación.

La industria nacional reconoce importantes consumos como auxiliar filtrante en rubros metalúrgicos y de alimentos. También hay usos menores como relleno en gomas especiales y en productos químicos.

- a) **Metalurgia:** En las fundiciones de cobre se emplea como desmoldante en canaletas, ollas y moldes de blíster. El consumo declarado en estos rubros es del orden de las 300 toneladas anuales de diatomita natural, proveniente de un

productor nacional. También se registran consumos del orden de las 100 toneladas en su empleo como auxiliar filtrante de barros anódicos, los que contienen metales nobles como subproducto de la refinación de cobre.

- b) **Alimentos:** Se emplea diatomita calcinada como auxiliar filtrante en la industria de azúcar de remolacha, jugos de fruta, de cerveza, vinos y bebidas analcohólicas. En gran parte es abastecida de fuente nacional, y una pequeña parte importada. No se dispone de cifras de consumos en cada uno de las industrias citadas, pero ellas deben explicar la mayor parte del consumo de diatomita en el país.

Dado que cada aplicación tiene requisitos cualitativos diferentes, cabe señalar que los atributos principales se refieren a la composición química, para asegurarse que no se afectarán las características del material a filtrar, y a sus características físicas que determinan la velocidad de flujo y calidad del filtrado (la densidad aparente en húmedo y la granulometría).

- c) Otras aplicaciones posibles de la diatomita son: como material semi-reforzante en gomas especiales; como carga en pinturas; como material absorbente de sustancias líquidas peligrosas para facilitar su manipulación y uso; como medio abrasivo en pastas dentales y pastas de pulido fino; etc.

IV ANEXOS

ANEXO A) LISTA DE EMPRESAS Y FORMATO DE CUESTIONARIO

A continuación se reseña la lista de las empresas que respondieron el cuestionario sobre los usos que le dan a productos de origen minero no metálico:

SECTOR INDUSTRIAL Nombre de la empresa	UBICACION (Comuna y Región)
<p>A) CEMENTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cemento Melón S.A. 2. Cemento Polpaico S.A. 3. Cementos Bio-Bio S.A.C.I. 4. Industria Nacional de Cemento S.A. (INACESA) 5. Soc. Ind. Pizarreño S.A. 6. Cia. Minera Romeral Ltda. 7. Cia. Ind. El Voleán S.A. 8. Fca. de Pavimentos y Rev. Budnik S.A. 	<p>La Calera - V Región Til-Til - Región Metrop. Talcabuan - VIII Región Antofagasta - II Región Cerrillos - Región Metrop. San José de Maipo - Reg. Met. San José de Maipo - Reg. Met. Ñuñoa - Región Metrop.</p>
<p>B) REFRACTARIOS, VIDRIOS Y CERAMICAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Refractarios Chilenos S.A. (RECSA) 10. Refractarios Iunge Ltda. 11. Carbonundum Chile 12. Cristalerías Toro S.A.C.I. 13. Cristalería Artística Ltda. (CRISTAL ART) 14. Cerámicas Industriales S.A. (FANALOZA) 15. Soc. Minera Casablanca S.A. (SOMICA) 16. Sanitarios Colina Ltda. 17. Porcelanas Florencia S.A. 18. Vitro-Química S.A. 	<p>Renca - Región Metropolitana Renca - Región Metropolitana Santiago - Región Metrop. Cerrillos - Región Metrop. Cerro Navia - Región Metrop. Cerro Navia - Región Metrop. Penco - VIII Región Colina - Región Metrop. Cerrillos - Región Metrop. Cerrillos - Región Metrop.</p>
<p>C) INDUSTRIA QUIMICA:</p> <p>C.1) Celulosa y Papel:</p> <ol style="list-style-type: none"> 19. Empresas CMPC S.A. (Fábrica Puente Alto) 20. Empresas CMPC S.A. (Fábrica Laja) 21. Celulosa del Pacifico S.A. 22. Celulosa Arauco y Constitución S.A. 23. For. e Industrial Santa Fé S.A. (SANTA FE) 24. For. y Agrícola Monteaguila S.A. 25. Colowall S.A. <p style="text-align: right;">(continúa)</p>	<p>Puente Alto - Región Metrop. Laja - VIII Región Collipulli - IX Región Arauco - VIII Región Nacimiento - VIII Región Nacimiento - VIII Región San Joaquín - Región Metrop.</p>

SECTOR INDUSTRIAL Nombre de la empresa	UBICACION (Comuna y Región)
<p>(continuación)</p> <p>C) INDUSTRIA QUIMICA:</p> <p>C.2) Pinturas:</p> <p>26. Pinturas Stierling Ltda. 27. Industrias Tricolor S.A. 28. Sabatini y Cia. Ltda. 29. Ind. de Tintas y Pinturas S.A. (INDUTINTA)</p> <p>C.3) Plásticos:</p> <p>No se recibieron encuestas</p> <p>C.4) Gomas:</p> <p>30. Good Year de Chile S.A.I.C. 31. Neumáticos de Chile S.A. 32. Manufacturas de Caucho S.A. 33. Madeco S.A. 34. Catecu S.A. (BATA)</p> <p>C.5) Adhesivos y Sellantes:</p> <p>35. Henkel Chile S.A. 36. Artical - Finquim S.A. (ARTIQUIM) 37. Marson Chilena Ltda. 38. Oxiquim S.A.</p> <p>C.6) Farmacéutica y Cosmética:</p> <p>39. Laboratorio Chile S.A. 40. Lever Chile S.A. 41. Unión Química Americana S.A. (UNISA) 42. Laboratorios Pfizer de Chile 43. Rhodia Merieux Chile 44. Laboratorio City S.A. 45. Cosméticos Bárbara Lee S.A.</p> <p>(continúa)</p>	<p>Lo Espejo - Región Metrop. Viña del Mar - V Región Santiago - Región Metrop. San Joaquín - Región Metrop.</p> <p>Maipú - Región Metrop. Coquimbo - IV Región Macul - Región Metrop. San Miguel - Región Metrop. Peñaflores - Región Metrop.</p> <p>Renca - Región Metrop. Quilicura - Región Metrop. Quilpué - V Región Viña del Mar - V Región</p> <p>Ñuñoa - Región Metrop. Quinta Normal - Región Met. Providencia - Región Metrop. Conchalí - Región Metrop. San Miguel - Región Metrop. Independencia - Región Met. Quilicura - Región Metrop.</p>

SECTOR INDUSTRIAL Nombre de la empresa	UBICACION (Comuna y Región)
<p style="text-align: right;">(continuación)</p> <p style="text-align: center;">C) INDUSTRIA QUIMICA:</p> <p style="text-align: center;">C.7) Explosivos:</p> <p>46. ENAEX S.A. 47. Tec Harseim S.A.I.C.</p>	<p>Mejillones - II Región Renca - Región Metrop.</p>
<p style="text-align: center;">D) MINERIA Y METALURGIA:</p> <p>48. CODELCO (División Chuquicamata) 49. CODELCO (División Salvador) 50. CODELCO (División Andina) 51. CODELCO (División Teniente) 52. Disputada de Las Condes (Fundición Chagres) 53. Fundición REFIMET S.A. 54. ENAMI (Fundición Paipote) 55. ENAMI (Fund. y Ref. Ventanas) 56. Cia. Minera del Pacífico S.A. 57. Cia. Siderúrgica Huachipato S.A. 58. Cia. Electro Metalúrgica S.A. (ELECTMETAL) 59. Fundición América 60. INDURA S.A. 61. Empresa Nac. del Petróleo (ENAP-Magallanes)</p>	<p>Calama - II Región Diego de Almagro - III Región Los Andes - V Región Machalí - VI Región Llay-Llay - V Región Antofagasta - II Región Copiapó - III Región Quintero - V Región Huasco - III Región Talcahuano - VIII Región Ñuñoa - Región Metrop. Santiago - Región Metrop. Cerrillos - Región Metrop. Punta Arenas - XII Región</p>
<p style="text-align: center;">D) OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES:</p> <p style="text-align: center;">D.1) Abrasivos:</p> <p>62. Ind. y Comercial ISESA S.A. 63. Klezo Ltda. 64. Johnson Chile S.A.C.I. 65. Cia. Manuf. Aconcagua S.A. (VIRGINIA)</p> <p style="text-align: center;">D.2) Agua potable y tratamiento de aguas:</p> <p>66. Empresa Met. de Obras Sanitarias S.A. (EMOS) 67. Empresa de Agua Potable Lo Castillo S.A. 68. Empresa Met. de Residuos Ltda. (EMERES)</p> <p style="text-align: right;">(continúa)</p>	<p>Cerrillos - Región Metrop. Quinta Normal - Reg. Met. Viña del Mar - V Región Viña del Mar - V Región</p> <p>Santiago - Región Metrop. Vitacura - Región Metrop. Estación Central - Reg. Met.</p>

SECTOR INDUSTRIAL Nombre de la empresa	UBICACION (Comuna y Región)
<p style="text-align: right;">(continuación)</p> <p>D) OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES:</p> <p style="text-align: center;">D.3) Alimentos:</p> <p>69. IANSA (Ref. Azúcar Curicó) 70. IANSA (Ref. Azúcar Linares) 71. IANSA (Ref. Azúcar Chillán) 72. IANSA (Planta Jugos conc. Temuco) 73. IANSA (Ref. de Azúcar Rapaco) 74. COPRONA S.A. 75. Sociedad Productores de Leche S.A. (SOPROLE) 76. Watt's Alimentos S.A. 77. Jugos Concentrados S.A. (JUCOSA) 78. Productora de Agar S.A. (PROAGAR) 79. Cervetera de Chile S.A.</p>	<p>Curicó - VII Región Linares - VII Región San Carlos - VIII Región Temuco - IX Región La Unión - X Región Ñuñoa - Región Metrop. San Joaquín - Región Metrop. San Bernardo - Región Metrop. San Fernando - VI Región Llanquihue - X Región Quilicura - Región Metrop.</p>
<p>NOTA : Se recibieron otras 10 respuestas de empresas que declararon no consumir productos de origen minero no metálico.</p>	

**ESTUDIO: RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL COMO MERCADO
PARA LA MINERIA NO METALICA DE CHILE**

II FUNCION PRODUCTIVA Y NATURALEZA DE LOS PRODUCTOS

En esta sección registre los datos descriptivos de los productos de la empresa en cuya elaboración se consumen materiales de origen minero no metálico. En anexo a la presente encuesta Ud. dispone de una lista de productos mineros no metálicos de interés para Chile para identificar aquellos materiales que emplee la empresa.

1. Identifique los productos principales que requieren de minerales no metálicos
(si el producto se conoce como una marca señale adicionalmente una definición genérica)

Nombre Producto	Volumen anual de producción (en unidad de medida de peso o volumen)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. Precise los minerales no metálicos empleados en el proceso productivo y su función u objetivo específico para que se requiere.

Nombre mineral no metálico	Función
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. Describa brevemente las etapas del proceso productivo donde se emplee minerales no metálicos
(ubique hoy adicional si es necesario)

**ANEXO A LA ENCUESTA
" RECONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL COMO MERCADO PARA
LA MINERIA NO METALICA DE CHILE":**

LISTADO DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS

A continuación se reseña una lista de productos de origen minero, sobre los cuales reconocer su utilización en la industria con el objeto de incorporarlo en el producto de uso final o como un insumo intermedio en su procesamiento. Los productos mineros han sido seleccionados por el hecho de que se producen en Chile y / o son importados a Chile para el consumo de la industria nacional.

PRODUCTO Y CODIGO ADUANERO	PRODUCTO Y CODIGO ADUANERO
1. ARCILLAS:	15. MAGNESIO:
1.1 Arcillas Plásticas (2508.40)	15.1 Dolomita (2518.10 2518.20 2518.30)
1.2 Arcillas Refractarias (2508.30)	15.2 Magnesita (2519.10)
1.3 Bentonita Sódica (2508.10)	15.3 Magnesita (2519.90)
1.4 Bentonita Cálcica (2508.20)	17. MICA (2525.10 2525.20 2525.30)
1.5 Caolín (2507.00)	18. OXIDO DE ALUMINO:
2. ASBESTO (2524.00)	18.1 Bauxita (2606.00)
3. AZUFRE:	18.2 Alúmina (2818.20 2818.30)
3.1 Caliche azufretero (2503.10)	19. OXIDO DE HIERRO (2530.40)
3.2 Azufre Crudo (2503.90)	20. PERLITA (2530.10)
3.3 Azufre refinado (2802.00)	21. CLORURO DE POTASIO (3104.20)
4. BARITINA (2511.10)	22. PUMICITA:
5. BORATOS:	22.1 Piedra Pómez (2513.11 2513.19)
5.1 Boratos naturales (2528.10)	22.2 Puzolana (2530.90)
5.2 Bórax refinado (2840.11 2840.19 2840.30)	23. ROCAS DE CONST. (2514.00 al 2517.00)
5.3 Acido Bórico (2810.00)	24. SALITRE:
6. CARBONATO DE CALCIO:	24.1 Nitrato de Sodio (3102.50)
6.1 Caliza (2521.00)	24.2 Nitrato de Potasio (2834.21)
6.2 Creta (2509.00)	25. SILICE:
6.3 Cal (2522.10 2522.20 2522.30)	25.1 Arenas Silíceas (2505.10 2505.90)
6.4 Carb. de Calcio Precipitado (2836.50)	25.2 Cuarzo (2506.10 2506.21 2506.29 2511.20)
7. CIMITA (2529.10)	26. SILLIMANTITAS (Andalusita) (2508.50 2508.60)
8. CROMITA (2610.00)	27. SODIO:
9. DIATOMITA (2512.00)	27.1 Carbonato de Sodio (2836.20)
10. FELDESPATO (2529.10)	27.2 Cloruro de Sodio (2501.10)
11. FLUORITA (2529.21 2529.22)	27.3 Sulfato de Sodio (2530.90 2833.11)
12. FOSFATOS (2510.10 2510.20)	28. SULF. DE ALUMINO (2530.90 2833.22 2833.30)
13. GRANATE (2513.21 2513.29)	29. TALCO (2528.10 2528.20)
14. GRAFITO NATURAL (2504.10 2504.90)	30. YESO (2520.10 2520.20)
15. CARBONATO DE LITIO (2836.91)	31. YODO (2801.20)
	32. WOLLASTONITA (2530.90)

ANEXO B) ESTADISTICAS DE LA MINERIA NO METALICA DE CHILE EN EL PERIODO 1989 A 1993

A continuación se incluye una síntesis estadística del período 1989 a 1993, extraída del documento : "LA MINERIA NO METALICA DE CHILE - INFORME ANALITICO Y ESTADISTICO 1993", que anualmente publica la Comisión Chilena del Cobre.

El Cuadro N° 1 contiene las cifras de producción minera no metálica para el período 1989 a 1993, según datos del Servicio Nacional de Geología y Minería. Además se agrega una indicación de las regiones donde se registra cada producción.

El Cuadro N° 2 contiene las cantidades físicas de productos mineros no metálicos exportados durante el período señalado, expresadas en toneladas. Además se indica para cada producto los principales países de destino de las exportaciones. El Cuadro N° 3 contiene el valor de las exportaciones indicadas en el cuadro anterior, expresado en miles de US\$ FOB.

El Cuadro N° 4 contiene el tonelaje de productos mineros no metálicos importados en el período, acompañado del dato de sus principales países de origen. El Cuadro N° 5 contiene la valorización de dichas importaciones, expresada en miles de US\$ CIF.

El Cuadro N° 6 resume el comercio exterior, tanto de exportaciones como importaciones de productos no metálicos, que Chile ha mantenido con los principales países de cada zona geográfica.

Las cifras de exportaciones e importaciones tienen como fuente el Banco Central de Chile.

NOTA: Los cuadros agrupan a los productos en 4 grupos cuyo significado es el siguiente:

- Grupo I, corresponde a aquellos recursos con las mejores características geológicas del país, cuya producción está orientada principalmente hacia la exportación.
- Grupo II, corresponde a aquellos recursos que se explotan preferentemente integrados a industrias consumidoras.
- Grupo III, corresponde a recursos cuya producción se entrega directamente al mercado.
- Grupo IV, corresponde a aquellos recursos que se consumen pero no se producen en el país.

Cuadro N° 1 PRODUCCION MINERA NO METALICA DE CHILE (Toneladas Métricas)

PRODUCTOS	1980	1990	1991	1992	1993	REGIONES PRODUCTORAS
GRUPO I						
BORATOS	130.512	131.753	97.135	202.716	117.072	I / II
CARBONATO LITIO	7.508	9.082	8.575	10.623	10.369	II
CLORURO POTASIO	32.362	44.000	58.021	59.796	50.723	II
CLORURO SODICO	903.932	1.834.971	1.676.263	1.671.681	1.443.250	I / II
NITRATOS :						
- Nitrato Potásico	276.500	297.400	292.500	330.500	342.300	II (2)
- Nitrato Sódico	623.700	496.900	472.800	515.100	520.200	II (2)
YODO	4.681	5.028	5.614	6.028	6.121	I / II (3)
GRUPO II						
ARCILLAS	20.100	18.563	16.026	20.311	17.011	Metr. / VIII (1)
CARBONATO CALCIO	3.745.726	3.775.923	3.998.074	4.899.943	5.650.279	II / III / IV / V / Metr. / XII
OXIDO DE HIERRO	23.653	15.557	6.761	22.945	7.106	IV
PUZOLANA	288.634	306.147	320.828	384.744	448.249	II / Metr.
YESO	277.276	253.744	335.678	423.659	510.515	II / IV / Metr.
GRUPO III						
AZUFRE	15.963	28.502	16.864	24.034	907	II
BARITINA	59.873	9.008	3.153	2.514	2.035	III / V
BENTONITA	2.006	1.207	1.054	1.061	969	I
CAOLIN	58.512	32.416	63.083	59.063	66.339	III / V / Metr. / VII / VIII
CIMITA	1.406	2.969	2.602	406	0	V
CUARZO	477.497	541.714	488.351	483.768	450.072	II / III / IV / V / Metr. / VI / VII / IX
DIATOMITA	3.315	3.877	5.557	5.897	5.774	I
FELDSPATO	8.081	2.980	4.006	5.740	4.149	IV / V
FOSFATOS						
- Apatita	14.354	13.986	13.338	17.546	14.580	II / III / IV
- Oureño	3.127	1.452	1.308	139	0	I
MARMOL	1.115	1.347	1.170	894	872	III
SULFATO SODICO	67.545	52.897	39.287	47.733	53.433	I / II (3)
TALCO	805	898	548	1.493	5.058	V
WOLLASTONITA	0	0	304	400	407	V

FUENTES: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), excepto notas 2 y 3

NOTAS (1) La información sobre arcillas es parcial

(2) Datos estimados desde Matorras de la empresa SQM (Sociedad Química y Minera de Chile S.A.)

(3) Datos estimados desde Matorras de la empresa SQM y de datos de SERNAGEOMIN para el resto de los productores

EXPORTACIONES FISICAS CHILENAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS
(TONELADAS METRICAS)

PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE DESTINO
GRUPO I						
NITRATOS :						
- NITRATO DE SODIO	376.091,3	357.139,1	293.639,1	351.629,6	375.317,7	EE.UU., Bélgica, China, Japón
- NITRATO DE POTASIO	60.554,8	111.206,7	129.702,1	150.842,9	154.227,4	Bélgica, Brasil, EE.UU., Italia
- SALITRE POTASICO	121.148,1	137.724,6	133.042,9	136.049,8	132.304,1	Brasil, México, EE.UU., Bélgica
- MEZCLAS DE FERTILIZ.	0,0	0,0	131,5	3.390,8	2.921,5	México, Bélgica, Bolivia
YODO y derivados :						
- YODO	4.639,7	3.980,5	5.410,8	5.838,9	4.458,7	EE.UU., Bélgica, Holanda, Brasil
- YODUROS	83,5	102,0	160,5	193,3	216,5	Japón, Argentina, Brasil, México
- YODATOS	66,0	73,4	99,9	140,7	151,7	Singapur, Australia, Bangladesh, Arg
- CARBONATO LITIO	8.101,9	8.228,0	8.262,5	10.276,2	10.590,2	EE.UU., Alemania, Japón, Venezuela
BORATOS :						
- ACIDO BORICO	11.784,9	23.449,1	20.298,0	26.866,9	22.641,8	EE.UU., Bélgica, Japón, Reino Unido
- ULEXITA	7.700,0	8.986,0	7.545,0	8.964,0	11.619,0	EE.UU., Sudáfrica, Filipinas, Corea
- BORAX REFINADO	125,0	212,0	330,0	464,7	234,0	Argentina, Perú, Bolivia
- CLORURO SODIO	699.674,0	1.201.421,0	1.012.187,0	930.005,0	1.167.535,0	EE.UU., Japón, Uruguay, Brasil
GRUPO II						
- CEMENTO	48.717,0	46.536,0	72.631,0	41.433,0	1.861,0	Polinesia Francesa, Bolivia
- YESO	94,0	47,0	44,0	365,0	224,0	Ecuador, Bolivia
GRUPO III						
- SULFATO SODIO	25.509,0	14.726,0	6.427,9	4.685,4	10.139,6	Brasil, Perú, Argentina, Bolivia
- DIATOMITA	857,0	1.461,0	2.205,0	2.093,0	2.777,0	Argentina, Perú, Colombia, Sudáfrica
- WOLLASTONITA	0,0	0,0	159,0	140,0	440,0	Venezuela
- AZUFRE	78,0	107,0	209,0	140,0	352,0	Perú, Argentina
FOSFATOS :						
- GUANO	60,0	143,0	154,0	748,0	352,0	Ecuador, EE.UU., Perú
- APATITA	219,0	98,0	44,0	365,0	235,0	Argentina
- ARCILLAS	25,0	11,0	9,0	61,0	15,8	Argentina, Guatemala
- CAL	0,0	0,0	200,0	475,0	...	
- OTROS (1)	26.929,9	89,0	0,0	0,0	940,0	

FUENTE: BANCO CENTRAL DE CHILE

NOTIAS: (1) En 1989 incluye 26 929 ton. de Bauxita y 0,9 ton. de Arenas silíceas. En 1990 incluye 50 ton. de Creta, 25 ton. de P. Pómez y 14 ton. de Arenas silíceas. A su vez, en 1993 incluye 920 ton. de Granitos, 3 ton. de Talco y 17 ton. de Cuarzo.

Cuadro N° 3

EXPORTACIONES CHILENAS VALORIZADAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS
(MILES DE DOLARES FOB)

PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE DESTINO
NITRATOS :						
- NITRATO DE SODIO	46 956,0	40 440,0	37 740,0	52 635,0	51 259,0	EE.UU., Bélgica, China, Japón
- NITRATO DE POTASIO	14 040,0	28 914,0	32 709,0	38 788,0	30 931,0	Bélgica, Brasil, EE.UU., Italia
- SALITRE POTASICO	18 346,0	20 766,0	21 316,0	22 020,0	21 585,0	Brasil, México, EE.UU., Bélgica
- MEZCLAS DE FERTILIZ.	...	...	39,0	773,0	1 112,0	México, Bélgica, Bolivia
YODO y derivados :						
- YODO	78 941,0	57 621,0	49 329,0	49 307,0	34 102,0	EE.UU., Bélgica, Holanda, Brasil
- YODUROS	1 605,0	1 420,0	1 734,0	1 836,0	1 965,0	Japón, Argentina, Brasil, México
- YODATOS	1 069,0	934,0	952,0	1 151,0	1 198,0	Singapur, Australia, Bangladesh, Arg
CARBONATO LITIO	22 543,0	23 608,0	25 262,0	30 937,0	31 707,0	EE.UU., Alemania, Japón, Venezuela
BORATOS :						
- ACIDO BORICO	6 136,0	12 644,0	10 822,0	13 251,0	10 706,0	EE.UU., Bélgica, Japón, Reino Unido
- ULEXITA	1 003,0	794,0	877,0	1 103,0	1 651,0	EE.UU., Sudáfrica, Filipinas, Corea
- BORAX REFINADO	51,0	87,0	138,0	207,0	94,0	Argentina, Perú, Bolivia
CLORURO SODIO	6 398,0	9 401,0	8 083,0	7 488,0	9 449,0	EE.UU., Japón, Uruguay, Brasil
Sub total GRUPO I	187 068,0	196 628,0	189 001,0	219 698,0	195 759,0	
CEMENTO	2 198,0	2 292,0	3 982,0	2 409,0	1 11,0	Polinesia Francesa, Bolivia
YESO	10,0	5,0	8,0	26,0	27,0	Ecuador, Bolivia
Sub total GRUPO II	2 208,0	2 297,0	3 990,0	2 435,0	138,0	
BULFATO SODIO	3 149,0	1 862,0	970,0	759,0	1 358,0	Brasil, Perú, Argentina, Bolivia
DIATOMITA	346,0	547,0	848,0	748,0	1 058,0	Argentina, Perú, Colombia, Sudáfrica
WOLLASTONITA	0,0	0,0	44,0	32,0	101,0	Venezuela
AZUFRE	14,0	20,0	44,0	41,0	76,0	Perú, Argentina
FOSFATOS :						
- GUANO	6,0	27,0	27,0	101,0	36,0	Ecuador, EE.UU., Perú
- APATITA	27,0	17,0	38,0	27,0	34,0	Argentina
ARCILLAS	28,0	29,0	6,0	20,0	10,0	Argentina, Guatemala
CAL	0,0	0,0	18,0	44,0	...	
OTROS (1)	646	19	0	0	78	
Sub total GRUPO III	4 216,0	2 521,0	1 995,0	1 772,0	2 749,0	
TOTAL EXPORTACIONES MUS\$	203 512,0	201 447,0	194 986,0	223 903,0	198 648,0	EE.UU., Bélgica, Brasil, Japón

FUENTE: BANCO CENTRAL DE CHILE

NOTA: (1) En 1989 incluye MUS\$ 643 de Barilina y MUS\$ 3 de Arenas silíceas. En 1990, incluye MUS\$ 10 de Creta, MUS\$ 3 de P. Pomez y MUS\$ 6 de Arenas Silíceas. A su vez, en 1993 incluye MUS\$ 70 de Granitos, MUS\$ 4 de Talco y MUS\$ 4 de Cuarzo.

IMPORTACIONES FISICAS CHILENAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS
(TONELADAS METRICAS)

PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE ORIGEN
GRUPO I						
POTASIO :						
- CLORURO DE POTASIO	139.622,3	135.068,9	142.143,3	36.177,2	42.205,1	EE UU, Canada, Alemania
- SULFATO DE POTASIO	22.312,4	14.805,8	18.653,6	13.444,5	11.711,2	EE UU, Alemania
BORATOS :						
- BORAX REFINADO	---	12,8	74,8	1.376,0	843,0	Argentina, EE UU, Bolivia
- BORAX NATURAL	---	---	13,0	1.584,0	8.954,0	Bolivia, Argentina
- ACIDO BORICO	13,5	11,8	5,8	41,8	88,7	Bolivia, Alemania, Italia
- CLORURO BODIO	418,0	225,0	230,0	478,0	3.588,0	Alemania, EE UU, Francia
- HIDROXIDO LITIO	0,0	27,0	22,5	37,3	32,8	EE UU
YODO y derivados :						
- YODATO	---	---	24,5	7,7	3,2	Irasi, Alemania
- YODO	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	Alemania, Francia
- YODUROS	20,3	3,9	7,0	2,1	0,8	Alemania, EE UU
GRUPO II						
CEMENTOS						
- CLINQUER	---	---	---	59.612,0	218.595,0	Argentina, Peru, España, Venezuela
- CEMENTO PORTLAND	30.333,0	83.731,0	27.719,0	9.228,0	9.911,0	Peru, Argentina, EE UU, Francia
- OTROS CEMENTOS	3.542,0	10.347,0	1.882,0	1.744,0	826,0	Francia, EE UU, Argentina
- YESO	61,0	215,0	199,0	115,0	64,0	Alemania, EE UU
GRUPO III						
FOSFATOS :						
- SUPERFOSFATOS	130.519,0	148.050,5	180.622,4	187.343,0	183.590,3	EE UU
- FOSFATOS DE AMONIO	93.081,1	61.091,7	60.297,0	108.346,0	97.715,3	EE UU, Bélgica, Rusia, Alemania
- ROCA FOSFORICA	26.508,0	48.844,0	34.356,0	21.400,0	25.339,0	Marruecos, EE UU, Peru
- GUANO	---	47,7	30,2	30,7	97,7	EE UU, España, Argentina
ARCILLAS :						
- CAOLIN	7.777,0	10.729,0	10.334,0	14.387,0	18.309,0	EE UU, Argentina, Reino Unido
- BENTONITA	4.509,0	4.750,0	5.417,0	7.284,0	9.339,0	EE UU, Argentina, Bolivia
- ARC. REFRACTARIAS	1.524,0	718,0	2.069,0	768,0	1.977,0	EE UU, Argentina
SILICIO I :						
- SILICE	1.662,0	1.603,3	2.322,7	2.644,9	2.831,7	Brasil, EE UU, Alemania
- ARENAS SILICEAS	122,0	160,0	804,0	1.054,0	824,5	Venezuela, EE UU, Argentina
- CUARZO	---	854,9	639,0	1.053,0	2.243,0	Argentina, Alemania

continúa

IMPORTACIONES FISICAS CHILENAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS

(TONELADAS METRICAS)

PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE ORIGEN
GRUPO III (continuación)						
AZUFRE	51 155,0	64 934,0	40 658,0	32 749,0	41 750,0	EE UU, Canadá, Bolivia
- AZUFRE CRUDO	646,0	251,5	298,2	263,2	257,6	EE UU, Brasil, Alemania
- AZUFRE BURLIMADO						
CARBONATO DE CALCIO						
- CARB. CALCIO PRECIPITADO	1 131,0	1 572,2	2 317,0	3 422,9	5 278,8	Argentina, EE UU, Francia
- CAL	2 127,0	2 951,0	13 077,0	13 062,0	13 317,0	Argentina
- CRETA	26,0	163,0	110,0	317,0	2 179,0	Perú, Argentina, Colombia
TALCO	2 207,0	3 096,0	3 020,0	3 428,0	4 029,0	EE UU, Perú, Italia
DIATOMITA	803,0	97,0	203,0	215,0	465,0	México, EE UU, Argentina
ROCAS ORNAMENTALES	704,0	317,0	138,0	666,0	538,0	Bolivia, Italia, Argentina
FELDSPATO	84,0	321,0	708,0	998,0	901,0	Argentina, Suecia
ABRASIVOS NATURALES :						
- PIEDRA POMEZ	158,0	438,0	586,0	703,0	664,0	Argentina, EE UU
- GRANATE Y OTROS	---	62,0	180,0	337,0	133,0	Alemania, Argentina, EE UU
BARITINA	4,0	282,0	31,0	71,0	113,0	Perú, España
SULFATO ALUMINIO	17,8	28,6	4,7	2,5	5,8	Japón, Alemania
SULFATO BORO	71,0	0,0	56,3	15 983,5	14,4	Alemania, EE UU
PERLITA	---	---	462,0	1 536,0	24,0	Argentina
GRUPO IV						
CARBONATO SODIO	79 121,5	87 087,8	70 188,8	83 831,2	75 780,0	EE UU, Alemania, Francia, Bélgica
ASBESTO	8 632,0	7 749,0	9 587,0	13 507,0	10 405,0	Canadá, Brasil, Zimbabue
MAGNESIO :						
- MAGNESIA	15 320,0	14 921,0	12 821,0	9 777,0	10 916,0	Brasil, México, EE UU
- DOLOMITA	34 214,0	12 183,0	20 810,0	27 311,0	58 832,0	EE UU, Argentina
- MAGNESITA	---	234,0	828,0	341,0	720,0	Argentina, EE UU, AUSTRIA
OXIDO ALUMINIO :						
- BAURITA	4 398,0	4 152,0	3 576,0	4 427,0	6 472,0	Guyana, China
- ALUMINA	2 487,5	2 149,7	2 204,0	3 626,1	1 487,0	EE UU, Alemania, Brasil
CROMITA	22 311,0	9 149,0	12 839,0	15 094,0	7 023,0	Sudáfrica, Filipinas, Venezuela
GRAFITO NATURAL	155,0	118,0	181,0	211,0	449,0	EE UU, Brasil, Reino Unido
FLUORITA	4 429,0	1 533,0	4 158,0	4 456,0	543,0	Argentina, Sudáfrica, Reino Unido
ANDALUSITA	---	---	268	317	382,0	EE UU
MICA	95,0	98,0	53,0	34,0	84,0	India, EE UU
OTROS MINERALES	1 376,0	2 614,0	1 117,0	5 495,0	2 653,0	EE UU, México, Argentina

FUENTE : BANCO CENTRAL DE CHILE

IMPORTACIONES CHILENAS VALORIZADAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS
(MILES DE DOLARES CIF)

PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE ORIGEN
POTASIO :						
- CLORURO DE POTASIO	15 130	14 476	15 825	5 001	5 403	EE.UU., Canada, Alemania
- SULFATO DE POTASIO	4 734	3 156	3 805	2 872	2 494	EE.UU., Alemania
BORATOS :						
- BORAX REFINADO	...	23	72	1 126	372	Argentina, EE.UU., Bolivia
- BORAX NATURAL	...	...	4	20	193	Bolivia, Argentina
- ACIDO BORICO	37	28	16	45	40	Bolivia, Alemania, Italia
- CLORURO DE SODIO	118	142	120	246	233	Alemania, EE.UU., Francia
- HIDROXIDO DE LITIO	...	128	111	187	170	EE.UU.
YODO y derivados						
- YODATOS	...	...	130	46	20	Israel, Alemania
- YODO	16	25	16	18	10	Alemania, Francia
- YODUROS	125	83	105	30	9	Alemania, EE.UU.
Sub Total GRUPO I	20.160	19.058	20.304	8.070	8.168	
CEMENTOS :						
- CLINKER	...	...	...	2 764	10 855	Argentina, Peru, España, Venezuela
- CEMENTO PORTLAND	3 040	2 122	849	1 143	1 348	Peru, Argentina, EE.UU., Francia
- OTROS CEMENTOS	994	908	687	824	585	Francia, EE.UU., Argentina
YESO	18	83	51	92	23	Alemania, EE.UU.
Sub Total GRUPO II	3 848	3.183	1.587	4.783	12.824	
FOSFATOS :						
- SUPERFOSFATOS	21 240	19 865	24 266	23 593	21 204	EE.UU.
- FOSFATOS DE AMONIO	19 052	11 267	12 026	18 585	14 826	EE.UU., Bélgica, Rusia, Alemania
- ROCA FOSFORICA	1 578	990	2 170	1 417	1 484	Marruecos, EE.UU., Peru
- GUANO	...	70	68	42	148	EE.UU., España, Argentina
ARCILLAS :						
- CAOLIN	2 323	2 650	2 375	3 480	3 146	EE.UU., Argentina, Reino Unido
- BENTONITA	953	888	1 488	1 728	1 198	EE.UU., Argentina, Bolivia
- ARC. REFRACTARIAS	486	243	373	204	367	EE.UU., Argentina
SILICIO :						
- SILICE	2 003	2 361	2 854	3 917	3 930	Brasil, EE.UU., Alemania
- ARENAS SILICEAS	42	48	289	380	561	Venezuela, EE.UU., Argentina
- CUARZO	...	109	121	137	272	Argentina, Alemania
AZUFRE :						
- AZUFRE CRUDO	6 241	7 134	4 807	2 809	2 458	EE.UU., Canada, Bolivia
- AZUFRE SUBLIMADO	812	245	317	311	407	EE.UU., Brasil, Alemania

IMPORTACIONES CHILENAS VALORIZADAS DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS (MILES DE DOLARES CIF)						
PRODUCTOS	1989	1990	1991	1992	1993	PRINCIPALES PAISES DE ORIGEN
CARBONATO CALCIO :						
- CARB. CALCIO PRECIPITADO						
- CAL	431	517	964	1 191	1 646	Argentina, EE.UU., Francia
- CRETA	173	236	1 065	1 101	1 305	Argentina
TALCO	7	67	17	70	267	Peru, Argentina, Colombia
DIATOMITA	620	745	1 024	1 418	1 465	EE.UU., Peru, Italia
ROCAS ORNAMENTALES	251	56	99	110	222	Mexico, EE.UU., Argentina
FELDSPATO	315	156	66	130	160	Bolivia, Italia, Argentina
ABRASIVOS NATURALES :	16	30	97	126	158	Argentina, Suecia
- PIEDRA POMEZ	82	134	82	92	115	Argentina, EE.UU.
- GRANATE y OTROS	---	51	94	76	84	Alemania, Argentina, EE.UU.
BARITINA	2	60	32	37	29	Peru, Espana
SULFATO DE ALUMINIO	53	14	10	12	23	Japon, Alemania
SULFATO DE SODIO	18	0	10	1 577	17	Alemania, EE.UU.
PERLITA	---	---	120	205	5	Argentina
Sub Total GRUPO III	56 490	49 103	64 555	65 053	85 421	
CARBONATO DE SODIO	12 131	11 745	12 680	14 743	11 903	EE.UU., Alemania, Francia, Belgica
ASBESTO	5 573	4 559	6 523	8 902	7 003	Canada, Brasil, Zambania
MAGNESIO :						
- MAGNESIA	4 102	3 286	4 465	3 413	3 480	Brasil, Mexico, EE.UU.
- DOLOMITA	1 362	520	1 349	1 276	1 000	EE.UU., Argentina
- MAGNESITA	---	212	451	280	399	Argentina, EE.UU., AUSTRALIA
OXIDO ALUMINIO :						
- BAUXITA	900	712	736	839	1 561	Guyana, China
- ALUMINA	1 726	1 593	1 765	1 357	1 309	EE.UU., Alemania, Brasil
CROMITA	4 060	1 905	2 085	2 267	1 423	Sudfrica, Filipinas, Venezuela
GRAFITO NATURAL	132	141	167	252	376	EE.UU., Brasil, Reino Unido
FLUORITA	681	145	663	678	174	Argentina, Sudfrica, Reino Unido
ANDALUSITA	---	---	90	100	123	EE.UU.
MICA	92	67	94	33	106	India, EE.UU.
OTROS MINERALES	1 978	1 652	1 067	805	388	EE.UU., Mexico, Argentina
Sub Total GRUPO IV	32 749	26 563	32 355	35 724	30 195	
TOTAL IMPORTACIONES MUS\$ CIF	113 346	96 006	106 761	114 630	107 606	

FUENTE : BANCO CENTRAL DE CHILE

Cuadro N° 6

COMERCIO EXTERIOR DE CHILE DE PRODUCTOS MINEROS NO METALICOS

Distribución por Principales Países y Zonas Geográficas

PAIS DE DESTINO	EXPORTACIONES (Miles US\$ FOB)				PAIS DE ORIGEN	IMPORTACIONES (Miles US\$ CIF)				
	1989	1990	1991	1992		1993	1989	1990	1991	1992	1993
ESTADOS UNIDOS	62.453	67.717	55.007	68.872	58.652	63.590	53.115	61.882	76.132	63.638
MEXICO	306	2.395	2.147	5.065	7.839	23.187	18.373	17.811	9.053	6.229
CANADA	3.880	2.928	2.152	3.659	2.874	1.292	732	1.151	1.594	1.228
OTROS PAISES	59	1.680	1.062	1.604	2.323	0	0	0	0	0
Norte y Centroamérica	68.608	74.700	60.368	79.200	71.888	68.089	72.420	80.844	86.779	71.005
BRASIL	31.167	25.430	26.110	26.076	25.126	5.133	3.101	2.959	4.956	9.982
VENEZUELA	1.352	3.162	3.738	2.683	5.422	5.180	4.353	6.071	5.515	5.306
ARGENTINA	3.250	3.260	4.586	4.845	4.617	425	1.073	880	1.709	3.670
PERU	412	384	830	879	2.257	8	9	71	351	2.057
COLOMBIA	1.054	714	959	674	1.170	718	608	715	727	1.192
OTROS PAISES	1.071	1.910	1.626	1.761	1.605	2.298	1.024	1.114	3.390	1.470
Sudamérica	38.308	34.860	37.859	36.918	40.197	13.762	10.168	11.790	16.648	23.817
BELGICA	13.264	50.389	41.721	43.623	28.074	1.497	1.868	2.419	2.705	2.761
ALEMANIA	3.556	2.920	7.148	9.903	9.284	941	841	880	1.372	1.961
HOLANDA	53.836	7.655	6.394	6.668	4.611	2.396	2.607	1.749	829	1.401
ESPAÑA	3.837	6.258	7.579	7.229	4.171	164	124	133	158	1.383
ITALIA	2.002	3.896	2.107	3.891	4.083	161	293	358	242	713
REINO UNIDO	97	1.341	1.941	2.103	2.537	753	927	770	621	375
OTROS PAISES	869	1.025	96	35	2.180	3.065	846	1.193	2.022	741
Europa	77.460	73.554	68.987	73.652	64.940	8.977	7.506	7.500	7.948	9.335
JAPON	10.788	7.773	9.845	13.794	11.553	210	227	117	130	500
CHINA	3.004	2.221	5.855	7.979	11.225	962	878	898	828	350
COREA DEL SUR	406	1.213	1.692	1.729	2.056	13	51	55	0	52
OTROS PAISES	603	658	1.550	3.362	2.686	42	3.747	5.686	648	56
Asia	14.891	11.665	19.142	28.664	27.520	1.227	4.901	6.758	1.608	958
SUDAFRICA	3.176	3.354	4.394	3.045	2.867	914	915	1.781	823	1.048
AUSTRALIA	42	533	394	706	719	0	0	0	783	793
OTROS PAISES	2.939	2.581	3.803	2.745	715	397	49	95	43	560
Africa y Oceanía	6.157	6.468	6.591	6.496	4.301	1.311	964	1.875	1.648	2.401
TOTAL MUNDIAL	203.512	201.447	194.947	223.130	198.646	113.346	95.959	106.766	114.631	107.608

FUENTE : BANCO CENTRAL DE CHILE

Preparado por :

- **Vicente Pérez Vidal,**
Analista de minería no metálica,
Departamento Estudios de Mercado,
Comisión Chilena del Cobre.
- **Rubén Varas,**
Jefe del Departamento Técnico,
Sociedad Nacional de Minería.
- **Aquiles Córdova,**
Asesor,
Sociedad Nacional de Minería.

COMISION CHILENA DEL COBRE Agustinas 1161 Piso 4 Casilla 9403 Fono 672 62 19 Fax 672 35 84 Stgo. de Chile	SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA Teatinos 20 Piso 3 Fono 695 56 26 Fax 697 17 78 Stgo. de Chile
---	--

Reciben publicaciones en canje