

109  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

"EL MAGNESIO, SUS COMPUESTOS Y SU  
APLICACION EN LA INDUSTRIA"

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :

ANTONIO MENDEZ BECERRA



MEXICO, D. F.



246037

1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION**

**"EL MAGNESIO, SUS COMPUESTOS Y SU APLICACION EN LA INDUSTRIA"**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTA**

**ANTONIO MENDEZ BECERRA**

**MEXICO, D.F.**

**1998**

**JURADO ASIGNADO:**

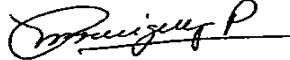
<b>PRESIDENTE</b>	<b>PROF. MARTHA RODRIGUEZ PEREZ</b>
<b>VOCAL</b>	<b>PROF. GRACIELA MULLER CARRERA</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>PROF. MERCEDES MEIJUEIRO MOROSINI</b>
<b>1ER SUPLENTE</b>	<b>PROF. MARTHA GARCIA REYES</b>
<b>2do SUPLENTE</b>	<b>PROF. JESUS GONZALEZ PEREZ</b>

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA**

**BIBLIOTECA FACULTAD DE QUIMICA**

**NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA**

**I.Q. MARTHA RODRIGUEZ PEREZ**



**NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE**

**ANTONIO MENDEZ BECERRA**



# **AGRADECIMIENTOS**

## **A TI DIOS**

*Por haberme permitido iluminar mi camino  
hacia la culminación de este proyecto.*

## **A MIS PADRES JAIME Y GRACIELA**

*Por su invaluable e incondicional apoyo desde  
mi nacimiento hasta lo que hoy en día he  
llegado a ser, gracias a ustedes.*

## **A MI HERMANO JAIME**

*Por su valiosa ayuda hacia el término de esta  
etapa de mi vida.*

## **A MI NOVIA MARA**

*Por todo lo que significas para mi,  
gracias mi amor.*

## **A LA PROFESORA MARTHA**

*Por su comprensión, disponibilidad y sentido  
de orientación hacia el desarrollo y conclusión  
de esta obra.*

## **A LA UNAM Y EN ESPECIAL A LA FACULTAD DE QUIMICA**

*Por los conocimientos adquiridos, gracias a su  
excelente nivel profesional de enseñanza en  
esta interesante y extraordinaria carrera que es  
la Ingeniería Química.*

**INDICE**

## **I.- GENERALIDADES DEL MAGNESIO**

	<b>Pag.</b>
1.0 INTRODUCCION	5
1.1 ASPECTOS HISTORICOS	6
1.2 OBTENCION INDUSTRIAL	7
1.3 PROPIEDADES DEL MAGNESIO	22
1.3.1 PROPIEDADES FISICAS	22
1.3.2 PROPIEDADES QUIMICAS	23
1.3.3 PROPIEDADES MECANICAS	23
1.4 USOS DEL MAGNESIO	24
1.5 ALEACIONES	25

## **II.- COMPUESTOS NATURALES DEL MAGNESIO Y SUS USOS PRINCIPALES**

2.0 INTRODUCCION		32
2.1 CARBONATOS		32
2.1.1 DOLOMITA	(MgCO <sub>3</sub> · CaCO <sub>3</sub> )	32
2.1.2 MAGNESITA	(MgCO <sub>3</sub> )	36
2.2 SILICATOS		39
2.2.1 OLIVINA	(Mg·Fe(SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )	40
2.2.2 SERPENTINA	(Mg <sub>6</sub> (OH) <sub>6</sub> ·Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> · H <sub>2</sub> O)	41
2.2.3 TALCO	(Mg <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> ·Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )	42
2.2.4 FORSTERITA	(Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> )	46
2.2.5 SEPIOLITA	(Mg <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (SiO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> )	48
2.3 SULFATOS		50
2.3.1 KIESERITA	(MgSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O)	50
2.3.2 LANGBEINITA	(MgSO <sub>4</sub> ·K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	51
2.3.3 EPSOMITA	(MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	52
2.3.4 KAINITA	(MgSO <sub>4</sub> KCl·3H <sub>2</sub> O)	52
2.4 OTROS		53
2.4.1 SPINELA	(MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	53
2.4.2 BISCHOFITA	(MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)	55
2.4.3 CARNALITA	(MgCl <sub>2</sub> ·KCl·XH <sub>2</sub> O)	56
2.4.4 BRUCITA	(Mg(OH) <sub>2</sub> )	57

### **III.- SINTESIS DE LOS COMPUESTOS DEL MAGNESIO Y SUS APLICACIONES INDUSTRIALES**

		<b>Pag.</b>
3.1.	INTRODUCCION	60
3.1.1	CARBONATO DE MAGNESIO (MgCO <sub>3</sub> )	60
3.1.2	CLORURO DE MAGNESIO (MgCl <sub>2</sub> )	66
3.1.3	FLUORURO DE MAGNESIO (MgF <sub>2</sub> )	82
3.1.4	HIDROXIDO DE MAGNESIO (Mg(OH) <sub>2</sub> )	87
3.1.5	OXIDO DE MAGNESIO (MgO)	87
3.1.6	SULFATO DE MAGNESIO (MgSO <sub>4</sub> )	123
3.1.7	COMPUESTOS ORGANICOS DEL MAGNESIO (RMgX)	133

### **IV.- SITUACION GENERAL DEL MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA.**

4.1	PANORAMA ACTUAL EN EL MUNDO	141
4.2	PANORAMA ACTUAL DE PRINCIPALES COMPUESTOS MINERALES DEL MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA.	141
4.2.1	DOLOMITA	142
4.2.2	MAGNESITA	142
4.3	SITUACION ACTUAL DEL MAGNESIO METALICO Y SUS PRINCIPALES COMPUESTOS QUIMICOS DERIVADOS EN LA REPUBLICA MEXICANA.	144
4.3.1	MAGNESIO METALICO	144
4.3.2	OXIDO DE MAGNESIO	152
4.3.3	CLORURO DE MAGNESIO	163
4.3.4	HIDROXIDO DE MAGNESIO	170
4.3.5	SULFATO DE MAGNESIO	176

<b>V.-</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>186</b>
------------	---------------------	------------

<b>VI.-</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>188</b>
-------------	---------------------	------------



**CAPITULO I**  
**GENERALIDADES DEL MAGNESIO**

## Objetivo

Investigar y establecer los procesos de extracción del magnesio y su situación económica actual, así como aplicaciones del mismo y de sus compuestos derivados químicos y minerales dentro de la industria química mexicana.

### 1.0 Introducción

El Magnesio, Mg, es un metal blanco plateado; tiene una valencia de dos, y su configuración electrónica es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ . La estructura cristalina es hexagonal y compacta; El elemento tiene un número atómico de 12 y pertenece al grupo 2 de la tabla periódica; En la naturaleza se encuentra en tres isotopos:  $^{24}\text{Mg}$ (78.70%),  $^{25}\text{Mg}$ (10.13%) y  $^{26}\text{Mg}$ (11.17%).

El Magnesio es el octavo elemento más abundante de la corteza terrestre (en promedio un 2.1%), el Magnesio no aparece en forma elemental pero sí en el agua de mar, minerales, salmueras y en rocas básicas.

Las principales fuentes de materia prima para la extracción del magnesio son los minerales dolomita ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ), magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ), y brucita ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ); Las sales ricas en magnesio tales como carnalita ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{XH}_2\text{O}$ ), kieserita ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), bischofita ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), kainita ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), y langbeinita ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ ); y salmueras y agua de mar ricas en magnesio. Las salmueras ricas en magnesio son obtenidas como subproductos de la producción de potasio o bien de depositos de salmuera superficiales o subterráneos.

Los silicatos de magnesio tales como la olivina ( $\text{Mg} \cdot \text{Fe} (\text{SiO}_4)$ ) no han sido usado hasta hoy para extracción de magnesio.

En contraste a las predicciones de escasez eventual de alto nivel de minerales de metales muy comunes, el agua de mar es virtualmente una fuente de magnesio inagotable; ha sido estimado que  $1.306 \times 10^6$  toneladas métricas de magnesio están presentes en cada kilómetro cúbico de agua marina, tomando en cuenta que hay supuestamente  $1.3 \times 10^{18} \text{ km}^3$  de agua marina en la tierra.

## 1.1 Aspectos Históricos

El Magnesio fue obtenido por primera vez en estado impuro, por Davy en 1808, vía electrólisis y también por reducción del óxido en una corriente de vapor de potasio. En 1830, Bussy lo obtuvo más puro y en cantidad considerable, calentando al rojo el cloruro anhidro con potasio metálico. Separando por disolución los cloruros, quedaba el metal en forma pulverulenta que fundía fácilmente, formando glóbulos.

Bunsen en 1852 obtuvo más tarde el magnesio por electrólisis del cloruro fundido, empleando una batería de pilas de zinc-carbón. La operación se efectuó en un crisol de porcelana, cuya parte superior estaba dividida por un tabique vertical, fabricado con un fragmento plano de tapadera. El crisol iba provisto de una tapadera de porcelana por la que pasaban los electrodos de carbón de retorta, uno a cada lado del tabique. El polo negativo estaba cortado en forma de sierra, de modo que el magnesio quedara retenido en las oquedades formadas, sin llegar a la superficie, evitando de este modo que se inflamara a la elevada temperatura a que se operaba.

Como el cloruro anhidro resulta difícil de preparar Mathiessen más tarde modificó el método, sustituyéndolo por una mezcla de tres equivalentes de cloruro potásico con cuatro del magnesio; añadió un poco de cloruro amónico, y la mezcla fundida la electrolizó en el aparato de Bunsen; en este caso no encontró necesario cortar el electrodo negativo porque el magnesio metálico es más pesado que la mezcla fundida. Puede obtenerse el metal fácilmente en pequeñas cantidades, electrolizando la mezcla indicada en una pipa de arcilla, que se calienta sobre un mechero, usando como polo negativo un alambre de hierro que se pasa por el tubo de la pipa y como, polo positivo, un carbon de arco que llegue solo a la superficie de la masa fundida.

En 1833 Michael Faraday fué el primero en producir el magnesio electrolíticamente vía electrólisis de cloruro de magnesio fundido, usando una celda voltaica, obteniendo magnesio líquido y cloro como gas.

En 1940 L.M. Pidgeon fué pionero de la primera planta de extracción de magnesio metalotérmica en Canadá; el cual fué basado en patentes alemanas en el que la dolomita fué reducida con ferrosilicio bajo vacío.

En 1941, la Compañía Química Dow inició la operación de una planta electrolítica de magnesio en Texas, utilizando agua de mar como fuente de magnesio. Al mismo tiempo, Permanent Metals Corporation inició la producción de magnesio usando un proceso carbotérmico. En adición, el gobierno de los Estados Unidos construyó plantas para soportar los gastos de la guerra. Por 1943, otras treinta plantas estuvieron en operación bajo la dirección de 11 compañías diferentes; 6 fueron electrolíticas (2 usando agua de mar, 3 dolomita y 1 magnesita calcinada). La planta de magnesita tuvo la mayor capacidad para producir magnesio que alguna vez se haya construido. Las otras plantas usaron procesos de reducción térmica por ferrosilicio.

## **1.2 Obtención Industrial**

Los primeros ensayos de obtención del Magnesio en escala industrial, fueron llevados a cabo por Deville y Caron, consistiendo el método esencialmente en el calentamiento de Cloruro de Magnesio anhidro con Fluoruro de Sodio hasta su fundición, evitando la descomposición con la ayuda del Cloruro de Amonio; una vez cesada la reacción en el crisol de estos componentes se extrae el magnesio en forma de botón adherido a la barra de hierro, machacando el metal para privarlo de la escoria; Deville y Caron descubrieron más tarde que puede destilarse el metal a la misma temperatura que el Zinc, en recipientes revestidos de carbón operando en atmósfera de nitrógeno, resultando de este modo un metal exento de carbón, sílice y Nitrógeno.

En 1863, Sunstadt introdujo algunas modificaciones en el método de Deville y Caron, empleando un crisol de hierro en vez del barro, constituyendo la mezcla de cloruros de magnesio y sodio adicionados con la quinta parte en peso de sodio. La calefacción se prolongaba unos 30 minutos después de que el crisol estaba al rojo vivo.

Más tarde Von Puttner en 1885 prepara el magnesio via proceso muy parecido al de reducción del zinc, sometiendo el mineral primeramente a tratamientos convenientes para reducir el magnesio a estado de óxido; una vez esto, el óxido es mezclado con una materia carbonosa y con óxido férrico calentando ésta hasta el rojo blanco; ya condensado, el metal vaporizado se recoge en recipientes análogos empleados en la industria del zinc.

Gerhardt y Smith en su patente establecida en 1884, describieron un método para la separación electrolítica del magnesio; este método consistía en juntar sulfato de magnesio y amonio y disolverlos en agua, exponiendo la electrólisis a una temperatura entre 65° y 100°.

El método electrolítico ha prevalecido sobre los métodos químicos; ya que en 1886 se inició la primera producción industrial de magnesio vía electrólisis de carnalita, siendo Hemelingen (Alemania) la fábrica más importante de llevar a cabo este método.

En la actualidad los dos procesos más comunes para la producción de magnesio son el electrolítico y el silicotérmico; el magnesio es producido a partir de agua de mar por el proceso electrolítico. El silicotérmico y ferrosilícico usa la dolomita como materia prima.

### **Proceso Electrolítico.**

La electrólisis de Cloruro de Magnesio en la producción de Cloro y Magnesio metálico es la base de este proceso.

Aunque la Dolomita, Magnesita y Salmueras naturales han sido usadas como materias primas, la principal fuente es el agua de mar, que contiene aproximadamente 0.13% de Magnesio.

Por su contenido de magnesio y por el hecho de que es un método eficiente y económico debido a su extracción se le ha catalogado a este suministro como ilimitado.

El método de extracción de magnesio a partir de agua de mar es el siguiente: El agua de mar es dirigida mediante bombas a tanques que a su vez son alimentados por cal obtenida a partir de las conchas de ostras de los cimientos del océano.

Esta cal convierte el magnesio a Hidróxido de Magnesio insoluble (leche de magnesia) el cual es filtrado y tratado con Acido Clorhídrico para producir Cloruro de Magnesio en solución. El agua es evaporada y el cloruro de magnesio seco es alimentado a un sistema de celdas electrolíticas donde se electroliza el compuesto y se separa en magnesio metálico y cloro; el cloro como gas es reciclado para hacer ácido clorhídrico y el magnesio metálico es convertido a lingotes.

## Proceso Silicotérmico

El ferrosilicio (una aleación de silicio y hierro), es mezclado con Dolomita calcinada (mineral) y sometida a presión hasta obtener pequeños "briquets"; éstos son cargados dentro de una retorta de acero puesto al vacío y calentados a 1200 °C , donde el silicio reduce el óxido de magnesio formado mediante la calcinación de la dolomita, hasta formar un vapor de magnesio metálico que condensa en el extremo final enfriante de la retorta del horno. En este proceso el magnesio es retirado de la retorta en la forma de cristales, las cuales son posteriormente fundidos y formados a lingotes.

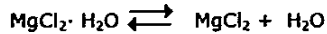
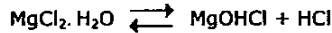


## MANUFACTURA.

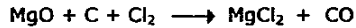
### Producción Electrolítica.

La reacción  $\text{MgCl}_2 \longrightarrow \text{Mg} + \text{Cl}_2$  produce 12.15 g de magnesio y 35.5 g de cloro por cada 96,496 Coulombs. A 725 °C tiene un calor de reacción de 599 kJ/ mol y una energía libre de Gibbs de formación de 481 kJ. En actividades unitarias esto significa una descomposición de voltaje de 2.5 v, una entrada eléctrica teórica de 5.5 kW· h / kg más una adicional energía térmica de de 4720 kJ/ kg. El voltaje actual de descomposición es 2.6 - 2.8 V, dependiendo de la concentración y naturaleza de las sales que componen el electrolito. La energía actual es también mucho más alta en rango, desde 11 a 22 kW· h / kg causado, en parte, por eficiencias de corriente de 80 - 90 %, pero primordialmente por pérdidas de carga en el electrolito, electrodos y conexiones.

En adición, la energía térmica es requerida para producir cloruro de magnesio en una forma conveniente para alimentar las celdas. Excepto para el proceso Dow, todos los procesos electrolíticos usan cloruro de magnesio anhidro. Llevando más allá la etapa deshidratante se produce hidroxicloruro de magnesio y ácido clorhídrico:



El cloruro de magnesio anhidro fundido ha sido producido extensivamente a partir de óxido de magnesio obtenido a partir de hidróxido de magnesio calcinado a partir de magnesita calcinada



La deshidratación de una sal doble de cloruro de magnesio y potasio o cloruro de amonio es comunmente utilizado en la extinta unión soviética. La deshidratación de carnalita produce una alimentación conteniendo moles iguales de cloruro de potasio y cloruro de magnesio convenientes para las celdas electrolíticas. La deshidratación de sales dobles de cloruro de magnesio y amonio da primariamente cloruro de magnesio porque el cloruro de amonio se disocia relativamente a baja temperatura (335° C). Un cloruro de hexaamin magnesio ha sido preparado tal que pueda descomponerse a cloruro de magnesio y amoniaco.

La deshidratación puede ser acompañada por solventes orgánicos tales como alcoholes o éteres cíclicos los cuales son fácilmente recuperables.

Estos métodos de deshidratación son todos consumidores de energía y costos. Los beneficios de usar cloruro de magnesio anhidro están primordialmente en el ahorro de consumo de los electrodos de grafito que permiten una configuración arreglada y una recuperación como subproducto de cloro concentrado.

#### **Proceso de agua de mar de Química Dow.**

La compañía Química Dow es el único productor de magnesio que utiliza cloruro de magnesio hidratado a partir de salmueras bajo tierra en Michigan. El cloruro de magnesio fue purificado mediante cristalización, rociado seco y briqueteado, y a su vez alimentado a celdas similares pero más pequeñas.

El ión magnesio está presente en el agua de mar a una concentración de 1200 ppm. Es precipitado a partir de agua marina como hidróxido de magnesio mediante la adición de dolima ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$ ) ó en grandes floculadores agitados. El hidróxido de magnesio es entonces colocado en espesantes Dorr. El sobreflujo entra en el sistema de agua de desperdicio de la planta donde es neutralizado y devuelto al océano. La corriente espesa es bombeada a filtros rotatorios donde se lava con agua de la etapa de purificación de  $\text{MgCl}_2$ . Entonces es bombeada a los neutralizadores donde es tratada con ácido clorhídrico y suficiente ácido sulfúrico para precipitar calcio en exceso como sulfato de calcio. El 35 % de la salmuera de cloruro de magnesio es producida sin evaporación auxiliar. La salmuera es filtrada para remover el sulfato de calcio y otros sólidos tales como arcillas y silica y es purificada más adelante para reducir la cantidad de sulfato y boro para ser devuelta a el secador. La salmuera purificada es secada mediante contacto directo con gases de combustión en un secador de lecho fluidizado para producir cloruro de magnesio con una composición de 73%. Estos son almacenados en grandes tanques de los cuales son alimentados a las celdas electrolíticas.

Las celdas son alimentadas semicontinuasmente y producen tanto magnesio y cloro. En la dilución, el gas cloro es dirigido dentro de hornos refractarios regenerativos y es convertido a HCl el cual es reciclado para neutralizar al hidróxido de magnesio. Las pérdidas de cloruros son reemplazadas con cloro, ácido clorhídrico ó cloruro de magnesio. Química Dow también tiene una patente de proceso para licuefacción de cloro gaseoso en dilución.

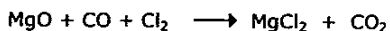
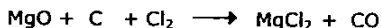
El Magnesio es colectado en compartimientos en la parte frontal de la celda de la cual es periódicamente bombeado a un carro de control computarizado operando a nivel de suelo, donde se transporta a un sistema de fundición donde es vaciado en un horno en el cual el metal es bombeado a moldes sobre un transporte continuo de moldes.

### **Proceso Norsk Hydro.**

La empresa Norsk Hydro en Noruega, es la segunda productora más grande de magnesio aparte de la extinta URSS. La planta arrancó en 1951; Los pasos básicos de este proceso se encuentran en el diagrama de flujo correspondiente.



Norsk Hydro produce cloruro de magnesio anhidro a partir de dolomita minada e hidróxido de magnesio obtenido a partir de agua de mar. El hidróxido de magnesio es calcinado a óxido de magnesio, mezclado con carbon y cloro gaseoso se produce Cloruro de Magnesio formado en pepitas. Estas pepitas son secadas y alimentadas dentro de la parte superior de un horno eléctrico calentado donde el cloro entra en la parte inferior. Las reacciones que toman lugar son:



Estas reacciones son exotérmicas y una vez iniciadas se sostienen así mismas. Impurezas tales como Boro y Sulfato son eliminadas en este paso. El cloruro de magnesio fundido es periódicamente almacenada dentro de crisoles y alimentada a celdas electrolíticas varias veces al día.

El cloro consumido puede ser reemplazado mediante la adición de cloro, ácido clorhídrico o salmuera de cloruro de magnesio.

Un proceso reciente usa solamente salmuera de cloruro de magnesio. Esto involucra una purificación diferente y etapas de secado, y es basado en el secado de un sólido hidratado en un ambiente de ácido clorhídrico. La salmuera de cloruro magnésico es concentrado a un 50 - 55 % y es envasado. Los envases son secados en lechos fluidizantes con HCl a 180, 250 y 330 °C. El agua es removida de HCl húmedo y es reciclado. El sólido, cloruro magnésico anhidro puede ser alimentado directamente a las celdas o bien almacenado para uso posterior.

#### **Proceso National Lead Industries Brine.**

National Lead Industries opera una planta de magnesio en Utah, la cual utiliza una salmuera superficial del Great Salt Lake como alimentación a una serie de recipientes de evaporación solar. La salmuera evaporada contiene 7.5 % de magnesio, 4% de sulfato, 0.5% de sodio, 0.7% de potasio, 0.1 % de litio y 20% de cloro. Esta salmuera es concentrada más adelante y tratada con cloruro de calcio. Los sólidos tales como sulfato de calcio y potasio y cloruros de sodio son eliminados en un espesador.

Más adelante la concentración prevee una alimentación para el secador tipo spray cuyos gases de desperdicio proveen calor para el proceso de concentración. Los secadores tipo spray convierten la salmuera a polvo de cloruro magnésico conteniendo un 4% de agua y otras sales las cuales abarcan el baño de la celda. Los secadores son calentados con gases provenientes de turbinas , las cuales generan algo de la energía usada para operar las celdas.

El polvo-spray seco de cloruro de magnesio es fundido en grandes reactores y más adelante es purificado con cloro y otros reactivos para remover el óxido de magnesio, agua, bromo, sulfato residual, y metales pesados. El cloruro de magnesio fundido es entonces alimentado a las celdas electrolíticas quienes son esencialmente una modificación de la celda tipo I.G. Farben. Solo una parte de cloro producido es requerido para cloración, produciendo más de 1 kg / kg de magnesio, estando el cloro disponible para venta como subproducto.

#### **Proceso American Magnesium Brine.**

La compañía American Magnesium opera una planta electrolítica de magnesio en Texas, usando salmueras subterráneas como fuente de materia prima.

La salmuera conteniendo 11 % de magnesio, 2 % de cloruro de calcio, y 12 % de cloruro de sodio es bombeada bajo tierra dentro de un gran sistema de pantanos de evaporación solar donde la concentración de magnesio es incrementada de 25 % que reduce la solubilidad de cloruro de sodio a 1%. La salmuera es entonces trasladada mediante una tubería a la planta donde más adelante es concentrada, purificada, y secada mediante rociado. La alimentación de secado-rociado es posteriormente purificada por cloración.

El cloruro de magnesio es electrolizado a menos de 150 kA en celdas antidiafragma (tipo URSS), adquirida bajo licencia exclusiva de EUA y modificada para ajustarse al proceso. La eficiencia de corriente está arriba del 80 % y el consumo de energía de corriente directa es de aproximadamente 15.4 (kW-h) / kg de magnesio. El magnesio fundido es removido mediante vacío y transportado a un horno de refinación donde es fundido para lingotes. El cloro es purificado y licuado por procedimiento convencional.

## Proceso USSR

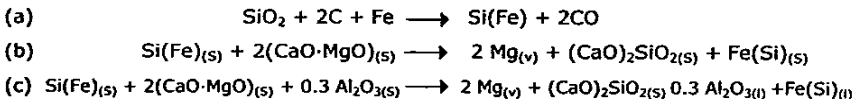
En la extinta Union Soviética, el magnesio es producido mediante electrólisis de carnalita ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl}$ ) ó cloruro de magnesio anhidro. Mucho del trabajo reportado en cuanto preparación de cloruro de magnesio anhidro parece que cuenta con variaciones de la deshidratación de HCl en una planta piloto a escala. Los datos presentados en la manufactura de carnalita anhidra parecen ser sobre una escala comercial.

Cuando la carnalita ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) fué deshidratada en grandes hornos rotatorios, el producto contuvo demasiado  $\text{MgO}$  y agua. El uso de lechos fluidizados ha elevado la calidad del producto, y las mejoras adicionales pueden ser atribuidas al uso de HCl diluido aún cuando una segunda etapa de deshidratación sea necesaria para producir una alimentación satisfactoria a la celda. Esta segunda etapa involucra un calentamiento eléctrico de  $800^\circ$  a  $850^\circ$  C en el cual el agua y ácido clorhídrico no se proyectan y el óxido de magnesio es eliminado en la fundición ya sea por reacomodo o cloración en presencia de carbón.

Las celdas electrolíticas tipo sin diafragma empleadas en la extinta URSS ofrecen la ventaja de que entre los espacios del ánodo y el cátodo forman un trabajo unitario común que debería simplificar la recolección del metal y el cloro.

## Reducción Térmica

En el proceso de reducción térmica el óxido de magnesio como un componente de dolomita calcinada, reacciona con un no metal tal como silicio para producir magnesio. El silicio es usualmente aleado con fierro.

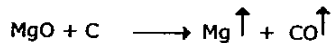


La ecuación (a) tiene un requerimiento teórico de energía de 7.41 a 8.75 (kW·h)/kg de silicio, dependiendo de que tanto el calor sensible del monóxido de carbono es utilizado en precalentar los reactivos. La ecuación (b) representa el estado sólido de la reacción del proceso Pidgeon y requiere 4.02 (kW·h)/kg de energía térmica. La ecuación (c) representa el estado líquido de la reacción usado en el proceso Magnetherm y requiere 6.05 (kW·h)/kg de magnesio. La energía teórica total es así de 8.29-11.08 (kW·h)/kg de magnesio.

Los requerimientos de energía actual son más altos por las pérdidas en los hornos y por cantidades estequiométricas mayores que la de los reactivos usados. Los requerimientos de energía actual para producir 80% de silicio-hierro son 8.8 (kW·h)/kg de aleación. El proceso Magnesiotérmico requiere 1.1 kg de aleación por kg de magnesio más 9.9 (kW·h)/kg de magnesio dando un total de requerimiento de energía actual de 19.58 (kW·h)/kg de magnesio.

### Proceso Carbotérmico

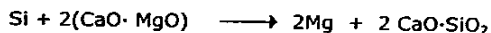
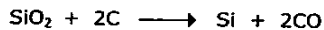
En la planta Kaiser en California el óxido de magnesio fue reducido con carbón usando una descarga de enfriamiento modificada. La reacción



es reversible tomando lugar a 1 atm de presión a 1850°C y a temperaturas y presiones mayores. Ambos productos están en fase vapor a esta temperatura. En orden de recuperar el magnesio, se debe alcanzar la temperatura de burbuja rápidamente para prevenir reversión. La descarga enfriadora produce mucho polvo de magnesio finamente dividido el cual es pirofórico. La dificultad en separar este polvo de el medio extinguido fué la principal razón de la falla económica de este proceso.

### Proceso Silicotérmico

Este proceso está basado en la reacción de silica con carbón para obtener silicio metálico el cual es subsecuentemente usado para producir magnesio mediante la reacción con dolomita calcinada.



El proceso Pidgeon y Magnetherm emplean este procedimiento.

## **Proceso Pidgeon**

El proceso Pidgeon es un proceso batch en el que la dolomita y el silicio (usualmente como el 75 - 90 % de ferrosilicio) están medidos, briqueteados y cargados a las retortas de aleación níquel-cromo-acero calentados ya sea eléctricamente o con gas. La retorta es equipada con baffles removibles y una sección de condensación que se extiende desde el horno y es enfriada con agua.

La retorta opera a bajas presiones (0.1 mm de Hg) y a una temperatura de 1150 °C y el condensador aproximadamente a 500 °C. Un tiempo de 8 hrs es usualmente requerido para producir una coronilla de 14 a 23 kg de magnesio. Estas altas purezas de las coronillas son refundidas y convertidas a lingotes. El proceso fue diseñado en la planta de Chromasco Ltd en Ontario, una de las pocas plantas que operan hoy en día.

Grandes retortas internamente calentadas o bien hornos también han sido desarrollados. I.G. Farbenindustrie desarrolló un horno de resistencia eléctrica. Un horno radiante de Knapsack - Griesheim fué reportado en 1961. El proceso Amati operado en Italia produce cargas de 455 kg o más por ciclo.

## **Proceso Magnesiotérmico**

En este proceso, alúmina suficiente es añadida a la escoria fundida de silicato de calcio que se forma a 1500 °C. Esto permite al reactor ser calentado mediante resistencia eléctrica de la escoria y más adelante permite a los productos de reacción ser desarrollados en el estado fundido. Estos principios fueron primero aplicados en 1946 y han sido desarrollados por Pechiney-Ugine-Kuhlmann de Francia refinados en el estado actual .

El horno consiste de un caparazón de acero resistente alineado con concreto refractario con aislamiento térmico. La hoguera es alineada con bloques de carbón y su parte inferior es conectada a la fuente de poder. La energía entra a través de un electrodo simple central enfriado por agua sellado a un cilindro de grafito. La escoria se congela alrededor del cobre enfriado por agua y la corriente pasa desde el grafito a través de la escoria fundida a la hoguera de carbón.

El horno es operado a 1600 °C y a 30 mm de Hg. Los reactivos son almacenados en arcones separadamente arriba del horno y entonces alimentados intermitentemente y secuencialmente. Aproximadamente 0.45 kg de bauxita calcinada o 2.7 kg de dolomita, y de 0.45 a 0.50 kg de ferrosilicón son requeridos para producir 0.45 kg de magnesio metálico. La dolomita debe estar como polvo libre.

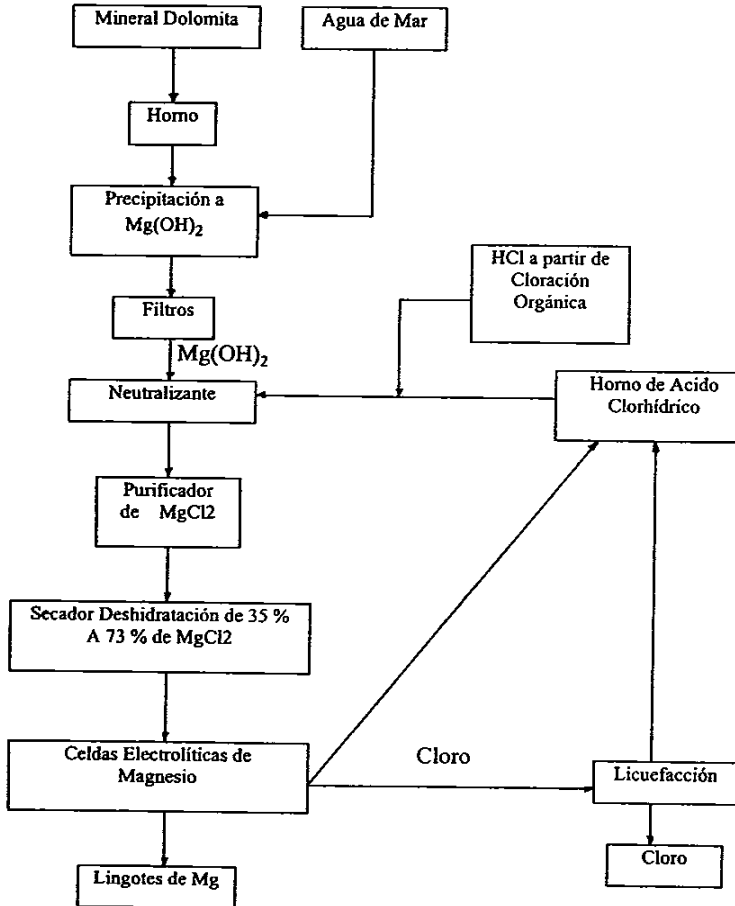
Como los reactantes son alimentados al horno, el magnesio es envuelto y pasa a través de la cámara de condensación. El magnesio es recolectado como líquido y es depositado a un recipiente recolectante donde se solidifica. La escoria es entonces retirada dos veces al día mediante la inserción de argón dentro de un horno para romper con el vacío. La escoria de salida es eléctricamente balanceada y el silicato de calcio-aluminio fundido es apagado en agua para estabilizar la escoria, la cual puede ser usada como cemento. Aproximadamente 5.9 kg de escoria son producidos por cada kilogramo de magnesio. El ferrosilicio residual conteniendo 20% de silicio es removido y puede ser usado como aleación de silicio de bajo grado. El recolectado de magnesio es removido una vez al día y el magnesio es refundido, aleado, si es requerido, y entonces convertido a lingote.

# DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESOS

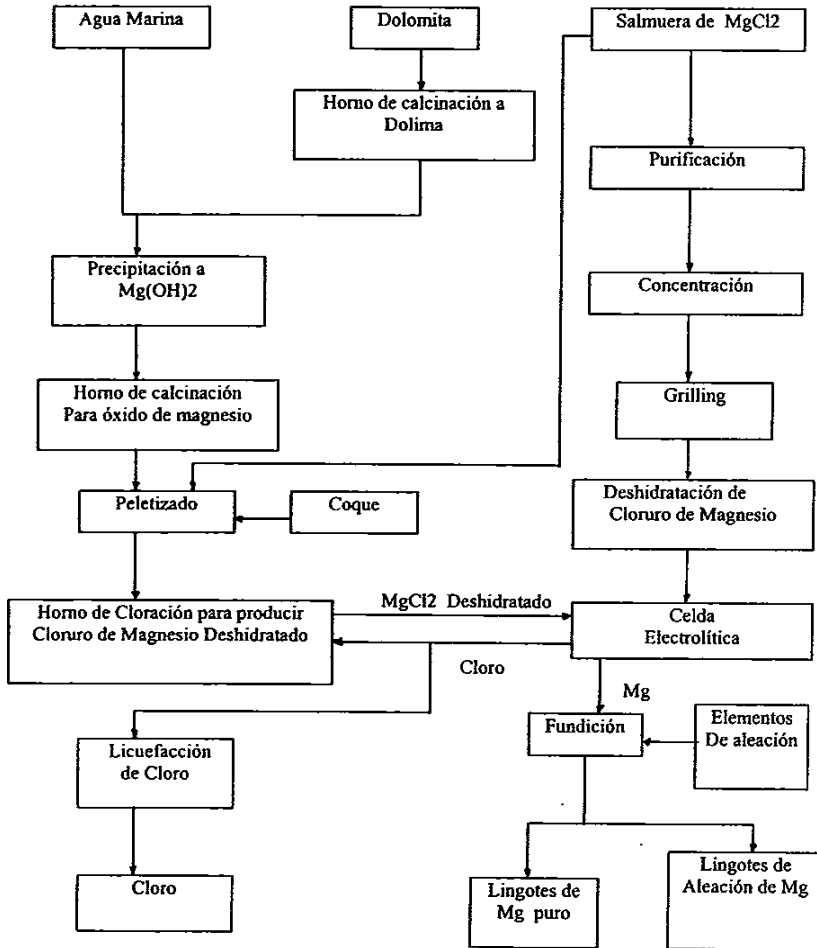
## Proceso de Extracción de Química Dow

### Proceso de Cloración

### Proceso de Salmuera

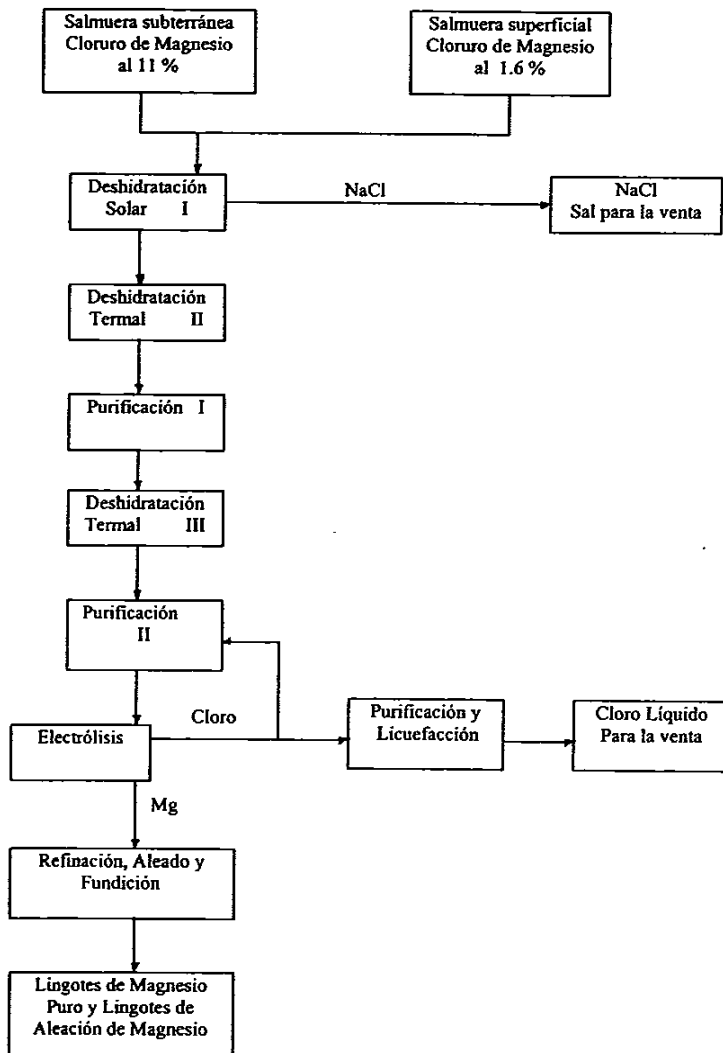


## Proceso de Magnesio Norsk Hydro

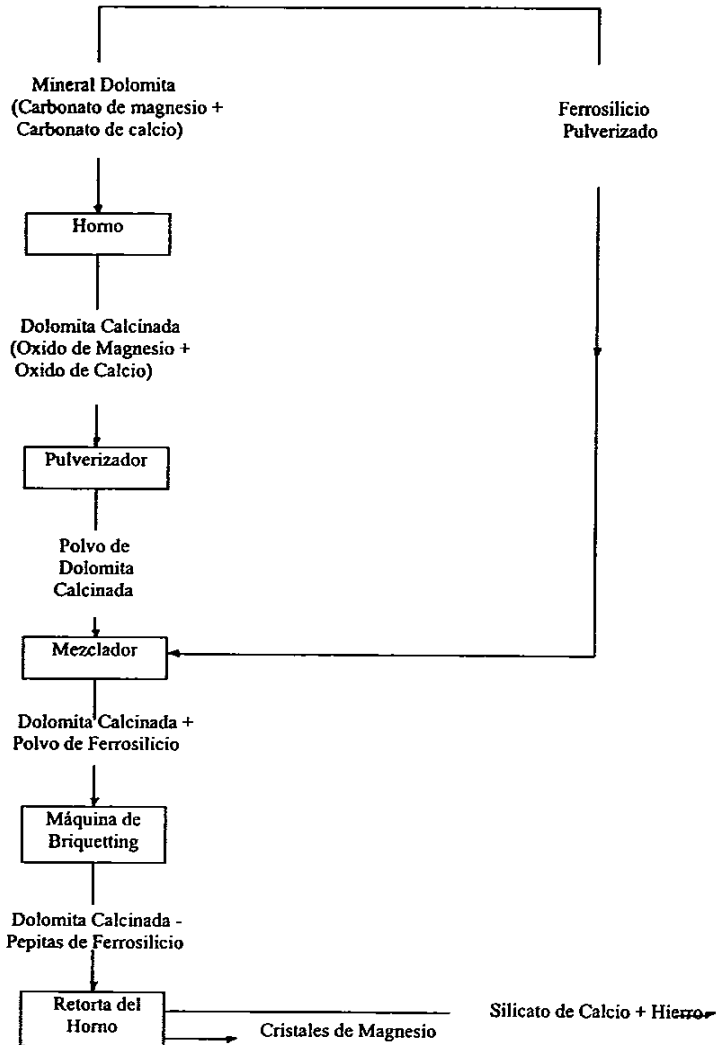




## Proceso American Magnesium Brine y Proceso National Lead Industries Magnesium



**Proceso Pidgeon Ferrosilicio Magnesio**  
**Proceso Magnesiotérmico**



### 1.3 Propiedades del Magnesio

Las propiedades del magnesio en su forma metálica pueden ser divididas en 3 categorías: Físicas, Químicas y Mecánicas.

#### 1.3.1. Propiedades Físicas

Las propiedades Físicas en su mayoría otorgan al magnesio distintas calidades que determinan algunos de sus usos.

Propiedad	Valor
Número Atómico	12
Peso Atómico	24.31
Volumen atómico	14 cm <sup>3</sup> / g-atóm
Estructura Cristalina	Hexagonal compacto
Parámetros reticulares $a_0$ $c_0$	0.3203 nm 0.5199 nm
Relación Axial $c/a$	1.6240
Números Másicos de Isótopos	24, 25, 26
Punto de Fusión	650 °C
Punto de Ebullición	1107 °C
Calor Latente de Fusión	0.37 MJ/ kg
Calor latente de Evaporación	5.25 MJ/ kg
Calor de Combustión	25.10 MJ/ kg
Calor Específico a 20 °C	1030.00 J/ kg·°K
Calor específico a 600 °C	1178.00 J/ kg·°K
Resistividad Eléctrica a 20 °C	4.45 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$
Conductividad Térmica a 25°C	155 W / m· °K
Coefficiente Lineal de Expansión Térmica.	a 20 °C $25.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$ de 20-300 °C $27-28 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$
Densidad (sólida)	a 20 °C 1738 g / cm <sup>3</sup> a 600°C 1622 g / cm <sup>3</sup>
Densidad (líquida)	arriba de 650°C $1.834 - 2.647 \times 10^{-4}T$
Potencial Redox Standard	2.372 V

### **1.3.2. Propiedades Químicas.**

El magnesio arde en el aire con una intensa flama blanca. La temperatura de ignición es de 645 °C en aire seco pero disminuye cuando el contenido de humedad se incrementa. El magnesio ardiendo reacciona violentamente con el agua . El fuego es extinguido con cloruro de magnesio, alcali cloruros, arena seca, o una esponja de hierro seco. El magnesio reacciona con cloro gaseoso para formar cloruro de magnesio y con nitrógeno a 500 °C para formar nitruro de magnesio.

El magnesio puro tiene una alta resistencia a la corrosión porque su actividad galvánica es baja. La contaminación con metales pesados (usualmente cobre, hierro y níquel), cloruros y óxidos o nitruros combinados con exposición de cloruros conteniendo soluciones sobre superficies intratables. Fuertemente promueve la corrosión debido a la gran actividad galvánica. El metal es disuelto por la mayoría de los ácidos orgánicos e inorgánicos.

Una capa protectora de hidróxido de magnesio-agua insoluble es formada cuando el magnesio es expuesto al aire húmedo o al agua limpia a temperatura ambiente. El magnesio es resistente a soluciones de hidróxidos alcalinos, ácidos fluorhídricos, flúor y compuestos del flúor (incluyendo difluoruro de amonio hidrógeno) debido a la formación de películas protectoras de fluoruros e hidróxidos.

La capacidad del magnesio para formar películas protectoras estables de óxidos, cromatos, fosfatos, sulfatos, y fluoruros es explotada comercialmente en sistemas con recubrimiento protector usados como básicos para pinturas o como revestimiento final.

### **1.3.3 Propiedades Mecánicas**

Su módulo dinámico de elasticidad es 45 Gpa, y su módulo estático de elasticidad 43 Gpa. El magnesio puro no es usado para aplicaciones estructurales comerciales aun cuando el metal tiene una alta capacidad al amortiguamiento y es fácilmente maquinado y formado en figuras mediante fundición o procesos térmicos de formación.

## Propiedades Mecánicas de Magnesio a 20 °C

	Intensidad MPa	Rendimiento de Intensidad MPa	Rendimiento de Intensidad de Compresión MPa	Porcentaje de * Elongación	Dureza ** Brinell
<b>Molde de Arena (Espesor 13 mm)</b>	90	21	21	2 6	30
<b>Extrusión (Espesor 13 mm)</b>	165 205	69 105	34 55	5 8	35
<b>Placas de Rolado Extremo</b>	180 220	115 140	105 115	2 10	45 47
<b>Placas Templadas</b>	160 195	90 105	69 83	3 15	40 41

Consideraciones: \* En 50 min.    \*\* Con 500 kg de carga, 10 mm de diámetro

### 1.4. Usos del Magnesio

Entre los elementos del grupo II de la tabla periódica solamente el magnesio es de uso industrial importante. A pesar de su alto potencial de oxidación, el magnesio puro y sus aleaciones se corroen muy lentamente aún en aire húmedo. Sobre la superficie del metal expuesto, se forma una película auto-protectora delgada, duradera e impermeable de  $Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3$ , un carbonato básico. La película resiste la corrosión posterior oxidativa.

En virtud de su alto potencial de oxidación, el magnesio es usado como agente reductor en metalurgia del berilio, el titanio y el circonio, y para la protección catódica del hierro y el acero contra la corrosión.

El Magnesio, además de su uso principal en aviación, se emplea como anodo en la producción de estructuras metálicas enterradas, calentadores de agua y tanques en distintos servicios, en el fotograbado y en la pirotecnia.

Las aplicaciones del Magnesio como reactivo son:

- 1.- Reducción de las sustancias refractarias de Titanio Circonio y Uranio.
- 2.- En la producción de la fundición ductil.
- 3.- Desoxidación de los metales no férreos.
- 4.- Desulfuración de Hierro.
- 5.- Manufactura de productos Químicos, Silíciones, etc.
- 6.- Afino de metales del grupo del platino.

Otros usos de gran relevancia del Magnesio se enlistan a continuación:

### **Aleaciones de Aluminio**

El más grande y simple uso del Magnesio es como elemento aleante en aleaciones de aluminio. Las aleaciones de Aluminio-Magnesio han mejorado ductibilidad, resistencia a la corrosión con agua de mar y mejoramiento en las propiedades criogénicas. Las formas usuales son lingotes de 1-25 Kg pesando desde 250 a 500 Kg. El mercado creciente de esta aplicación depende del crecimiento de Aluminio y del la eficiencia de reciclado de fragmentos de Aluminio, particularmente en latas de bebidas.

### **Desulfuración y Nodulación.**

En la industria del hierro y acero el Magnesio es empleado para la desulfuración y Nodulación. Magnesio particulado solo o mezclado con otro ingrediente es inyectado dentro de fundiciones de hierro crudo. El típico consumo de Magnesio para desulfuración de acero bajo en hierro es 0.5 Kg por tonelada de acero. El Magnesio también promueve la transformación de carbón laminar a globulos en hierro amorfo o nodular. Para este propósito el metal es añadido también con ferrosilicio como un elemento aleante o directamente en la forma de bultos, coque impregnado, o granulos.

El Magnesio tiene un efecto modificante en las inclusiones no metálicas en acero. El efecto y las formas usuales son estudiadas.

### **Aleaciones con base en Magnesio**

Estas aleaciones son normalmente entregadas como lingotes aleados a partir de productores primarios. Las aleaciones de Magnesio son usadas para fundición sometida a presión, aplicaciones estructurales, numerosas aplicaciones ligeras (automotrices, herramientas de mano, computadoras, etc) y donde la capacidad humectante del metal es de importancia. Las aleaciones Magnox basadas en Magnesio son usadas en formas de extrusión como materiales enlatados en reactores nucleares enfriados con gas (Calder-Hall) por su pequeña área de absorción de neutrones.

### **Aplicaciones Químicas**

Estas incluyen el uso del Magnesio como reactivo en la producción de Titanio y Zirconio mediante el proceso Kroll, la reducción de Fluoruro de Uranio a Uranio metálico, y en la producción de Berilio y Hafnio. El Titanio constituye por mucho el segmento de mayor uso en este grupo, siendo el Magnesio añadido en forma de lingotes. El Cloruro de Magnesio del proceso Kroll es electrolizado para recuperar El Magnesio y el Cloro. El requerimiento de Magnesio normal para compensar las pérdidas es de 0.1 Ton por tonelada de titanio.

El Magnesio para la producción de Uranio metálico tiene un contenido limitado y específico de Boro, Cadmio, y elementos de tierras raras incluyendo Gadolinio, Samario, Europio y Disproso.

El uso de Magnesio Particulado, en síntesis de Grignard ha sido declinado, debido principalmente al uso restringido del Tetraetilplomo.

### **Otros Usos**

Restricciones europeas sobre Aluminio en agua potable han estimulado el uso de anodos de magnesio para tanques de agua caliente. Las baterías de Magnesio para propósitos militares y sistemas de rescate combinan peso ligero y alto contenido de energía.

El Magnesio en forma Pura (preferentemente en polvo atomizado) se combina notablemente con el Hidrógeno para la formación de Hidruro de Magnesio el cual puede ser liberado en un proceso reversible. El Hidruro de Magnesio tiene una alta concentración de Hidrógeno por unidad de volumen que el Hidrógeno Líquido.

La reversibilidad de este proceso depende de la actividad superficial de el polvo. El Magnesio como transportador de Hidrógeno podría presentar un uso a futuro.

### 1.5. Aleaciones

Los metales puros pueden ser aleados con otros metales para conferirles la necesaria consistencia y otras cualidades requeridas para aplicaciones estructurales. Algunas aleaciones comunes de magnesio son listados a continuación junto con sus composiciones químicas, principales características y usos típicos:

<b>Efecto de Magnesio en las Propiedades</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Aleación Base: Aluminio</b>	
Incrementa las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión. Facilita el tratamiento a base del calor	La refundición puede reducir el contenido de Mg, quien podría ser reemplazado mediante la adición de mg puro a cucharones de fundición
<b>Aleación Base: Cobre</b>	
Permite el endurecimiento estructural y mejora la resistencia a la tracción (Tensión Máxima)	En la práctica de fusión de una aleación de cobre el mg es principalmente usado como deoxidante en aleaciones tales como Cobre, níquel; Zinc y Latón plomoso y Bronces
<b>Aleación Base: Plomo</b>	
Incrementa el endurecimiento estructural y la pureza	En aleación sólo en pequeñas cantidades; El Mg también es usado como un desbutanizador en la refinación primaria de Plomo



<b>Aleación Base: Níquel</b>	
En combinación con el carbón forma una aleación de endurecimiento estructural y la dureza	Como ocurre con las aleaciones de Cobre; El principal uso del Mg es el deoxidar y sulfurizar metales incluyendo Ni puro y aleaciones de Ni-Cr así como Ni-Cu
<b>Aleación Base: Estaño</b>	
Incrementa el endurecimiento estructural y la tenacidad	El efecto en la fuerza resistente es extremo, aunque el Mg puede disminuir la resistencia a la corrosión y a la ductibilidad

<b>Efecto de Magnesio en las propiedades</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Aleación Base: Zinc</b>	
Mejora la estabilidad dimensional y reduce la corrosión intergranular de fundición de troqueles de Zinc; En láminas de Zinc el Magnesio refina los granulos e incrementa la dureza y la fuerza de arrastre	También usado en cojinetes metálicos de Zinc y en dados o troqueles metalmecánicos de aleaciones de Zinc.

Los usos estructurales de las aleaciones del Magnesio son varios de las cuales destaca entre sus cualidades el factor ligereza. Como consecuencia las aleaciones del Magnesio han sido usadas en aviación y vehículos espaciales, camiones, contenedores y materiales de equipo manual entre otros.

Las aleaciones de Magnesio en sus varias formas pueden ser tomadas en cuenta a futuro para seguir cubriendo necesidades reales en productos, los cuales deben ser construidos con un mínimo peso para superar la inercia, conservar el poder y reducir la fatiga del trabajador.

Una consideración importante en cuanto a reducción de peso de equipo manualmente manejado es el factor seguridad, el equipo ligero en peso significa un manejo más fácil, menos lesiones y una reducción considerable de tiempo perdido a causa de accidentes.

### Otros Usos Importantes del Magnesio

<b>MEDICINA</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En dosis adecuadas es útil para la estabilizar la presión	Contribuye a normalizar la presión sanguínea
Para arrastre y acomodo de calcio	Arranca el calcio calcificado de los lugares indebidos y los coloca solidamente en los huesos
En dosis adecuadas para consumo normal en personas	Contribuye a la salud en forma general en personas
en dosis adecuada en uso para estrés, nerviosismo y fatiga	Controla y modera los síntomas presentados en las personas
Como tranquilizante indirecto para combatir ansiedad tipo insomnio, bulimia y anorexia	Ayuda a aliviar las tensiones, propiciando el sueño contra el insomnio

Por último mencionaremos que el Magnesio puede adquirirse sin necesidad de receta médica, en las farmacias y en las tiendas de alimentos para la salud. El magnesio también puede ingerirse en las comidas. El cuadro siguiente muestra algunos alimentos comunes conteniendo Magnesio incluyendo la cantidad y calorías que tiene, mencionando que desafortunadamente para los que comúnmente guardan dieta, este elemento es alto en calorías:

<b>ALIMENTOS</b>	<b>MAGNESIO mg/100g</b>	<b>CALORIAS / 100g</b>
<b>Cacao en Polvo</b>	400	505
<b>Almendras</b>	250	620
<b>Judías Blancas</b>	150	330
<b>Pan Integral</b>	150	260
<b>Hojuelas de Avena</b>	135	370
<b>Nueces</b>	135	660
<b>Arroz Integral</b>	120	360
<b>Arroz Blanco</b>	28	360
<b>Chocolate</b>	197	530
<b>Lentejas, Higos, Dátiles</b>	80	340
<b>Melocotones Secos</b>	70	275
<b>Espinacas</b>	55	25
<b>Carnes y Pescados</b>	30	180
<b>Pan Blanco</b>	30	260
<b>Guisantes</b>	30	80
<b>Naranjas</b>	10	40

**CAPITULO II**  
**COMPUESTOS NATURALES DEL MAGNESIO Y**  
**SUS USOS PRINCIPALES**

## 2.0 Introducción

Los minerales carbonatados contienen al ión  $\text{CO}_3^-$  como unidad fundamental aniónica. Los minerales carbonatados pueden ser clasificados en : (1) Carbonatos Normales Anhidros, (2) Carbonatos Normales Hidratados, (3) Carbonatos Ácidos (Bicarbonatos) y (4) Compuestos Carbonatados conteniendo Hidróxidos, Haluros u otros aniones en adición al carbonato.

La mayoría de los minerales carbonatados comunes pertenecen al grupo (1), los cuales pueden ser adicionalmente identificados conforme a sus estructuras. Los carbonatos romboédricos son tipificados por la Calcita  $\text{CaCO}_3$  y por la Dolomita  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ . La Magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) pertenece a aquellos minerales clasificados que tienen la estructura de la Calcita, mientras que la Dolomita pertenece a su misma identificación.

### 2.1.1 Dolomita ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ )

La Dolomita es un carbonato doble de Calcio y Magnesio de color blanco, grisáceo o azulado, de grano fino a grueso, semejándose a la caliza. Por metamorfismo, al igual que la Caliza, puede marmorizarse produciendo entonces mármol dolomítico.

Se encuentra ampliamente distribuida, tanto geológica como geográficamente. Por lo general se presenta en grandes depósitos sedimentarios, en ocasiones interestratificados con otros sedimentos y asociada con calizas y rara vez con Magnesita.

Aunque la verdadera Dolomita es representada por la fórmula ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ) que es equivalente a un 45- 65 %. El  $\text{MgCO}_3$  en el comercio con el término Dolomita es a menudo usado para designar rocas que contienen los minerales Dolomita, Calcita, y Magnesita, teniendo un contenido de  $\text{MgCO}_3$  que puede variar entre 10 -40 %.

En este carbón mineral a menudo se le encuentra con pequeñas cantidades de Hierro, Manganeseo o calcio, los cuales pueden sustituir algo de magnesio; Cobalto, zinc Plomo y Bario son más raramente encontrados.

La Dolomita tiene una simetría hexagonal (romboédrica) y una estructura similar a la calcita, pero con capas alternadas de iones de calcio, siendo completamente reemplazadas por Magnesio, así cada capa de iones CO<sub>3</sub><sup>-</sup> se posiciona entre una capa que consiste únicamente de iones Ca 2+ y otra consistente de iones Mg 2+. Este arreglo ordenado de los cationes distingue la estructura de la Dolomita de la Calcita.

La Dolomita es un mineral muy común y se encuentra en una variedad de arreglos geológicos. Es a menudo encontrada en rocas ígneas ultrabásicas, notablemente en carbonatos y serpentinas, en sedimentos de carbonatos metamorizados donde puede recrystalizarse para formar mármoles de Dolomita y venas hidrotérmicas.

El primordial lugar donde aparece la Dolomita es en depósitos sedimentarios, donde se constituye el mayor componente de la roca Dolomita y está presente frecuentemente en la cal.

La Dolomita es normalmente blanca o incolora con una gravedad específica de 2.9 y una dureza de 3.5-4 en la escala de mohs. Puede ser distinguida de la Calcita por su reacción extremadamente pobre con ácido diluido frío.

### Usos Industriales Dolomita (MgCO<sub>3</sub>.CaCO<sub>3</sub>)

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de ladrillos refractarios para forraje de paredes de Hornos para fabricación de acero.	Buena resistencia a alta temperatura y alargar tiempo de vida útil del revestimiento
Fabricación de Acero bajo en carbón e inoxidable	Prevención de cavidades Microscópicas en el acero
Sinterizado de algunos minerales de hierro	Contribuye a formación de conglomerados de hierro para posterior tratamiento.
Desulfurización de hierro fundido	Eliminación o remoción de impurezas como el azufre

## ACERO

Aplicación	Beneficio
Polvo añadido al acero en su producción	Buena resistencia del acero a formar escoria

## CEMENTO Y CONSTRUCCION

Aplicación	Beneficio
Fabricación de cemento tipo Sorel y blanco, así como yeso en la construcción de edificios.	Mantener consistencia no deformable del cemento y buena resistencia al agua
Producción de refractarios para clinker	Buena resistencia a las altas temperaturas generadas en hornos
Fabricación de Cemento en hornos rotatorios	Mantener tamaño definido de partícula de cemento para optima textura o rigidez
Fabricación de pavimento y techumbre	Buenas propiedades de dureza y consistencia
Fabricación de Asfalto	Excelentes propiedades de endurecimiento

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Manufactura de membranas cerámicas para filtración de agua	Buenas propiedades de rigidez, consistencia y economía
Manufactura de Porcelana	Ofrece buenas propiedades de Blancura
Fabricación de Azulejos	Buenas propiedades de Consistencia
Fabricación de Esmaltes y Barnices	Buena resistencia al uso protegiendo el material a recubrir
Fabricación de Semiconductores	Excelentes propiedades Dieléctricas

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Botellas de vidrio	Buenas propiedades de porosidad y consistencia
Manufactura de Vidrio Poroso	Ofrece buenas propiedades de porosidad

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Formación de Binder en Laminación Textil	Buenas propiedades del polvo a alta temperatura
Manufactura de Vidrio Poroso	Ofrece buenas propiedades de Porosidad
Fabricación de Fertilizantes	Buena economía y disponibilidad
Adición en Pinturas	Buenas propiedades antiherrumbre
Removedor de gases tales como H <sub>2</sub> S, S <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> y contaminantes	Buen comportamiento como agente absorbente
Manufactura de MgSO <sub>4</sub> y Mg(OH) <sub>2</sub> y Wolastonita sintética	Buena materia prima por su disponibilidad y economía
Como catalizador en procesos de craqueo de caucho	Promueve la reacción
Como abrasivo en Limpieza de Metales	Buenas propiedades de pulido



### **2.1.2. Magnesita (MgCO<sub>3</sub>)**

La Magnesita es un mineral constituido por Carbonato de Magnesio, con impurezas de Hierro y Calcio. Se encuentra formando masas terrosas, granulares y compactas.

Su génesis puede agruparse en tres variantes: por la alteración, tanto de serpentinas como de rocas sedimentarias y por el reemplazamiento de sedimentos calcáreos a través de soluciones ricas en Magnesio.

Esta es la forma mineral del Carbonato de Magnesio MgCO<sub>3</sub>. El Fierro, el Manganeseo, y el Cobalto pueden reemplazar algo de magnesio en la magnesita.

Este tiene una simetría hexagonal (romboédrica). Es generalmente blanco, aunque impurezas de fierro pueden darle un tinte cafe. Su gravedad específica es 3 y su dureza de acuerdo a la escala de Mohs es de 4.

La Magnesita es estable hasta 740 °C a 67 Mpa (Mega Pascales) y 850 °C a 200 MPa.

Conforme a su composición teórica, está formada por 47.80 % de MgO y 52.20 % de CO<sub>2</sub>, se le encuentra en dos variedades físicas, cristalino y compacto o amorfo.

En los depósitos cristalinos el Carbonato de Magnesio es frecuentemente reemplazado en parte por Carbonato Ferroso y cuando este constituyente excede el 5 % el mineral es tipificado como Breunerita, grandes depósitos de éstos se encuentran en Austria.

El modelo Compacto o Amorfo de la Magnesita a veces denominado Crupto cristalino es un mineral blanco porcelana, enseñando una no muy bien definida estructura cristalina. Los depósitos que frecuentemente producen magnesita contienen un 98 % El MgCO<sub>3</sub> ha sido trabajado en varios países.

La Magnesita Compacta de buena calidad, usualmente no presenta más del 3 % de impurezas principalmente CaCO<sub>3</sub> con óxido de fierro no mayor a 0.2 %

## Usos Industriales Magnesita (MgCO<sub>3</sub>)

<b>ACERO Y ALUMINIO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Forraje de hornos para Producción de Acero	Revestimiento resistente a alta temperatura y tiempo de vida útil
Recubrimiento de crisoles en fundición de Aleaciones de Aluminio	Buena resistencia a la alta temperatura manejada en los hornos
Recubrimiento de Moldes para fundición	Prevención de cavidades microscópicas en el Acero
Manufactura de lingotes y contenedores de Acero	Acero con resistencia a la formación de escoria; Tiempo de vida mayor en tanques
Fabricación de varillas de acero	Favorece el tiempo de vida útil de las varillas
En fundición de Acero	Buenas propiedades de prevención a la escoria

<b>CEMENTO Y CONSTRUCCION</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de cemento en bloques por calcinación en hornos rotatorios	Ofrece buena consistencia textura y rigidez al cemento
Manufactura de Yeso	Confiere gran consistencia y textura del yeso
Manufactura de material de construcción decorativo	Ofrece buena consistencia textura y rigidez al material
En formación de binders para fabricación de pisos	Confiere grandes propiedades de no humedad al material tratado
Manufactura de Concreto Ligero	Buenas propiedades de Textura y Rigidez

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Mármol para decoración de cocinas	Excelentes propiedades decorativas al material
Manufactura de Porcelana para artículos	Confiere buenas propiedades de blancura a la porcelana
Manufactura de azulejos	Buena consistencia y rigidez
Manufactura de Vidrio	Ofrece gran porosidad y consistencia al vidrio

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Magnesia calcínada de alta pureza	Buenas propiedades de remoción de impurezas
Manufactura de Fertilizantes de Amonio-Magnesio	Buena economía y disponibilidad
Manufactura de Hidróxido de Magnesio	Abundancia suficiente y Economía
Manufactura de Fertilizantes de Amonio-Magnesio	Buenas propiedades de acondicionamiento para la tierra
Manufactura de Sulfato de Magnesio	Como materia prima económica y disponible
Manufactura de Magnesio	Como Materia Prima económica y disponible
Manufactura de Alúmina	Como Materia Prima económica y disponible

## 2.2. Silicatos

Todos los silicatos están constituidos en base a una unidad fundamental estructural  $\text{SiO}_4(4-)$ . La estructura cristalina puede estar apoyada en grupos aislados  $\text{SiO}_4(4-)$  o bien que cada uno de los 4 oxígenos pueda estar unido a uno y dos iones (Si) silicio o grupos  $\text{SiO}_4$  compartidos para formar grupos aislados complejos o también por cadenas indefinidamente grandes o por estructuras tridimensionales. Mezclas de estructuras en donde más de un tipo de tetraedros compartidos están presentes son conocidos.

Los silicatos son clasificados conforme a la naturaleza de su capacidad de compartir o unirse basado por un estudio de difracción de rayos X.

Una forma abreviada de tal clasificación esta dada en la siguiente tabla:

<b>Tipo Ejemplos</b>	<b>Naturaleza de la unión Si / O</b>	<b>Relación Si / O</b>
Nesosilicatos	Grupos $\text{SiO}_4(4-)$ aislados	1:4 Olivina, Garnet
Borosilicatos	Grupos compuestos aislados	2:7 Berilo
Borosilicatos	Grupos compuestos aislados $\text{Si}_2\text{O}_7$ , $\text{Si}_6\text{O}_{18}$	6:18 Thortveitita
Inosilicatos	Cadenas y bandas extendidas dimensionales	1:3 Anfíbolos 4:11 Piroxenos
Filosilicatos	Hojas Extendidas Bidimensionales	2:5 Arcillas, Talco Clorita, Mica
Tectosilicatos	Arreglos tridimensionales	1:2 zeolitas

Los silicatos fueron usualmente considerados como sales de ácidos silícicos, varios de ellos hipotéticos y una clasificación química como ortosilicatos, metasilicatos y parecidos fué aplicada.

### 2.2.1 Olivina (Mg. Fe(SiO<sub>4</sub>))

El mineral, que tiene un fórmula MgOFeOSiO<sub>2</sub>, a menudo se encuentra en cristales ortorrómbicos verdes-amarillentos, teniendo una gravedad específica de 3.4 y una dureza de 6.5; conforme a esta fórmula la olivina debería contener 23.4% de MgO; 41.7% de FeO; y 34.9% de SiO<sub>2</sub>. Es el principal constituyente de la roca Dunita.

La olivina es un nesosilicato, el cual comprende una sólida y completa solución en series desde el miembro puro de Hierro Fayalita, Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, hasta el miembro puro de Magnesio la Forsterita Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>.

Los minerales de composiciones intermedia les han sido dados sus propios nombres pero usualmente son designados como simple olivina. Las variedades ricas en Magnesio son más comunes que las ricas en Hierro.

La olivina es encontrada en algunos tipos de cal cristalinas pero aparece principalmente como una forma de roca mineral en rocas ígneas. Varía grandemente en cantidad desde un accesorio hasta como el principal constituyente de formación de rocas. Aunque puede presentarse en granitos y otra rocas ligeramente coloreadas, se encuentra principalmente en rocas oscuras como basalto y perodito. La roca Dunita es compuesta casi completamente por olivina.

#### Usos industriales Olivina (Mg.Fe(SiO<sub>4</sub>))

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En refractarios para uso común en hornos	Gran resistencia a altas temperaturas
Como materia prima en la producción de Sulfato de Magnesio	Buena alternativa económica

### 2.2.1 Serpentina (Mg<sub>6</sub>(OH)<sub>6</sub>. Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>. H<sub>2</sub>O)

La serpentina es una roca muy usada como piedra decorativa y llamada frecuentemente por el vulgo Marmol.

Tiene aproximadamente la misma dureza y densidad que el marmol ordinario y en general es más resistente no teniendo estructura cristalina; se compone esencialmente de Silicato de Magnesia Hidratado con más o menos hierro. Un análisis de la roca serpentina, de densidad 2.59 dió: Sílice, Alúmina, Oxido Férrico, Oxido Ferroso, Oxido de Níquel, Oxido crómico, Magnesia, Potasa, Sosa y Agua. Como esta roca de serpentina consta principalmente de una especie de mineral simple, el nombre de serpentina se aplica también al mineral puro, éste es un Silicato de Magnesio Hidratado 3MgO.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O en el que frecuentemente una pequeña porción de Magnesia está sustituida por una cantidad equivalente de Oxido Ferroso. Nunca se encuentra claramente cristalizado.

La serpentina como roca, presenta generalmente sombras oscuras rojas y verdes de intensidad variada, como la piel de una serpiente; y de esto viene su nombre o el de ofita que también se le aplica. Esta roca puede presentar vetas de Esteatita o ser más o menos Porfírica, debido a tener incluidos cristales de Bastita o Broncita ó contener granates, generalmente transformados en Kelifita o Clorita o en buena presentación como en la Serpentina que contiene la variedad de colores que comunmente se emplean para vasos y otros objetos de adorno. Es muy de apreciar para decorar los interiores; pero al exterior va perdiendo el lustre y presenta entonces superficie rugosa. Por ser refractaria esta piedra también es utilizada para la construcción de Hornos. También se ha usado para obtener algunas sales de Magnesio, tales como el Sulfato.

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En refractarios para uso común en hornos	Gran resistencia a altas temperaturas
Como materia prima en la producción de Sulfato de Magnesio	Buena alternativa económica

### 2.2.3 Talco ( $Mg_3(OH)_2 Si_4O_{10}$ )

Este mineral es un Silicato Magnésico Hidratado (Filosilicato) con composición cercana a ( $Mg_3(OH)_2 Si_4O_{10}$ ), son una posible sustitución limitada de aluminio ó titanio por silicio y fierro aunque también se incluye el Manganeseo o el aluminio por Magnesio. La Esteatita es un talco que contiene menos de un 1.5 % de Oxido de Calcio, 1.5 % de Oxido Férrico y Ferroso y 1% de Oxido de Aluminio: El talco comúnmente es blanco, pero suele aparecer como un gris pálido, dependiendo de la cantidad de impurezas. Comúnmente aparece de grueso a finos fibrosos agregados que a menudo tiene más o menos arreglos paralelos. El talco tiene una sensación grasosa y un brillo a perla y ha sido usado como uno de los estándares de dureza relativo a la formación de rocas minerales y tiene denominado el valor de 1 en la escala de Mohs. Como el talco es suave puede ser diseminado por los dedos de la mano.

El talco comúnmente aparece en serpentinas metamorfoseadas, enriquecido con magnesio y también en Dolomitas Silícicas; El talco es a menudo un mineral hidrotérmico formado a expensas de Serpentina y Tremolita en zonas de cizallamiento de Serpentinás.

Experimentos Hidrotérmicos y observaciones geológicas sugieren que el talco es estable sobre una amplio rango de temperaturas.

El talco es un buen material aislante. Ha sido comunmente usado en industria como materia prima para cerámicos pinturas, plásticos, cosméticos, papeles, cauchos y otras cosas más.

#### Usos Principales Talco ( $Mg_3(OH)_2 Si_4O_{10}$ )

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de Recubrimientos para aplicación en estructuras de Acero	Buenas propiedades a prueba de fuego
Fabricación de cintas anticorrosivas para envoltura de tuberías de acero	Buenas propiedades contra la corrosión para que el Acero no sea afectado

## ACERO

Aplicación	Beneficio
Como aditivo para el trabajo en caliente de acero	Buenas propiedades de resistencia a altas temperaturas
Manufactura de refractarios ligeros para el forraje de hornos	Buenas estabilidad a altas temperaturas

## CEMENTO Y CONSTRUCCION

Aplicación	Beneficio
Fabricación de cemento soral ligero para materiales de construcción	Mayor textura, rigidez y consistencia
Fabricación de Cemento	En combinación fortalece prevención de encogimiento y agrietado en cemento
Manufactura de cemento esférico	Favorece el pulverizado óptimo del cemento
Como revestimiento para aplicación en techumbre	Ofrece buenas propiedades de endurecimiento
Manufactura de asfalto granular para pavimento	Buena estabilidad al almacenaje y resistencia al agua

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Manufactura de filtros cerámicos para separación de sólidos de líquidos	Ofrece mejor porosidad en el filtro para mejor separación
Creación de esculturas	Fortalece la consistencia y textura en las Esculturas
Uso en partes Eléctricas	Contribuye a una mejor adhesión entre las partes
Fabricación de tuberías de fibra de vidrio para agua	Mayor dureza y durabilidad
Manufactura de platos cerámicos	Ofrece buena textura y consistencia



## CERAMICA Y VIDRIO

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de Paneles cerámicos empleados en Catálisis	Buena consistencia, colabora a la buena depuración de gases y olores

## PAPEL

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de Papel y Pulpa	Actúa como adsorbente de impurezas
Formación de recubrimiento para uso en papel	Contribuye a la buena formación del papel
Fabricación de Pigmento para papel de copiado	Buenas propiedades para el copiado eficiente
Manufactura de papel electrofotográfico y papel fotográfico	Gran consistencia en el papel así como repelencia hacia el agua
En recubrimiento protector aplicado en la fabricación de papel higiénico	Gran protección De aspereza hacia la piel
Manufactura de Papel de Seda Facial	La inserción del Talco ofrece buenas propiedades absorbentes de grasa.

## PLASTICO

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En fibra y celulosa para fabricación de pizarrones	Confiere gran consistencia a la celulosa
Formación de Fibra de vidrio como refuerzo en manufactura de productos plásticos	Fortalece propiedades de moldeabilidad y consistencia a las fibras de vidrio
Manufactura de Moldes de Plástico	Buena Moldeabilidad y consistencia en los moldes
Formación de revestimientos en interiores de Automovil	Ofrece buena flexibilidad al revestimiento

## FARMACEUTICO

Aplicación	Beneficio
En la producción de Tabletas de Naproxen	Ofrece buenas propiedades disolutivas en las tabletas
Fabricación de Tabletas de sacarina	Uso como ingrediente económico
Fabricación de Tabletas Pesticidas y de Aspirina	Contribuye o favorece a la buena y rápida efervescencia

## COSMETICOS

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Cosméticos	Uso como ingrediente para evitar comedogenidad posterior en la piel
Manufactura de Cosméticos	Uso como ingrediente para evitar comedogenidad posterior en la piel

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Triplay	Ofrece propiedades buenas para aislamiento de sonido
Aplicado en gas para Bolsas de Aire para Automóvil	Favorece la reacción instantánea, la chispa de encendido
En lubricantes para aplicación en baleros de Automóviles	Funciona como aditivo compensando la acción del lubricante en el balero
Manufactura de cojinetes para frenos de disco	Buena resistencia al uso, reduciendo además el ruido al frenado
En recubrimiento aplicado a hilado de goma para pelotas de Golf	Gran resistencia a posible deshilachado por el uso
En Catálisis de hidrodesparafinación de aceites lubricantes de alto índice de viscosidad	Colabora a una Mejor ejecución de la catálisis
Adición en flechas de motores de automóvil	Buenas propiedades Contra la abrasión

### 2.2.4 Forsterita ( $Mg_2SiO_4$ )

La Forsterita es un mineral con sistema ortorrómbico que se le encuentra ya sea en rocas volcánicas o como mineral de contacto en Dolomita: Este mineral ocurre en las masas arrojadas de Monte Somma entre otros lugares o como masas que con frecuencia tienen más de 3 cm de espesor y de sección rectangular.

#### Usos Principales Forsterita ( $Mg_2SiO_4$ )

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de láminas de Acero-Silicio	Acondicionamiento óptimo para Rolado y Templado
Para revestimiento de electrodos en electrólisis	Buena protección contra la herrumbre
Manufactura de Láminas cerámicas porosas en fabricación de filtros de gas exhaustivo en motores	Buenas propiedades de porosidad
Revestimiento de Láminas de Acero	Acondicionamiento óptimo para posterior Galvanización
Manufactura De Refractarios	Ofrece mayor tenacidad y estabilidad a altas temperaturas
Fabricación de Revestimientos refractarios en Hornos Metalúrgicos y Eléctricos	Mayor durabilidad Mayor durabilidad y estabilidad a altas temperaturas
Fabricación de Contenedores de Acero	Mejora propiedades de durabilidad y dureza
En fabricación de Acero sinterizado	Ofrece mejor lubricidad y maquinabilidad al Acero

## CERAMICA

Aplicación	Beneficio
Manufactura de láminas cerámicas útiles en filtros de gas exhaustivo de motores a Diesel	Buenas Propiedades de porosidad en las Láminas
Manufactura de cerámicos en aplicaciones electrónicas en producción de circuitos impresos	Buena conductividad eléctrica del material
Manufactura de material abrasivo para sopleteado con arena	Contribuye a la aspereza del material
Formación de recubrimientos para superficies cerámicas de artículos semiconductores	Contribuye a la conductividad del artículo
Fabricación de sellos cerámicos de vidrio para uso en bombas centrífugas	Buena textura, rigidez y consistencia
Fabricación De coronas dentales cerámicas de vidrio	Mejor consistencia rigidez y textura
Fabricación de revestimientos como aislantes en cátodos para tubos de rayos catódicos	Buenas propiedades aislantes

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Ladrillos refractarios en forraje para hornos	Mejor durabilidad y estabilidad a altas temperaturas
Como absorbente de Zinc	Buenas propiedades de absorción
Uso en el peletizado de Minerales	Colabora en absorber la humedad presentada en el peletizado
Formación de recubrimientos adhesivos en pinturas	Contribuye a la buena adhesión en pinturas
Formación de recubrimiento Dieléctrico aplicado en resistencias	Buenas propiedades Dieléctricas

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Uso en la fabricación de sensores de Oxígeno y Temperatura	Buenas propiedades de estabilidad a altas temperaturas

### **2.2.5 Sepiolita (Mg<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. H<sub>2</sub>O)**

Este mineral es un Silicato Magnésico Hidratado Complejo, llamado así por su semejanza a un hueso de pez afilado. Es modificado por agua adicional de hidratación y es completamente representativo. La densidad es 2.26 g/cm<sup>3</sup> y nunca se dá en agregados.

La espuma de mar entre blanca y amarillenta que se encuentra especialmente en Asia menor es un Silicato de Magnesio Hidratado (Sepiolita) que una vez desecado corresponde a esta composición Mg<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. 2H<sub>2</sub>O, como retiene mucho aire, flota en el agua, a pesar de ser 2 su peso específico verdadero.

#### **Usos Industriales Sepiolita (Mg<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O)**

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Agregado en Flujo de gases	Buen adsorbente para eliminación de Dióxido de Azufre
En fabricación de espuma usada en Explosiones	Suprime gran impacto de onda ocasionada por la explosión
En láminas de polietileno poroso higroscópico	Como material de refuerzo para alta resistencia al impacto
En polvos para el cuidado de la cara	Polvo suave y no comedogénico
Como agregado en manufacturas de Láminas de acero	Gran resistencia hacia el fuego
En composiciones desodorantes con carbón activo	Funciona como Aromatizante ambiental

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Manufactura de Vidrio poroso	Confiere alta porosidad y Consistencia en el vidrio
Catalizador empleado en hidrogenación de olefinas	Promueve la reacción Eficientemente
Como agregado con urea en fabricación de fertilizantes	Buenas propiedades para acondicionamiento de la tierra
Catalizador adsorbente con platino en tratamiento exhaustivo de gas diesel	Promueve la reacción Eficientemente
En recubrimientos sobre electrodos Autógenos	Buenas propiedades Resistentes a la soldadura
En flujo de Gases	Como adsorbente en remoción de Acetaldehído y amonio en flujo de gases
En materiales friccionantes para Aplicación en frenos	Buenas propiedades que Contribuyen al buen frenado y uso
Como agregado en generador de Nitrógeno	Contribuye a la Preservación de alimentos frescos
Como filler en Composiciones adhesivas	Confiere propiedades adherentes para su posterior aplicación
En fertilizantes de Bicarbonato de Amonio	Influye en el buen desempeño Para acondicionamiento de tierras
Aplicado en agua de desperdicio para tratamiento anaeróbico	Dispone y remueve sustancias contaminantes del agua
En fluidos para taladreo de Manantiales geotérmicos	Buenas propiedades idóneas para la perforación
En selladores como binder en forma de pasta	Fortalecen las propiedades de sellado para techumbre
En incienso para Hogares	Controla a los molestos insectos ahuyentándolos eficazmente
En agentes purificantes Para beber	Promueve propiedades Excelentes de clarificación de agua
En pastas Dentales	Buenas propiedades endurecedoras para posterior aplicación

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En manufactura de Pesticidas	Buenas propiedades para esta función.

### **2.3. Sulfatos**

#### **2.3.1 Kieserita (MgSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O)**

Se conoce con este nombre las porciones de menos valor de los yacimientos de carnalita. Tiene poca importancia comercial. Su composición es por término medio 30 % de Carnalita 30 % de Kieserita y el resto es sal gema, arcilla, anhídrita etc.

#### **Usos Industriales**

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como materia prima en la producción de Sulfato de Potasio	Buena alternativa por economía y disponibilidad abundante
Incorporada a sales para baño	Confiere propiedades relajantes y desinflamatorias
En mezclas frigoríficas	facilita la fundición de la nieve en la calle
Incorporado a fertilizantes protectores de plantas	Ejerce buena protección contra metales pesados y pesticidas
Como agregado con avena para producción de fertilizantes	Buenas propiedades acondicionadoras ( tratamiento y mejor cuidado) de tierra
Como agregado a fertilizantes de Sulfato de Amonio	Incluída como polvo suave para estabilizar el fertilizante a altas temperaturas

### 2.3.2 Langbeinita ( $MgSO_4 \cdot K_2SO_4$ )

La Langbeinita es un compuesto mineralizado que tiene escasa importancia comercial.

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como agregado en fertilizantes protectores de plantas	Ofrece buenas propiedades de protección hacia las plantas contra pesticidas
En manufactura de ladrillos refractarios para hornos rotatorios de cemento	Buena resistencia a las altas temperaturas

### 2.3.3 Epsomita ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )

Este mineral usualmente aparece en masas granulares blancas fibrosas o de tierra. Anteriormente la más grande producción había sido encontrada en Alemania, en masas resultantes de la alteración de la Kieserita en depósitos de Potasio alemanes. Este mineral ha sido recuperado también por algunos años en salmueras de Michigan en los Estados Unidos y también de agua oceánica en San Mateo, California. Pequeñas cantidades son también obtenidas por tratamiento de depósitos en Canadá donde se encuentra como un constituyente de la astrakanita  $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ .

La Epsomita aparece en cristales tipo agua ortorrómbicos y claros; Pero más se encuentra comúnmente en forma de fibras o masas; Aunque se han reportado cristales de varios pies de longitud en Washington la fractura es concoidal.

Su dureza es de 2-2.5 en escala de Mohs con una Gravedad Específica de 1.68; El mineral tiene un sabor salino, siendo soluble en agua.

La Epsomita es encontrada como un recubrimiento capilar en cuevas de Arcilla y en galerías de etal y carbón mineral; Sometida al aire llega a perder algo de su agua de cristalización; Es también encontrada asociada con yeso y en capas delgadas en depósitos de sal de origen oceánico o lagos de sal.



### Usos industriales Epsomita ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En manufactura de Sulfato de Potasio	Buena economía y disponibilidad en gran abundancia
En fertilizantes protectores de plantas	Gran fortalece contra los metales pesados y pesticidas
Como materia prima en la manufactura de Sulfato de Magnesio	Buena economía y gran Disponibilidad
En solución antiséptica en procesamiento de madera	Previene añejamiento de la madera

### 2.3.4 Kainita ( $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ )

Este compuesto es monoclinico, casi siempre compacto, gris hasta verde amarillento, algunas veces violeta pálido. Su dureza es de 2.5-3 su densidad es de 2.14. Se disuelve en agua fría sin descomposición; al cabo de algún tiempo se descompone con separación de la Shönita ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ). Operando a temperatura más elevada se logra separar la Leonita  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$  y si la temperatura se eleva más aún se separa la Langbeinita.

### Usos Industriales Kainita ( $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ )

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En composiciones antihipertensivas de sal	Buena alternativa de sal para personas hipertensas
Incorporado en fertilizantes	En protección de Plantas contra pesticidas
En producción de alquilbencenos como catalizador	Promueve la reacción efectuada de alquinelación

## 2.4. Otros

### 2.4.1. Espinela (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

#### Usos Industriales Espinela (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En ladrillos refractarios para revestimiento de Hornos para fabricar Acero	Buen comportamiento a altas temperaturas
Como agregado con Zirconio para materiales refractarios útiles en fundición de metales	Mezcla útil que colabora a prevención de escoria y resistente a corrosión
Manufactura de Crisoles para uso en reactores Metalúrgicos	Buena resistencia a las altas Temperaturas
Uso en Fundición de Acero	Prevención de aglomerados en la fundición
Agregado en Fundición de Acero	Remover carbón y prevención de adhesión de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> al Acero

<b>CEMENTO Y CONSTRUCCION</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de Ladrillos Refractarios usados en Hornos Rotatorios de Cemento	Buena Resistencia Térmica y a la Escoria sin fundirse
Fabricación de Ladrillos Refractarios para Hornos Rotatorios de Cemento	Buena resistencia a la corrosión y apagado durante la fundición.

<b>CERAMICA Y VIDRIO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de crisoles cerámicos en fundición de metales	Buena Resistencia a altas temperaturas
Aplicación de recubrimiento en boquillas expuestas a baños de Galvanización	Buena resistencia a la corrosión

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Como agregado con óxidos de Zn, Ni y Al en aplicación de en superficies sólidas tales como cabezas magnéticas de caseteras	Facilita la no magnetización en las cabezas de la casetera
En la producción de Cerámicos Decorativos	Ofrece buena consistencia a los artículos cerámicos
Agregado con Fluoropatita Manufactura de Artículos Osteocerámicos	Buenas propiedades de rigidez y consistencia
Formación de Revestimientos aplicados en superficies metálicas para fabricar Aisladores Térmicos	Buena resistencia a las altas temperaturas
Fabricación de Artículos Cerámicos	Buena textura y rigidez
Fabricación de materiales abrasivos	Contribuye a la aspereza del abrasivo para pulido
Fabricación de cojinetes cerámicos en motores de combustión interna	Ofrece una mayor estabilidad y durabilidad a alta temperatura
Fabricación de Artículos cerámicos esmaltados (Barnizados)	Buenas propiedades de consistencia cerámica
Manufactura de Válvulas, Baleros y Cojinetes para trenes	Ofrece mejor estabilidad a altas temperaturas y durabilidad

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Como absorbente en Flujo de gases contaminantes como Nox, Sox y CO	Excelentes propiedades para remover gases contaminantes
Agregado con Níquel e Hidrocalcita en manufactura de Catalizador reformador en la producción de Gas	Buenas propiedades catalíticas promotoras de formación de Gas
Manufactura De Transistores	Contribuye a la inhibición de los mismos

## 2.4.2 Bischofita (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O)

### Usos Industriales Bischofita (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O)

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como sustituto de piel (Poliuretano relleno) con respaldo de algodón de fábrica	Grandes propiedades como polvo relleno para mejor consistencia del plástico
En ganadería para vacas y cerdos para curación de enfermedades	Colabora a combatir síndromes y la enfermedad Endometritis
En limpieza de superficies Metálicas	Buenas propiedades pulidoras de metales
En fertilizantes protectores de plantas	Combate y protege a las plantas contra metales pesados y pesticidas
En la Industria Petrolera	Como agregado para recuperación del mismo mediante inundación con vapor
En Aceites Minerales (Lubricante de Acido oleico) para maquinado de metales	Buenas propiedades antidesgaste para dicha tarea
En Esmaltes	Buenas propiedades resistentes en el recubrimiento hacia el uso
En pastas para Revestimientos	Buenas propiedades resistentes en el recubrimiento hacia el uso
Como material filtrante en Purificación de agua	Retención efectiva de materiales Contaminantes en el agua
En producción de cerámicos Conductores	Buenas propiedades antimagnéticas Y buena conducción de electricidad
Incorporado a silicatos para Manufactura de cemento	Gran consistencia del cemento para uso dental
En producción de refractarios de Magnesita	Colabora al buen desempeño de éstos A altas temperaturas
Como agregado con magnesita en la elaboración de Binders	Colabora a la suavidad, textura y resistencia de estos polvos a altas temperaturas

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En Combustión de carbón Espontánea	Influye en la inhibición espontánea Durante el proceso de combustión

### 2.4.3 Carnalita ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot xH_2O$ )

Su nombre deriva del mineral Carnalita ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ), ya Liebig había obtenido este compuesto de las aguas madres de las salinas, que es su componente principal. H. Rose estudió por primera vez el mineral en 1856 dedicándolo a V. Carnall.

La formación de la sal doble va siempre unida a la presencia de un exceso de  $MgCl_2$  en la salmuera, porque el agua la descompone en KCl y en una solución de  $MgCl_2$  que contiene KCl.

Este mineral es un producto de evaporación de depósitos salinos ricos en contenido de Potasio como Cloruro Hidratado de Potasio y Magnesio. Cristaliza en el sistema ortorrómbico como agregados masivos y granulares, brillo grasoso con segmentación indistinta y fractura concooidal. Su valor varía desde incoloro a blanco.

### Usos Industriales Carnalita ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot xH_2O$ )

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En fertilizantes protectores de plantas	Fortalece resistencia y protección contra metales pesados y pesticidas
Como agregado en Fabricación de sal	Propiedades antihipertensivas para Personas que padecen este mal
Como agregado con carbón en aleaciones de aluminio	Mejora prontitud y eficacia durante la fusión de la aleación
Separación de Cloruro de Sodio y Cloruro de Potasio	Contribuye a una mejor Segregación entre los compuestos

## **VARIOS**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En producción vía electrólisis De Magnesio metálico	Buena alternativa económica y de disponibilidad del mineral
Como agregado en agentes Extintores de fuego	Fortalece propiedades resistentes al fuego
En preparación de barro Utilizado en balnearios	Fortalece propiedades suavizantes del barro para aplicación facial
Como sustituto de sal	Buena opción económica como sustituto

### **2.4.4. Brucita (Mg(OH)<sub>2</sub>)**

La Brucita es un Hidróxido de Magnesio que tiene su estructura cristalina en el sistema trigonal; Es un miembro de un importante tipo estructural consistente de un arreglo hexagonal de átomos de oxígeno bien empaquetados con lados octaédricos alternados de Magnesio. La capa Brucita es un importante componente estructural para los grupos minerales de Arcilla, Mica y Cloritas.

La Brucita se encuentra cristales tubulares y como fibras elongadas y segmentación perfecta de 0.001, Dureza de 2.5 escala de Mohs, color blanco a grisáceo y gravedad específica de 2.4.

La Brucita se encuentra a menudo en una vena paragénesis a baja temperatura, usualmente con Serpentina y Magnesita accesoria: También se deriva por la acción del agua sobre la Magnesia MgO, quien resulta a partir de la metamorfosis de dolomitas y cales. Las rocas de carbonato ricas en Magnesia y Brucita son llamadas predacitas.

## Usos Industriales Brucita (Mg(OH)<sub>2</sub>)

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como agregado con Silicatos de Magnesio para manufactura de artículos dieléctricos para calentadores tubulares	Fortalece propiedades conductoras de los mismos
Como agregado con Dolomita y Yeso en Manufactura de cables	Buenas propiedades aislantes y resistentes al fuego
Como agregado con Dolomita y Fibras de madera para paneles de puertas y sillas	Buena consistencia y prueba contra el fuego
Como agregado en Cementos de Magnesia	Proporciona gran estabilidad química al cemento; Inerte
En manufactura de magnesia	Buena disponibilidad y economía para este proceso
Añadido a láminas de acero Para transferencia térmica	Favorece estas propiedades facilitando el paso del calor
En recubrimientos orgánicos-ácidos	Excelentes propiedades repelentes al agua
En revestimientos para cables	Propiedades a prueba de fuego
En aditivos para elementos de construcción	Propiedades efectivas contra el fuego
En recubrimientos refractarios en contenedores de Bronce y Aluminio	Buen acondicionamiento para altas temperaturas
Como agregado con Espinela y Magnesia en refractarios para hornos rotatorios de cemento	Gran resistencia a altas temperaturas
Agregado en láminas Para hornos de Microondas	Soporta altas temperaturas ofreciendo gran estabilidad

**CAPITULO III**  
**SINTESIS DE LOS COMPUESTOS DEL**  
**MAGNESIO Y SUS APLICACIONES**  
**INDUSTRIALES**



### **3.0 INTRODUCCION**

Los compuestos del Magnesio se encuentran entre los más útiles y abundantes materiales conocidos por el hombre. La Clorofila, el pigmento verde de las plantas, es uno de los compuestos del Magnesio mejor conocido tanto como el Talco, un silicato mineral de Magnesio. Esta tesis sin embargo es restringida principalmente a aquellos compuestos del Magnesio que son producidos o procesados como productos químicos para uso industrial.

Debido a su abundancia en depósitos accesibles, los minerales de Magnesio estuvieron entre los primeros materiales usados por el hombre . En la Edad de Piedra el hombre usó Esteatita y Serpentina para vasijas y otros artefactos. Los Griegos y los Romanos usaron Asbestos para la preparación de mechas de lamparas. En los Tiempos Modernos, la Dolomita fue añadida a minerales de Hierro en las primeras producciones de Hierro y Acero para la desfosforización de Hierro y así proveer una fácil eliminación de la ganga del horno en la forma de escoria. A principios del siglo XVIII la sal Epsom ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) y el Alba de Magnesio (Carbonato de Magnesio Básico) fueron usados como purgantes, laxantes y antiácidos.

En 1841, el Oxido de Magnesio y el Carbonato de Magnesio fueron producidos sintéticamente mediante el uso de hornos de gases para separar la cal de los compuestos del Magnesio en la Dolomita. En la última parte del siglo XIX , un gama de negocios de compuestos del Magnesio se habían ya establecido en Europa, basados en la producción de Sulfato de Magnesio, Cloruro de Magnesio, Hidróxido de Magnesio, etc., en Stassfurt y el amplio uso de la Magnesita en la producción de revestimientos refractarios de Bessemer y en hornos abiertos.

#### **3.1 Carbonato de Magnesio ( $MgCO_3$ )**

Este compuesto es uno de los compuestos del Magnesio más importantes comercialmente hablando. Los minerales conteniendo  $MgCO_3$  sirven como materia prima para Magnesio metálico y para otros compuestos del Magnesio. Las propiedades físicas del  $MgCO_3$ , y el técnicamente importante hidrato  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  son dadas en la siguiente tabla:

**Propiedades Físicas del Carbonato de Magnesio y Carbonato de Magnesio Trihidratado**

Propiedad	MgCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O
Forma Cristalina	Trigonal	Rómbica
Parámetro Lattice (A°)	a = 5.61	-
Color	Blanco	Incoloro
Índice de Refracción	1.717, 1.515	1.495, 1.501, 1.526
Densidad (g/Cm <sup>3</sup> )	3.037	1.850
Punto de Fusión (°C)	350	165
Conductividad Térmica 100°C (Cal/(seg.)(cm <sup>2</sup> )(°C/Cm) 300°C	0.00023 0.00025	- -
Solubilidad (g/100g H <sub>2</sub> O) 25°C	0.0034	0.1290

El Carbonato de Magnesio forma los hidratos MgCO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O, MgCO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O y MgCO<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O. Estos hidratos son estables solamente en una atmósfera de Dióxido de Carbono. Cuando se exponen al aire, son transformados lentamente al Carbonato Básico 5MgO.4CO<sub>2</sub>.xH<sub>2</sub>O. El MgCO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O es estable debajo de 13.5 °C. EL MgCO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O puede ser formado a temperaturas entre 13 y 50 °C a partir de soluciones de sales de Magnesio mediante precipitación con carbonatos álcalis o bien bicarbonatos, mediante carbonatación de suspensiones de Hidróxido de Magnesio con gases conteniendo Dióxido de Carbono, o mediante aereación de calentamiento gradual de Bicarbonato de Magnesio Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. La solubilidad del Carbonato de Magnesio en agua incrementa con un aumento de la presión de Dióxido de Carbono seguida de una disminución de la Temperatura. Bajo presiones de 18 atm de CO<sub>2</sub>, un Bicarbonato de Magnesio inestable es formado. Las solubilidades en el sistema MgO-CO<sub>2</sub> son importantes comercialmente porque forman las bases de varios procesos de purificación para compuestos del Magnesio, y la separación de Magnesio de Calcio. Los datos más confiables de solubilidades son aquellos a 1 atm de presión de Dióxido de Carbono y son:

Temperatura (°C)							
Solubilidad (g MgCO <sub>3</sub> )/(100 g Solución)							
3.50	12.00	18.00	22.00	25.00	30.00	40.00	50.00
3.56	2.65	2.21	2.00	1.87	1.58	1.18	0.95

El Carbonato de Magnesio Básico,  $5MgO \cdot 4CO_2 \cdot xH_2O$ , puede ser precipitado mediante calentamiento de una solución ó suspensión de  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  a una temperatura arriba de 50 °C. El agua de hidratación de este compuesto es aproximadamente de 6 moléculas si es precipitado en el punto de ebullición, y 5 moléculas si es secado a temperatura entre 110 y 120°C. La solubilidad en agua es de 0.025 g / 100 g de solución a 25 °C y 0.57 g a 100 °C. Los estudios de rayos de difracción muestran que este compuesto y naturalmente la Hidromagnesita se encuentran conformados por la misma estructura cristalina. Los grados comerciales de Carbonato de Magnesio básico tienen bajas densidades en volumen (generalmente en el orden de 5-8 lb / ft<sup>3</sup>). El Carbonato básico metaestable de composición  $3MgO \cdot 2CO_2 \cdot 6H_2O$  puede ser obtenido como una fase intermediaria cuando soluciones álcalis básicas son añadidas a soluciones salinas de Magnesio. Este compuesto es casi inmediatamente transformado a un  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  cristalino. Un carbonato básico libre de  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  y  $Mg(OH)_2$  puede ser obtenido mediante una suspensión 5% de  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  en agua por unas 3 hrs, o bien mediante ebullición de una solución de  $Mg(HCO_3)_2$  por 2 ó 3 hrs.

El carbonato de magnesio forma las sales dobles  $MgCO_3 \cdot MgCl_2 \cdot 7H_2O$ ,  $2MgCO_3 \cdot MgBr_2 \cdot 8H_2O$ , y  $MgCO_3 \cdot MgBr_2 \cdot 7H_2O$ , así como las sales dobles álcalis  $MgCO_3 \cdot K_2CO_3 \cdot 8H_2O$ ,  $MgCO_3 \cdot KHCO_3 \cdot 4H_2O$  (Sal de Engel)  $MgCO_3 \cdot (NH_4)_2CO_3 \cdot 4H_2O$ ,  $MgCO_3 \cdot Rb_2CO_3 \cdot 4H_2O$ ,  $MgCO_3 \cdot RbHCO_3 \cdot 4H_2O$ , y  $MgCO_3 \cdot Na_2CO_3$ . El carbonato de magnesio se descompone bajo la influencia del calor. La mayoría de las magnesitas naturales comienzan a perder dióxido de carbono entre 450°C y 500°C. La descomposición completa toma lugar rápidamente a temperaturas arriba de 600°C.

El carbonato de magnesio se encuentra en la naturaleza como magnesita, que es uno de las más importantes materias primas para compuestos del magnesio, y en grandes depósitos de dolomita. Es también encontrado en raras y pequeñas escalas, depósitos de nesquehonita ( $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ ) y lansfordita ( $MgCO_3 \cdot 5H_2O$ ).

El carbonato de magnesio también se encuentra naturalmente como hidromagnesita ( $3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

### **Manufactura.**

El carbonato de magnesio es manufacturado para uso industrial a partir de dos fuentes principales, una de minerales naturales tales como la magnesita y la dolomita y la otra de suspensiones de hidróxido de magnesio o bien de óxido de magnesio hidratado (que puede ser obtenido de agua de mar).

La magnesita natural es frecuentemente demasiado impura para ser usada en la manufactura de refractarios magnesio metálico u otros productos. El beneficio mecánico tal como la separación hidráulica puede usarse para eliminar parte de las impurezas tales como el talco y la sílica. La flotación espumante provee una alternativa para purificaciones posteriores. El silicato de Sodio puede ser usado como depresor de cuarzo y serpentina, y algunos oleatos o bien el ácido oléico son usados como colectores para la Magnesita mediante una flotación inversa en el que las impurezas son llevadas a flote con aceite.

Los refractarios Kaiser usan técnicas de separación media pesada para la eliminación de granito y sílica a partir de minerales de dolomita. Los procesos de separación media pesada pueden ser usados también para incrementar el grado de los minerales de Magnesita.

Los métodos de beneficio mecánico son obsoletos, y la pureza del producto es inadecuada para aplicaciones comerciales donde la pureza del mineral es relativamente requerida. Numerosos métodos químicos de purificación han sido propuestos, pero el más común es la carbonatación del mineral calcinado para la formación de una solución de Bicarbonato de Magnesio. La solución de Bicarbonato de Magnesio es entonces separada de las impurezas insolubles. La solubilidad del carbonato de calcio está bajo condiciones de tratamiento, y la recuperación de carbonatos de magnesio son generalmente de una pureza de un 99% o mejores.

Una de las materias primas más ampliamente usadas para la producción de carbonatos de magnesio ha sido la Dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ). El método común de procesamiento de Dolomita es el de calcinar el mineral en hornos rotatorios, o bien, mezclarlos con coque en hornos stack. El ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$ ) calcinado es suspendido en agua y carbonatado con los gases de calcinación del stack, quienes han sido colectados y lavados para su uso. La carbonatación es llevada a cabo a una temperatura tan baja como sea posible y la presión usual es de 75 psi. La suspensión resultante contiene Bicarbonato de Magnesio en solución y el Carbonato de Calcio y otras impurezas en forma de suspensión. La suspensión es entonces clarificada y filtrada, y el filtrado es sujeto a tratamiento térmico (usualmente con vapor vivo) para precipitación de un voluminoso carbonato base. Este proceso fue el primero desarrollado en 1841 y es todavía usado modificado y mejorado hoy en día. La mayoría de los procesos son operados bajo una base continua. La etapa de precipitación es llamada expansión y es a menudo llevado a cabo en recipientes de ebullición debido a que el precipitado tiene una tendencia a formar escalas pesadas en superficies calientes haciendo difícil mantener una temperatura constante en unidades continuas.

Otro método para preparar carbonatos de magnesio a partir de Dolomita es calcinando el mineral Dolomita a una descomposición correspondiente a  $\text{MgO} \cdot \text{CaCO}_3$ , carbonatando a presión atmosférica y descarbonatando la solución de bicarbonato clarificada mediante una velocidad de aereación mayor que la presentada en el tratamiento térmico. En este proceso el  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  es precipitado y subsecuentemente convertido al carbonato básico ( $5\text{MgO} \cdot 4\text{CO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) o directamente para el Oxido de Magnesio. Los cristales del agua madre del  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  contienen una cantidad sustancial de Magnesio y es reciclado a la etapa inicial de dilución. La producción relativamente pequeña por unidad de volumen de solución en este proceso requiere bombeo y volúmenes grandes de circulación de líquido, pero los requerimientos de poder global son bajos a comparación de los de procesos de carbonatación a presión.

El Carbonato Básico de Magnesio puede ser preparado mediante carbonatación directa de una suspensión de hidróxido de magnesio y una vaporización del resultante  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , el agua marina de las plantas teniendo suspensiones de hidróxido de magnesio relativamente puro usan este método.

El flujo de gases de dióxido de carbono con bajo contenido puede ser usado en este proceso porque no hay un paso de separación requerida, y el hidróxido es convertido directamente a una fase sólida  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  o  $5MgO \cdot 4CO_2 \cdot 6H_2O$ , dependiendo de la temperatura de carbonatación. Si el hidróxido de magnesio ha sido obtenido a partir de salmueras o aguas marinas mediante el uso de agentes precipitadores impuros entonces es purificado generalmente mediante la conversión a bicarbonato de magnesio y el tratamiento como en el proceso de la dolomita.

Cuando la pureza química del producto no es de gran importancia tal como la manufactura de aislamiento de la magnesita, la carbonatación directa de suspensiones de  $Mg(OH)_2$  o los hidróxidos de magnesio hidratados sin solución intermedia es también practicada. Mediante un control cuidadoso de temperatura y concentración durante la carbonatación, un precipitado fino y cristalino de  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  es obtenido.

La suspensión espesante es inmediatamente transferida a moldes, donde es colocada para la formación de  $5MgO \cdot 4CO_2 \cdot 6H_2O$ . Las cantidades requeridas de fibras de asbesto u otros polvos rellenos tales como el carbonato de calcio, son añadidos a la suspensión de hidróxido de magnesio previa carbonatación. El punto final de la carbonatación puede ser ajustado tal que un cierto exceso de  $Mg(OH)_2$  es presentado para la absorción de  $CO_2$  liberado durante la conversión de  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  a  $5MgO \cdot 4CO_2 \cdot 6H_2O$ . Después del secado una muy ligera densidad aparente en el producto es obtenida la cual es usada extensivamente para el aislamiento de tuberías de vapor.

### Usos Industriales Carbonato de Magnesio ( $MgCO_3$ )

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En manufactura de aislantes de calor	Ofrece buenas propiedades para aislantes térmicos
Como agregado en fabricación de pinturas	Buenas propiedades anticorrosivas
Como agregado en la Elaboración de tintas para impresión	Actúa como agente espesante en la fabricación

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Grado técnico usado como agente en la manufactura de pisos	Excelentes propiedades contra el fuego y extinción del mismo
Grado técnico usado como agente en la fabricación de pisos	Confiere propiedades de gran pulido al piso
Grado sintético para fabricación de Papel, Plástico, Pinturas y Barnices	Actúa como polvo rellenedor ofreciendo mejor consistencia y duración
Grado especial para elaboración de Caucho	Colabora a mejores propiedades de termoformado en el mismo
Grado básico sólido en la elaboración de gasolinas para cohetes	Contribuye a un mejor desempeño y rendimiento en la gasolina
En formulaciones de polvos Farmacéuticos	Contribuye al buen desempeño de Farmacéuticos
Incorporado en la fabricación de suspensiones	Gran alternativa para la generación de propiedades antiácidas
En preparación de soluciones de Citrato de Magnesio	Buena opción como materia prima por su rendimiento
En elaboración de compuestos de Magnesio en general	Alternativa justificada por su comportamiento para obtención en grado puro
Grado farmacéutico junto con magnesia alba para elaboración de dentríficos	Ofrece gran consistencia a las pastas dentales
Grado Puro para aplicaciones En Cosméticos	Contribuye a la no comedogenidad (irritación en la piel) de los cosméticos

### **3.2 Cloruro de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>)**

El Cloruro de Magnesio, MgCl<sub>2</sub> es el compuesto del Magnesio soluble en agua encontrado en la naturaleza más común. Es constituyente de muchos lagos salinos y salmueras naturales; La sal de mar contiene 17% de MgCl<sub>2</sub>.

Los depósitos de sal mineral contienen a los minerales importantes como la

Carnalita ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), Bischofita ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), y ocasionalmente la sal doble dodehidratada en el que el Cloruro de Magnesio es combinado con el cloruro de Calcio ( $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$ ). este dodehidrato es encontrado en depósitos de sal en Brasil y en la región del congo.

El Cloruro de Magnesio es obtenido de depósitos de sales minerales mediante el proceso de licores gastados remanentes después de la extracción de Cloruro de Potasio y también mediante solución de minería. Es también recuperada de lagos salinos y agua de mar.

### Propiedades Cloruro de Magnesio Anhídrido

El Cloruro de Magnesio Anhídrido forma cristales hexagonales, sus propiedades físicas son las siguientes:

Parámetro	Valor
Peso Molecular Mt	95.23
Punto de Fusión	713°C
Índice de Refracción	1.675, 1.590
Densidad	2.41 g/cm <sup>3</sup>
Calor Especifico Cp(0-713°C) Cp= 0.7811 + 0.00020607(T-20) - 0.00000010853(T-20)(T-20)	KJ/Kg
Solubilidad en Agua a: (20°C) (35.3% en peso) (40°C) (36.5% en peso) (60°C) (37.9% en peso) (80°C) (39.8% en peso) (100°C)(42.2% en peso)	54.6 g / 100g 57.5 g / 100g 61.0 g / 100g 66.1 g / 100g 73.0 g / 100g
Solubilidad en Metanol a: (0°C) (60°C)	15.5 g / 100g 20.4 g / 100g
Solubilidad en Etanol a: (0°C) (60°C)	3.61 g / 100g 15.89 g / 100g



## Propiedades de los Hidratos

El Cloruro de Magnesio forma cinco hidratos cuyas solubilidades fueron mostradas arriba. El hidrato más importante es el hexahidrato  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , el cual forma cristales monoclinicos y se presenta en depósitos de sales minerales:

Parámetro	Valor
Peso Molecular	203.31
Punto de Fusión	117 °C
Calor de Fusión	34.3 KJ / Mol
Densidad	1.57 g / cm <sup>3</sup>
Indice de Refracción	1.4950,1.5070
Calor Específico Cp a: (48.6 °C) (100 °C)	1.415 KJ / Kg °K 1.537 KJ / Kg °K

Los penta y hexahidratos pueden ser deshidratados a tetrahidratos casi sin descomposición. En la deshidratación hacia los dihidratos, sin embargo, la descomposición hidrolítica inicia. La deshidratación de los dihidratos encabeza a 240 °C una descomposición extensiva formando así oxiclорuros de Magnesio u óxidos. Para obtener  $MgCl_2$  anhidro, el dihidrato debe ser deshidratado en una atmósfera de Cloruro de Hidrógeno.

## Propiedades Químicas

El Cloruro de Magnesio puede ser descompuesto por Oxígeno para formar Oxido de Magnesio y Cloro. Lo contrario de la reacción entre oxido de magnesio y Cloro para formar  $MgCl_2$ . Con amonio el  $MgCl_2$  forma aminas que son análogas a los hidratos:  $MgCl_2 \cdot 2NH_3$ , y  $MgCl_2 \cdot 6NH_3$ . La adición correspondiente a compuestos que son formados con alcoholes y con otros compuestos orgánicos tales como éteres, Acido Acético, aminas, Acetato de Etilo, Piridina, hexametenotetramina, y Dioxano ( $MgCl_2 \cdot 6CH_3COOH$ ).

Una serie de cloruros básicos (Oxicloruros de Magnesio) son formados con óxido de magnesio y son de importancia comercial como el cemento sorel. Los siguientes oxiclururos son bien conocidos:  $MgCl_2 \cdot MgO$ ,  $MgCl_2 \cdot MgO \cdot H_2O$ ,  $2MgCl_2 \cdot MgO \cdot H_2O$ ,  $MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O$  y  $MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 7H_2O$ . Los compuestos  $MgCl_2 \cdot MgO$  y  $2MgCl_2 \cdot MgO \cdot H_2O$  son formados en la deshidratación de  $MgCl_2 \cdot H_2O$  entre 280-495 °C. Las soluciones acuosas son ácidas debido a la hidrólisis. La electrólisis de soluciones de  $MgCl_2$  acuosas producen Hidróxido de magnesio y Cloro, mientras que la electrólisis de  $MgCl_2$  produce como resultado Magnesio Metálico y Cloro.

## **Materias Primas**

De las tres fuentes principales de materias primas en la producción de Cloruro de magnesio, la más importante es la agua de mar. El Magnesio puede ser directamente precipitado como Hidróxido de Magnesio y convertido a Cloruro de magnesio mediante tratamiento con Cloro. Los residuos (bitterns) obtenidos después de la producción de agua potable o sal de mar a partir de agua marina puede también ser empleados. Una segunda gran fuente es la de licor exhaustivo de la industria de Potasio levantándose del procesamiento de sales difíciles y de materias primas de Carnalita. Una tercera fuente está provista mediante lagos de sal en varias partes del mundo, el Mar muerto y el Gran Lago de Sal son de particular importancia.

## **Producción**

### **Precipitación de Hidróxido de Magnesio a partir de Agua de Mar.**

Si el agua de mar no puede ser preconcentrada mediante energía solar, las sales de Cloruro de Magnesio o las soluciones pueden ser sólo producidas a gran escala por medio de precipitación como Hidróxido, seguida de una conversión al Cloruro con Acido Clorhídrico.

El proceso de Química dow descrito anteriormente ha sido empleado para la manufactura de Cloruro de magnesio a partir de agua de mar en grandes cantidades desde 1941 en Texas. Es un paso intermedio en la producción de Magnesio metálico.

### **Recuperación de Licores exhaustivos a partir de la industria del Potasio.**

Los licores exhaustivos obtenidos posteriores a la recuperación de Cloruro de Potasio a partir de Carnalita conteniendo sales crudas típicamente contienen (en gramos por litro):  $MgCl_2$  293,  $MgSO_4$  48,  $KCl$  39,  $NaCl$  26, y  $H_2O$  890. Ellos son usados como materias primas para la recuperación del Cloruro de Magnesio.

### **Producción de soluciones concentradas de $MgCl_2$ por el método de Kali und Salz AG**

El licor exhaustivo contiene 280-300 g/l de  $MgCl_2$  y es concentrada en un evaporador al vacío de dos etapas a 460 g/l de  $MgCl_2$ .

La solución en la primera etapa del evaporador es calentada mediante vapor de la segunda etapa a una temperatura estable de 55 °C. La segunda etapa del licor es mantenida a 95 °C con el calentamiento de vapor a 0.1 MPa y la solución caliente y turbia es clarificada mediante la eliminación de sales (Carnalita,  $NaCl$ ,  $MgSO_4 \cdot 5/4H_2O$ , e impurezas tales como  $Fe(OH)_3$  y arcilla) con la ayuda de filtros rotatorios y centrífugos. En el enfriamiento la Carnalita cristaliza fuera de la solución. Las sales cristalizadas y los lodos son enviados a la planta de Cloruro de Potasio donde la Carnalita es descompuesta junto con la Carnalita conteniendo sales de Potasio crudo. La Carnalita es mezclada con agua o una salmuera con bajo  $MgCl_2$  para producir un licor exhaustivo conteniendo 280-300 g/l de  $MgCl_2$  y Cloruro de Potasio contaminado con Cloruro de Sodio y  $MgSO_4 \cdot 5/4H_2O$ . La solución enfriada es purificada mediante el recalentamiento y la eliminación de Bromo con Cloro. La solución desbromizada es neutralizada con cal, precipitando en parte los iones sulfato en forma de yeso. El sedimento precipitado es eliminado. La alta concentración de solución de  $MgCl_2$  32-33% es vendida como tal.

## **Producción de solución concentrada de MgCl<sub>2</sub> por el método VEB Kombinat Kali.**

El licor exhaustivo de la manufactura de sales de potasio tiene un contenido de MgCl<sub>2</sub> de 260g/l. La solución es primero mezclada con carnalita sintética de la etapa de enfriamiento al vacío; El MgCl<sub>2</sub> de la Carnalita se disuelve dejando el Cloruro de Potasio no disuelto atrás. El contenido aumentado de MgCl<sub>2</sub> (320 g/l) de la solución disminuye la solubilidad de las sales metálicas-álcalis causando la precipitación del Potasio y los Cloruros de sodio. Después de la eliminación de esas sales, la solución es bombeada a la segunda de las dos etapas de evaporación. La solución preconcentrada de la segunda etapa de evaporación es bombeada a la primera etapa donde el MgSO<sub>4</sub>.5/4H<sub>2</sub>O precipita junto con algo de Langbeinita, Carnalita y Cloruro de Sodio. En el enfriamiento, esta solución (después de la eliminación de sales) en enfriadores al vacío, la Carnalita sintética precipita. La Carnalita es filtrada y reciclada a la primera etapa del proceso. Todos los evaporadores son del tipo de circulación forzada. La primera etapa del evaporador es operada a 120 °C y calentada con vapor. La segunda etapa es calentada a 80 °C con el vapor de la primera etapa. Los vapores de la segunda etapa son enfriados con agua.

En una variación del proceso, la solución conteniendo 320 g/l de MgCl<sub>2</sub> es mezclada con parte de la solución del producto (conteniendo 460 g/l de MgCl<sub>2</sub>). El incremento en el contenido de MgCl<sub>2</sub> causa más Cloruro de Sodio y Carnalita que es precipitada. La evaporación de solución de las primeras etapas entonces no precipitan Carnalita o Langbeinita (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.MgSO<sub>4</sub>). Sólo Kieserita sintética (MgSO<sub>4</sub>.5/4H<sub>2</sub>O) y Cloruro de Sodio son precipitados y removidos. La solución producida tiene una densidad de 1.340 g/cm<sup>3</sup> y contiene 460 g/l de MgCl<sub>2</sub>, 25 g/l de MgSO<sub>4</sub>, 2 g/l de KCl, 6 g/l de NaCl, 2 g/l de CaSO<sub>4</sub>, y 4 g/l de Bromo. Si esta solución es utilizada para la producción de Magnesita sinterizada de alta calidad el Boro es también removido mediante resinas selectivas de Boro. El contenido de Boro disminuye de 30 a 10 mg/l.

### **Recuperación de sales crudas conteniendo Carnalita**

Patentes han sido aplicadas para que en cada Carnalita pura o sales crudas conteniendo Carnalita sean descompuestas con alcoholes de cadena C1-C4, causando al MgCl<sub>2</sub> que pase a la fase alcohol.

La solución alcohólica es concentrada por la evaporación de un contenido de alcohol del 10 % y el hexahidrato es precipitado mediante la adición de agua. Alternativamente, la evaporación es continuada hasta que la solución contenga de 1-2 moles de alcohol por mol de  $MgCl_2$ ; el alcoholato es entonces térmicamente descompuesto en una atmósfera de ácido clorhídrico a 400-500 °C.

### **Evaporación de agua de mar y salmueras naturales**

La producción directa de  $MgCl_2$  a partir de agua de mar o salmueras mediante evaporación es económica donde las soluciones diluidas pueden ser preconcentradas mediante evaporación solar.

### **Recuperación en el Mar Muerto**

Las soluciones conteniendo cloruro de magnesio son producidas en grandes cantidades mediante la evaporación solar de salmueras del Mar Muerto. En los trabajos en el Mar Muerto, la carnalita precipita y las soluciones son obtenidas conteniendo 360 g/l de  $MgCl_2$ , 110 g/l de  $CaCl_2$ , 7 g/l de  $NaCl$ , y 5 g/l de  $KCl$ . Perteneciendo a la baja presión de vapor de agua, la evaporación solar sólo ocurre a unos niveles muy bajos de humedad atmosférica. Después de dos o tres meses de evaporación, una densidad de 1365 g/l es alcanzada y la bischofita es separada. Grandes cantidades de  $MgCl_2$  conteniendo licores de este tipo son ahora usados únicamente por Magnesia del Mar Muerto para la producción de óxido de magnesio por descomposición térmica.

En un proceso patentado por los trabajos llevados a cabo en el Mar Muerto para la manufactura de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita), carnalita o una mezcla natural de carnalita y cloruro de sodio es descompuesta en su propia agua de cristalización en recipientes cerrados bajo presión a 167.5 °C. El cloruro de potasio permanece junto con el cloruro de sodio como sedimento y es removido. La solución residual contiene arriba de 8.2 % de cloruro de potasio y 42.3 % de cloruro de magnesio. En el enfriamiento llevado a cabo a 115 °C por medio de evaporación flash, la carnalita es precipitada y es retroalimentada dentro del sistema de circulación. La solución residual contiene 1 % de cloruro de potasio y consiste esencialmente de bischofita.

## **Recuperación en el Golfo de Kara-Bogaz en la Comunidad de Estados Independientes.**

Siguiendo el aislamiento del Golfo de Kara-Bogaz de el resto del Mar Caspio mediante una presa, el contenido de  $MgCl_2$  fué incrementado a 250 g / l . Las investigaciones fueron llevadas a cabo con la finalidad de encontrar un método para procesar esta salmuera. Las salmueras evaporadas contienen un 25-30% en peso de  $MgCl_2$ . Cuando son enfriados en el Invierno, la epsomita ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) precipita y es empleada para la producción de Schonita ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ). La fase líquida es utilizada para la producción de  $MgCl_2$ .

## **Recuperación de licores exhaustivos después de la extracción de NaCl a partir de agua de mar.**

Los licores exhaustivos (residuos de mar) obtenidos después de la extracción de sal a partir de agua de mar son evaporados en celdas de cristalización mediante energía solar a una densidad de 1290 g / l . Después de la eliminación de Cloruro de Sodio, la solución es enfriada a 5 °C, lo cual puede ser alcanzado en el invierno sin consumo de energía. El Sulfato de Magnesio (Epsomita) cristaliza con poca cantidad de impurezas y entonces es removido. Los residuos son enfriados a 0 °C; El Sulfato de Sodio (Sal de Glauber) cristaliza y es entonces depurada. La solución es entonces desbromizada con Cloro para excluir la cristalización del Bromuro de Magnesio en un proceso subsecuente. Después de la neutralización con hidróxido de Potasio, el licor es calentado a 125 °C.

En el enfriamiento a 100 °C un Potasio crudo conteniendo una mezcla de sales consistiendo de Langbeinita ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ) y Kainita ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ), con algo de Kieserita ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ) y Cloruro de Sodio es separada. En un enfriamiento posterior a 20 °C, la Carnalita cristaliza y puede ser tratada con agua para formar una solución conteniendo  $MgCl_2$  y KCl sólido.

## **Recuperación desde el Gran lago de Sal.**

Para el proceso de National Lead Industries en el proceso operado por la Corporación de Minerales Químicos del Gran Lago de Sal, una solución de  $MgCl_2$  al 35 % en peso es primero producida mediante evaporación solar, y ésta es entonces sujeta a una evaporación al vacío hasta que la Bischofita ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) y el  $MgSO_4$  hidratado son precipitados. Un Tratamiento propuesto adicional consiste en el calentamiento de cristales a 120-150 °C para redissolver la Bischofita y así permitir la eliminación de Sulfato de Magnesio. La Bischofita puede entonces ser cristalizada. Alternativamente, la solución puede ser mantenida a 120 °C hasta que el Sulfato de Magnesio disminuya a menos de 20 g / l como un resultado de la cristalización de Kieserita. La bischofita es entonces cristalizada mediante la evaporación al vacío a 90 °C.

## **Recuperación de Salmueras de Aparición natural con altos contenidos de $CaCl_2$ .**

Después del final de la Segunda Guerra Mundial. la compañía Química Dow usó salmueras subterráneas en Midland, Michigan y en Marysville para la producción de Bromo y también para la producción de  $MgCl_2$  el cual fué electrolizado para obtener Magnesio. Las sales metales-álcalis fueron removidas por medio de evaporación y cristalización. En un proceso anterior el calcio fué entonces separado junto con el Magnesio como ( $2MgCl_2 \cdot CaCl_2 \cdot 12H_2O$ ) el cual fué convertido a  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . En un proceso posterior la solución es reaccionada con una cantidad de Hidróxido de Magnesio (producida a partir de Magnesita) equivalente al contenido de  $CaCl_2$ .

El Calcio es entonces removido como Carbonato de Calcio con el tratamiento en solución con el Dióxido de Carbono a partir de la calcinación de la Magnesita, y el  $MgCl_2$  es entonces obtenido de la solución.

Hoy en día, la compañía Dow obtiene Cloruro de Magnesio para la producción de Magnesio sólo a partir de agua de mar.

## **Solución Minada**

Un 20 % en peso de solución de  $MgCl_2$  es producida en grandes cantidades en Holanda a partir de depósitos de sales de Carnalita. No es usada para la producción de soluciones concentradas de  $MgCl_2$ , sin embargo, es casi completamente convertida a Hidróxido de Magnesio.

## **Solución Minada de Carnalita**

Los depósitos de Carnalita ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) contienen grandes cantidades de sulfato de Magnesio así como  $MgCl_2$ .

La evaporación de soluciones con altos contenidos de Sulfato de Magnesio encabezan la precipitación de dobles sales conteniendo Cloruro de Sodio y Sulfato de Magnesio. la mayoría del sulfato de Magnesio es precipitado como Langbeinita ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ), o como Schönita ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ) mediante precipitación con Metanol.

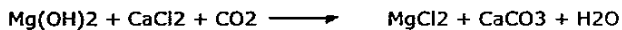
En un proceso desarrollado por The Mines de Potasse d' Alsace, una solución conteniendo 320 g / l puede ser obtenida junto con KCl sólido mediante la solución minada. La solución empleada para la extracción de Carnalita a partir de depósitos conteniendo un agente de flotación para el KCl (C12-C20 aminas grasosas ó de sus sales) y un agente productor de gas tal como el Peróxido de Hidrógeno. el Cloruro de Potasio flota y puede ser bombeado junto con la solución de  $MgCl_2$ . Este método de producción parece prometedor, sin embargo, no es propiamente conocido para el desarrollo a gran escala que es planeado.

## **Otros Métodos**

El Cloruro de Magnesio puede ser producido a partir de dolomita en combinación con soda mediante el proceso Solvay.



En los inicios de la Segunda Guerra Mundial en una planta perteneciente a la corporación Diamond Alkali en Ohio, la Dolomita fué calcinada en hornos rotatorios, hidratada, y usada para regenerar Amonia de la solución de Cloruro de Amonio producida en la manufactura de soda. Sólo el hidróxido de Calcio participó en la reacción. En el tratamiento de la solución remanente con Dióxido de carbono, una solución de MgCl<sub>2</sub> fué obtenida:



Este proceso es, sin embargo, no muy usado; La magnesita calcinada o el Hidróxido de Magnesio pueden ser también usados en el proceso soda para producir una solución de MgCl<sub>2</sub>.

### **Producción de Hidratos de Cloruro de Magnesio**

#### **Producción de MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O (Bischofita).**

En un proceso usado por Kali und Salz AG, residuos terminales de la producción de Potasio son tratados en una etapa simple del evaporador al vacío para producir 42 % en peso de una solución de MgCl<sub>2</sub>, la cual más adelante evaporada en ceidas con vapor a 1.1 MPa (Megapascuales).

Después de la neutralización con cal y la eliminación del Sulfato de Calcio, Kieserita sintética, y otras impurezas, el fundido es alimentado dentro de enfriadores en tambores rotatorios o bien en bandas enfriadoras para formar una loza que es rota y llevada al mercadeo.

Alternativamente, después de la etapa inicial de evaporación, la solución puede ser secada con spray en un lecho fluidizado.

Un hidrato muy puro de  $MgCl_2$  con 4 a 6 moléculas de agua puede ser preparado con un 99.9 % de pureza conforme a la patente de VEB Kombinat Kali. La Carnalita es deshidratada a 180-200 °C y entonces enfriada. La sal enfriada es entonces tratada con Acetona en la que el  $MgCl_2$  se disuelve. Después de la eliminación de la sal no disuelta, el hidrato es precipitado a partir de la solución de acetona mediante la adición de la cantidad correcta de agua.

En una patente establecida por The Mines of Potasse d' Alsace el  $MgCl_2$  es precipitado de la solución mediante la adición de 10-25 % de 1,4-Dioxano a temperatura ambiente. A bajas temperaturas el  $MgCl_2$  producido es aumentado. El complejo de  $MgCl_2$ -Dioxano se separa como un precipitado voluminoso que es fácil de filtrar o centrifugar. Este puede ser destilado del filtrado como un azeotropo al 80 % y puede entonces ser directamente reutilizado. El hidrato de  $MgCl_2$  puede ser obtenido mediante el lavado con agua. Durante el secado el dioxano remanente (ca 20-25 % del total) es evaporado y puede ser reutilizado.

### **Producción de $MgCl_2 \cdot (2-3)H_2O$**

En un proceso usado por Kali und Salz AG, un 33 % en peso de una solución de  $MgCl_2$  es calentada a 110-130 °C y rociada dentro de un lecho fluidizado de granulos de  $MgCl_2$  a 130 °C. El calentamiento del gas es a 400-600 °C: El tiempo de residencia promedio de los granulos es de 30 min. Granulos finos y pulverizados de Magnesio son recirculados al lecho fluidizado. El producto final tiene un contenido de agua de cerca del 30 %.

### **Producción de Cloruro de Magnesio Anhidro.**

La compañía Nalco Chemical en su planta en Texas, produce Tetrametilo y Tetrametilplomo. Los reactivos de Grignard necesitados como intermediarios para el proceso requerido requieren de una fuente de Magnesio muy puro. Esto es producido mediante la electrólisis de un muy puro Cloruro de Magnesio Anhidro, el cual es necesitado en procesos subsecuentes desarrollados.

Así como con la deshidratación de Carnalita, la Carnalita de amonio puede ser

deshidratada casi sin descomposición a 90-180 °C. Esto puede ser descompuesto entre 180-400 °C para dar Cloruro de Amonio y  $MgCl_2$  Anhidro.

En el proceso desarrollado por Esso Research una solución entre 20-50 % de  $MgCl_2$  reacciona con Cloruro de Amonio en un lecho fluidizado de tres etapas. El Cloruro de Magnesio Anhidro es producido entre 350-550 °C.

En otro proceso la Carnalita de Amonio conteniendo  $n$   $NH_3$  ó  $n$   $H_2O$  es descompuesta a 800 °C: Un producto con un bajo contenido de  $MgO$  es obtenido. Si el material de inicio contiene agua de cristalización, algo es removido en la primera etapa, y una deshidratación posterior toma lugar después de la adición de Amonio. Después de la deshidratación de  $MgCl_2 \cdot 6NH_3$  es térmicamente descompuesto.

#### **Purificación de Soluciones de Cloruro de Magnesio.**

Los iones de Calcio pueden ser removidos a partir de soluciones de Cloruro de Magnesio mediante la adición de una cantidad estequiométrica de iones sulfato. Contrariamente, los iones sulfato pueden ser removidos mediante la adición de soluciones de  $CaCl_2$ . El Calcio y otros iones metálicos pueden ser extraídos con Acido dialquifosfórico en un solvente inmiscible de agua. Este proceso es usado en la producción de Magnesia sinterizada pura a partir de soluciones de Magnesitas impuras en Acido Hidroclórico. Estas soluciones pueden ser tratadas con sustancias tales como  $MgO$ ,  $CaO$  o bien  $Mg(OH)_2$  para incrementar el pH, y simultáneamente con una purga de oxígeno a 80-90 °C. Esto remueve impurezas tales como Hierro. Aluminio y Manganeseo como óxidos hidratados o bien hidróxidos. Este proceso es también usado en la manufactura de Magnesia sinterizada pura.

#### **Usos Industriales Cloruro de Magnesio ( $MgCl_2$ )**

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Formación de recubrimiento aplicado en laminas de Acero-Silicio en rolado y templado para su manufactura	Buenas propiedades de alisamiento superficial en las láminas

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Formación de recubrimiento esmaltado para tanques de acero	Gran prevención de herrumbre y corrosión
Formación de capa metálica para Electro galvanoplastia como agente recubridor	Ofrece preacondicionamiento adecuado para éste proceso
Como agente desulfurizante en tratamiento de aleaciones de Acero	Ofrece gran propiedad absorbente para remover el Azufre

## CEMENTO

Aplicación	Objetivo
Manufactura de Cemento	Favorece endurecimiento y consistencia del cemento
Manufactura de Asfalto	Buenas propiedades de consistencia y dureza
En Cemento especial para barrenado de pozos	Buenas propiedades de dureza y consistencia
Manufactura de cemento básico dental	Buenas propiedades de textura y moldeabilidad
Manufactura de materiales para construcción	Buenas propiedades de endurecimiento y consistencia
Fabricación de bloques de concreto	Ofrece gran brillantez a los materiales
Como aditivo en la manufactura de Yeso en polvo	Buena resistencia a la Tenacidad y a la corrosión

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
En desecantes aplicados en artículos cerámicos	Ideal para la remoción de agua

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## CERAMICA Y VIDRIO

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como agente poroso en artículos cerámicos electroconductores	Favorece la porosidad En los artículos
En manufactura de cerámicos conteniendo Alúmina	Ofrece mejor consistencia y porosidad
En formulación de adhesivo para azulejos	Buenas propiedades para el pegamento de azulejos
Formación de recubrimiento par fibras de vidrio	Ofrece buena resistencia al calor
Formación de binder para manufactura de vidrio poroso	Ofrece mejor consistencia y porosidad

## PLASTICO

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En producción de Etileno, Olefinas y Propano	Contribuye a la polimerización de cada producto
Manufactura de Poliolefina y copolimeros de Etileno, Propileno Hexeno y Penteno	Uso eficiente como catalizador que promueve la reacción polimérica
En recubrimiento aplicado al látex y su manufactura	Favorece propiedades Elásticas en el Látex

## PAPEL

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
En Adhesivos para pegar cajas de Papel	Buenas propiedades Adhesivas del papel
Manufactura de Papel usando como materia prima papel reciclado	Buena consistencia en el Papel

## PAPEL

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Formación de recubrimientos como base para producción de Papel	Fortalece la consistencia en el Papel

## MADERA

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Formación de recubrimiento aplicado en Madera	Ofrece estabilidad contra el ataque climatológico y prolonga tiempo de vida en madera
En la formación de densificante de pulpa para madera	Confiere buenas propiedades De consistencia a la madera
Como catalizador en la acetalización de madera con Formaldehído	Contribuye a la reacción en el proceso

## TEXTIL

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Adición en el lavado de algodón textil para el terminado de Algodón	Contribuye a la mejora de impurezas acarreadas durante el proceso
Como agente blanqueador en la elaboración de textiles	Confiere blancura al algodón
Elaboración de láminas textiles de fibra de vidrio en manufactura de cables eléctricos	Buena resistencia del cable eléctrico al fuego

## VARIOS

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de Sal de Mesa	Buena Economía y disponibilidad de la materia prima

<b>VARIOS</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como absorbente de agua en manufactura de Nitrógeno a partir de Aire	Buenas propiedades Absorbentes del MgCl <sub>2</sub>
En síntesis de Hidróxido de Magnesio	Buena Economía y disponibilidad De la materia prima
Como electrolitos en la manufactura de Magnesio	Buenas propiedades Para la electrólisis
Como removedor de impurezas como sangre y grasa en tratamiento de aguas	Buenas Propiedades adsorbentes
Manufactura de Oxido de Magnesio	Buena Economía y disponibilidad

### 3.3 Fluoruro de Magnesio (MgF<sub>2</sub>)

#### Propiedades

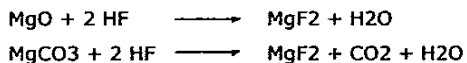
El fluoruro de Magnesio MgF<sub>2</sub> es un polvo blanco fino y cristalino con baja reactividad química. El ser inerte relativamente hace posible algunos de sus usos en películas permanentes estables para alterar las propiedades de transmisión de luz de materiales ópticos y electrónicos. La reacción con Acido Sulfúrico es tan lenta e incompleta que el Fluoruro de Magnesio no es un sustituto conveniente para el Fluoruro de Calcio en la manufactura de Fluoruro de Hidrógeno. El Fluoruro de Magnesio resiste la hidrólisis a Fluoruro de Hidrógeno arriba de 750 °C. Fluoruros bimetalicos, tales como el KMgF<sub>3</sub> se forman en la fusión del metal alcali MgF<sub>2</sub> y fluoruros de amonio. Las propiedades físicas y químicas son listadas a continuación, siendo el MgF<sub>2</sub> birifringente y medianamente sólo afectado por alta energía de radiación, haciendo posible ópticos para la región ultravioleta.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Punto de Fusión (°C)	1263
Punto de Ebullición (°C)	2227
Calor de Formación Estandar (KJ/mol)	-112.40

Propiedad	Valor
Entropía de Formación Estandar (J/mol)	178.00
Calor de Fusión (KJ/Mol)	58.20
Calor de Vaporización (KJ/Mol)	264.00
Energía de Enlace (Kj/Mol)	2920
Capacidad Calorífica (25°C)(J/Mol °K)	61.59
Energía Libre de Solución (KJ/Mol)	40.20
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	3.13
Índice de Refracción no	1.3777
Índice de Refracción en	1.3895
Forma Cristalina (Selaita)	Tetragonal
Forma Cristalina a (nm)	0.4623
Forma Cristalina c (nm)	0.3052
Solubilidad (g/100g Solvente)(Agua)(25°C)	0.0130
Solubilidad (g/100g Solvente)(HF)(12°C)	0.0250
Solubilidad (g/100g Solvente)(Ac.Acet.)(25°C)	0.6810

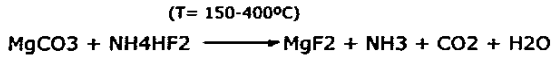
### Manufactura

El Fluoruro de Magnesio es producido mediante la reacción de Acido Fluorhídrico y Oxido de Magnesio o Carbonato:

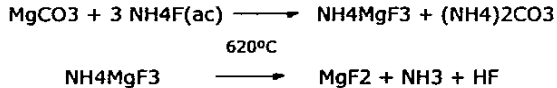


La Formación de un precipitado gelatinoso que es difícil de filtrar puede ser evitado mediante la adición de Oxido de Magnesio a la solución ácida. En orden de incrementar el tamaño de partícula es a menudo necesario mantener caliente la solución por varias horas; Sin embargo, este problema se evita mediante el calentamiento de una mezcla profunda de Bifluoruro de Amonio con Carbonato de Magnesio entre 150 y 400°C. Las partículas de MgF<sub>2</sub> de similar tamaño a aquellas del Carbonato de Magnesio son obtenidas.

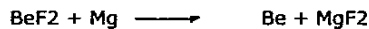




Los mismos resultados son obtenidos mediante la adición de Carbonato de Magnesio a una solución acuosa de Bifluoruro de Amonio e Hidróxido de Amonio y calentando a 60°C. El precipitado resultante es Fluoruro de Magnesio Amónico el cual se forma rápidamente:



El Fluoruro de Magnesio es un subproducto de la manufactura de Berilio metálico y uranio. Los Fluoruros de Berilio o Uranio son mezclados con Magnesio metálico en crisoles con Fluoruro de Magnesio. En el calentamiento, una reacción de tipo térmico toma lugar para producir tanto el metal deseado y el MgF<sub>2</sub>. Parte del Fluoruro de Magnesio producido en esta reacción es entonces usada como un revestimiento para crisoles usados en el proceso.



El Fluoruro de magnesio de grado comercial contiene aproximadamente un 96-98% de MgF<sub>2</sub>; mientras que el grado técnico comercial es conveniente para flujos conteniendo un 94-96% de MgF<sub>2</sub>.

Los cristales ópticos de Fluoruro de Magnesio están hechos mediante presión a calor con polvo de MgF<sub>2</sub> de alta calidad. El polvo óptico de alta calidad está hecho por la reacción de Bicarbonato de Magnesio y Acido Fluorhídrico. El Fluoruro de Plomo puede ser usado como alternativa en la purificación de MgF<sub>2</sub> para cristales ópticos.

## Usos Industriales Fluoruro de Magnesio (MgF2)

<b>ACERO Y ALUMINIO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Formación de Recubrimientos en electrodos para soldadura de Aceros Inmanchables	Resistente al soldeo autógeno de hierro fundido
Manufactura de polvos fundibles anticorrosivos en elaboración de Acero en Lingotes	Funciona como aglomerado ofreciendo buenas propiedades anticorrosivas
Manufactura de Ladrillos refractarios en fundición de metales	Ofrece buen punto de fusión y resistencia
Formación de recubrimientos aplicados en láminas de Acero-Silicio para partes electromagnéticas susceptibles al templado	Composición útil Para ejecución del buen templado de Acero
Manufactura de refractarios	Buena resistencia a la corrosión
Formación de recubrimiento pasivo para aleaciones de Aluminio en manufactura de tanques y tubos	Buena resistencia al uso Alargando el tiempo de vida Del contenedor
Formación de recubrimiento empleados en moldes para fundición	Prolonga el tiempo de vida del molde
Formación de Recubrimientos aplicados en Bats para Beisbol	Fortalece resistencia al uso
Formación de recubrimientos aplicados en tuberías de intercambiadores de calor	Ofrece buena resistencia a la alta temperatura

<b>CEMENTO Y CONSTRUCCION</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de pastas de Cemento de aplicación dental	Buena consistencia y Moldeabilidad

## **CEMENTO Y CONSTRUCCION**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como polvo rellenedor en manufactura de cementos especiales para uso quirúrgico	Buena consistencia y moldeabilidad

## **CERAMICA Y VIDRIO**

<b>Aplicación</b>	<b>Objetivo / Beneficio</b>
Producción de Cerámicos de Vidrio	Buena consistencia y resistencia al uso
Manufactura de Cerámicos ópticos	Buena consistencia y resistencia al uso
Fabricación de vidrio para artículos ópticos	Buena resistencia al uso climatológico
Fabricación de fibras ópticas	Ofrece buena consistencia a las fibras
Formación de recubrimientos antireflexivos en fabricación de lentes de vidrio	Favorece y permite el paso de la luz

## **VARIOS**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Formación de recubrimientos para uso en lámparas color ámbar para faros de automóvil	Buena consistencia y resistencia al uso
Formación de películas reflejantes en la fabricación de Espejos para Automóviles	Buena propiedades reflexivas
Formación de recubrimientos en manufactura de laminados cerámicos	Buena resistencia a la oxidación y a altas temperaturas
Formación de recubrimientos antireflejantes en la fabricación de celdas solares de Silicio	Buenas propiedades antireflejantes
Formación de recubrimientos absorbedor de luz y capa antireflejo en lentes para el sol	Ofrece excelentes propiedades de protección contra el sol

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Formación de recubrimientos aplicados a gemas artificiales	Buena protección contra el rayado y el uso
Formación de película aplicada en lectores de reproductores de discos compactos	Buenas propiedades de consistencia en el vidrio
Manufactura de cerámicos de vidrio para construcción de dentaduras postizas	Excelentes propiedades de consistencia en las piezas
En películas transparentes antideslumbrantes para pantallas de computadora	Buenas propiedades antireflejantes

### 3.4. Hidróxido de Magnesio

### 3.5. Oxido de Magnesio

#### Oxido de Magnesio

El óxido de Magnesio, MgO (Magnesia, Periclase), raramente la encontramos como un mineral natural; es encontrada en contacto metamórfico con cal y dolomita, en erupciones volcánicas y en rocas serpentinas. No forma rocas o depósitos salinos porque es convertido a hidróxido de magnesio mediante el vapor de agua que existe en la atmósfera. Las fuentes principales de magnesia producida industrialmente son magnesita natural (MgCO<sub>3</sub>) agua de mar, y salmueras tanto naturales como sintéticas. El hidróxido de magnesio es formado como un intermediario en la producción de magnesia a partir de agua de mar y salmueras. La magnesia es usada en aplicaciones técnicas tomando en cuenta su alto punto de fusión, resistencia química, alta conductividad térmica, conductividad eléctrica baja y actividad biológica.

La magnesia de grado técnico es principalmente sinterizada para formar magnesia sinterizada (también conocida como magnesia sinter, magnesita sinterizada o dead-burned magnesia) la cual es usada principalmente como un material refractario y en la industria del acero.

Grandes cantidades de material conocido calcinado (descarbonizado) como la magnesia cáustica o bien magnesia cáustica calcinada, son producidas para uso en agricultura y en la industria de la construcción. La magnesia fundida es normalmente producida mediante magnesia cáustica fundida.

### Hidróxido de Magnesio.

El hidróxido de magnesio,  $Mg(OH)_2$  (Brucita) es producida mediante precipitación de agua de mar y salmueras con hidróxido de calcio o por precipitación de sales solubles de magnesio. Los depósitos naturales son raros y no son minados comunmente.

### Propiedades.

#### Oxido de Magnesio.

El  $MgO$  (Magnesio, periclase) de peso molecular 40.31, es estable en una atmósfera oxidizante arriba de  $2300^{\circ}C$  y arriba de  $ca.1700^{\circ}C$  en una atmósfera reducida.

#### Estructura cristalina.

La magnesia forma cristales hexoctahédricos cúbicos incoloros, verdes o cafés.

#### Propiedades Físicas del Oxido de Magnesio

Parámetro	Valor
Punto de Fusión	2800 °C
Dureza Mohs	5.5-6.0
Densidad	3.58 g/cm <sup>3</sup>
Índice de Refracción	1.736
Entalpía de Formación	-14,900 KJ / Kg
Calor Específico Cp	
(20-200 °C)	1.0 KJ / Kg °K
(20-1000 °C)	1.2 KJ / Kg °K

Parámetro	Valor
Conductividad Térmica Cristales Puros (300 °C) (1000 °C)	22 W / m °K 7 W / m °K
Conductividad Térmica Grado Técnico (300 °C) (1000 °C)	12 W / m °K 5 W / m °K
Coefficiente Lineal Expansión Térmica (25 °C) (1000 °C)	6.7x 10(-6) °K(-1) 14 x 10(-6) °K(-1) 16 x 10(-6) °K(-1)
Módulo de Elasticidad Magnesia Sinterizada Densidad a Granel: 3.51 g / Cm3 (25 °C) (1000 °C)	3.0 x 10(+4) MPa 2.5 x 10(+4) Mpa
Constante Dieléctrica (30Hz-1MHz)	11
Resistividad Eléctrica (25 °C) (500 °C) (1000 °C) (1300 °C)	1 x 10(+14) ohms.cm 1 x 10(+14) ohms.cm 1 x 10(+14) ohms.cm 1 x 10(+14) ohms.cm

### Hidróxido de Magnesio

El hidróxido de magnesio, Mg(OH)<sub>2</sub> (Brucita), de peso molecular 58.33 empieza a descomponerse a 380 °C.

### Estructura Cristalina

El Hidróxido de magnesio forma cristales escalenohédricos ditrigonales con una capa estructural típica.

## Propiedades Físicas Hidróxido de Magnesio

Parámetro	Valor
Dureza mohs	2.5
Densidad	2.38 g / cm <sup>3</sup>
Índice de Refracción	1.5660, 1.5810
Entalpía de Formación (298 °K)	-15,800 KJ / Kg
Energía de Disociación (298 °K)	+ 570 KJ / Kg
Energía de Hidratación	-386 KJ / Kg
Solubilidad en agua fría	0.0009 % en peso

### Toxicidad

El óxido de magnesio y el hidróxido no son tóxicos. Precauciones para el manejo en polvo deben ser observados cuando productos con tamaño pequeño de partícula son usados.

### Producción de Óxido de Magnesio

La Magnesita cáustica y sinterizada son generalmente obtenidas del Carbonato de Magnesio o bien del Hidróxido de Magnesio.

### Producción a partir de Magnesita

La producción de Óxido de magnesio a partir de Magnesita empezó alrededor de 100 años en Austria, después del desarrollo de procesos para la manufactura de acero a partir de Hierro con alto contenido de Fósforo en crisoles alineados con dolomita sinterizada (CaO.MgO).

### Beneficio de la Magnesita

La insuficiente pureza de la magnesita y de las estrictas especificaciones para la uniformidad de la magnesita sinterizada ocasionan que el beneficio de la magnesita sea normalmente necesaria. Los pasos usados en el proceso de beneficio dependen del mineral que está siendo procesado y de la pureza del carbonato que es requerida.

Las altas calidades de la magnesita, particularmente aquellas para aplicaciones refractarias, son necesarias para producto de magnesia con un alto contenido de MgO, una relación en masa de 2-3 de CaO:SiO<sub>2</sub>, así como bajos contenidos de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La presencia del acompañamiento de minerales poco fundibles pueden afectar notoriamente las propiedades de la magnesia sinterizada.

Una preliminar elección del mineral puede ser llevado a cabo mediante una explotación selectiva. El mineral es entonces sujeto a una trituración selectiva severa en trituradores de gran impacto. El mineral es selectivamente triturado y eliminado mediante una examinación cuidadosa. La trituración es usualmente ejecutada en varias etapas. El tamaño final de partícula para la calcinación en hornos de flecha es de 20-200 mm, mientras que un tamaño de partícula de 2-60 mm es requerida para el más común de los hornos rotatorios.

La diferencia en color entre el mineral magnesita criptocristalino es usualmente tan pronunciada que la elección puede ser realizada a mano por un cinturón transportador o con un sistema óptico automático.

El material áspero y lleno de tierra es a menudo lavado y sometido a un descalcificación húmeda para eliminar partículas finas.

El mineral que es proyectado para una calcinación cáustica directa es separada de material fino mediante una rigurosa selección.

Cuando la magnesita no es íntimamente intercalada con sus acompañantes minerales, pedazos de material para hornos rotatorios pueden ser seleccionados mediante separación gravitacional. esto es llevado a cabo en una o dos etapas en un separador medio denso o en un ciclón para dar partículas de tamaños de 10-40 o 4-60 mm, respectivamente. Ya que, las diferencias en densidad son pequeñas (magnesita 2.95-3.05, dolomita 2.90, calcita 2.70, silicatos 2.5-2.95, cuarzo 2.65, grafito 2.1-2.2 g/cm<sup>3</sup>), la separación depende del control exacto de la densidad. El ferrosilicio finamente dividido es generalmente usado medio denso; las impurezas son removidas como flotadores. La capacidad en las plantas modernas varía desde 50-150 ton/hr.



Sí el grado de intercrecimiento de la magnesita con sus accesorios se encuentra en el rango de 0.03-1 mm, la separación solo puede ser alcanzada después de la trituración del mineral (el tamaño de partícula menor a 0.2 mm) para exponer los minerales acompañantes. La separación más efectiva y común y proceso de enriquecimiento para este proceso para el material es la Flotación, la cual explota las diferentes capacidades de humectar de los diferentes minerales. El proceso debe ser optimizado para cada depósito.

La magnesita es finalmente trasladada en variillas o molinos de bola y debe tener una distribución estrecha de tamaño de partícula tanto como sea posible (0.09 mm para magnesita cristalina cruda). Ésto es alcanzado con la combinación de la molienda con la clasificación gravitacional y clasificación de ciclones. La flotación es usualmente precedida por una descalcización para remover las partículas residuales, las cuales de otra manera serían un problema en el paso de flotación.

El talco remanente,  $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$  es dirigido más adelante. Sobre la flotación con aire en la presencia de colectores-espumantes débiles, las partículas de talco flotan hacia la superficie en burbujas y son removidas mediante espumamiento el cual sirve para la remoción de materia sólida retirada de la superficie.

El principal problema en la flotación es la separación de la magnesita de la dolomita, calcita y otros silicatos además del talco. La separación es alcanzada mediante la flotación directa de magnesita la cual enlaza el uso de agentes de colección aniónica no especificados (que también actúan como espumantes) y agentes depresores selectivos para dolomita, calcita, y silicatos. La flotación en celdas tienen una capacidad de 0.5-3 m<sup>3</sup>. Las condiciones operacionales en las celdas de flotación deben ser optimizadas (temperatura, valor de pH, dosificación de reactivos). En plantas de flotación de gran escala, varias series de celdas son corridas en paralelo. Las capacidades típicas de las series son de 20 Ton/hr de magnesita, correspondiendo a 60 m<sup>3</sup> de suspensión con una densidad de 1.25 g/cm<sup>3</sup>. El concentrado de magnesita es removido como espuma, y entonces espesado, y traído a un residual contenido de agua de 8-12 % en centrifugas o filtros. El producto es entonces briquetado y quemado. Las suspensiones residuales de las etapas de descalcización y flotación son tratadas en espesadores y filtros.

Un importante proceso de elección para magnesia-sinterizada con alto contenido de hierro es la separación magnética. Las inclusiones isomórficas de hierro en el cristal magnesita no pueden ser removidas mediante separación magnética.

Después del sinterizado y de un posterior enfriamiento, son convertidos a magnesioferrita magnética (MgO.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). La calcita y la dolomita usualmente no contienen hierro en la rejilla del carbonato; La calcinación de cristales grandes dá grandes piezas de CaO muy puro no magnético y ligeramente sinterizado, así como de MgO. Estos óxidos pueden ser separados, junto con silicatos no magnéticos, de la magnesia rica en hierro y sinterizada en separadores de tambor magnéticos.

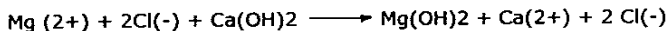
### Producción a partir de Agua de Mar

Pocos depósitos de magnesita pura o de fácil acceso fueron conocidos a mediados de los años 80. En los años 60 la demanda creciente de magnesia sinterizada como material de revestimiento refractario en la industria del acero provocó nuevos desarrollos en métodos de producción de magnesia a partir de agua de mar. Este método fué primero introducido en escala moderada en 1865 en la costa francesa mediterránea. Desde la década de 1930 ha sido empleado en gran escala en los Estados Unidos y en Inglaterra.

### Composición de Agua de Mar.

Catión	Concentración		Anión	Concentración	
	g / Kg	mmol/Kg		g/Kg	mmol/Kg
Sodio	10.47	455	Cloro	18.97	535.10
Potasio	0.38	9.70	Bromo	0.065	0.81
Magnesio	1.28	52.50	Sulfato	2.65	27.60
Calcio	0.41	10.20	Bicarbonato	0.14	2.35
Estroncio	0.013	0.15	Borato	0.027	0.44

La composición de agua de mar es dada en la tabla anterior. Los cálculos muestran que 470 m<sup>3</sup> de agua de mar son requeridas para producir 1 ton de MgO, en la práctica 600 m<sup>3</sup> son necesitados. El proceso está basado en la precipitación de Hidróxido de Magnesio(solubilidad en agua de 0.0009 de % en peso) mediante adición de Hidróxido de calcio(solubilidad 0.185 % en peso):



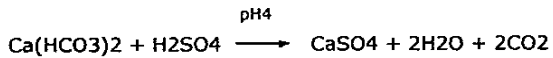
El agua fresca proveniente de los ríos contaminados con material suspendido no debe ser suministrado dentro del agua de mar usada para la producción de magnesia. Más aún, el agua de mar que debe ser extraído, éste requiere una topografía conveniente y corrientes de la marea que corren paralelamente a la costa. Un suministro de agua fresca (más de 40 m<sup>3</sup> por tonelada de MgO) es requerida para lavar el Mg(OH)<sub>2</sub> y para producir el agua de la caliza.

La alta pureza de piedra caliza o depósitos de dolomita deben ser disponibles en la vecindad; ellos son calcinados y apagados para proveer Ca(OH)<sub>2</sub> como agente precipitante y debe por lo tanto contener cantidades mínimas de elementos que forman carbonatos insolubles, sulfatos, etc. El MgCO<sub>3</sub> en la dolomita es convertido a Mg(OH)<sub>2</sub> y así promueve una fuente adicional de magnesia.

### **Producción del Agente Precipitante.**

La piedra caliza o la Dolomita es minuciosamente lavada, triturada y calcinada a más de 1400 °C en un horno rotatorio. El CaCO<sub>3</sub> debe ser completamente descarbonizado a CaO (con menos de 0.2 % de CO<sub>2</sub>), pero debe ser ligeramente quemado, y debe contener cantidades mínimas de azufre y otros contaminantes. En orden de alcanzar una rápida y completa reacción del agua de mar, la caliza calcinada (caliza rápida) o dolomita (dolima) es tirada, y apagada para formar Ca(OH)<sub>2</sub> y entonces convertida a leche de caliza o dolomita-caliza apagada.(conteniendo . 20% de sólidos).

El agua de mar es bombeada a la planta y el material suspendido es removido. El agua de mar contiene dióxido de carbono disuelto y debe por lo tanto ser tratado con ácido sulfúrico para prevenir la subsecuente formación de carbonato de calcio insoluble en la adición de  $\text{Ca(OH)}_2$ :



El agua fresca es también parcialmente descarbonatada.

Para asegurar una eliminación máxima de dióxido de carbono. El agua es bombeada a través de una instalación de trampa dentro del reactor conteniendo la leche de la caliza. El agua que sale del reactor es bombeada hacia el océano; teniendo un bajo contenido de magnesio, un alto contenido en calcio, y un pH de 10.5. En plantas modernas usando el proceso de sobrecaliamiento, el agua extraída es primero bombeada dentro de contenedores adecuados donde la caliza en exceso es diluida con agua de mar para precipitar más  $\text{Mg(OH)}_2$  y un más bajo pH con el fin de obtener mejores valores ecológicamente aceptables.

### **Precipitación**

La suspensión acuosa del finamente precipitado  $\text{Mg(OH)}_2$  es sembrada con grandes cristales de  $\text{Mg(OH)}_2$  a detalle, tanques planos adecuados para convertirlo a una suspensión densa para el filtrar. La suspensión es removida del fondo del tanque y alimentada a tanques donde es lavado con agua de mar descarbonatada y agua potable descarbonatada para eliminar la mayoría de los metales álcalis, cloro y otros iones. El contenido de agua de la suspensión de  $\text{Mg(OH)}_2$  es entonces reducida a menos del 50% mediante filtración (disco de vacío ó filtro de tambor). El producto es usado como materia prima para magnesia cáustica y sinterizada.

A excepción de un tratamiento especial, la magnesia sinterizada y cáustica producida del agua de mar usualmente contienen 0.2% de  $\text{B}_2\text{O}_3$  y pequeñas cantidades de  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  derivadas de la piedra caliza o desperdicios del agua de mar.

Los contaminantes y la proporción de CaO:SiO<sub>2</sub> tienen un efecto pronunciado en el comportamiento de la magnesia durante el sinterizado y en subsecuentes aplicaciones. Esta proporción es por lo tanto ajustada al valor deseado (3-4 o más para los sinterizados usados en metalurgia de oxígeno).

El contenido de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de la magnesia es generalmente también disminuído a ca.0.05% mediante el uso de un exceso de un 5-12% de caliza para la precipitación, ésto incrementa el pH a 12 y minimiza la adsorción de Boro. La adición de pequeñas cantidades de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> previo a una adición posterior disminuye el contenido de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a 0.03% debido a la formación de Borato de Sodio Volátil durante el sinterizado. Un prolongado sinterizado a la máxima temperatura disminuye el contenido de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El ión de intercambio puede también ser utilizado para un bajo contenido de Boro del agua de mar y así del producto sinterizado.

Composiciones típicas de los dos más comunes tipos de magnesia sinterizada derivadas del agua son enlistadas a continuación en la siguiente tabla:

Tipo de Magnesia*	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Densidad Volumétrica g/cm <sup>3</sup>	Densidad Teórica g/cm <sup>3</sup>
1	91.5	1.5	4.5	1.1	1.4	0.01	3.27	3.57
2	89.0	2.4	0.5	7.8	0.3		3.26	3.64
3	88.0	2.5	0.6	8.6	0.3	-de 0.01	3.38	3.65
4	91.3	1.9	0.5	6.0	0.3	-de 0.01	3.40	3.63
5	98.0	0.7	0.7	0.2	-de 0.2	0.30	3.28	3.57
6	97.2	1.9	0.5	-de 0.2	.2	0.05	3.43	3.57
7	96.4	2.0	1.1	0.4	-de 0.1	-de 0.01	3.43	3.57
8	97.2	2.0	0.4	0.3	-de 0.1	-de 0.01	3.42	3.57
9	98.5	0.7	0.15	0.5	-de 0.1	0.015	3.45	3.58
10	99.0	0.7	0.1	-de 0.1	-de 0.1	-de 0.01	3.43	3.58

## **Análisis Típico de Magnesía Sinterizada Composición**

- \* 1) Magnesía Sinterizada en terrones con un alto contenido de silicato y hierro.
- 2) Magnesía sinterizada con alto hierro producido de un concentrado de flotación.
- 3) Magnesía Sinterizada en terrones con alto contenido de hierro.
- 4) Magnesía Sinterizada en terrones con alto contenido de hierro.
- 5) Magnesía sinterizada producida del agua de mar tipo 1:1 ( $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1:1$ )
- 6) Magnesía sinterizada producida del agua de mar tipo 3: 1 ( $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 3:1$ )
- 7) Magnesía sinterizada en terrones con bajo hierro.
- 8) Magnesía sinterizada con bajo hierro con grandes cristales (LC) producidos de concentrado de flotación.
- 9) Magnesía sinterizada producida de salmueras de  $\text{MgCl}_2$ .
- 10) Magnesía sinterizada producida de  $\text{MgCl}_2$  pirohidrolizada.

## **Producción a partir de Salmueras**

### **Precipitación de Hidróxido de Magnesio**

Grandes depósitos de sal terrestres como marinos fueron formados en varios periodos geológicos. Depósitos de sales minerales fosilizados han sido principalmente minados por sus sales de Potasio; Las sales de Magnesio o bien las salmueras de Magnesio son obtenidas como desperdicio o como subproducto.

Las sales de Magnesio son formadas en áreas áridas mediante evaporación de salmueras en recipientes, y su composición a menudo difiere de aquellas obtenidas a partir de agua de mar. La Magnesía es obtenida de las salmueras de Potasio y Magnesio de varios orígenes:

- 1) Salmueras sintéticas producidas durante solución minada.(Veendam, Holanda)
- 2) Licores exhaustivos obtenidos en la producción de sales a partir de salmueras naturales (Mar Muerto, Producción de Potasio, Laguna de Rey, México, Producción de sulfato de Sodio).
- 3) Licores exhaustivos obtenidos en producción de sales de Potasio a partir de depósitos de sal.(Teutschenthal, Alemania).

En los Países Bajos el agua potable purificada es llevada a una profundidad de 1,500 m para disolver la Bischofita ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) y Carnalita ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ). La salmuera es entonces bombeada a la superficie y contiene 20 % en peso de  $MgCl_2$  y cantidades pequeñas de cloruros álcalis y  $MgSO_4$ . Después de la eliminación del sulfato, el magnesio es precipitado como  $Mg(OH)_2$  con Dolomita apagada y caliza, espesado y entonces sinterizado. La ventaja de este depósito es que el bicarbonato y el contenido de Boro de el resultado de salmueras son mucho más bajos que aquellos de agua de mar y no tienen que ser eliminados por métodos complejos.

### **Pirohidrólisis de Cloruro de Magnesio**

En la pirohidrólisis, los haluros metálicos (M) (especialmente cloruros) son descompuestos térmicamente en la presencia de vapor sobrecalentado entre 300-1000 °C para dar un precipitado óxido-metálico puro, fino:



La pirohidrólisis fué originalmente usada para recuperar el ácido clorhídrico en la efervescencia del acero pero también puede ser empleada para la producción a gran escala de óxidos metálicos. El óxido de Magnesio es producido a partir de salmueras de  $MgCl_2$  tanto sintéticas como naturales. La hidrólisis completa de  $MgCl_2$  por métodos convencionales no es posible porque la evaporación tiende a la precipitación de Bischofita ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) la cual, en un calentamiento subsecuente se funde o se disuelve en su propia agua de cristalización. La pirohidrólisis completa de  $MgCl_2$  es alcanzada en un reactor de spray sin hidrólisis de  $CaCl_2$  y cloruros álcalis (Proceso Aman).

El proceso Amán ha sido usado desde 1973 en una planta industrial con una capacidad corriente de 70,000 Ton / año cerca del Mar Muerto. La materia prima para este proceso es el licor exhaustivo (salmuera) obtenida después de la extracción de KCl de una salmuera natural rica en Magnesio y cloruros álcalis. Las composiciones de estas salmueras están dadas en la siguiente tabla:

**Composición de salmueras usadas en la producción de Magnesia por el método de calcinamiento en spray.**

<b>Componente</b>	<b>Salmuera Natural (Gramos/Litro)</b>	<b>Salmuera para Pirohidrólisis después de Extracción de KCl</b>
Mg(2+)	41	102
Na(2+)	40	2
Ca(2+)	17	9
K (2+)	7.5	2
Cl(1-)	215	319
Br(1-)	5	6
SO4(2-)	0.7	-
<b>Total</b>	<b>326</b>	<b>440</b>
<b>MgCl2</b>	<b>163</b>	<b>400</b>

La salmuera es purificada para eliminar bromuros y trazas de Boro y entonces son alimentadas via pipas de acero dentro de toberas de spray del reactor. El reactor está contenido de refractarios y también tiene una base cónica y quemadores posicionados tangencialmente que aseguran una circulación rotatoria de los reactantes. Los gases exhaustivos dejan la parte superior del reactor a 450 °C. El agua evapora las gotas de salmuera atomizada dejando una incrustación perforada de cloruro la cual reacciona con el vapor para la formación MgO y HCl. Los aglomerados esféricos huecos son removidos del fondo del reactor via seguro de gas, junto con potasio soluble no pirolizado, Sodio y sales de Calcio.

El producto crudo es lavado con agua e hidratado en un tanque de agitación, y entonces concentrado en un espesador. La suspensión resultante es difícil de filtrar y es lavada y deshidratada en un filtro de tambor al vacío de dos etapas. El producto calcinado típicamente contiene: un 99.5% en peso o más de MgO, menos de 1% en peso de CaO, un 0.05% en peso o menos de SiO<sub>2</sub>, un 0.05% en peso de o menos de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, un 0.005% en peso o menos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y un 0.01% o menos de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; su área de superficie específica es de 2-50 m<sup>2</sup>/g, los rangos de densidad volumetrica varían entre 0.8 0.2 g / cm<sup>3</sup>.



La mayoría del polvo de MgO en el gas exhaustivo de HCl es removido con un ciclón. El gas caliente es entonces usado para calentar la solución fresca de MgCl<sub>2</sub> en un recuperador de lavado donde cualquier polvo remanente es colectado. El gas HCl es lavado con agua en una columna de absorción. Después de la eliminación de la combustión de gases y vapor, un 20% de ácido clorhídrico es obtenido el cual es usado para disolver depósitos locales de fosfato; Esto hace al proceso económicamente viable.

### **Pirohidrólisis de Magnesio conteniendo desperdicio.**

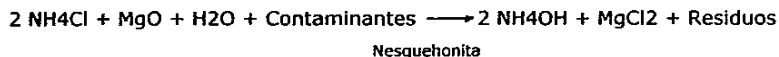
El principio del método anterior puede también ser usado para la pirohidrólisis de soluciones de cloruros obtenidos de los minerales de Magnesio impuros tales como la Magnesita, polvos, asbestos, talco y otros desperdicios de silicato de magnesio. El subproducto de ácido clorhídrico es reciclado dentro del proceso. (Nepal, Austria y Alemania).

El Magnesio es disuelto con ácido clorhídrico en un proceso de dos etapas. Agentes Neutralizantes (polvo filtrante o MgO crudo), agentes oxidantes (Aire, Cloro gaseoso), y iones sulfato son entonces añadidos. Hidróxidos de metales pesados, Sulfato de Calcio, y otros contaminantes precipitan y son filtrados para dejar una solución de MgCl<sub>2</sub> que es concentrada en un evaporador al vacío y rociados dentro del reactor.

### **Glosario de Procesos**

#### **Proceso Sulmag II**

El Proceso Sulmag II fue desarrollado por Sulzar para la producción de Magnesia Cáustica ligeramente quemada en un horno con una suspensión de gas a partir de minerales de baja Magnesita. El Cloruro de Magnesio Disuelto es obtenido mediante extracción selectiva con solución de NH<sub>4</sub>Cl:



Después de la filtración y el lavado, cristales en forma de agujas de Nesquehonita son precipitadas en el reactor y filtradas:



Magnesia Cáustica con una alta área de superficie específica es obtenida mediante calentamiento directo de Nesquehonita con aceite o gas y briqueteado todavía en caliente. El producto es entonces sinterizado. Este proceso es reportado para producir ahorros de energía considerables y es ambientalmente favorable debido al proceso casi completo de reciclado.

Una planta piloto ha sido puesta en operación en Suiza por varios años a una planta para producir 30,000 ton/año de Magnesita Sinterizada.

### **Otros Procesos**

Los procesos que han sido descritos en el que la Dolomita es descarbonizada para formar una mezcla de CaO y MgO y el CaO es entonces químicamente extraído. Las Patentes también describen la descarbonización parcial de Dolomita, apagado de MgO, y recarbonizado. El producto consiste de grandes cristales de Nesquehonita ( $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) los cuales son separados del  $\text{CaCO}_3$  microcristalino por flotación. La Calcita secundaria y la Dolomita también puede ser extraída de rocas de magnesita por su fácil solubilidad en ácido.

La Magnesita puede también ser preparada a partir de Sal Epsom ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) o Kieserita ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) pero esta técnica no es industrialmente usada en el presente.

### **Producción de MgO y CaO mediante sinterizado de Dolomita.**

La descarbonización completa de Dolomita teóricamente deja una mezcla fina cristalina de MgO (42%) y CaO (58%).

Ya que, grandes abastecimientos naturales de rocas de Dolomita de alta pureza se encuentran disponibles, la eliminación de contaminantes mediante beneficio no es económico.

Los terrones de Dolomita de alta pureza es calcinada, y sinterizada en un horno rotatorio o de flecha. En un procedimiento especial, la dolomita es descarbonizada, briqueteada, y sinterizada a una temperatura menor que la del material en terrones para dar un producto de alta densidad. El CaO y MgO (cristales) en Dolomita sinterizada caen directamente adyacentes una con respecto a la otra; a pesar del intenso quemado estos cristales son mucho más pequeños que aquellos de magnesia sinterizada porque mutuamente impiden el crecimiento de un cristal a otro.

### **Quemado de Magnesia Cáustica y Sinterizada.**

**La Magnesia cáustica** es un material cristalino fino muy reactivo que es producido mediante el quemado de  $MgCO_3$  o  $Mg(OH)_2$  ligeramente arriba de la temperatura de descomposición. La Magnesia cáustica puede ser el producto final de la producción de magnesia o puede más adelante ser quemada para obtener magnesia sinterizada.

La Magnesia cáustica es producida industrialmente mediante la calcinación de terrones de  $MgCO_3$  ( arriba de 50 mm) o material más fino a una temperatura entre 600-1000°C en hornos rotatorios o de flecha. El intercambio de calor en los hornos es también empleado. En el caso de  $Mg(OH)_2$  las masas filtradas y deshidratadas son usualmente calcinadas en la forma de terrones a 950°C en hornos de múltiples hogueras. Estos hornos generalmente contienen 10 compartimentos, uno sobre otro; cada compartimento es provisto con 4 quemadores de forma cilíndrica y acomodados verticalmente en la pared del horno.

El material es continuamente alimentado en la parte superior del horno y su tiempo de residencia puede ser ajustado mediante los rastrillo que rotan encima de cada compartimento.

Las condiciones de calcinación deben ser cuidadosamente adaptados a los contaminantes en la alimentación, de otro modo el sobrecalcinamiento dá como resultado un crecimiento excesivo en la reactividad de los cristalitas de MgO los cuales disminuyen su actividad. En hornos modernos de suspensión de gas, el Mg(OH<sub>2</sub>) o el concentrado en la flotación puede ser convertido a Magnesia Caustica homogénea; El consumo de energía es bajo.

La Magnesia Cáustica fue formalmente producida exclusivamente a partir de magnesita criptocristalina con un bajo contenido de hierro y que ahora es también obtenida a partir de todos los tipo de magnesita y Mg(OH<sub>2</sub>). Sus rangos en cuanto al contenido de MgO son desde 65 a 99 % en peso hasta 99.9 %. La Magnesia es a menudo echada al suelo antes de su uso. La magnesia cáustica extremadamente reactiva puede llegar a tener una área superficial arriba de 160m<sup>2</sup>/g.

Dependiendo de la temperatura de quemado, el producto es ligeramente quemado (870-1000°C) o duramente quemado (1550-1650°C). La magnesia cáustica ligeramente quemada llega a hidratarse en agua fría y es diluida en ácido. Tiene una pérdida de densidad volumétrica de 0.3-0.5 g/cm<sup>3</sup> y una área superficial específica (BET) de 10-65m<sup>2</sup>/g. La magnesia cáustica completamente quemada tiene una pérdida en su densidad volumétrica de 1.2 g/cm<sup>3</sup> (densidad volumétrica 2 g/cm<sup>3</sup>).

**Magnesia Sinterizada** La mayoría de MgCO<sub>3</sub> (ca.85%) y Mg(OH)<sub>2</sub> es convertido a magnesia sinterizada. La calidad del sinterizado depende no solamente de la composición química, sino también de la densidad volumétrica o porosidad; una alta densidad ofrece un mejor producto. La capacidad de sinterizado disminuye considerablemente con un incremento en la pureza, haciendo una alta densidad difícil de alcanzar. En los inicios de la década de los 60´ s terrones de magnesita con un bajo contenido en hierro ni siquiera pudieron ser sinterizados a una densidad de 3.40 g/cm<sup>3</sup> (porosidad 5% en volúmen). Aunque algunos briqueteados, de bajo hierro, C2S conteniendo sinterizados, tienen densidades arriba de 3.46 g/cm<sup>3</sup> (porosidad ca. 3.5% en volúmen), la densidad está usualmente en el ranfo de 3.35- 3.40 g/cm<sup>3</sup>, la densidad volumétrica final del sinterizado depende de la composición química, temperatura de sinterizado y tiempo, y del grado de compresión del material previo al sinterizado (el briqueteado es por lo tanto usado y no pelletizado o granulado) el material es usualmente sinterizado en forma de terrón.

La magnesia cáustica (preferentemente calentada entre 200-500°C) es comprimida a briquetes en prensas rodantes a alta presión ( presión 4-15 ton/cm) los briquetes son entonces cubiertos y secados o endurecidos, los cubiertos finos son mezclados con magnesia cáustica reciente y son briqueteados.

Agentes suavizantes y adhesivos son añadidos a finos concentrados de magnesita en la flotación previo al briqueteadao; solución de sulfato de magnesio, ácido sulfúrico y polvos combustibles de MgO son usualmente usados. Los concentrados de magnesita son también usados para producir sinterizados de doble quemado. Aquí los concentrados son primero calcinados para reducir la masa y la presión de gas resultante y son entonces también briqueteados y sinterizados.

En algunos casos la deshidratación de suspensiones de Hidróxido de Magnesio es tán eficiente (prensas de filtro de alto rendimiento) que las piezas de masa filtrada dura puede ser alimentadas directamente a hornos rotatorios. esto ahorra una cantidad considerable de energía y el producto de magnesia sinterizada usualmente tiene una suficientemente alta densidad volumétrica. En la mayoría de las plantas modernas, sin embargo la suspensión de Hidróxido es primero calcinada y entonces briqueteada.

Los hornos de flecha son calentados con coque, gas o aceite (con o sin Oxígeno) y debe ser alimentados con grandes piezas de material debido a un modelo de circulación de gas y movimiento de material dentro de la flecha. Hoy en día, los hornos de flecha pueden ser mejor controlados que los de antaño. Terrones pequeños de(0.5-60 mm, producto 0-30mm) son usados en hornos rotatorios para minimizar la abrasión y la garantía de cada movimiento del material en la pared del horno rotatorio. Los hornos rotatorios son generalmente prendidos mediante combustible o gas, a veces con adición de carbón en polvo o coque de petróleo. Dependiendo del contenido de agentes fluidizantes, el sinterizado es llevado a cabo entre una temperatura de 1700 a más de 2000 °C para 2-15 hrs en un horno rotatorio o 20 hrs en un horno de flecha. El sinterizado de los hornos rotatorios es generalmente homogéneo pero tiene un tamaño de partícula menor y contiene más polvo que aquél de los hornos de flecha; ésto puede encabezar una ronda indeseable de partículas y un exceso de agregados durante la producción de ladrillos.

La Magnesita Criptocristalina con un bajo contenido de agentes fluidizantes ofrece un sinterizado con una estructura tipo aguja también después del sinterizado en hornos rotatorios.

El consumo de energía para el quemado se magnesita sinterizada de alta calidad de varias materias primas depende del diseño del horno y del contenido de agua en la suspensión de  $Mg(OH)_2$  ; Valores típicos son los siguientes en (MJ / kg de  $MgO$ ):

Magnesita: Una etapa de quemado (Magnesita-Sinterizado)	4.5-12
Magnesita: Doble Etapa de Quemado (Magnesita-Magnesia Cáustica-Sinterizado)	8.0-16
Magnesia de Agua de Mar ( $Mg(OH)_2$ -Magnesia Cáustica-Sinterizado) Valores requeridos de energía consumida Para producción de precipitación de agente	22-32
Proceso Sulmag II	23
Magnesia Producida por Pirohidrólisis	40

En un intento para mejorar la calidad del sinterizado, los productores han enfocado su atención para incrementar el tamaño de los cristallitos de periclase mediante la adición de agentes promotores de sinterizado, tales como  $ZrO_2$ . Las condiciones de quemado fueron subsecuentemente modificadas. En grandes cristallitos de  $MgO$  es menos fácil la reducción mediante carbono a altas temperaturas.

**Modificación de la composición en sinterizado.** En el caso de concentrados, suspensiones, o Magnesita Cáustica, la composición final del sinterizado puede ser modificado mediante el mezclado en pequeñas cantidades de aditivos tales como  $CaO$ ,  $SiO_2$  y  $Fe_2O_3$  previo al briqueteado. Los concentrados de Magnesita obtenidos mediante flotación y  $Mg(OH)_2$  fino o  $MgO$  pueden ser también mezclados con grandes cantidades de otras finas sustancias (principalmente minerales de Cromo, Caliza Calcinada o Dolomita), briqueteadas y sinterizadas para formar un conglomerado.

En ladrillos refractarios hechos de Magnesita sinterizada pura y de minerales de cromo con bajos silicatos, el mineral de Cromo solo llega a ser completamente integrado con el periclase a alta temperatura (mayor o igual a 1700 °C) y a una atmósfera conveniente. En briqueteados hechos de Magnesita y de minerales de Cromo finos, sin embargo, los resultados de sinterizado en completa disolución de spinelas mezcladas en el mineral en el periclase. En el enfriamiento, spinelas de cristales finos ó cristales de esqueleto precipitan en el periclase; Algunas spinelas idiomórficas (Mg, Fe 2-)O (Cr, Fe 3+,Al)2O3 son eventualmente depositadas entre cristalitas de periclase.

## **Oxido de Magnesita Fundida**

### **Propiedades**

La magnesita fundida es un óxido de magnesio cristalino (punto de fusión 2800 °C) la cual es fundida en un arco eléctrico. Tiene la misma estructura cristalina que el cloruro de sodio y se encuentra naturalmente como periclase. Ninguna fase cambia tomando lugar en el calentamiento hacia el punto de fusión.

La magnesita pura fundida es blanca, aunque la presencia de impurezas de hierro le confiere un color verdoso debido a la presencia del compuesto combinado y cristalino de magnesio-winstita (Mg.Fe)O. Cuando la magnesita fundida verde y pálida es calentada en aire, el color cambia a café debido a la formación de magnesioferrita (MgFe2O4).

El óxido de magnesio fundido tiene una mucho menor tendencia a sufrir hidratación que el óxido de magnesio sinterizado o magnesita caustica calcinada y es esencialmente estable hacia la atmósfera. De este modo, las caras pulidas del cristal de periclase sólo empieza a perder su brillo después de varias semanas, dependiendo del contenido de humedad en la atmósfera y la temperatura. La reacción con dióxido de carbono atmosférico para formar carbonatos básicos es también notada solamente después de varias semanas o meses.

La magnesita fundida es estable en una oxidación atmosférica arriba de 2200 °C, arriba en el que la vaporización y una disociación parcial toma lugar.

En una atmósfera reducida (en presencia de carbón), la magnesia fundida es estable solamente arriba de 1700 °C. Esta temperatura es también el límite para uso a vacío por la presión de vapor resultante.

Las propiedades físicas más importantes de la magnesia fundida (como la conductividad térmica y la resistividad eléctrica) dependen de la densidad, pureza, distribución del tamaño de partícula, tipo y distribución de fases mineralógicas extranjeras presentes. Consecuentemente, los datos obtenidos de las mediciones en cristales simples de óxido de magnesio puro, el óxido de magnesio policristalino (mayor a un 99%) no puede ser considerada como magnesia fundida comercial.

Los siguientes datos son en parte basados en información de productores de magnesia fundida incluyendo los grados más comunes disponibles hoy en día (contenido de MgO mayor a 92 %, tamaño de partícula 0-400 picometros) :

Densidad de Periclase Puro (Teórico)	3.56-3.58 g / cm <sup>3</sup>
Dureza Knoop	370
Dureza Mohs	6
Coefficiente Expansión Térmica (1000 °C) Para densidades de 3.00-3.58 g/cm <sup>3</sup>	2.9-8.4 W / m °K
Constante Dieléctrica (30 Hz-1MHz)	11
Resistividad Eléctrica (Grados Técnicos- Datos de Productores) (600 °C) (800 °C) (1000 °C)	2 x 10 <sup>(9+)</sup> - 2 x 10 <sup>(11+)</sup> ohms.cm 3 x 10 <sup>(8+)</sup> - 2 x 10 <sup>(9+)</sup> ohms.cm 10 x 10 <sup>(7+)</sup> - 9 x 10 <sup>(7+)</sup> ohms.cm
Resistividad Eléctrica de Cristales Simples MgO (Para Comparación) ( 500 °C) (1000 °C)	2 x 10 <sup>(13+)</sup> ohms.cm 6 x 10 <sup>(8+)</sup> ohms.cm



## Producción

La magnesia fundida es principalmente producida de magnesita natural ( $MgCO_3$ ) que ha sido calcinada entre 1200-1400 °C (dead-burned). El producto calcinado usualmente contiene menos de un 92% de  $MgO$ , 1-4%  $SiO_2$ , 0.5-2% de  $CaO$ , 0.1-2% de  $Al_2O_3$ , arriba de 0.2% de  $Fe_2O_3$ , y trazas de  $ZrO_2$ ,  $NiO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $B_2O_3$  y S. La magnesita procedente de agua de mar contiene menos del 97% de  $MgO$  y también es destinada como materia prima.

Cuando la magnesia fundida es usada como un aislante eléctrico para aplicaciones de calentamiento (elementos tubulares), la cantidad de impurezas conductoras en la materia prima debe ser mínima.

Por lo tanto las magnesitas que contienen, por ejemplo, óxidos de hierro o azufre en apreciables cantidades no pueden ser usadas. La contaminación con azufre es evitada mediante calcinación de la magnesita en hornos de madera quemada.

La Magnesia Fundida es usualmente producida en un proceso por lotes mediante el fundimiento de la materia prima entre 2800-3000°C en hornos de arco eléctrico.

Los hornos son calentados ya sea en una fase o, más normalmente, tres fases en corriente alterna (Horno Higgins, proceso productor en bloques). Esto tiene una fase móvil y una cónica, y una cubierta de acero para enfriamiento de agua. La materia prima es añadida en bloques convenientemente y actúa como revestimiento refractario para las paredes del horno, y la base del horno es usualmente alineada con ladrillos de magnesita o con material grafitado combinado con betúmen. Los hornos son calentados ya sea por dos o tres electrodos de grafito. Los arcos son encendidos sobre una capa de coque y los electrodos pueden ser verticalmente ajustados para corregir la altura del baño fundido.

En adición al proceso tradicional productor en bloques (Horno Higgins), las tecnologías de inclinamiento en hornos son también usadas para la producción industrial de Magnesia Fundida. El proceso de fundición es continuo, y el producto fundido es pobremente intermitente dentro de moldes refractarios o agua enfriada. La manufactura de Magnesia Fundida mediante arco eléctrico a través de procesos de fundición y en un plasma de alta frecuencia.

Para terminar la fundición, los electrodos son retirados y, después de un período de enfriamiento, la cubierta del horno es removido. Los ladrillos de Magnesita Fundida pueden pesar tanto como 20 t. Después del enfriamiento a temperatura ambiente, preliminarmente se lleva a cabo una reducción en tamaño. Esto es seguido por un tamaño de reducción adicional de las piezas grandes rotas. Los bloques no son homogéneos con respecto a la estructura u composición química, y su superficie es cubierta con un recubrimiento o una incrustación de Magnesita sinterizada en forma de aglomerado.

Las impurezas en la materia prima consisten de compuestos formados a partir del sistema cuaternario  $MgO-CaO-SiO_2-Fe_2O_3$  por ejemplo los silicatos de Magnesita tales como la Forsterita ( $2MgO.SiO_2$ , Punto de Fusión de 1890 °C) y Monticelita ( $CaO.MgO:SiO_2$ , Punto de Fusión de 1500 °C, fundido incongruente) cuyos puntos de fusión caen muy abajo que el óxido de magnesio puro. Las fases extrañas son principalmente concentradas localmente en la zona superficial de el bloque fundido y constituyen los residuos fundidos con óxido de magnesio fundido imperfectamente (el incrustado sinterizado). Ellos son manejados por separado del producto fundido el cual oscila entre un blanco a un periclasa verde pálido cristalino con tamaños de cristales de varios cientos de micrómetros arriba de varios centímetros. La depuración a mano es el método industrial normal de eliminación de impurezas, ningún método mejor ha sido todavía encontrado.

Sin embargo, algunas de las impurezas de silicatos asociadas con las inclusiones de materia prima de fases extrañas en los cristales del óxido de magnesio pulverizado como producto final. Esto es debido a la velocidad de crecimiento de los cristales de óxido de magnesio en ciertas regiones de la rapidez de migración del fundido el cual es mayor que la rapidez de migración de los residuos fundidos. Así, los bloques de óxido de magnesio de un Horno Higgins contienen fases extrañas (Monticelita y Forsterita) depositadas bajo límites granulométricos, mientras el óxido de magnesio producido mediante la fundición de un horno de inclinación que usualmente exhibe una distribución intracristalina de estas fases. Un tratamiento adicional de la depuración a mano, tamaño reducido, el producto fundido incluye varias reducciones en tamaño con trituradores de mandíbulas, trituradores tipo aplanadora y trituradores giratorios. Las partículas de hierro producidas por la abrasión y otras impurezas magnéticas son eliminadas por el alto poder de separadores magnéticos.

Finalmente, el material finamente granulado es clasificado dentro de rangos de tamaño de partícula usando una serie de tamices. La magnesia fundida propuesta para aplicaciones de calentamiento eléctrico es calentada en un oxidizador, neutral, o de reducción (aunque no forme carbón) la atmósfera entre 1100-1400 °C para eliminar la humedad y el carbón (originado de la avería de los electrodos) y para reducir la superficie y los defectos del enrejado en las partículas de óxido de magnesio.

**Usos Industriales del Hidróxido de Magnesio Mg(OH)2**

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Objetivo y/o Beneficio</b>
Uso en templado en fabricación de láminas de aleación Acero-Silicio	Favorece acondicionamiento para el rolado y templado, ocasionando superficie de espejo
Manufactura de revestimientos refractarios en estructuras de acero	Buena protección al acero contra la corrosión y la oxidación
Aplicación continua en spray en fundición de acero	Favorece un enfriamiento más rápido en los lingotes
Forrajes para tuberías de acero para agua	Protección eficaz contra la corrosión y herrumbre
Manufactura de recubrimientos especiales para estructuras de acero marinas	Prevención de Corrosión
Manufactura de recubrimientos para aplicación en acero galvanizado	Buenas propiedades en el galvanizado

<b>CEMENTO Y CONSTRUCCION</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Objetivo y/o Beneficio</b>
Manufactura de cemento para materiales de construcción	Ofrece mejor tenacidad en el cemento así como consistencia
Manufactura de materiales para construcción	Notable mejora en la consistencia de los materiales
Manufactura de Concreto	Colabora a la no corrosión del Concreto

## **CEMENTO Y CONSTRUCCION**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de materiales para techos y paredes	Confiere propiedades resistentes al fuego

## **CERAMICA Y VIDRIO**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Manufactura de revestimiento aplicado en pisos y paredes	Ofrece mejor tenacidad en el cemento así como consistencia
Manufactura de revestimiento aplicada a tuberías expuestas al calor	Ofrecen buena estabilidad al calor y a prueba de fuego
Fabricación de pastas especiales para uso en osteoplastía y piezas dentales	Buena consistencia, moldeabilidad y rigidez
Fabricación de sustitutos para Marmol	Buena consistencia y lucidez como el Marmol

## **FARMACEUTICA**

<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Fabricación de Antiácidos en suspensiones, tabletas efervescentes y pastillas masticables	Buenas propiedades contra la acidéz gástrica
Elaboración de Farmacéuticos gastrointestinales	Buen comportamiento contra La Gastritis
Manufactura de tabletas Contra la Migraña	Buenas propiedades de atacar y eliminar el dolor de cabeza
Fabricación de Suspensiones orales	Confiere grandes Propiedades nutricionales

## PLASTICO

Aplicación	Beneficio
Como agente propulsor de Polimerización de PVC	Buena resistencia al impacto y al fuego
Fabricación de composiciones Poliolefínicas	Buena resistencia al impacto y al fuego
Fabricación de Polietileno clorado para rellenos en metales para la construcción	Buena consistencia y rigidez
Fabricación de PVC y Fluoruro de Polivinilideno para interiores para avión	Buena moldeabilidad y gran resistencia al uso

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Como catalizador en Hidrogenación Catalítica	Promueve la hidrogenación
Como catalizador junto con Oro en la Oxidación de Monóxido de Carbono	Promueve la Oxidación
Remoción de flúor en agua de beber	Buena propiedades adsorbentes
Preparación de Citrato de Magnesio	Buen sustituto de sal en la preparación
En tratamiento de gases para Eliminación de ácidos	Buenas propiedades absorbentes
Como electrolitos en baterías de Zinc	Colabora a la inhibición de gases formados en las baterías
En agentes generadores de gas en bolsas de aire de volantes de auto	Contribuye a la rápida reacción y chispazo del gas al impacto,
En desodorantes para purificación de aire en interiores	Buena opción como absorbente de mal olor
En tratamiento de agua de desperdicio	Colabora a un mejor ajuste del PH en el agua

## Usos Industriales del Oxido de Magnesio

<b>ACERO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como agregado a acero bajo en Carbón usado a altas temperaturas	Fortalece propiedades anticorrosivas y resistentes a la oxidación y al uso
En binder junto con Cromo, Titanio y Aluminio en ladrillos refractarios para hornos	Buena resistencia a altas temperaturas siendo inquemables
Formación de Recubrimientos Refractarios para tuberías	Buena propiedades anticorrosivas
Como agregado en Acero	Contribuye a la limpieza de impurezas y Pasivación del acero
Como agregado en recubrimientos para uso en Acero durante rolado en caliente	Previene defectos de superficie Promoviendo el alisamiento
En adición en agentes antioxidantes en templado continuo de acero	Buena estabilidad a altas temperaturas
Como agregado con Níquel, Titanio, y Silicio en manufactura de crisoles	Fortalece resistencia a altas Temperaturas
Como agregado al acero fundido	Desoxida al acero obteniendo alta Pureza en el mismo.

<b>CEMENTO Y CONSTRUCCION</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como agregado en adhesivos inorgánicos en fabricación de cemento	Contribuye a una notable disminución Higroscópica en el cemento
En fabricación de bloques para la construcción	Fortalece endurecimiento rápido y mejor consistencia en los bloques
Como agregado junto con Zirconio y Espinela en refractarios para hornos rotatorios	Ofrece cualidades convenientes para uso en alta temperatura

## CEMENTO Y CONSTRUCCION

Aplicación	Beneficio
En manufactura De Pavimento	Contribuye notablemente al endurecimiento Y a la rigidez del mismo
En manufactura de Asfalto y Concreto	Fortalece resistencia al impacto mejorando la rigidez
En Fabricación de Cemento Blanco	Actúa como agente mineralizador y blanqueador

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
Fabricación de Polvos y Pastas pulidoras de metales	Confiere buenas propiedades abrasivas
Fabricación de cabezas magnéticas, cerámicas en caseteras	Ofrece propiedades antimagnéticas a las cabezas
Manufactura de tubos de cerámica para intercambiadores de calor	Gran resistencia a las altas temperaturas
Como agregado con alumina en manufactura de herramientas de corte	Buena resistencia al uso y al daño
Como agregado en fibras cerámicas para filtros en la separación de gases	Contribuye a una mejor eficiencia en la filtración
En formación de Recubrimientos cerámicos	Mejora propiedades de estabilidad siendo resistentes al fuego
Adición en manufactura de frenos De disco	Mejora el coeficiente de fricción al frenado
En manufactura de implantes óseos a base de vidrio y fibras cerámicas	Mejor Consistencia fortaleciendo así los implantes
Como agregado con cal en manufacura de vidrios polarizados para quemacocos de automoviles	Mejora absorción de luz en el vidrio
En manufactura de capacitores laminados Cerámicos y transistores	Mejora propiedades semiconductoras y dieléctricas

## CERAMICA Y VIDRIO

Aplicación	Beneficio
En manufacrura de Azulejos cerámicos	Buena consistencia y resistentes para su uso
En manufacrura de abrasivos	Mejora propiedades pulidoras de éstos
En manufactura de mármol artificial para artículos cerámicos decorativos	Confiere gran consistencia a los mismos
Como agregado con silicato de boro en manufactura de lentes para sol	Contribuye a atenuar y absorber los rayos ultravioletas del sol
Como agregado con silicato de boro en manufactura de vidrio para lámparas	Resistente a la intensidad y descarga de la corriente
Como agregado con calcio en revestimientos para forraje de hornos cerámicos	Buenas propiedades refractarias a alta temperatura
En manufactura de prótesis dentales	Buena consistencia y textura de las piezas dentales
Como aditivo para formación de recubrimiento en resistencias cerámicas	Mejora propiedades dieléctricas resistiendo mejor el voltaje
Como agregado con porcelana y alumina en manufactura de vidrio para hornos de microondas	Buena resistencia a altas temperaturas
Como agregado con arcilla en manufactura de artículos para alfarería	Mejora consistencia en los artículos
En mezcla para Creación de esculturas	Mejora suavidad, consistencia y textura de la mezcla

## PLASTICO

Aplicación	Beneficio
En recubrimientos poliolefinicos utilizados en fabricación de conos de papel para beber	Confiere al recubrimiento buenas propiedades resistentes al agua



## PLASTICO

Aplicación	Beneficio
En recubrimientos para fabricación de Papel electrofotográfico	Buenas propiedades, ideales para uso en fotografía.
Como agregado con fibras diminutas para manufactura de papel para cigarrros	Buenas propiedades consistentes del papel
Como agregado en manufactura de papel	Previene el añejamiento del mismo

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Adición en aguas en tratamiento para eliminación de Amonio	Buenas Propiedades absorbentes del Oxido de Magnesio
Como agregado en películas termoplásticas para plásticos envolventes	Mejora propiedades flexibles del plástico
Como adsorbente en Lubricantes Usados	Remueve al cloro presentado en el Lubricante
En catalizadores para hidrocraqueo de petróleo	Promueve la reacción efectuada En el proceso
Añadido en Gas natural	Colabora el buen desempeño durante el endulzamiento del mismo
Como agregado en combustión de Carbón	Eficientiza el quemado del carbón durante la combustión
Líquidos correctores para poder reescribir sobre papel	Contribuye a propiedades de secado rápido en el líquido
Como agregado en detergentes lavatrastes	Colabora a una detergencia Más eficaz

## **Uso de Magnesita Sinterizada Como Refractario**

Los mejores óxidos catalogados son destinados como recubrimientos en recipientes para la mayoría de procesos industriales a alta temperatura. El óxido de magnesio tiene el mayor punto de fusión entre los óxidos comerciales y es por lo tanto una importante materia prima para ladrillos refractarios y otros materiales. Es el único material aparte del óxido de Zirconio que puede resistir un tiempo considerable arriba de 2000 °C.

La construcción de materiales refractarios basados en la magnesita (con mineral de Cromo o CaO) son también resistentes a las escorias neutrales y básicas y gases.

El estallido en la producción de magnesita sinterizada con bajo hierro se encontró después de que fue descubierto el uso de revestimientos refractarios de magnesita en vasijas a base de acero (Horno de hogar abierto, horno de arco eléctrico y hornos de oxígeno básico) fósforo permitido y azufre puede ser eliminado en escoria básica.

La magnesita sinterizada es convertida dentro de ladrillos quemados mediante técnicas usadas para cerámicos tradicionales. Es primero roto, tirado al suelo y clasificado. Los lotes (1 a más de 2 t) de fracciones individuales son mezclados con un suavizante acuoso temporal como sulfonatos y formados a bloques en la forma deseada pesando arriba de 35 kg.

Después del secado, los ladrillos son usualmente quemados entre 1500-1800 °C en un horno tipo túnel. Finalmente se obtiene una porosidad entre 12-23 % en volumen.

Los ladrillos (especialmente aquellos que son para ser usados en hornos de oxígeno básico) quizá entonces pueden ser impregnados con brea para prevenir la escoria infiltrándose en ellos y disolviéndose en su superficie. Los ladrillos de magnesita quemada tienen un coeficiente alto de expansión térmica y una resistencia baja y relativa al choque térmico, especialmente durante el periodo de operación. Los ladrillos quemados hechos de magnesita sinterizada y mineral de Cromo (o alúmina o spinela) son más resistentes al choque térmico.

Una gran proporción de ladrillos de magnesita no son quemados (no formando una mezcla cerámica) pero son combinados con brea o resina. Las fracciones de partícula son mezcladas con brea caliente comprimida dentro de bloques, y templados entre 200-500 °C. Cuando los ladrillos son usados, una estructura de coque es formada la cual los hace más elásticos que los ladrillos cerámicos mezclados. La adición de un 5-20 % de hojuelas grafitadas incrementa la transferencia de calor, bajando la expansión térmica y ataca mediante la escoria, mejorando la resistencia al choque térmico. Este desarrollo es aplicado en hornos de arco eléctrico, convertidores y cucharones metálicos para procesos de manufactura de acero. La baja atmósfera de oxígeno formado en estos ladrillos durante el uso puede causar una reducción significativa de la magnesita. Para prevenir esto, los productores tienen recientemente desarrollada una magnesita de alta calidad con cristales de periclase más grandes y una baja superficie interna de sinterizado.

Ladrillos químicamente mezclados con minerales de cromo contienen agentes de mezclado químicos (por ejemplo la Sal Epsom  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) y son producidos del mismo modo como los ladrillos de magnesita quemados hasta la etapa de secado. Los agentes de mezclado descomponen y forman un cerámico cuando los ladrillos son usados a alta temperatura.

Los mezcladores de hierro en lingotes, los recipientes mezcladores transportadores de hierro en lingotes usados en la industria del acero son forrados con ladrillos de magnesita. Puertas deslizantes y toberas son también hechas de Magnesita Sinterizada.

Considerando su alta capacidad refractaria, resistencia al álcali, y su alta capacidad para retener el calor, los ladrillos de magnesita son usados en partes calientes y en tanques de vidrio fundido. Los ladrillos de Magnesita-Cromo y Magnesita-Spinela son más convenientes para las zonas sinterizadas de hornos rotatorios de cemento debido a su buen comportamiento a la tensión. Los ladrillos de magnesita son preferidos para hornos de flecha para la caliza. Grandes cantidades de Magnesita Sinterizada son usadas para la reparación de materiales amorfos.

Las crecientes demandas hechas sobre materiales refractarios como un resultado de altas temperaturas de operación en hornos metalúrgicos y reactores que pueden ser solamente pretendidos por la pureza y sinterizados de magnesia de alta densidad. Pequeñas cantidades de contaminantes son desventajosos si forman eutécticos de bajo fundido con MgO (por ejemplo con CMS a 1485 °C o con C2F a 1200 °C) porque esto propicia la deterioración de propiedades mecánicas (estabilidad a la dureza) a altas temperaturas.

Los sinterizados de alta calidad por lo tanto tienen un bajo contenido de fases de silicato de alta fundición (tal como C2S), un bajo contenido de B2O3 y un alto grado de periclase contacto-directo periclase (sin fases intermediarias de silicato).

### **Uso de Magnesia Sinterizada como un medio de retención de calor.**

Los ladrillos de magnesia tienen una alta capacidad de retención de calor (aproximadamente 160 % que el chamotte) y una alta conductividad térmica. Ambos son usadas en calentadores eficientes almacenadores de calor. El calor generado mediante un elemento de calentamiento es transferido al ladrillo de magnesia y así incrementa su temperatura.

Los ladrillos más convenientes son quemados y tienen las siguientes propiedades: una alta densidad volumétrica (arriba de 3.10 g/cm<sup>3</sup>) y así un alto grado de sinterizado, una alta conductividad térmica (arriba de 9 W/m.°K a 600 °C) y un alto calor específico (1.1 kJ/°K.kg a 600 °C). La influencia de impurezas en éstos factores no es tan crítico como en los refractarios.

La densidad volumétrica depende de la composición química, la porosidad de sinterizado y el método usado para producir ladrillos. La conductividad térmica es incrementada por un alto contenido de periclase y una baja porosidad. El calor específico es solo ligeramente disminuido por SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pero es significativamente bajado por CaO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Los ladrillos no deben contener CaO libre (por riesgo de hidratación) o fases de cristales con modificaciones diferentes.

## Usos de Magnesita Cáustica.

**Agricultura.** En la década de los setenta y de los ochenta el uso de Magnesita cáustica se incrementó al máximo en fertilizantes y alimentos para animales. El magnesio es un constituyente de clorofila en las plantas y también ejerce un papel en la actividad enzimática. Es considerado como un nutriente esencial en las plantas y es usado en fertilizantes. Deficiencia y ajuste del Magnesio (síntomas: clorosis, necrosis) llegaron a ser especialmente comunes después de los fertilizantes conteniendo un alto porcentaje de potasio reemplazando fertilizantes tanto de magnesio y potasio basados en Kainita ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ). En países con depósitos de sal (como Alemania) el magnesio es suministrado en la forma de Kieserita, Magnesita Lime (menos de un 10% de  $MgO$ ), y Dolomita calcinada. En otros países (como Holanda, Inglaterra y Estados Unidos), la Magnesita Cáustica (tamaño de partícula 4 mm más de un 70% de  $MgO$ ) y la magnesita son usados.

La Magnesita Cáustica de tierra (tamaño de partícula menor o igual a 2 mm y con 85% de  $MgO$ ) es usada como complemento de alimento para animales. El Magnesio está usualmente presente en forrajes verdes, para el ganado y alimento para ovejas en forrajes a partir de tierras ligeramente ácidas pueden sufrir de un crecimiento tambaleante de hierba en primavera la cual es causada por la deficiencia del Magnesio.

**Industria de la Construcción.** La Magnesita Cáustica mezclada con soluciones concentradas de sales de Magnesio y una pequeña cantidad de Fosfato de Sodio llega a ser extremadamente dura y se estabiliza en aire (con soluciones de  $MgCl_2$  forma  $3MgO \cdot MgCl_2 \cdot 11H_2O$ ). Sin embargo, el material endurecido no es estable en agua y no es por lo tanto un cemento confiable (el cual debe ser colocado en aire y agua) a excepción de un Binder (polvo suavizante a altas temperaturas) de Magnesita. Estos binders fueron originalmente referidas como un cemento sorel o como una piedra-madera (xilolita) cuando es mezclado con polvo como un filler (relleno). Ya que su alto contenido de Cloro puede corroer metales y otros materiales para construcción, los binders de magnesita deben ser reforzados. Pueden ser usados como recubrimientos protectores a temperatura ambiente. Grandes cantidades de Magnesita Cáustica derivadas del carbonato son usados para stonewood (madera sintética) o pisos de plástico en la zona Este.

El bajo contenido de Magnesia Cáustica de bajo contenido de hierro es generalmente usada para éste propósito la cual contiene entre un 75-87% de MgO y es tirada al suelo.

Un uso importante de la Magnesia Cáustica es en los bloques ultraligeros para la construcción para aislamiento acústico y térmico (espesor entre 5-100 picómetros). Los bloques son producidos en líneas completamente automáticas a ca.60 °C a partir de Magnesia Cáustica fina de tierra (contenido de MgO 65-80%, materia prima magnesita conteniendo silicatos y Dolomita), solución de MgSO<sub>4</sub> como Binder. Lana mineral es también usada como filler (relleno).

Un endurecimiento subsecuente resulta en bloques altamente no flamables los cuales pueden hacer retardadores de flama y resistentes a la humedad y microorganismos mediante la recubierta por un lado con plastificante. Los bloques prefabricados son usados para hacer moldes para concreto, y grandes cantidades son empleadas en combinación con poliestireno en bloques laminados.

**Otros Usos.** La Magnesia Cáustica conteniendo ca. 70-99% de MgO es usado en tratamiento de desperdicios, en prevención de corrosión, como solución Buffer, en Síntesis Química y en la industria farmacéutica.

La Magnesia Cáustica puede ser usada para eliminar metales pesados y silicatos a partir de aguas de desperdicio. La Amonia puede ser precipitada y removida en la forma de Mg.NH<sub>4</sub>.PO<sub>4</sub>.6H<sub>2</sub>O seguida de la adición de ácido fosfórico y magnesia cáustica. El fosfato de amonio magnesio puede ser utilizado como fertilizante. Este principio es también usado para remover el fosfato. La Magnesia Cáustica es una base suave y neutraliza ácidos y agua ácida, y también actúa como una solución Buffer débil.

La Magnesia Cáustica de bajo hierro es usado como filler en las industrias de caucho y plásticos y permite un ajuste en la viscosidad y rigidez. También actúa como un aceptor de Cloro en polímeros hidrocarburos clorados y los estabiliza.

## **Usos de Magnesita Fundida.**

La magnesita fundida es principalmente usada como un material aislante en la industria de calentamiento eléctrico. El material particulado es empacado dentro de espacios entre el combustible de calentamiento y el tubo de salida en el elemento de calentamiento por aire o líquidos. Tales elementos son usados en calentadores infrarrojos, platos tubulares calientes y elementos tubulares calientes para hornos, radiadores, calentadores de flujo continuo, etc.

El factor más importante en esta aplicación de la magnesita fundida es su combinación con alta resistencia eléctrica con alta conductividad térmica. Esto es superior a otros óxidos refractarios u otros materiales.

El grado de óxido de magnesio recomendado depende de la aplicación para el cual el elemento de calor es usado (temperatura superficial del tubo) y de los requerimientos de aislamiento eléctrico.

Las propiedades eléctricas y térmicas de la magnesita fundida pueden ser mejorados mediante la adición de minerales sintéticos o minerales (por ejemplo pirofilitas, arena de circonio fundido, enstatita, cordierita, o silicatos de aluminio magnesio) para la mezcla preparada de partículas de magnesita.

La composición química de algunos de los grados industriales de magnesita fundida (grado eléctrico) son tan importantes como las propiedades de mezclado de partículas de magnesita fundida (como las usadas para calentamiento eléctrico, conductividad térmica, tiempo largo de vida, índice de sinterizado, impedancia eléctrica específica, etc.) son probados mediante métodos estándares (ASTM D2858, D2900, D3026)

La magnesita fundida tiene una aplicación adicional como material refractario, especialmente como un revestimiento para inducción de hornos y crisoles. La inducción de revestimientos de hornos basadas en magnesita fundida no encoge (a menos que estén basados en magnesita sinterizada) atribuyéndose a la baja porosidad del material fundido.

Los ladrillos de magnesia grafito con una adición de magnesia fundida son usadas en hornos de alto poder para producción de acero. La baja porosidad de la magnesia fundida y el tamaño de los cristales de periclase considerablemente mejoran la resistencia a la corrosión del revestimiento refractario. El material de grado refractario tiene un bajo contenido de SiO<sub>2</sub> y una alta relación de CaO: SiO<sub>2</sub> a comparación de la magnesia fundida de grado eléctrico.

En aplicaciones especiales la magnesia fundida es también usada como material de molde para fundición a presión o a precisión como materia prima para cerámicos de óxido de magnesio y como cristales sencillos para vidrios ópticos y lentes.

### 3.6 Sulfato de Magnesio . MgSO<sub>4</sub>

El Sulfato de Magnesio no se encuentra en la naturaleza en forma anhidra. Se encuentra en la forma de hidratos y dobles sales en depósitos de sales de potasio. El sulfato de Magnesio también se encuentra en formas disueltas en lagos de sal.

#### Propiedades

La tabla siguiente enlista las masas moleculares, los calores específicos, los índices de refracción y clases de cristales de sales anhidras y algunos de sus hidratos. El sulfato de Magnesio Anhidro puede ser obtenido sin la descomposición mediante deshidratación de hidratos entre 400-500°C. A 700°C, sin embargo el compuesto descompone para dar Oxido de Magnesio, Dióxido de Azufre y Oxígeno. Esto cuenta para el hecho de el punto de fusión del sulfato de magnesio no puede ser aproximadamente determinado, estando entre 1120 y 1150°C.

Parámetro	MgSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	MgSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O
Peso Molecular g / gmol	120.37	138.38	156.40
Calor Específico (KJ / Kg °K	0.800	1.047	1.124
Densidad g / cm <sup>3</sup>	2.66	2.57	-
Clase de Cristal	Ortorrómico	Monoclínico	-
Indice Refracción	-	1.523, 1.535, 1.586	-



Parámetro	MgSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	MgSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
Peso Molecular g / gmol	192.43	228.46	246.48
Calor Específico (KJ / Kg °K)	1.3050	1.5250	1.5460
Densidad g / cm <sup>3</sup>	2.01	1.75	-
Clase de Cristal	Monoclínico	-	Ortorrómbico
Índice Refracción	1.490,1.491,1.497	1.456,1.453,1.426	1.461,1.455,1.432

El sulfato de magnesio es higroscópico y absorbe agua para formar hidratos, desde una hasta siete moléculas de agua. Varios hidratos pueden ser obtenidos por una etapa de deshidratación clave a partir de hidratos mayores o bien mediante cristalización de soluciones acuosas. Los hidratos de composición análoga pueden ser producidos por éstos dos métodos, pero la cristalografía de rayos X muestra que sus estructuras difieren debido a la destrucción del enrejado del cristal durante la deshidratación.

Cinco hidratos estables pueden ser cristalizados a partir de soluciones acuosas de: MgSO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (Sal Epsom, Epsomita y Bitersalz), MgSO<sub>4</sub>.6H<sub>2</sub>O (Hexahidrato), MgSO<sub>4</sub>.5/4H<sub>2</sub>O (5/4Hidrato o Kieserita Sintética) y MgSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O (Kieserita). Tres formas metaestables también aparecen: Una segunda forma del Heptahidrato MgSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (Alenita), y MgSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O (Leonardita).

Una etapa clave en la deshidratación produce hidratos con 1, 5/4, 2, 3, 4 y 6 moléculas de agua. La solubilidad de la kieserita disminuye con el incremento de temperatura debido a su calor negativo de disolución. Su grado de disolución incrementa con el aumento de temperatura y el decremento del pH.

Los sulfatos ácidos MgSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub>.3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cristalizan cuando el MgSO<sub>4</sub> es disuelto en ácido sulfúrico. Los hidratos aminas de sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>.3NH<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub>.2NH<sub>3</sub>.4H<sub>2</sub>O, y MgSO<sub>4</sub>.2NH<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O) son producidos cuando la sal Epsom reacciona con amonía gaseosa.

En la reacción con alcali, el hidróxido de magnesio precipita: un precipitado de nesquehonita ( $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ ) es formado con carbonato de sodio. Después de la adición del sulfito, fosfato o soluciones estearáticas, el sulfito de magnesio insoluble, el fosfato de magnesio, y el estearato de magnesio precipitan. El cloruro de magnesio reacciona con óxido de magnesio para formar oxiclорuros, el sulfato de magnesio reacciona del mismo modo para formar oxisulfatos ( $MgSO_4 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O$  y  $MgSO_4 \cdot 5MgO \cdot 8H_2O$ ): esto puede ser por lo tanto usado como un tipo lento de Binder (Material suave a altas temperaturas) de sulfato de cemento tipo Sorel. El sulfato de magnesio forma dobles sales con otras sales la mayoría de las cuales aparecen también en la naturaleza:

$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	(Kainita)
$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	(Langbeinita)
$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	(Leonita)
$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	(Schönita)
$Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	(Astrakanita)
$6Na_2SO_4 \cdot 7MgSO_4 \cdot 15H_2O$	(Loeweita)
$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	(Polihalita)

#### **Aparición Natural y Materias Primas.**

La más importante fuente de  $MgSO_4$  en Alemania es la Kieserita, que es un constituyente de sales de potasio en bruto. En los Estados Unidos el  $MgSO_4$  es obtenido de la Langbeinita y en Italia de la Kainita. Las sales en bruto usadas por la industria del potasio en la Comunidad de Estados Independientes contienen sales de potasio. El sulfato de magnesio es también encontrado en las salmueras de el gran Salt Lake y en el golfo de Kara - Bogaz del Mar Caspio. El agua de mar provee una fuente adicional (Sal Epsom), el  $MgSO_4$  es obtenido mediante enfriamiento. En varios países el  $MgSO_4$  es también producido a partir de Magnesita, Dolomita, Magnesita de agua de mar, y otros minerales de magnesio

## **Producción de Kieserita ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ )**

**Producción de Kieserita mediante disolución selectiva de residuos a partir de producción de sales de Potasio.** Las materias primas para éste proceso es una sal cruda que contiene Kieserita (sal dura, carnalita). El Cloruro de sodio es selectivamente disuelto a partir de residuos de la producción de sales de Potasio. Los residuos filtrados o centrifugados obtenidos durante la producción de cloruro de potasio son primero lavados parcialmente con una solución saturada de NaCl a partir de un paso posterior de lavado. El NaCl en los residuos es soluble y se disuelve en una solución de NaCl hasta que llega a ser saturado; la Kieserita, sin embargo permanece largamente no disuelta debido a su bajo grado de disolución. La Kieserita y el NaCl residual son separados mediante un lavado medio con un transportador de cubo o válvula.

La mezcla de Kieserita -NaCl es entonces lavada con agua en una segunda etapa para disolver cualquier residuo de NaCl. El lavado es llevado a cabo en una línea de tubería de basalto fundido de varios cientos de metros de longitud. La cantidad de solución de NaCl producida puede ser minimizada mediante el uso de un proceso de producción electrostático.

**Producción de Kieserita mediante flotación.** La Kieserita puede ser separada de las rocas salinas mediante Flotación. El prestaminol, ácido oleico, sulfatos de alcoholes grasosos, o ácido oxisteárico son usados como agentes flotantes para la kieserita y la anhidrita ( $CaSO_4$ ). La Kieserita puede ser purificada más adelante separándola de la anhidrita o langbeinita. Esto es llevado a cabo mediante el uso de ácido oleico como un agente flotante para la Kieserita.

**Separación electrostática del Kieserita.** El proceso de producción Electrostática creado por Kali und Salz elimina la formación de grandes cantidades de solución de NaCl producido en el proceso de disolución selectiva.

La Kieserita puede ser separada electrostáticamente en una o dos etapas. En uno de los procesos de una etapa la sal cruda es tratada con un alifático o con una mezcla de ácidos monocarboxílicos alifáticos y aromáticos los cuales son combinados con sales de amonio de ácidos carboxílicos alifáticos, usualmente acetato de amonio.

La sal es entonces calentada a una humedad relativa determinada y electrostáticamente cargada. La Kieserita llega a estar positivamente cargada con respecto al cloruro de potasio y cloruro de sodio. La separación repetida de la Kieserita es entonces depositada en el electrodo negativo para producir  $MgSO_4$  extremadamente puro, para las exigencias del mercado.

En el proceso de dos etapas la roca salina es primero separada y de ahí la Kieserita de alta pureza. La sal cruda es primero tratada con ácidos monocarboxílicos aromáticos, calentados bajo una humedad relativa definida y entonces cargada. La roca salina llega a estar positivamente cargada con respecto al cloruro de potasio y la Kieserita. La roca salina es eliminada y la mezcla de  $KCl$ -Kieserita es separada en el electrodo positivo. La mezcla es tratada con ácidos monocarboxílicos alifáticos, calentada una vez más bajo una humedad relativa ya establecida y cargada. La Kieserita ahora llega a ser positiva con respecto al cloruro de potasio.

La separación repetitiva de la Kieserita depositada en el electrodo negativo ofrece una pureza extrema, conforme a las necesidades del mercado.

La fracción de cloruro de potasio es entonces contaminada con Kieserita y Cloruro de sodio; Esta es usada para la producción de sales de potasio.

**Producción de Kieserita granulada.** Después de la adición de tres partes de una solución conteniendo preferentemente 18% en peso de  $Na_2SO_4$  o 20 % en peso de  $Na_3PO_4$  a 47 partes de Kieserita, el producto puede ser presionado en un estado húmedo y entonces pulverizado. Después de la adición de sulfato de amonio y de una solución caliente de sulfato de magnesio, la Kieserita puede ser granulada con un granulador tipo plato. Mono, Di, o polisacáridos (usualmente lactosa) son aditivos de gran conveniencia para la preparación de estos gránulos esféricos.

La Kieserita debe tener un rango en el tamaño del ancho de la partícula; por lo menos un 20% de las partículas deben tener menos de 0.09mm de diámetro. La adición de fosfato permite la producción de gránulos esféricos de gran consistencia aún sin el secado.

## **Producción de sal Epsom.**

**Producción de sal Epsom a partir de Kieserita.** La Kieserita es disuelta en agua caliente a 90°C para dar una solución clara. La disolución es llevada a cabo en recipientes sencillos y adecuados con capacidades arriba de 500 m<sup>3</sup> teniendo una base tamiz cubierta con esteras de coco. El proceso tiene una desventaja ya que el plato tamiz gradualmente llega a estar incrustado con anhídrita y sales dobles. Kali und Salz AG por lo tanto usan un multicambiador de cascada con agitación lenta; la densidad de la suspensión en los cambiadores es de 70% en peso. Agua caliente es añadida desde abajo y la Kieserita desde arriba. La solución producida en la parte superior de la cascada contiene un flujo de 400 g/l de MgSO<sub>4</sub>. En la parte inferior el residuo conteniendo anhídrita puede ser eliminado en intervalos.

La solución caliente concentrada es enfriada mediante enfriadores al vacío multietapas en los que cristales grandes de sales Epsom son formados. Después del espesamiento la sal Epsom es también filtrada o centrifugada. La sal húmeda es secada en secadores de tambor con aire a 50°C.

**Producción de Sal Epsom a partir de Magnesita, Magnesita y otros materiales.** La solución de sulfato de magnesio puede ser producida mediante el tratamiento de magnesita de agua de mar (MgO) o magnesita (MgCO<sub>3</sub>) con ácido sulfúrico. El remanente ácido sulfúrico contaminado con compuestos orgánicos puede ser usado. La solución resultante es clarificada, evaporada hasta una densidad de 1.35-1.36 kg/l, y procesada como se describió arriba. El producto puede ser secado mediante spray a 150°C. La dolomita, olivina, serpentina o bien peridodita pueden hacerse reaccionar con ácido sulfúrico. El sulfato de magnesio puede ser obtenido mediante la adición de MgO a Pirita durante el tostado y una extracción subsecuente.

La Serpentina remanente de la producción de asbestos puede hacerse reaccionar con sulfato de amonio arriba de 250°C y la mezcla de la reacción extraída con agua. La solución resultante es evaporada y la sal Epsom entonces cristaliza.

**Producción de sal Epsom a partir de bitterns de agua de mar o salmuera de lagos salinos.** La sal Epsom pura puede obtenerse directamente de bitterns de agua de mar y de salmueras de lagos salinos con un alto contenido de  $MgSO_4$  (Bahía de Kara-Bogaz) mediante dilución con agua y enfriamiento a  $-10^{\circ}C$ .

**Producción de sal Epsom a partir de Langbeinita.** La langbeinita ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ) se descompone mediante el tratamiento con agua por 6 hrs entre  $50-60^{\circ}C$  para producir  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ . Enfriando la agua madre a  $20-35^{\circ}C$  la sal Epsom llega a cristalizar.

**Producción de sal Epsom a partir de Magnesita o Dolomita y Yeso.** Una mezcla de Dolomita diatomácea y yeso es tratada con vapor a una presión entre  $1.5-3.0$  Mpa y filtrado para remover el  $CaCO_3$  a partir de la solución de  $MgSO_4$ . La Magnesita es calcinada entre  $760-835^{\circ}C$ , hidratada en la presencia de yeso entre  $56-60^{\circ}C$ , y carbonizado con Dióxido de Carbono. La solución de  $MgSO_4$  es filtrada para remover el  $CaCO_3$  y procesada para la obtención de sal Epsom.

#### **Producción de Sulfato de Magnesio Anhidro.**

El  $MgSO_4$  anhidro no se encuentra en la naturaleza y puede solo ser producido mediante deshidratación de hidratos de  $MgSO_4$ . La Kieserita es purificada mediante la remoción de Anhidrita y Langbeinita en un procedimiento especial electrostático. Después es lavada subsecuentemente con agua para eliminar el cloro residual; La Langbeinita y la Anhidrita pueden también ser removidas por flotación; Entonces es deshidratado mediante calentamiento a  $500^{\circ}C$  en un tambor de calcinación con gas calentado y finalmente es enfriado. Si la sal Epsom es usada como material de inicio en lugar de la Kieserita, 6 moléculas de agua de cristalización pueden ser eliminadas a menos de  $70^{\circ}C$  y las moléculas restantes a  $500^{\circ}C$ .

#### **Especificaciones de Calidad y Análisis.**

El Sulfato de Magnesio es vendido como Kieserita (73-83% de  $MgSO_4$ ), sal Epsom de 99.9 % de pureza (48.8 % de  $MgSO_4$ ), y  $MgSO_4$  anhidro (más de 98% de  $MgSO_4$ ). La sal Epsom se encuentra en el mercado como un producto químicamente puro, como un producto clínico que cumple con las especificaciones de la farmacopea, y como reactivo de grado analítico.

Los límites máximos de contaminación para grados clínicos varían conforme a la farmacopea: Cloro 100-300 mg/kg, Hierro 20 mg/kg, y metales pesados 10 mg/kg.

Los límites máximos para Arsénico, Selenio, y otras sustancias pueden ser también especificados.

Los procedimientos analíticos usados para control de calidad son los mismos como aquellos empleados para Cloruro de Magnesio. El Sulfato sin embargo, es determinado mediante método gravimétrico.

### Usos Industriales Sulfato de Magnesio (MgSO<sub>4</sub>)

<b>ALUMINIO</b>	
<b>Aplicación</b>	<b>Beneficio</b>
Como Kieserita junto con Oxido de Calcio en soluciones de Aluminatos	Precipita las sustancias contaminantes Presentes en las soluciones
En baños para tratamiento de Aluminio Mediante oxidación anódica	Contribuya a colorear la Superficie del Aluminio
Como componente en baños electrolíticos en galvanoplastia de Cu, Zn, Cr y Ni	Mejora aspectos de acabado de artículos de Cromo y Zinc y preserva al Cobre y Níquel de Oxidarse
Como componente en Electrogalvanoplastia de W, Mn, Va y Co	Mejora acabado en artículos de Manganeso, Tungsteno y Cobalto así como sus aleaciones
Incorporado en la producción y Refinación de azúcar	Contribuye grandemente al proceso de refinación de la misma
En elaboración de azúcar a partir De melaza	Contribuye a eficientar la producción Del azúcar
Como agregado en fermentaciones para producción de aminoácidos, antibióticos, levadura y pastas	Mejora notablemente a promover el Proceso de fermentación

## AZUCAR

Aplicación	Beneficio
Como agregado en la enzima Glucosa Isomérica en la transición de Glucosa a Fructosa	Favorece la actividad enzimática para una conversión eficiente

## CEMENTO Y CONSTRUCCION

Aplicación	Beneficio
En fabricación de cemento Tipo soresl como Binder	Confiere propiedades suavizantes y de consistencia al cemento
En fabricación de ladrillos de Magnesita como binder	Buenas propiedades de consistencia en los ladrillos
Adición junto con Sulfato de Aluminio en el quemado de productos refractarios	Gran aprovechamiento para formación de Espinelas
Descomposición en productos refractarios a altas temperaturas	Favorece la formación de Dióxido de Azufre y se crea de este modo un producto ligero
En producción de Cemento tipo Portland	Cemento hecho en hornos de sopleteado Utilizando MgSO <sub>4</sub> como materia prima económica
En materiales de construcción Junto con yeso	Aditivo que fortalece la consistencia en el material

## VARIOS

Aplicación	Beneficio
En producción de sinterizados en la industria vidriera con tamaño de partícula definida	Mejora propiedades de porosidad definida
Como aditivo en esmaltes	Mejora propiedades de resistencia y Brillantéz.
En la Industria detergente durante secado mediante rociado	Previene la gestación de gel durante la Etapa de secado



## VARIOS

Aplicación	Beneficio
Como materia prima en la producción de Silicato de Magnesio Sintético	Económico y disponibilidad para su uso
Como componente químico en el proceso de pulpa	Confiere a la pulpa mejores propiedades físico-químicas para su uso
Incorporado en el proceso de blanqueado de pulpa mediante oxigenación	Ayuda a estabilizar a la celulosa durante el proceso
En fabricación de Papel tapiz	Propiedades resistentes al uso y gran consistencia del papel
En tratamiento de papel Impreso reciclado	Colabora al desteñido adecuado del papel para uso posterior
En tratamiento de agua de desperdicios y desperdicios	Retiene y remueve sustancias contaminantes mediante su absorción
Como aditivo en fluidos para Taladro de pozos petroleros	Buenas propiedades convenientes que ayudana una eficiente perforación en la superficie
Como aditivo en baterías ácidas	Colabora el buen funcionamiento de las baterías
En preparación de Oro	Elimina impurezas durante el proceso de preparación
En Infusiones en líquidos	Extrae las partes solubles de la Sustancia en cuestión
En Industria Plástica como catalizador en Polimerización	Favorece notablemente la reacción por efectuarse durante la polimerización
En Industria petroquímica junto con Cloruro de Manganeso	Favorece el craqueo del petróleo en forma eficiente
En la Industria de la Piel	Hace a la piel más flexible y suave, incrementa su peso y remueve al Carbonato de calcio
Como materia prima en producción de Aluminato de magnesio	Buena economía y Disponibilidad del compuesto
Como medio aislante de calor	Buenas propiedades retentivas térmicas

### 3.7 Compuestos Orgánicos del Magnesio

Los compuestos orgánicos del magnesio han sido de gran importancia en la preparación de la química orgánica desde que en 1900 Víctor Grignard descubrió que éstos son preparados a partir de halogenuros orgánicos y Magnesio elemental en éteres. En 1912 Grignard recibió el premio Nobel por su descubrimiento y por el desarrollo de su potencial sintético. como un elemento divalente, el Magnesio puede enlazarse con un (RMgX), X es usualmente un halógeno, agente de grignard), o dos grupos orgánicos (R<sub>2</sub>Mg); éste enlace sin embargo, no satisface los requerimientos de coordinación del Magnesio.

La producción, estructura y propiedades de los compuestos orgánicos del Magnesio serán tratadas más adelante. El uso industrial es generalmente limitado a la producción de químicos finos, en los cuales el límite superior es del orden de varias toneladas.

Ocasionalmente, son usados para la síntesis de polimerización catalítica. Su uso para la producción de derivados orgánicos de Plomo (como el tetrametilo de Plomo) ha sido declinado.

#### Propiedades

Compuestos del tipo RMgX o R<sub>2</sub>Mg (R=arilo ó alquilo) son generalmente sólidos incoloros a excepción de R el cual es un anión coloreado con resonancia estabilizada. Salvo pocas excepciones (como el sec-dibutilmagnesio, dineopentilmagnesio, dicitlopentadienilmagnesio) no son volátiles; Solo los compuestos dialquil donde R es mayor que C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> son solubles en hidrocarburos, especialmente los hidrocarburos aromáticos. La solubilidad sin embargo, incrementa considerablemente bajo la presencia de uno o dos equivalentes de un éter coordinado, especialmente si la coordinación intramolecular aparece mediante una función incorporada de éter en el sustituyente R.

Las estructuras de los compuestos orgánicos del Magnesio en estado sólido están siendo incrementadamente documentadas por un análisis estructural cristalino. En su gran mayoría de compuestos, el magnesio tiene un número de coordinación de 4, el cual es generalmente alcanzado mediante la coordinación con dos bases de Lewis, usualmente éteres (RMgX.2EtO); en la ausencia de una base, la asociación toma lugar. La esfera de coordinación alrededor del Magnesio tetracoordinado es un tetraedro distorsionado. La asociación toma lugar por medio de 3 centros y 2 enlaces de electrones, encabezando la formación de estructuras diméricas ó poliméricas.

Los compuestos orgánicos del magnesio son térmicamente estables en el rango de 100-170°C, pero a temperaturas superiores pueden llegar a descomponerse explosivamente. Son extremadamente sensibles en aire (en la presencia de oxígeno) y particularmente en agua; Algunas veces éstos compuestos pueden sufrir de autoignición espontánea. En solución etérea, el vapor relativo pesado del éter los protege hasta cierto punto de la exposición al aire y por lo tanto contra la descomposición. Para cantidades pequeñas ó preparaciones muy puras, una atmósfera inerte de Nitrógeno o, preferentemente, Argón es recomendado; En casos extremos un sistema de evacuación debe ser empleado.

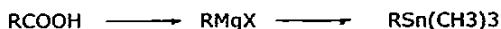
Para propósitos de preparación de compuestos orgánicos del Magnesio no son aislados como tales, pero son usados directamente en solución seguida de su preparación. Su estructura en solución es básicamente la misma que como en el cristal; No obstante, una diferencia fundamental es que un equilibrio puede existir entre: las distintas posibles especies, la posición en la que depende el grupo orgánico R, el halógeno X, el solvente Y, la concentración y la temperatura:



Lo más importante de éste equilibrio entre RMgX y R<sub>2</sub>Mg, es el tan llamado equilibrio de Schlenk.

Las soluciones de compuestos orgánicos del Magnesio pueden ser cuantitativamente analizados por varios métodos.

En adición a las pruebas cualitativas de color, las titulaciones pueden ser usadas en cada enlace de Magnesio-Carbón activado y directamente tratados con sec-butanol en la presencia de un indicador de color o indirectamente con ácido clorhídrico después de la hidrólisis para obtener la base libre. Menos conveniente, pero no obstante confiable, es la formación y determinación cuantitativa de derivados con dióxido de carbono.



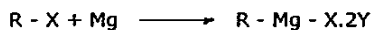
Aparte de su inestabilidad en aire y sus propiedades básicas cáusticas, los compuestos orgánicos del Magnesio y las sales precipitadas de sales de Magnesio producidas durante su uso no ostentan alguna toxicidad o efectos laterales de importancia ambiental. Las propiedades pirofóricas de los compuestos y de la alta flamabilidad de los solventes etéreos demandan medidas usuales de protección.

### Producción

En la práctica la síntesis de los reactivos de Grignard  $\text{RMgX}$  ( $\text{X}=\text{Halógeno}$ ) a partir de haluros orgánicos  $\text{RX}$  y magnesio metálico es por mucho el método de preparación más importante. Los reactivos de Grignard son usados directamente o indirectamente como materias primas para la producción de otros compuestos organometálicos y también para compuestos diorganil magnésicos  $\text{R}_2\text{Mg}$ .

### Reactivos de Grignard

La producción de soluciones de reactivos de Grignard ( $\text{RMgX}$ ) conforme a la ecuación:

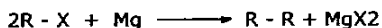


Donde:  $\text{R}$  = Grupo Arilo o Alquilo

$\text{X}$  = Halógeno

$\text{Y}$  = Solvente (usualmente dietiléter o tetrahidrofurano)

Esta ecuación presenta pocos problemas si medidas preventivas y convenientes son observadas. Los fluoruros reaccionan muy lentamente; Los ioduros son muy reactivos y reacciones laterales, particularmente el Par Wurtz, ocurren frecuentemente. Las reacciones laterales también aparecen hasta cierto punto con los cloruros y los bromuros:



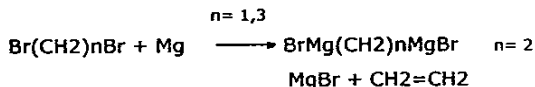
Los Bromuros orgánicos no son convenientes para la producción de reactivos de Grignard, pero son frecuentemente reemplazados en aplicaciones industriales para cloruros más económicos.

La iniciación de la reacción líder para la formación de reactivos de Grignard presenta un problema a considerar; puede ser demorado o más aún fracasado como resultado de la impureza del reactivo o por baja reactividad del halogenuro orgánico. Varias estrategias han sido desarrolladas para sortear estas dificultades de las cuales solamente unas cuantas serán mencionadas. Las impurezas que causan retraso en la iniciación pueden a menudo ser eliminadas mediante la adición de pequeñas cantidades de RMgX, posiblemente de un baño preliminar. La mayoría de los métodos dependen, sin embargo, de la activación del Magnesio, que es normalmente usado en la forma de vueltas. La activación mecánica puede ser llevadas a cabo mediante una agitación rigurosa o con ultrasonido, con activación química con numerosos reactivos (yodo, bromoetano, 1,2 dibromoetano, cloruro de mercurio). Una alta suspensión y reactiva finamente dividida puede ser obtenida mediante cosublimación del metal (con el sustrato), mediante reducción de Cloruro de Magnesio con Potasio, ó mediante el calentamiento de Magnesio-Antraceno en tetrahidrofurano.

Por razones de costo y seguridad (inflamabilidad, formación de peróxido), el uso de solventes de hidrocarburos en vez de los éteres usuales es de interés. La síntesis de reactivos de Grignard en hidrocarburos (como el metilciclohexano) ó un exceso de un halogenuro orgánico desafortunadamente requiere condiciones más severas y provoca una halogenación deficiente en los productos, cuyas reactividades a menudo difieren de los reactivos de Grignard sintetizados en solventes etéreos. Mas aún, la solubilidad es también pobre, y las suspensiones deben ser usadas.

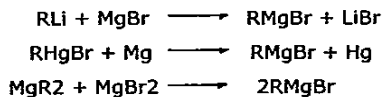
Sin embargo, los más altos halogenuros alifáticos especialmente los Ioduros ofrecen compuestos orgánicos de Magnesio solubles.

Un desarrollo relativamente reciente es la síntesis de reactivos de di-Grignard, particularmente aquellos con solamente unos pocos átomos (1-3) de carbono entre los dos grupos funcionales; ellos son de interés principalmente en la química organometálica. ejemplos son los compuestos 1,1- ó 1,3 reactivos de di-Grignard:



Finalmente mencionaremos a la reacción de Barbier, la reacción de un halogenuro orgánico con Magnesio en la presencia de el sustrato (una cetona que será alquilada). Esta reacción fue descubierta por el profesor de Grignard Barbier y es el predecesor de la reacción de Grignard. La reacción de Barbier da las mejores producciones cuando los reactivos de Grignard pueden ser solamente aislados en producciones pobres, por ejemplo, con varios alil, bencil o polihalogenuros.

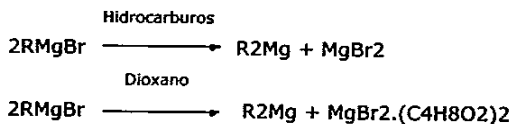
Otros métodos de preparación tienen aplicación limitada y son solamente de interés especial como la metilación de hidrocarburos ácidos, metatesis con compuestos orgánicos de Litio o Sodio, la reacción de intercambio metálico con compuestos orgánicos de Mercurio, adición a sistemas insaturados, o con proporción de  $\text{MgR}_2$  y  $\text{MgBr}$  mediante el equilibrio de Schlenk en dietiléter:



### Compuestos Diorgánicos de Magnesio

Los compuestos Diaril y Dialquil magnésicos ( $\text{R}_2\text{Mg}$ ) son generalmente de importancia práctica parcial. Son los más frecuentemente obtenidos de los reactivos de Grignard mediante el desplazamiento del equilibrio de Schlenk. En solventes de hidrocarburos, el equilibrio se desplaza hacia la derecha.

En Dietiléter, el equilibrio puede ser cambiado mediante la adición de Dioxano y precipitación de Bromuro-Dioxanato de Magnesio pobremente soluble.



R<sub>2</sub>Mg muy puro puede ser obtenido mediante la agitación de compuestos diorgánicos de Mercurio por varios días a una temperatura ambiente en éter con un exceso de Magnesio.

### Usos Industriales Compuestos Orgánicos del Magnesio

Compuestos orgánicos del Magnesio, especialmente los reactivos de Grignard, tienen un amplio rango de aplicaciones tomando en cuenta su fácil accesibilidad y su alta reactividad. En síntesis orgánicas sirven como nucleófilos para la formación de enlaces carbono-carbono. En Química órgano metálica son usados para la alquilación nucleofílica o arilación de sales metálicas; esta reacción es conveniente para la mayoría de grupos principales y metales de transición con una electronegatividad mayor que la del magnesio. En ambas áreas los compuestos orgánicos más reactivos están compitiendo con los reactivos de Grignard. Sin embargo, ya que la reactividad de los reactivos de Grignard es suficientemente alta, ellos han perdido cierta popularidad. Esto es debido a su fácil manejo y bajo precio, especialmente en cantidades industriales.

La amplia gama de reacciones de reactivos de Grignard hacia C=O, C=N, C-X, C-H y Grupos M-X pueden ser esquematizadas mediante los ejemplos siguientes:

Reacción RMgX +	Producto
R'CH=O	RR'CHOH
R <sub>2</sub> C=O	RR <sub>2</sub> CHOH
R'COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> R'COH
CO <sub>2</sub>	RCOOH
R' <sub>2</sub> C=NR''	RR <sub>2</sub> 'C-NHR''

Reacción	Producto
$RC=N$ (Cat)	$R-R'$
$R'X$	$R-R'$
$R'H$	$R-H + R'MgX$
$MCln$ M=Metal del Grupo 3-15	$MRn$



**CAPITULO IV**  
**SITUACION ACTUAL DEL MAGNESIO Y SUS**  
**COMPUESTOS DERIVADOS EN LA REPUBLICA**  
**MEXICANA**

#### **4.1 Panorama Actual en el Mundo**

El consumo mundial del Magnesio ha fluctuado en línea con otros materiales de primer uso, dependiendo de los cambios que se vayan originando en el crecimiento industrial en los países de mayor consumo.

En la actualidad los Estados Unidos de América (conforme a datos actualizados disponibles) cuenta con la principal aportación referente a capacidad instalada en la producción de este metal incluyendo consumo propio y exportación hacia otros países del bloque oriental. Aproximadamente un 75% de la producción total en el mundo del magnesio está basada en procesos electrolíticos, mientras que el 25% restante se inclina en el sector Metalotérmico.

El bloque occidental está dividido en varias regiones como Norteamérica, Latinoamérica, Europa, África y el Medio Este, teniendo un porcentaje de la producción total del Magnesio de: 58, 5,34 y 3 % respectivamente considerando un 17% de este gran total para la región oriental Asia-Oceanía.

Desde principios de la década de los sesentas hasta nuestros días se ha registrado un gran impacto internacional en cuanto a crecimiento de producción del Magnesio, siendo también los Estados Unidos, La Comunidad de Estados Independientes, Noruega y Canadá los principales países que significativamente lograron un importante ascenso en este sector.

#### **4.2 Panorama actual de principales compuestos minerales de Magnesio en la República Mexicana.**

En la República Mexicana la situación actual del Magnesio refleja un gran contraste si lo comparamos con la situación actual en el mundo; No todos los compuestos Minerales y Químicos del Magnesio presentan el mismo impacto comercial, por lo que solamente nos referiremos a aquellos de mayor relevancia.

#### **4.2.1. Dolomita**

Entre los compuestos minerales del Magnesio más importantes encontramos a la Dolomita; su producción reside principalmente de las grandes formaciones de rocas calizas que afloran en el Noroeste del país; En los alrededores en la ciudad de Monclova, Coahuila se explotan depósitos de este compuesto mineral de alta calidad; Otros yacimientos de este mineral son explotados en los estados de Nuevo León, Hidalgo, México y Tabasco, incluyendo a pocas empresas que la obtienen en forma calcinada como Coahuila y Tabasco.

Aún cuando no fué posible encontrar las cifras de producción, volumen de exportación e importación, se estima que el consumo nacional de este mineral es practicamente satisfecho con la producción realizada internamente en el país.

Actualmente en la República Mexicana hay 4 proveedores que se encargan de la distribución de este producto.

#### **4.2.2. Magnesita**

La Magnesita es uno de los productos minerales que hasta hace relativamente poco tiempo se ha descubierto en México, en cantidades económicamente aprovechables y que se haya explotado no completamente.

Grandes yacimientos de Magnesita se encuentran en el territorio de Baja California los cuales son explotados en pequeña escala desde hace algún tiempo. También son encontrados algunos depósitos de este mineral en Bahía de Tortugas y en la Isla de Cedros, en los que se hicieron un buen número de denuncias mineras.

Asimismo, en la actualidad existen otros yacimientos de Magnesita en estados como: Coahuila, Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León y Veracruz, pero la existencia del mineral en una cantidad muy reducida provoca que estos lugares sean únicamente de interés mineralógico.

Según los últimos datos disponibles, uno de los lugares donde se efectúa la explotación de éste mineral se localiza en Tehuiztzingo, Puebla.

Actualmente en nuestro país se disponen de 5 proveedores para la distribución de este mineral.

### 4.3 Situación Actual del Magnesio Metálico y sus Principales Compuestos Químicos Derivados en la República Mexicana.

#### 4.3.1 Magnesio Metálico

#### Datos Estadísticos y Gráficas de Volumen Global de Exportación-Importación

<b>MAGNESIO METALICO</b>	<b>Mg</b>	<b>Fracción Arancelaria Exportación: 8104.11</b> <b>Fracción Arancelaria Importación: 8104.11.01</b>
--------------------------	-----------	---

#### VOLUMEN DE EXPORTACION TOTAL (Kg)

<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	6,722	50,569	162,315	4,830
<b>Volumen (Kg)</b>	19,668	19,120	31,096	907

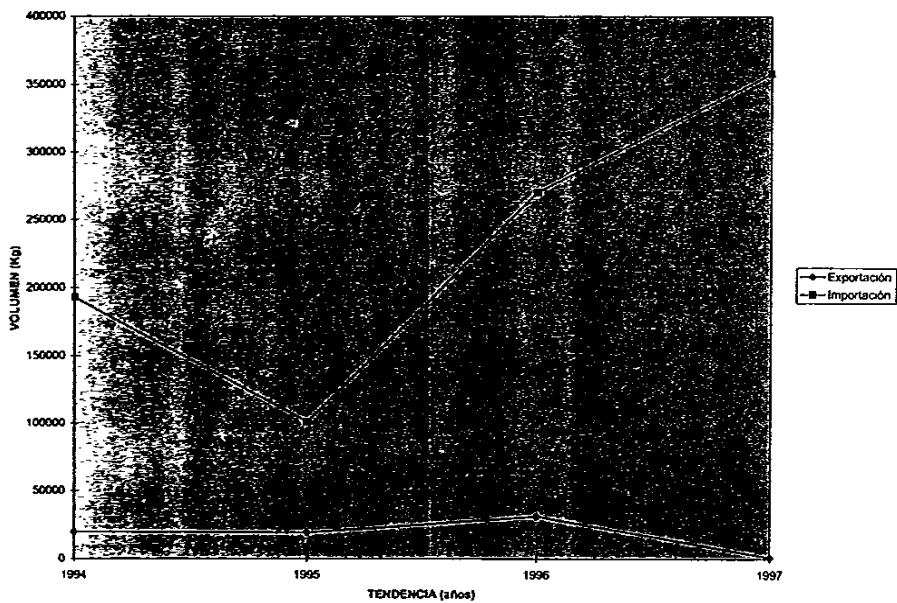
#### VOLUMEN DE IMPORTACION TOTAL (Kg)

<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	616,070	430,696	1,179,268	1,138,018
<b>Volumen (Kg)</b>	193,302	101,295	270,355	358,078

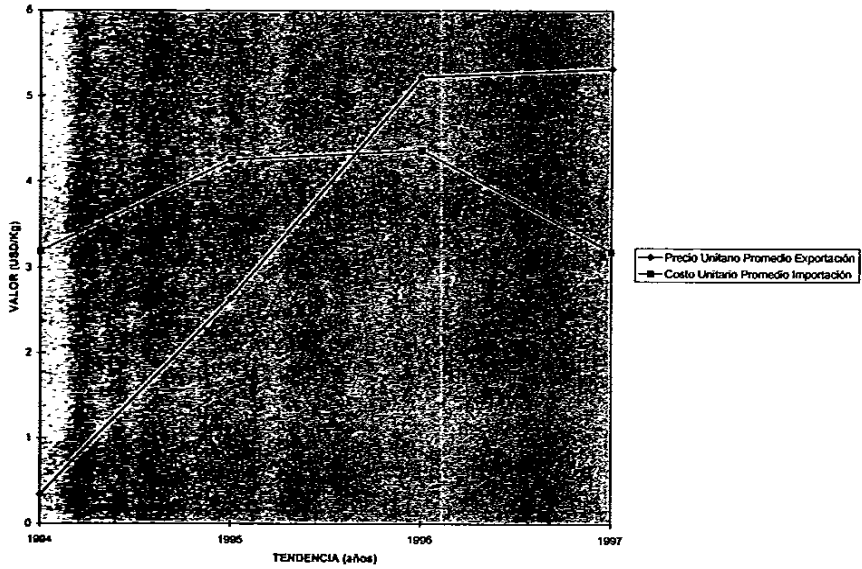
**RELACION DE PRECIO-COSTO  
UNITARIO**

<b>Tendencia (Años)</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Precio Promedio Unitario de Exportación (USD/ Kg)</b>	0.34	2.64	5.22	5.32
<b>Costo Promedio Unitario de Importación (USD/Kg)</b>	3.19	4.25	4.36	3.18

### NIVEL DE EXPORTACION-IMPORTACION DE MAGNESIO METALICO



### PRECIO-COSTO DEL MAGNESIO METALICO





**Datos Estadísticos de Participación Global de Exportación-  
Importación de Países.**

**DATOS ESTADISTICOS DE EXPORTACION**

<i>País Importador</i>	<i>% Participación Global</i>			
----------------------------	-------------------------------	--	--	--

<i>País / Año</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<i>Estados Unidos</i>	100.00	100.00	95.80	100.00
<i>República Dominicana</i>	-	-	4.20	-

**DATOS ESTADISTICOS DE IMPORTACION**

<i>País Exportador</i>	<i>% Participación Global</i>			
----------------------------	-------------------------------	--	--	--

<i>País / Año</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<i>Canada</i>	0.19	-	0.05	0.01
<i>China</i>	0.01	-	-	-
<i>Estados Unidos</i>	-	0.01	-	-
<i>Francia</i>	-	1.94	-	7.04
<i>Holanda</i>	92.02	86.17	95.38	89.16
<i>Inglaterra</i>	-	-	-	0.21

## **Análisis Estadístico**

En la actualidad, se tiene conocimiento que el Volumen de Exportación del Magnesio Metálico en los últimos 4 años ha estado disminuyendo y simultáneamente las Importaciones han seguido un incremento importante a nivel nacional; Lo anterior obedece a que el nivel de calidad y pureza que demanda este metal no lo cubre cualquier empresa relacionada con este ámbito, ya que el nivel de calidad y pureza, así como el costo de producción promedio unitario resulta muy elevado comparado con el de Importación; además la tecnología que se requiere para su producción efectiva y costeable hoy en día es obsoleta y es por esto que las expectativas que precisa este metal no se cumplan.

Enfocándonos hacia la Importación diremos que según se prevé seguirá proyectándose en escala ascendente porque seguramente el nivel de calidad y pureza, así como la Tecnología de los países exportadores cumplen con los requerimientos específicos de este elemento metálico y porque el costo por kilogramo es más económico comparado con el que se tendría si se produjera en nuestro país.

Estados Unidos de América es en el presente el país con mayor demanda de éste producto en ambos sectores de Exportación-Importación, siendo el único país importador de este elemento y junto con China el exportador de mayor trascendencia en los últimos 4 años.

México cuenta hoy con únicamente 2 rubros de productores de Magnesio Metálico con un porcentaje de 98.8% en peso y con tan sólo un proveedor para la distribución del mismo.

**Síntesis Estadística**

<b>Producto</b>	<b>Magnesio Metálico</b>
<b>Período Evaluado</b>	<b>1993-1997</b>
<b>Lugar</b>	<b>República Mexicana</b>
<b>Fración Arancelaria de Exportación</b>	<b>8104.11</b>
<b>Fración Arancelaria de Importación</b>	<b>8104.11.01</b>
<b>Exportación Tendencia a Futuro</b>	<b>En Descenso</b>
<b>Importación Proyección a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Principales Países Importadores (Exportación)</b>	<b>Estados Unidos</b>
<b>Principales Países Exportadores (Importación)</b>	<b>Estados Unidos, China</b>
<b>Productores Disponibles</b>	<b>2</b>
<b>Proveedores Disponibles</b>	<b>1</b>

**Relación de Productores y Proveedores**

**RELACION DE PRINCIPALES PRODUCTORES DE  
MAGNESIO METALICO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

*\* CORPORACION MEXICANA DE POLIMEROS, S.A. DE C.V..*

*\* DOW QUIMICA MEXICANA, S.A. DE C.V.*

**RELACION DE PROVEEDORES PRINCIPALES DE  
MAGNESIO METALICO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

<b>EMPRESA</b>	<b>TELEFONO</b>	<b>FAX</b>
*POSSEHL, S.A. DE C.V.	8721002	8722541

#### 4.3.2 Oxido de Magnesio

<b>OXIDO DE MAGNESIO</b>	<b>MgO</b>	<b>Fracción Arancelaria Exportación: 2519.90</b> <b>Fracción Arancelaria Importación: 2519.90.01</b>
------------------------------	------------	---

#### Datos Estadísticos y Gráficas de Volumen Global de Exportación-Importación

##### VOLUMEN EXPORTACION TOTAL (Kg)

<b>Tendencia (Años)</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	20,236,043	18,914,840	16,246,751	17,911,756
<b>Volumen (Kg)</b>	53,571,222	49,535,608	39,221,677	47,608,604

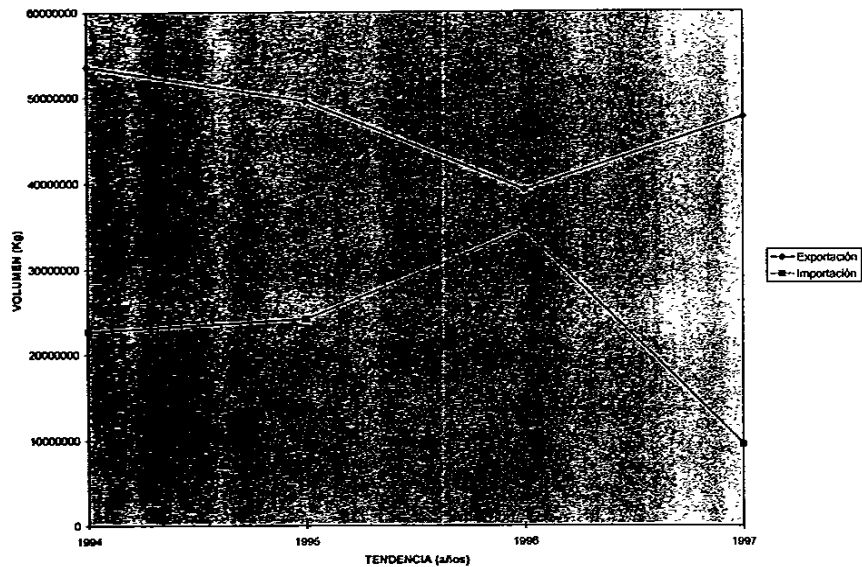
##### VOLUMEN IMPORTACION TOTAL (Kg)

<b>Tendencia (Años)</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	3,614,813	4,501,803	7,139,674	2,945,749
<b>Volumen (Kg)</b>	22,710,160	24,186,980	34,594,653	9,581,434

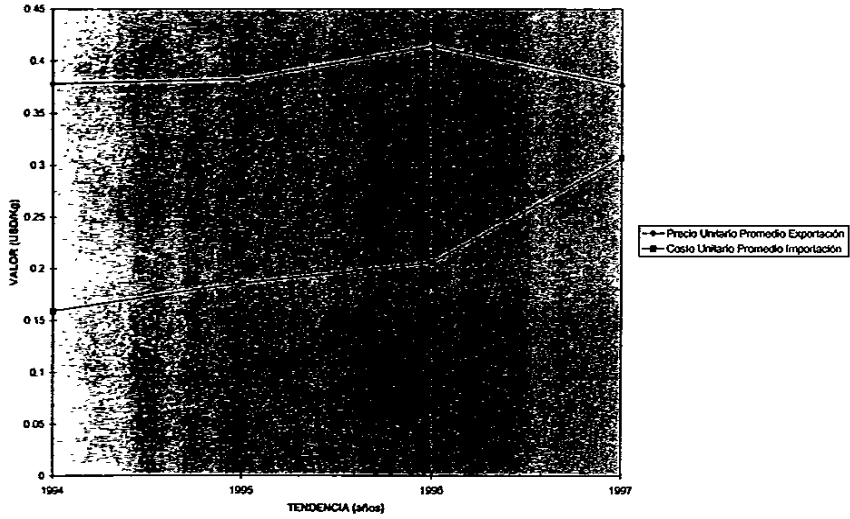
##### RELACION DE PRECIO-COSTO UNITARIO PROMEDIO

<b>Tendencia (Años)</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Precio Unitario Promedio de Exportación (USD/Kg)</b>	0.38	0.38	0.41	0.38
<b>Costo Unitario Promedio de Importación (USD/ Kg)</b>	0.16	0.19	0.21	0.31

### NIVEL DE EXPORTACION-IMPORTACION DE OXIDO DE MAGNESIO



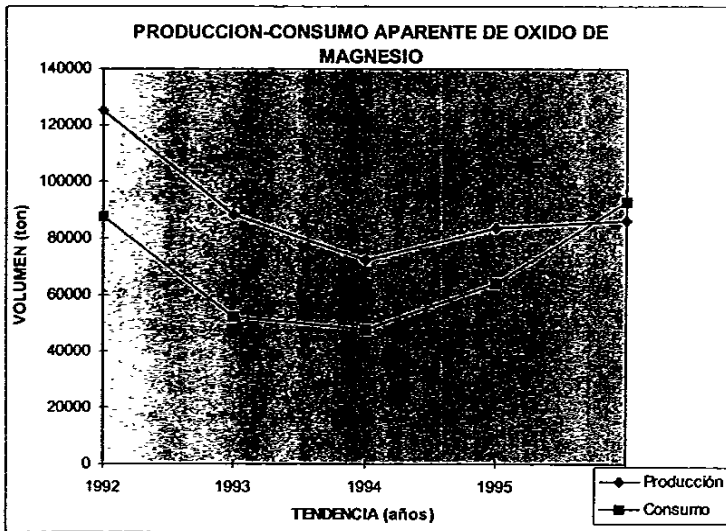
PRECIO-COSTO DE EXPORTACION-IMPORTACION  
DE OXIDO DE MAGNESIO



**Datos Estadísticos de Producción y Consumo Aparente.****DATOS ESTADISTICOS GLOBALES**

<i>Toneladas</i>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Producción Total</b>	125,108	87,990	72,463	83,354	86,134
<b>Consumo Aparente</b>	87,891	52,221	47,835	63,994	92,715
<b>Incremento Consumo Aparente %</b>	28.80	-40.60	-8.40	33.80	44.90
<b>Capacidad Instalada</b>	170,350	170,350	170,350	170,350	170,350





**Datos Estadísticos de Participación Global de Exportación-Importación de Países**

**DATOS ESTADISTICOS DE EXPORTACION**

<i><b>País Importador</b></i>	<i><b>% Participación Global</b></i>			
-----------------------------------	--------------------------------------	--	--	--

<i><b>País / Año</b></i>	<i><b>1994</b></i>	<i><b>1995</b></i>	<i><b>1996</b></i>	<i><b>1997</b></i>
<i><b>Alemania</b></i>	-	-	0.01	0.01
<i><b>Argentina</b></i>	0.75	0.47	-	0.09
<i><b>Austria</b></i>	-	-	0.01	-
<i><b>Bélgica</b></i>	61.21	66.43	67.00	51.13
<i><b>Brasil</b></i>	2.30	0.50	1.69	11.53
<i><b>Colombia</b></i>	0.25	0.08	0.28	0.21
<i><b>Corea del Sur</b></i>	-	-	0.08	-
<i><b>Costa Rica</b></i>	-	0.42	0.01	0.05
<i><b>Cuba</b></i>	0.25	1.38	-	-
<i><b>Chile</b></i>	5.63	6.57	2.66	2.90
<i><b>Ecuador</b></i>	0.06	0.06	0.19	0.06
<i><b>El Salvador</b></i>	0.01	-	-	0.01
<i><b>España</b></i>	5.75	0.18	0.20	0.30
<i><b>Estados Unidos</b></i>	17.72	16.25	18.16	26.42
<i><b>Filipinas</b></i>	-	-	-	0.04
<i><b>Francia</b></i>	-	0.03	0.23	0.22
<i><b>Guatemala</b></i>	-	-	0.01	0.01
<i><b>Honduras</b></i>	-	0.01	-	-
<i><b>Japón</b></i>	2.95	3.75	3.34	3.60
<i><b>Nicaragua</b></i>	-	-	-	-
<i><b>Perú</b></i>	-	0.04	0.10	0.17
<i><b>Inglaterra</b></i>	-	-	0.27	0.06
<i><b>R.Dominicana</b></i>	0.01	-	-	-
<i><b>Sudàfrica</b></i>	-	-	-	0.04

<b>Tailandia</b>	-	0.11	-	0.67
<b>Venezuela</b>	3.11	3.72	5.76	2.48

<b>DATOS ESTADISTICOS DE IMPORTACION</b>
--

<b>País</b>	<b>% Participación Global</b>
<b>Exportador</b>	

<b>País / Año</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Alemania</b>	0.06	0.10	0.05	0.11
<b>Australia</b>	0.09	-	0.31	-
<b>Austria</b>	2.14	2.71	3.35	20.05
<b>Brasil</b>	-	-	0.01	-
<b>Canada</b>	-	0.49	0.01	-
<b>Chile</b>	-	-	0.01	-
<b>China</b>	91.13	90.55	90.12	60.59
<b>España</b>	0.04	0.01	-	0.10
<b>Estados Unidos</b>	6.38	5.62	5.87	14.95
<b>Francia</b>	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Israel</b>	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Italia</b>	-	-	-	3.25
<b>Japón</b>	-	0.28	0.09	0.13
<b>Noruega</b>	-	0.08	-	-
<b>Holanda</b>	-	0.01	-	0.01
<b>Inglaterra</b>	0.14	0.12	0.08	0.45

## **Análisis Estadístico**

Se evaluó el período de 1992-1996 para los parámetros de Producción y Consumo Aparente, así como 1994-1997 para la relación Exportación-Importación, debido a la disponibilidad limitada de fuentes de datos.

La producción de 1992 a 1993 sufrió un gran descenso, aproximadamente un 42%, mientras que en los años siguientes se ha notado una estabilidad considerable.

En cuanto a importaciones se refiere, éstas han estado desde 1994 a la fecha en constante ascenso, debido al costo más bajo que se obtiene, realizando este tipo de operación, resultando por supuesto más atractivo para el mercado mexicano.

Durante los últimos 5 años, las importaciones totales o compras externas han sido canalizadas a través de 16 países, siendo los principales: China, Estados Unidos y Austria.

Las exportaciones del Oxido de Magnesio en los últimos 5 años han estado disminuyendo en proporción al volumen ingresado de este producto a través de las importaciones, significando que efectivamente el precio unitario promedio se comporte hacia la alza, ocasionando que paulatinamente empresas dedicadas a su producción dejen este negocio y que rigurosamente se tenga que recurrir a la importación del mismo.

El Consumo Aparente de un producto es la relación existente entre las variables de:

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación}$$

Es importante señalar que en los últimos años este parámetro se ha estado incrementando en función de las variables Producción e Importación, ya que si bien es cierto que la Producción prácticamente se ha mantenido estable, las importaciones fueron aumentando a medida que las exportaciones fueron disminuyendo.

En la actualidad existen en nuestro país 11 productores de Oxido de magnesio y 21 proveedores que se encargan de su distribución.

## Síntesis Estadística

<b>Producto</b>	<b>Oxido de Magnesio (MgO)</b>
<b>Período Evaluado</b>	<b>1992-1996 (Producción) 1994-1997</b>
<b>Lugar</b>	<b>República Mexicana</b>
<b>Fracción Arancelaria Exportación</b>	<b>2827.31</b>
<b>Fracción Arancelaria Importación</b>	<b>2827.31.01</b>
<b>Exportación Tendencia a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Importación Proyección a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Principales Países Importadores (Exp)</b>	<b>Perú, Estados Unidos</b>
<b>Principales Países Exportadores (Imp)</b>	<b>Israel, Estados Unidos y Alemania</b>
<b>Productores Disponibles</b>	<b>5</b>
<b>Proveedores Disponibles</b>	<b>15</b>

## Relación de Productores y Proveedores

<p style="text-align: center;"><b>RELACION DE PRINCIPALES PRODUCTORES DE OXIDO DE MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA</b></p>
---

- \* COYOACAN QUIMICA, S.A.
- \* COMERCIAL TROPICAL, S.A. DE C.V.
- \* DISTRIBUIDORA DE INDUSTRIAS VARIAS, S.A. DE C.V.
- \* J.T. BAKER, S.A. DE C.V.
- \* PROVEQUIM, S.A. DE C.V.
- \* MALLINCKRODT SPECIALTY CHEMICAL, Co.
- \* MATERIAS PRIMAS, S.A. DE C.V.
- \* PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A.
- \* QUIMICA DEL MAR, S.A. DE C.V.
- \* QUIMICA DEL REY, S.A. DE C.V.
- \* SHELL MEXICO, S.A. DE C.V.
- \* SOLVENTES Y PRODUCTOS QUIMICOS, S.A. DE C.V.

**RELACION DE PROVEEDORES PRINCIPALES DE  
OXIDO DE MAGNESIO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

<b>EMPRESA</b>	<b>TELEFONO</b>	<b>FAX</b>
* ABASTECEDORA DE PRODUCTOS VALLEJO, S.A. DE C.V.	7600633	7607558
* COMERCIALIZADORA QUIMICA, S.A. DE C.V.	(3)6146366	(3)6132193
* DISTRIBUIDORA DE EMPRESAS VARIAS, S.A. DE C.V.	8249110	8226466
* ELEMENTOS QUIMICOS COMPLEMENTARIOS, S.A.	5970865	5971053
* GRANADOS MARTINEZ QUIMICOS Y CIA., S.A. DE C.V.	7848696	5713407
* GRUPO INDUSTRIAL TORAL, S.A.C.V.	6551338	5135697
* HEVEA COMERCIAL, S.A. DE C.V.	3976925	3974142
* KOPRIMO, S.A. DE C.V.	6875007	6821086
* MINERALES Y QUIMICOS INDUSTRIALES, S.A DE C.V.	(3)8100719	(3)8100758
* POSSEHL, S.A. DE C.V.	8721005	8722541
* PROQUIBA, S.A. DE C.V.	5753366	5755584
* PROVEQUIM, S.A. DE C.V.	3930300	3937795

**RELACION DE PRINCIPALES PROVEEDORES  
DE OXIDO DE MAGNESIO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

* QUIMAE, S.A. DE C.V.	(72) 722729	(72) 724781
* QUIMICA DEL MAR, S.A. DE C.V.	2868133	2865327
* QUIMICOS AUROMEX, S.A. DE C.V.	7523006	7522871
* SIERRA TALC DE MEXICO, S..A C.V.	5693609	7522871
* ALKEM INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.	(8) 3310131	(8) 3513451
* ALQUIMIA MEXICANA, S. DE R.L.	5333964	5118970
* ANALYTYKA DE MEXICO, S.A. C.V.	(8) 3314858	(8) 3314842

### 4.3.3 Cloruro de Magnesio

#### Datos de Estadísticas y Gráficas Volumen Global de Exportación-Importación

<b>CLORURO DE MAGNESIO</b>	<b>MgCl2</b>	<b>Fracción Arancelaria Exportación: 2827.31</b>
		<b>Fracción Arancelaria Importación: 2827.31.01</b>

#### VOLUMEN DE EXPORTACION EN (Kg)

<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	10,077	72,167	96,247	156,640
<b>Volumen (Kg)</b>	5,348	291,876	493,956	999,757

#### VOLUMEN DE IMPORTACION EN (Kg)

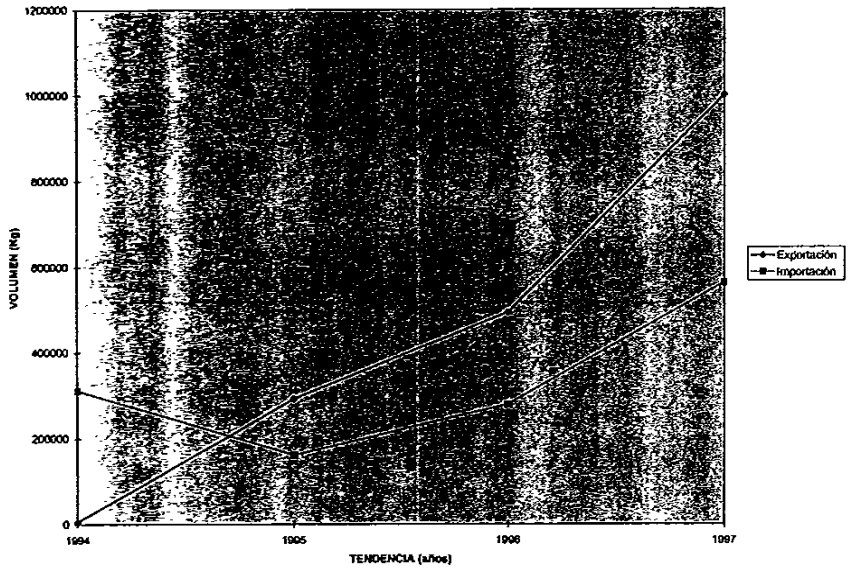
<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	192111	109,133	139,217	298,638
<b>Volumen (Kg)</b>	310684	161735	278,535	563,499

#### RELACION PRECIO-COSTO UNITARIO PROMEDIO

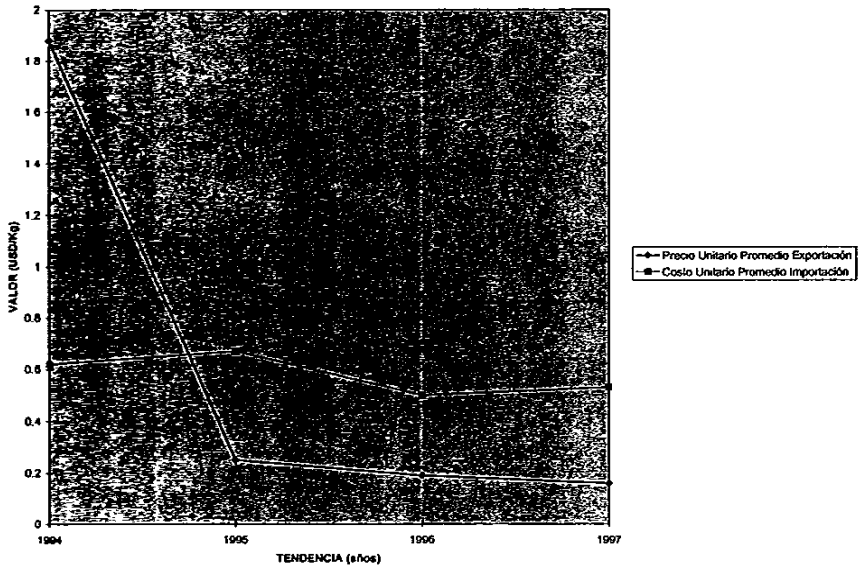
<i>Tendencia (Año)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Precio Unitario Promedio de Exportación (USD/Kg)</b>	1.88	0.25	0.19	0.16
<b>Costo Unitario Promedio de Importación (USD/Kg)</b>	0.62	0.67	0.50	0.53



### NIVEL DE EXPORTACIÓN-IMPORTACION DE CLORURO DE MAGNESIO



PRECIO-COSTO DE CLORURO DE MAGNESIO



**Datos Estadísticos de Participación Global de Exportación-Importación de Países**

**DATOS ESTADISTICOS DE EXPORTACION**

<b><i>País Importador</i></b>	<b><i>% Participación Global</i></b>			
-----------------------------------	--------------------------------------	--	--	--

<b><i>País / Año</i></b>	<b><i>1994</i></b>	<b><i>1995</i></b>	<b><i>1996</i></b>	<b><i>1997</i></b>
<b><i>Brasil</i></b>	-	-	-	0.01
<b><i>Colombia</i></b>	-	-	-	0.06
<b><i>Corea del Sur</i></b>	-	-	-	0.02
<b><i>Cuba</i></b>	5.61	3.10	0.31	0.04
<b><i>Chile</i></b>	0.93	-	-	0.01
<b><i>Ecuador</i></b>	-	-	-	0.01
<b><i>Estados Unidos</i></b>	52.84	6.61	19.94	30.87
<b><i>Filipinas</i></b>	-	3.27	0.02	-
<b><i>Guatemala</i></b>	39.27	86.34	1.11	0.80
<b><i>Peru</i></b>	-	-	72.88	68.20
<b><i>Venezuela</i></b>	-	0.68	5.74	-

**DATOS ESTADISTICOS DE IMPORTACION**

<b><i>País Exportador</i></b>	<b><i>% Participación Global</i></b>			
-----------------------------------	--------------------------------------	--	--	--

<b><i>País / Año</i></b>	<b><i>1994</i></b>	<b><i>1995</i></b>	<b><i>1996</i></b>	<b><i>1997</i></b>
<b><i>Alemania</i></b>	0.32	5.00	3.55	2.93
<b><i>Bélgica</i></b>	-	0.07	-	-
<b><i>Chile</i></b>	-	-	0.05	-
<b><i>Estados Unidos</i></b>	11.64	13.15	16.57	31.99
<b><i>India</i></b>	-	-	-	0.03

<i>Israel</i>	82.85	73.45	79.82	63.25
<i>Italia</i>	5.15	7.63	-	1.61
<i>Japón</i>	0.04	0.07	-	-
<i>Holanda</i>	-	0.62	-	0.18
<i>Inglaterra</i>	-	-	-	-
<i>Suiza</i>	-	-	0.01	0.01
<i>Tailandia</i>	-	-	0.01	-

### **Análisis Estadístico**

En Base a las estadísticas y gráficas mostradas referentes al volumen de exportación efectuado en el período 1994-1997 podemos señalar que este parámetro sigue día a día un ascenso, haciendo énfasis que el costo unitario promedio de 1994 comparado con los 3 siguientes disminuyó considerablemente debido principalmente al gran cambio en cuanto al volumen exportado, recordando que cuanto más podamos exportar más podemos mejorar el costo obtenido por kilogramo de este producto; Cabe señalar que la tendencia al parecer es de seguir progresando en este rubro y seguir vendiendo al exterior, ya que se considera que aún teniendo un mercado cautivo y quizás saturado en la República Mexicana, es necesario participarlo debidamente al extranjero con la idea básica de una mejora continua económica.

Las Importaciones, por otro lado tienen también una proyección en alza, aún cuando su volumen está por debajo comparado con el que demanda el sector de Exportación; Con excepción de 1995, los años subsecuentes presentan un importante crecimiento, ayudando esto de alguna manera a apoyar la gran demanda ejercida de Cloruro de Magnesio y que no ha sido satisfecha completamente considerando aún lo que actualmente producimos y exportamos; El costo unitario promedio a través de los últimos 4 años ha sufrido cambios en función del volumen y monto comprado.

Podemos decir que el Cloruro de Magnesio se ha exportado principalmente a Perú y Estados Unidos, siendo estos países los que han mantenido un gran nivel de compra en los últimos 4 años; En materia de importación, nuestro país recurre a Israel, Estados Unidos y Alemania, los cuales representan el mayor porcentaje de participación en volumen de este producto.

Actualmente a nivel nacional se dispone de 5 productores y 15 proveedores para cubrir las necesidades que actualmente se requiere.

### Síntesis Estadística

<b>Producto</b>	<b>Cloruro de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>)</b>
<b>Período Evaluado</b>	<b>1994-1997</b>
<b>Lugar</b>	<b>República Mexicana</b>
<b>Fracción Arancelaria Exportación</b>	<b>2837.31</b>
<b>Fracción Arancelaria Importación</b>	<b>2827.31.01</b>
<b>Exportación Tendencia a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Importación Proyección a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Principales Países Importadores (Exp)</b>	<b>Perú, Estados Unidos</b>
<b>Principales Países Exportadores (Imp)</b>	<b>Israel, Estados Unidos y Alemania</b>
<b>Productores Disponibles</b>	<b>5</b>
<b>Proveedores Disponibles</b>	<b>15</b>

### Principales Productores y Proveedores

<b>RELACION DE PRINCIPALES PRODUCTORES DE CLORURO DE MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA</b>
--

- \* *BASF MEXICANA, S.A. DE C.V.*
- \* *PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL, S.A. DE C.V.*
- \* *PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A. DE C.V.*
- \* *J.T. BAKER, S.A. DE C.V.*
- \* *PROVEQUIM, S.A. DE C.V.*

**RELACION DE PROVEEDORES PRINCIPALES DE  
CLORURO DE MAGNESIO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

<b>EMPRESA</b>	<b>TELEFONO</b>	<b>FAX</b>
* ABASTECEDORA DE PRODUCTOS VALLEJO, S.A. DE C.V.	7600633	7607558
* QUIMICA BLANTEX, S.A. DE C.V.	5585596	7561423
* QUIMICA COSMOS, S.A. DE C.V.	5647252	2646859
* SINTESIS Y PROCESADOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	(22) 880418	(22) 880802
* VALNO, S.A. DE C.V.	7848609	7840497
* CASA HOLCK, S.A.	3740100	3752706
* CIA.QUIMICA INDUSTRIAL NEUMANN, S.A. DE C.V.	7812211	7814302
* COMERCIAL QUIMICA SANDAN, S.A. DE C.V.	3622302	3979247
* EXCELENCIA QUIMICA, S.A. DE C.V.	5693736	5693736
* ALKEM INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.	(8) 3310131	(8) 3513451
* ALQUIMIA MEXICANA, S. DE R.L.	5333964	5118970
* ANALYTYKA DE MEXICO, S.A. C.V.	(8) 3314858	(8) 3314842
* APLICACIONES TECNOLOGICAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	8882756	8882755

#### 4.3.4 Hidróxido de Magnesio

#### Datos Estadísticos y Gráficas de Volumen Global de Exportación-Importación

<b>HIDROXIDO DE MAGNESIO</b>	<b>Mg(OH)2</b>	<b>Fracción Arancelaria Exportación: 2816.10</b> <b>Fracción Arancelaria Importación: 2816.10.01</b>
----------------------------------	----------------	---

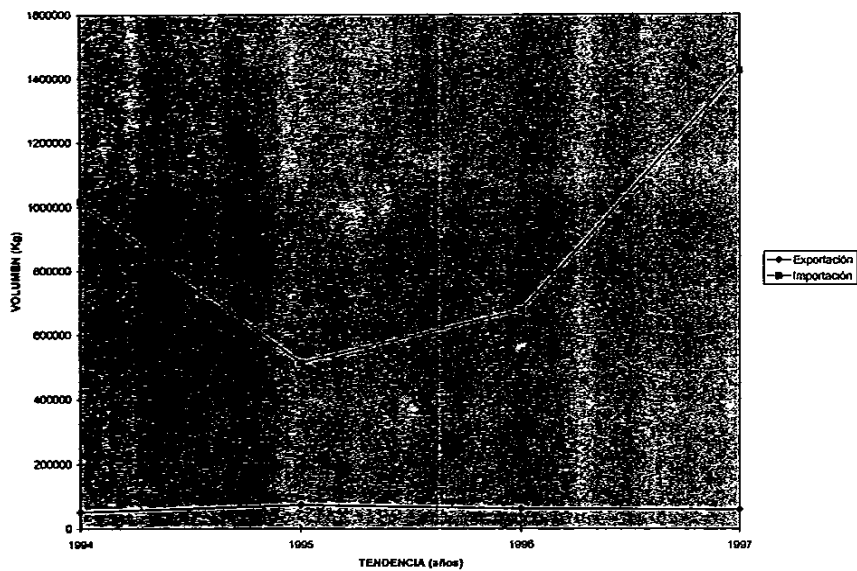
<b>VOLUMEN EXPORTACION TOTAL (Ton)</b>	<b>VOLUMEN IMPORTACION TOTAL (Ton)</b>
--	--

<b>Tendencia (Años)</b>							
<b>Valor (USD)</b>							
<b>Volumen (Kg)</b>							
<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
42,626	57,256	71,788	72,922	1,262,153	753,388	1,121,78	2,141,438
52,224	74,993	64,162	61,286	1,016,709	513,721	678,286	1,423,757

#### **Relación de Precio y Costo Unitario**

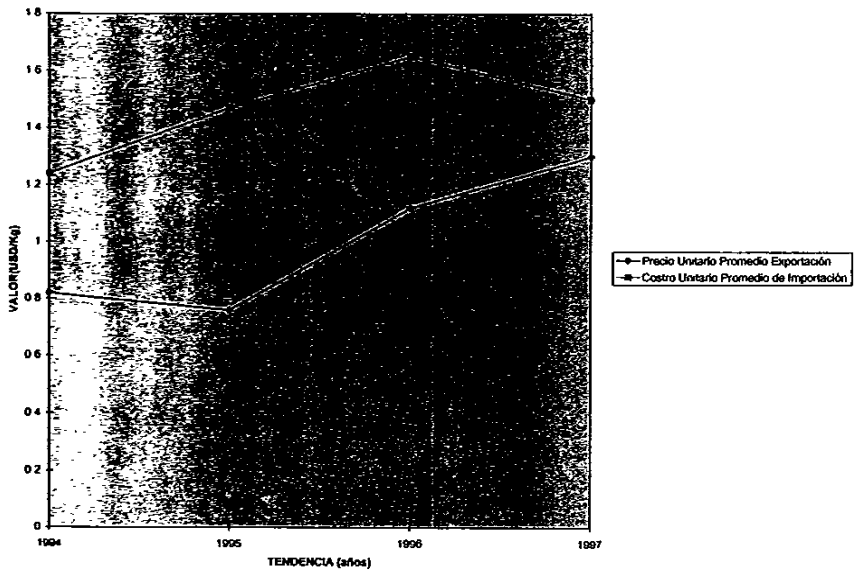
<b>Valor Unitario(USD/Kg)</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Exportación (Precio)</b>	0.82	0.76	1.12	1.30
<b>Importación (Costo)</b>	1.24	1.47	1.65	1.50

### NIVEL DE EXPORTACION-IMPORTACION DE HIDROXIDO DE MAGNESIO





### PRECIO-COSTO DE HIDROXIDO DE MAGNESIO



**Datos Estadísticos de Participación Global de Exportación-  
Importación de Países.**

**DATOS ESTADISTICOS DE EXPORTACION**

<b><i>País Importador</i></b>	<b><i>% Participación Global</i></b>			
<b><i>País / Año</i></b>	<b><i>1994</i></b>	<b><i>1995</i></b>	<b><i>1996</i></b>	<b><i>1997</i></b>
<b><i>Bèlgica</i></b>	-	24	1.56	-
<b><i>Brasil</i></b>	-	-	1.56	-
<b><i>Colombia</i></b>	99.96	62.64	62.64	13.05
<b><i>Chile</i></b>	0.04	-	-	-
<b><i>El Salvador</i></b>	-	-	-	0.21
<b><i>España</i></b>	-	-	-	3.26
<b><i>Estados Unidos</i></b>	-	13.36	30.62	83.48
<b><i>Guatemala</i></b>	-	-	0.80	-

**DATOS ESTADISTICOS DE IMPORTACION**

<b><i>País Exportador</i></b>	<b><i>% Participación Global</i></b>			
<b><i>País / Año</i></b>	<b><i>1994</i></b>	<b><i>1995</i></b>	<b><i>1996</i></b>	<b><i>1997</i></b>
<b><i>Alemania</i></b>	0.19	-	0.05	0.01
<b><i>Austria</i></b>	0.01	-	-	-
<b><i>Canada</i></b>	-	0.01	-	-
<b><i>China</i></b>	-	1.94	-	7.04
<b><i>Estados Unidos</i></b>	92.02	86.17	95.38	89.16
<b><i>Israel</i></b>	-	-	-	0.21
<b><i>Japòn</i></b>	6.30	9.93	4.57	3.58
<b><i>Inglaterra</i></b>	1.48	1.95	-	-

## **Análisis Estadístico**

En materia de Exportación podemos resumir que el volumen de Hidróxido de Magnesio con la excepción de 1995 tiene una tendencia en descenso, debido a que cada vez contamos con menor cantidad de empresas para producirlo, ya que la tecnología que tenemos en la actualidad no cumple con las especificaciones necesarias requeridas de primera línea para manufacturar éste compuesto, ya que guiándonos por el precio unitario promedio de como lo vendemos al exterior notamos que se encuentra incluso por debajo del costo unitario de Importación.

Las importaciones en cambio siguen un notable crecimiento con la excepción de 1995 el cual fué el año en que repercutió todos los pormenores de la crisis declarada a finales de 1994; En 1996 hubo una recuperación ligera sobre 1995 y para 1997 el nivel de importación ya había superado lo hecho sobre 1994, aún cuando lógicamente el costo unitario promedio haya subido respecto a 1994; Deducimos con ésto que la tendencia hacia futuro es que se compre este compuesto vía Importación porque de este modo cumpliríamos con la expectativas que el mercado mexicano exige hoy en día.

De las Exportaciones podemos añadir que Colombia y Estados Unidos son los principales importadores del Hidróxido de Magnesio, siendo el caso de Estados Unidos y Japón para las Importaciones.

Actualmente, nuestro país dispone de 7 Productores y tan solo 1 proveedor que se encarga de la distribución de este compuesto.

## Síntesis Estadística

<b>Producto</b>	<b>Hidróxido de Magnesio Mg(OH)2</b>
<b>Periodo Evaluado</b>	<b>1994-1997</b>
<b>Lugar</b>	<b>República Mexicana</b>
<b>Fraccion Arancelaria Exportación</b>	<b>2816.10</b>
<b>Fraccion Arancelaria Importación</b>	<b>2816.10.01</b>
<b>Exportación Tendencia a Futuro</b>	<b>En Descenso</b>
<b>Importación Proyección a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Principales Países Importadores (Exp)</b>	<b>Colombia y Estados Unidos</b>
<b>Principales Países Exportadores (Imp)</b>	<b>Estados Unidos y Japón</b>
<b>Productores Disponibles</b>	<b>7</b>
<b>Proveedores Disponibles</b>	<b>1</b>

### Principales Productores y Proveedores

<b>RELACION DE PRINCIPALES PRODUCTORES DE HIDROXIDO DE MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA</b>
--

- \* MALLINCKRODT SPECIALTY CHEMICAL Co..
- \* CELITE MEXICO, S.A. DE C.V.
- \* CHARLOTTE CHEMICAL Inc.
- \* J.T. BAKER, S.A. DE C.V.
- \* PROVEQUIM, S.A. DE C.V.
- \* QUMICA DEL MAR, S.A. DE C.V.
- \* QUIMICA DEL REY, S.A. DE C.V.

<b>RELACION DE PROVEEDORES PRINCIPALES DE HIDROXIDO DE MAGNESIO EN LA REPUBLICA MEXICANA</b>
--

EMPRESA	TELEFONO	FAX
*POSSEHL, S.A. DE C.V.	8721002	8722541

#### 4.3.5 Sulfato de Magnesio

<b>SULFATO DE MAGNESIO</b>	<b>MgSO4</b>	<b>Fracción Arancelaria Exportación: 2823.21</b> <b>Fracción Arancelaria Importación: 2823.21.01</b>
--------------------------------	--------------	---

#### Datos Estadísticos y Gráficas de Volumen Global de Exportación-Importación

##### VOLUMEN DE EXPORTACION EN (Kg)

<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	8,491	21,449	8,043	31,160
<b>Volumen (Kg)</b>	3,219	91,334	42,060	117,518

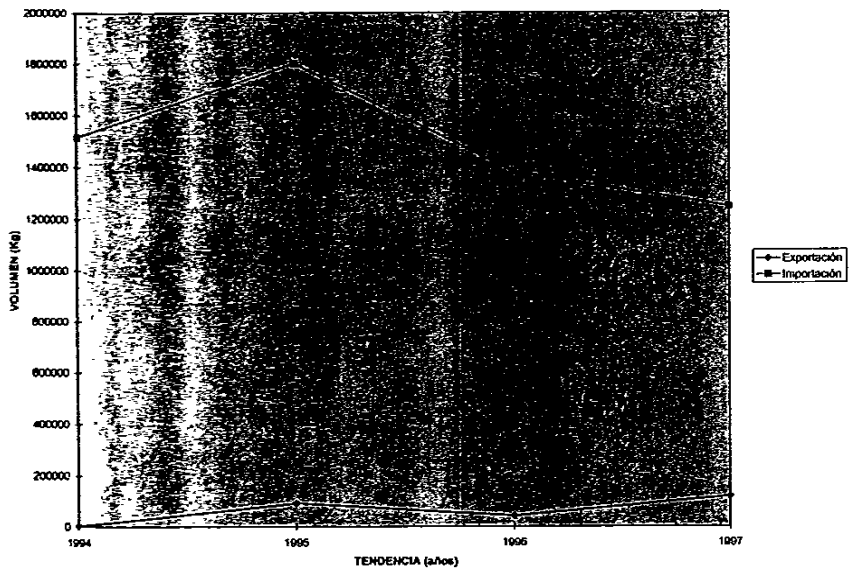
##### VOLUMEN DE IMPORTACION EN (Kg)

<i>Tendencia (Años)</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Valor (USD)</b>	616,431	666,767	594,291	541,134
<b>Volumen (Kg)</b>	1,515,211	1,801,798	1,383,312	1,245,714

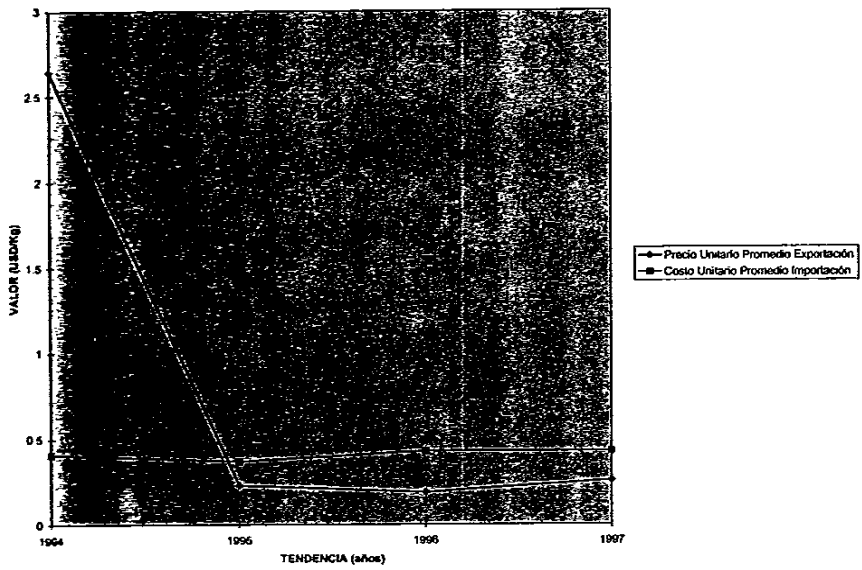
<b>RELACION PRECIO-COSTO UNITARIO PROMEDIO</b>
--

<b><i>Tendencia (Años)</i></b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b><i>Precio Unitario Promedio de Exportación (USD/Kg)</i></b>	2.64	0.23	0.19	0.26
<b><i>Costo Unitario Promedio de Importación (USD/Kg)</i></b>	0.41	0.37	0.43	0.43

### NIVEL DE EXPORTACION-IMPORTACION DE SULFATO DE MAGNESIO



### PRECIO-COSTO DE SULFATO DE MAGNESIO





**Datos Estadísticos de Participación Global de Exportación-Importación de Países.**

**DATOS ESTADISTICOS DE EXPORTACION**

<b><i>País Importador</i></b>	<b><i>% Participación Global</i></b>			
<i>País / Año</i>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b><i>Costa Rica</i></b>	29.82	-	-	-
<b><i>Cuba</i></b>	-	0.05	-	19.61
<b><i>Chile</i></b>	1.55	-	-	-
<b><i>Ecuador</i></b>	-	-	-	0.01
<b><i>Estados unidos</i></b>	68.62	-	-	2.08
<b><i>Filipinas</i></b>	-	-	0.11	-
<b><i>Guatemala</i></b>	-	98.63	99.86	41.70
<b><i>Honduras</i></b>	-	-	-	19.57
<b><i>Nicaragua</i></b>	-	1.32	-	-
<b><i>Panamá</i></b>	-	-	-	17.02
<b><i>Perú</i></b>	-	-	0.03	-
<b><i>Venezuela</i></b>	-	-	-	0.01

**DATOS ESTADISTICOS DE IMPORTACION**

<i>País Exportador</i>	<i>% Participación Global</i>			
------------------------	-------------------------------	--	--	--

<i>País / Año</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>
<b>Alemania</b>	28.62	11.81	20.38	21.25
<b>Canada</b>	0.01	0.01	0.01	-
<b>China</b>	6.60	-	-	-
<b>Estados Unidos</b>	64.72	87.94	78.78	78.43
<b>Francia</b>	-	0.08	-	-
<b>India</b>	0.06	-	0.01	-
<b>Israel</b>	-	-	0.73	0.01
<b>Japón</b>	-	0.02	0.09	0.10
<b>Noruega</b>	-	0.12	-	0.22
<b>Inglaterra</b>	-	-	-	-
<b>Suiza</b>	-	0.02	-	0.01

**Análisis Estadístico**

Dentro del ámbito de exportación podemos notar que este rubro, aún cuando parece tener un comportamiento errático, ya que el volumen en los últimos 4 años tiende a la alza y a la baja; en el futuro al parecer se comportará en modo ascendente debido a que cada día hay mas empresas que tienen la tecnología adecuada para cumplir con especificaciones de calidad y pureza que requiere el Sulfato de Magnesio, manteniéndose a buen precio unitario comparado con el costo unitario promedio de importación, que es considerablemente más elevado.

Las importaciones por lo que parece, tendrán un ligero descenso en los próximos años porque el costo es superior al que México puede subsidiar actualmente; En los últimos 4 años los volúmenes de importación se han mantenido casi estables

con una ligera disminución de 1995 a 1997, sin embargo es de considerar que la tendencia a la disminución será en medida de la capacidad que se tenga para producir y exportar.

Podemos mencionar que dentro de las exportaciones Guatemala y Honduras ocupan el primer y segundo lugar en volumen respectivamente como países importadores de este compuesto, mientras que Estados Unidos y Alemania ocupan las mismas posiciones en el sector de Importación como países exportadores, ya que éstos tienen un porcentaje mayor de participación para el Sulfato de Magnesio.

Actualmente a nivel nacional se disponen de 9 productores y 31 proveedores que desplazan a este compuesto químico.

### Síntesis Estadística

<b>Producto</b>	<b>Sulfato de Magnesio MgSO4</b>
<b>Período Evaluado</b>	<b>1994-1997</b>
<b>Lugar</b>	<b>República Mexicana</b>
<b>Fracción Arancelaria de Exportación</b>	<b>2833.21</b>
<b>Fracción Arancelaria de Importación</b>	<b>2833.21.01</b>
<b>Exportación Tendencia a Futuro</b>	<b>En Ascenso</b>
<b>Importación Proyección a futuro</b>	<b>En Descenso</b>
<b>Principales Países Importadores (Exp)</b>	<b>Guatemala, Honduras, Panamá</b>
<b>Principales Países Exportadores (Imp)</b>	<b>Estados Unidos, Alemania</b>
<b>Productores Disponibles</b>	<b>9</b>
<b>Proveedores Disponibles</b>	<b>31</b>

**Relación de Productores y Proveedores.**

**RELACION DE PRINCIPALES PRODUCTORES DE  
SULFATO DE MAGNESIO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA (CONTINUACION)**

- \* BASF MEXICANA, S.A. DE C.V..
- \* CASA MOLINA FONT, S.A. DE C.V.
- \* DROGUERIA COSMOPOLITA, S.A. DE C.V.
- \* J.T. BAKER, S.A. DE C.V.
- \* MATERIAS PRIMAS, S.A. DE C.V.
- \* PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL, S.A. DE C.V.
- \* PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A. DE C.V.
- \* PROVEQUIM, S.A. DE C.V.
- \* SOLVENTES Y PRODUCTOS QUIMICOS, S.A. DE C.V.

**RELACION DE PROVEEDORES PRINCIPALES DE  
SULFATO DE MAGNESIO  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

EMPRESA	TELEFONO	FAX
*ABASTECEDORA DE PRODUCTOS VALLEJO, S.A. DE C.V.	3004173	3003580
* PROVEQUIM, S.A. DE C.V.	3930300	3937795
* QUIMICA COSMOS, S.A. DE C.V.	5647252	2646859
* QUIMICA H.J., S.A. DE C.V.	5508758	5508922
* QUIMICA PIMA, S.A. DE C.V.	(62) 510766	(62) 510428
* POSSEHL, S.A. DE C.V.	8721005	8722541
* PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL, S.A. DE C.V.	7600633	7607558
* PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A.	(8) 3452794	(8) 3423606
* PROQUIBA, S.A. DE C.V.	5753366	5755584
* PROSI, S.A. DE C.V.	8702055	8703116

* DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS HIDLAGO, S.A. DE C.V.	7151215	7693588
* ELEMENTOS QUÍMICOS COMPLEMENTARIOS, S.A.	5970865	5971053
* EXCELENCIA QUÍMICA, S.A. DE C.V.	5693736	5693736
* HIGH PURITY DE MEXICO, S.A. C.V.	5826500	6700506
* LAGSOM QUÍMICA, S.A. DE C.V.	(8) 3740100	(8) 3752706

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

En base a los establecido en el objetivo podemos precisar que la situación del *Magnesio Metálico en la República Mexicana* ha exigido en los últimos cuatro años una mayor demanda que ya no puede ser satisfecha únicamente con dos empresas que prevalecen en México como las productoras de este elemento metálico, siendo de este modo la importación la otra alternativa elocuente que colabora de manera más eficiente a cubrir la actual demanda nacional del mismo.

Respecto al *Oxido de Magnesio y Cloruro de Magnesio* podemos destacar que en este orden son los compuestos derivados químicos del Magnesio más trascendentales en la actualidad en la República Mexicana, debido a que tienen un número casi infinito de aplicaciones industriales y por lo mismo una gran demanda productiva a nivel nacional, la cual es soportada a través de *las exportaciones e importaciones*, siendo estas últimas una opción en menor escala que las exportaciones, ya que el costo unitario promedio de producción aquí en México comparado con el obtenido por traerlo del extranjero guardan muy poca diferencia económica entre ambos. El caso del Cloruro de Magnesio es un poco distinto, ya que debido a grandes incorporaciones en los últimos cuatro años de empresas productoras de este compuesto *no logra cubrir la demanda actual del mismo* y por lo tanto se recurre a la importación no en la misma magnitud que el Oxido de Magnesio.

El caso de la Dolomita y la Magnesita es de gran interés porque ambos tienen una amplia gama de aplicaciones industriales a nivel nacional, mismas que son satisfechas por óptimos recursos suficientes como son las empresas productoras de ambos compuestos *con la finalidad de encarar la demanda nacional actual*.

## NOTAS

El presente trabajo fue diseñado conforme a la disponibilidad de revistas, patentes, datos estadísticos etc. En resumen podemos establecer que la revisión exhaustiva de los últimos 5 años *fué dedicada únicamente* a la obtención de los usos principales de todos los compuestos minerales del magnesio, así como también en la mayoría de los compuestos químicos derivados del mismo con excepción del Carbonato y el Sulfato de Magnesio.

Durante la revisión exhaustiva realizada *basándonos en el Chemical Abstracts* de los últimos 5 años, en su gran mayoría aparecieron patentes de las cuales solamente se tomó en cuenta el extracto ó resumen de las mismas; En cambio sí se investigó la fuente *directa del artículo* publicado.

En el caso del capítulo IV la investigación realizada se basó en *datos fidedignos* encontrados y publicados en el Banco Nacional de Comercio Exterior.

Por último mencionaremos que los capítulos restantes están basados en enciclopedias y libros encontrados en la biblioteca de la Facultad de Química.



## **BIBLIOGRAFIA**

## **BIBLIOGRAFIA**

### **SECCION: LIBROS**

- \* **Magnesium**  
Encyclopedia of Industrial Chemistry  
Ullman`s  
Volume A15; Pàgs: 595-627  
Fifth Edition  
1990
  
- \* **Magnesium Compounds**  
Encyclopedia of Industrial Chemistry  
Ullman`s  
Volume A15; Pàgs: 559-680  
Fifth Edition.
  
- \* **Magnesium and Magnesium Alloys**  
Encyclopedia of Chemical Technology  
Kirk-Othmer  
Volume 14; Pàgs: 570-614; 615-646  
Third Edition.
  
- \* **Industrial Minerals Rocks**  
Lefund  
Fourth Edition
  
- \* **Enciclopedia de Química Industrial**  
Thorpe, Edward  
Tomo Cuarto  
Parte 2

- \* **Encyclopedia of Science & Technology**  
McGraw-Hill  
Volume 10  
7th Edition  
1992.
  
- \* **Consejo de Recursos Naturales No Renovables**  
Departamento de Estudios Económicos  
"Los Recursos Minerales de México"  
No Metálicos  
México, D.F.
  
- \* **Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana**  
Pág: 62  
Edición 1997
  
- \* **Directorio de la Industria Química Mexicana**  
Edición 1995

#### **SECCION: BANCOS DE INFORMACION**

- \* **Banco Nacional de Comercio Exterior**  
Bancomext  
Ley General de Importaciones y Exportaciones  
Capacitación Aduanera y Asesoría S.C.
  
- \* **Banco Nacional de Comercio Exterior**  
Bancomext  
Exportaciones Definitivas a México  
Compuestos Químicos Varios  
1997

\* **Banco Nacional de Comercio Exterior**

Bancomext

Importaciones Definitivas de México

Compuestos Químicos Varios

1997

\* **Internet**

Localizador de Productos

Informática Cosmos

E-Mail: On line Cosmos Com.Méx.

[http: // www.Cosmos.Com.Méx.](http://www.Cosmos.Com.Méx.)

**SECCION: REVISTAS**

\* **Chemical Abstracts**

Volumen 116-125

1992-1996

**COMPENDIO DE ARTICULOS Y EXTRACTOS DE PATENTES DE CHEMICAL ABSTRACTS  
CONSULTADOS**

**No.Artículo** Nombre del Artículo o Patente

**Número del resumen. Título del Artículo**

**Volumen/Año** Nombre de los Autor(es); Lugar de trabajo; Número de Patente ó Publicación,  
Idioma de la publicación; Clasificación de patente; Fecha de publicación,  
Número y Fecha solicitud de patente; Páginas del Artículo.

**DOLOMITA**

**105170x** **Binder for granulation of fertilizers such as Ammonium Sulfate.**

**( 116/92)** Van de Walle, Richard H. ; Smith, David (Martin Manetta, Magnesium specialties, Inc.) U.S. US 5,078,779 (C1.71-63; CO5G1/100), 07 Jan 1992, Appl. 278,631,01 Dec 1988; 5pp.

- P11352b Coal Comburant.**  
**(117/92)** Zhang, Siheng. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu. GN 1,056,518 (C1 C10L9/10), 27 Nov 1991. Appl. 90,105,106, 12 May 1990; 5pp.
- P44453j Gypsum free ground clinker based solid mixture.**  
**(118/93)** Vsetecka, Tomas; Skvara, Frantisek; Hrazdira, Jaroslav. Czech. CS 273,229 (C1.CO4B7/38), 20 Jan 1992, Appl. 88/1,503, 09 Mar 1988; 6pp.
- 205697e Decreasing the offset paper dusting.**  
**(119/93)** Sipos Laszlo.(Papiripa, Kuta, Intez.; BME, Hung). Papiripar 1992, 36(4), 131-8 (Hung)
- 82305m Manufacture of sintered small pellets of magnetite concentrate.**  
**(120/94)** Sham, Jigno; Liu, Shugui (China, Ministry of metallurgical industry, Iron and Steel general Institute). Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1,074,713 (C1 C22B7/16), 28 Jul 1993, Appl.3,101,629 18 Feb 1993; 8pp.
- 210902p Insulating/metallurgical composite and its manufacture.**  
**(121/94)** Maric, Milena; PyE, Eric (Laporte Group Australia Ltd) PCT Int. Appl wo 94 19,496 (C1-G21B3/02), 01 Sep 1994, AU Appl 93/7,466 23 Feb 1993; 23pp.
- 147057r Studies on suitability of dolomite for filling of paper.**  
**(123/95)** Szymanski, Arkadiusz; Klatkowski, Andrzej; Smit, Honorata. (Inst.Celul.Pap.; Lodz, Pol.) Przegl. Papie 1992, 48 (9), 2 91-4, 298 (Pol).
- 168196e Compositions and process for manufacturing high quality insulating wool.**  
**(122/95)** Fyles, Keneth Melvin.; Shorrocks, Peter; Davidson, Michael Robert Co//wens-Corning Building Products (UK) Ltd PCT Int.Appl. WO 95,01, 941 (C1.C03C13/06), 19 Jan 1995, GB Appl. 93/14, 236,09 Jul 1993; 27pp.

**94254k**      **Adsorption of Sulfur and Nitrogen Oxides on Dolomite materials.**  
**(125/96)**      Staszczuk, Piotr; Sefaniak, Elzbieta; Szymanski, Edward  
(Wydzial.Chem.Univ.Marii Curie-Sklodowskiej, Lublin, Pol)  
Przem.Chem,1996, 75(6), 224-226 (Pol.)

MAGNESITA

**238411y**      **Method for purifying Magnesium Oxide.**  
**(116/92)**      Li Changbin. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai ShuomingshuCN  
1,057,247 (C1.CO4B2/10) 25 Dec 1991, Appl 91,106,182 18 Jul  
1991; 4pp.

**117111x**      **Composite Gypsum Boards and Injection-Molding Apparatus for  
(117/92)      their manufacture**  
Wang, Quanxiang; Huang, Jiaumin; Wang, y.Cheng.; Faming Zhuanli  
Shenqing Gongkai Shuomingshu. CN 1,060,458 (C1.CO4B28/16), 22  
Abr 1992, Appl. 90,108,109, 30 Sep 1990; 11pp.

**259919b**      **Manufacture of Chemically Bonded Basic Refractory Bricks.**  
**(118/93)**      Kolhatar, Shyam Laxman; Mahapatra, Santosh Kumar (Orissa Cement Ltd)  
Indian IN 168,771 (C1.CO4B35/00), 01 Jun 1991 Appl. 88/CA965, 22 Nov 1988;  
5pp.

**78394b**      **Charge for Preparation of Refractory Kiln Furniture.**  
**(119/93)**      Opalejchuck, Lioiya S.; Anpilov, Mikhaila A.; Ozerova, Irinak (Gnii  
Stroitelnoj Keramiki) U.S.S.R. SU 1,735,241 (C1.CO4B35/56), 23 May 1992,  
Appl. 4,722,182, 19 Jul 1989, From Izobreteniya 1992, (19), 96.

**171680x**      **Foamed Plastics For Building Blocks.**  
**(120/94)**      Huang, Daohui.; Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN  
1,074,892 (C1.CO4B18/20) 04 Aug 1993, Appl 92,112,739, 30 Oct  
1992; 4pp.

**205453e Coating Agent For Ingot Molds For Steel Casting.**  
**(123/95)** Bialowass, Wieslaw; Kunik, Henzyk; Karbowniczek, Mirosлав; Swieca, Jan.; Pasek, Josef (Akademia Gorniczno-Hutnicza IM.; Stanislawa Staszica Pol.PL. 163,660 (C1.B22C3/00), 29 Abr 94 Appl. 288,971, 04 Feb 1991; 2pp.

**164745k Leaching Of Calcined Magnesita With Ammonium Chlorid ChlorideSolutions.**  
**(122/95)** Matous, Karel; Trzil, Jan.; Ullrych, Jaroslav.;M (Vysoka Skola.; Bonska, Ostrava.; Czech.R/ep) Uhli-Rudy 1993, 41(7), 214-7 (Czech).

**236766x Magnesite Sintering in a Rotatory Kiln.**  
**(121/94)** Perepelitsyn V.; Simonov, K.V.; Karshunov, V.S.; Belugrudok, A:G: Luzin, A.; G.(Russia). Cimento Bul. 1994, 31(320), 7-17 (Turkish).

**93728f Basic Gunning Materials Comprising Basic Materials and Additives and Binders.**  
**(125/96)** Chattopadhyay, Swapan.; Kumar, India, Indian IN 173,308 (C1.CO4B2/00) 2 Apr 1994, Appl. 90/CA276, 03 Apr 1996; 16 pp.

## **ESPINELA**

**236739p Magnesia-Spinel Brick for Cement Rotatory Kilns.**  
**(121/94)** Nobuhara, Keiichi.; Sugiyama, Hiroshi.; Takemoto, Mituteru.; Ohta Akinari. (Shinagawa Hakurenga K.K. Japan) Taikadutsu 1994 46(2) 83-4 (Japan).

**196097 Temporary Protective Coating for Continuos Annealing of (117/92) Stainless Steel Strip.**  
Sato, Kuniaki.; Ishibashi, Genichi.; Katsuki, Yashuhiro.; Kaito, Hiroyuki.;Muraki, Hisatomi.; Yamaguchi, Yoshiharu.; (Kawasaki Steel Corp.)Eur.Pat.Appl.EP 466,491 (C1.C21D1/70), 15 Jan 1992, JP Appl 90/184,531 12 Jul 1990; 19pp.

- 196695c Alumina-Spinel Castable Refractories.**  
**(118/93)** Imaida, Yasuo; Shima, Kenji (Kawasaki Steel Corp.; Kawasaki Refractories Co.Ltd) Jpn Kokai Tokkyo Koho Jp 05 09, 0811 (9309,081)(C1 CO4B35/60), 19 Jan 1993, Appl.91(158,335), 20 Jun 1991; 3pp.
- 209451t Mixed Spinels with Cerium-Sulfur Oxide Emission Control from (119/93) Fluid Catalytic Cracking (FCC) Regenerator.**  
 Yoo, J.S.; Bhatta, Chariyya, A.A.; Radlowski, C.A.; Karch, J.A: (Amoco Res Cent.; Amoco Chem Co. Naperville, IL 60566 USA) Stud.Surf.Sci.Catal, 1993, 75 (New Frontiers in Catalysis, Pt.B.) 1391-403 (Eng).
- 13694a Refractory Lining for Nozzles for Continuous Casting of Molten (120/94)**  
 Tanaka, Tatsuji.; Suekawa, Yukihiko.; Nishi, Takashi.; Fukunaga, Shinichi Nishihara, Ryoji.; Matsui, Tainiro (Kurosaki Refractories, Co. Nippon Steel Corp.) Jpn.Kokai,Tokkyo Koho Jp 05,237,610 (93,237,610)(C1.B22D11/10), 17 Sep 1993, Appl. 92/ 44, 149, 29 Feb 1992.; 9pp.
- 93530k Effect of Spinel and Silicon Carbide on the Corrosion Resistance of (121/94) Castable for Blast Furnace Trough.**  
 Iida, Masakazu.; Toritani, Yasunabu (Kawasaki, Rozai K.K. Japan). Kawasaki Rozai Giho, 1995, 26, 2-7 (Japan).
- 40068p Primary Coat for Coating. (124/96)**  
 Kawahito, Yasushi.; Tabata, Katsumune.; Dosaka, Keuji.; Fujisawa, Yoshikazu (Honda Motor Co. Ltd) Jpn.Kokai Tokkyo Koho Jp 07,278, 869 (95,278,869) (C1.C25 D3/20), 24 Oct 1995, Appl. 94 / 89,090 04 Apr 1994; 14 pp. (Japan).
- 168209m Alumina-Magnesia Castable Refractories. (122/95)**  
 Imaida, Yasuo.; Eto, Shoji.; Mori, Junichiro.; Hitomi, Shoichi.; (Kanasaki Steel Co.; Kanasaki Pozai K.k.) Jpn.Tokyo Koho Jp. 07,02,5B (9502,573) (C1.CO4B35/66) 06 Jan 1995. Appl. 93/143,174, 15 Jun 1993; 5pp.



- 264284y (123/95) Calcium-Magnesium Silicate-Containing Amorphous Materials Protective Films Contaning The Amorphous Materials, Magnetic Heads Protected with the Films and Tape Recorders Containing The Magnetic Heads.**  
Tamura, Takuo.; Nakano, Asao.; Suenaga, Kazufumi.; Ogata, Kiyoshi.; Sasajima, Souzon.; Kumazaka, Noriyuki.; (Hitachi Ltd.) Eur.Pat.Appl.Ep 675, 078 (C1.201B33/24), 04 Oct 1995. Jp. Appl. 94/29,988, 28 Feb 1994; 35 pp.
- TALCO
- 257469q (116/92) Manufacture of Insecticidal Coating Materials.**  
Feliu Zamora, marcelo (Anfel S.A.) Span.Es 2,022,106 (C1.CO9D5/14),16 Nov 1991, Appl. 9,001,212,27 Ap. 1990; 10pp.
- 232792e (121/94) Manufacture of Automobile Bumpers by Using Wastw Propene Polymer Based Bumpers.**  
Nishio, Takesumi; Iwa; Hisayuki; Nomura, Takao; Sato Hiroki; Uchikawa,Akiniko; Tsutsumi, Ikyo; Goto Yukitaka (Mitsubishi Petrochemical Co.;Toyota Motor Co.Ltd). Jpn.Kokai Tokkyo Koho JP 06,192,498 (92,192,498)(C1.C08L23/10); 12 Jul 1994. Appl. 91/170,420) 17 Jun1991, 3pp.
- 194948p (118/93) Lubricant Composition for Bearings of mechanical Seals.**  
Kasahara, Koichiro; Itabane, Tsunesaky; Wada, Yoshiaki. (Riken Corp.) Jpn.Kokai Tokkyo Koho Jp 04,370,194 (92,370,194) (C1.C10M169/04), 22 Dec 1992, Appl.91/170,420) 17 Jun 1991; 3pp.
- 208568z (119/93) Antisticking Coating for Casting Molds and Cores.**  
Malasaeva, Margarita V.; Novikov, Rudolph F.; Marakhovets, Larisa N.; Ivanov, Valentin N.; Bychkov, Ivan T.; Yarunina, ZinaidaV.;(YaroslavskijMotronyjZavod.; Mo automobilestroitelnyj Institut) U.S.S.R. SU 1766,579 (C1.B22C3/100), 07 Oct 1992, Appl. 4,810,599, 05 Apr 1990.; From Izobreteniya 1992 (37), 43.

- 193703x**      **Corrosion-and Water-Resistant Bitumen Coatings.**  
**(117/92)**      Zhang, Liang.; Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu. CN  
 1,058,792 (C1.C09 D195/00) 19 Feb 1992 Appl. 90,106,632, 06 Aug  
 1990; 5pp.
- 13684x**      **Light Weight Porous Refractories and Kiln Furniture.**  
**(120/94)**      Fickel, Alfred.; Konz, Rudolph.;(Annawerk Keramische Betriebe Gmbtt)  
 Ger.Offen.DE 4,208,155 (C1.C04B38/00), 16 Sep 1993, Appl. 13 Mar 1992;  
 3pp.
- 88161m**      **Acrylonitrile-Butadiene-Stirene Copolymer.Based Compositions**  
**(125/96)**      **for Manufacture of Plastic Cards.**  
 Sekiyama, Masayoshi.; Suzuki, Nobuyasu.; Yamaoka, Tetsuya (Mitsubishi  
 Plastica Inc., Japan) Eur.Pat.Appl.EP. 712,893 (C1.C08L25/12), 22 May  
 1996 Jp. Appl. 94,279,425 14 Nov 1994; 30pp.
- 61272r**      **Production of Residual Oils with High Viscosity Index by**  
**(124/96)**      **Hidrodeparafination and Hydrorefining.**  
 Kamenskij, Anatolij. Aleksandrov.; Prokofev, Viktor Petrovich.;  
 Zayashnikov, Ebgjenij Nicolaevic.; Esipko, Ebgjenij Alekseevich.;  
 Shalimoba, Liudmila Vladimorum.; Boldinov, Vladimir Anatolevich.; Kosova,  
 Liudmila Faritobna.; Mokeeva, Tatyana Rudolfovna.; Blokhinov, Viktor,  
 Fedorovich.; Poshin, Nikolaj Nikolaevich.; (Prorzvodstvennoe Ob"Edinenie"  
 Yaroslavnvefteorgsingtez) Russ.RU 2,034,903 (C1.C10G65/2)10 May 1995. Appl.  
 93,021,489. 23 Apr 1993. (Russ from Izobreteniya1995)(13) 192.
- 190606k**      **Formation of Moisture-Resistant Films.**  
**(122/95)**      Mikamo, Hiroaki.; Sano, Mitsuhiro.(Honshu Paper Co.Ltd) Jpn.Kokai  
 Tokkyo Koho Jp. 06,343,923 (94,343,923) (C1.B05D7/24), 20 Dec  
 1994, Appl. 93/163,217, 07 Jun 1993; 4pp.
- 246531b**      **High-Strength Tiles for Building Materials.**  
**(123/95)**      Wang, Lian.; Zou, Quanqiu.; Zhang, Meiging.; Faming Zhuanli      Shenqing  
 Gongkai Shuomingshu CN.1,091,401 (C1.C04B28/04), 31 Aug 1994, Appl.  
 93,110,493, 26 Feb 1993; 5pp.

## FORSTERITA

- 157402u**    **Glass Compositions for Sealing Kovar Parts.**  
**(116/92)**    Chiba, Jiro (Asahi Glass Co.Ltd) Jpn.Kokai Tokkyo Koho JP 03,275,531  
(91,275.531) (C1.CO3C8/24) 06 Dec 1991, Appl. 90/75,462, 27 Mar  
1990; 4pp.
- 157694m**    **Medical Implants Comprising a Metal Part and Glass Ceramic.**  
**(117/92)**    Kasuga, Toshihiro; Kashuga, Tomoko (Hoya Corp.) Ger offen DE  
4,131,212 (C1.A61L27/00), 30 Apr 1992, JP Appl. 90/249,387, 19 Sep  
1990; 15pp.
- 130383t**    **Magnesium Silicate Refractories from Industrial Waste of**  
**(118/93)**    **Kazakhstan.**  
Bolotov, Yu.A.; Nechisty Kh, G.A.; Biryukova, A:A: (Inst.Metall.  
Obogashch, Kazakhstan). Komplekon. Ispol`z Miner Syr`ya 1992,(9)  
58-62 (Russ).
- 123427c**    **Compositions and Process for The Manufacture of Glass-Ceramic**  
**(118/93)**    **Substrates and The Substrates Obtained.**  
Omata, Takahisa.; Yanagimachi, Masaiau.; Matsuuchi, Tosio; Koyanagi, Yoshinori  
(Mitsui Mining Co.Ltd) U.S: US 5,212,121 (C1. 501-32; CO3C3/091) 18 May  
1993, JP Appl.90/152,608 13 Jun 1990; 10 pp.
- 58414a**    **Fluidizable Zinc Titanate Materials With High Chemical**  
**(120/94)**    **Reactivity and Attrition Resistance.**  
Gupta, Raghubir, P.; Gangmal, Santosh. K.; Jain, Suresh C. (Research Triangle  
Institute). U.S. US 5,254,516 (C1.502.84, 1301JZ1/16), 19 Oct 1993, Appl.  
858,215, 26 Mar 1992; 13pp.

**63902h      Supression of Crystal Growth in Forming 10W-DielectricCeramics  
(121/94)      Using Ultrafine Alumina.**

Jean, Jaulte.; Gupta, Tapan K. (Aluminium Co.of America) U.S: US  
5,316,985 (C1. 501-16; CO3C8/22, 31 May 1994, Appl.804,069, 09  
Dec 1991; 9pp.

**293178x      Manufacture of Unidirectional Electromagnetic Steel Sheets.  
(123/95)**

Kani, Tsutomu.; Ishitobi, Hirotake.(Kawasaki Steel Company) JP Kokai Tokkyo  
Koho JP. 07,188,937 (95,188,937)(C1.C23C22/00), 25 Jul 1995,  
Appl.93/335,642. 28 Dec 1993; 4pp.

**19946p      Indirectly Heated Cathodes for Cathode Ray Tubes.**

**(124/96)** Sumi, Koichiro.(Sony Corp.) JP. Kokai Tokkyo Koho JP. 07,245.056  
(95,245,056) (C1.H01J1/20), 19 sep 1995, Appl. 94/34,803, 04 Mar  
1994; 7pp.

**93728f      Basic Gunning Materials Comprising Basic Material and Additives  
(125/96)      and Binders.**

Chattopafhyay, Swapan. Kumar, India. Indian IN 173,308,  
(C1.C04B2/00) 02 Apr 1994.Appl. 90/CA276, 03 Apr 1990; 16pp.

**CARNALITA**

**136607g      Asbestos Free Adhesive Compositions For Floors.**

**(120/94)** Hayashi, Naoshige; Azuma, Yoichi; Nishiguchi, Noboru; (Tori K.K.;Daido Kasei  
Kogyo K K) Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 05,247,427 (93,247,427) (Cl.C09 J  
131/04), 24 Sep 1993, Appl. 92/45,665, 03 Mar 1992; 4pp.

**133091y      Magnesium Fertilization In Oat Nutrition Crop Formation.**

**(120/94)** Tichy Frantisek; Palik, Slajov; Pokorny. Edvard; Cervenka, Jaroslav  
(Vyzik, Ustav Oblinarsky Kromeriz, Czech. Rep.) Agrochemia  
(Bratislava) 1993,33 (10), 250-3 (Czech).

## BRUCITA

**140465f Acid and Fire Resistant Plastic or Rubber Compositions For  
(119/93) Cables.**

Imamura, Hideki.; (Sumitomo Electric Industries). Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP. 05, 17,692,(93, 17,692) (C1.C08L101/00), 26 Jan 1993, Appl. 91/194,732, 08 Jul 1991; 3pp.

## BISCHOFITA

**171871x Use Of Bischofite In The Manufacture Of Leather substitutes.**

**(123/95)** Vasiljeva,V.D.;Derbisher,B.Y.E.(Volgograd, Politekh, Inst. Volgograd, Russia). Kozh-Obuun. Promost. 1994, (5-8), 39-41 (Russ.)

## KAINITA

**32197u Fertilizers Which Protects Plants Against Heavy Metals, Isotopes  
(123/95) and Pesticides.**

Korosi, Ferenk.; Jezierska-Szaba Elzbieta; Illes, Bela, Toth, Zoltan (Ponton KFT) Pct Int-Appl. WO95 11, 205,(C1. C05D9/02), 27 Apr 1995, Hu Appl.93/9,302,976, 02 Oct 1993; 35pp.

## LANGBEINITA

**294866g Manufacture Of Mineralized Potland Cement Clinkers In a Kiln (123/95)  
Sytems In Which Raw Mixed is Preheated, Calcined, Burned, and  
Cooled.**

Borgholm, Hans.Erik.; Herfort, Duncan; Mogensen, Ole CF.L.L Smidth and Company, A/S; Aalborg Portland A/S PCT Int; Appl. WO 95.23,273 (C1.C04B7-42) 08 Sep 1995, DK. Appl. 94/248,03 Mar 1994; 16pp.

## FLUORURO DE MAGNESIO

- 157161q**     **Aluminum Metaphosphate Glass-Ceramics.**  
**(116/92)**     Langlet, M.; Saltzberg, M.; Shannon, R.D.; (Lab.Mater. Genie Phys.,  
Enspg, 38402 ST. Martin D´Heres, Fr) J.Mater, Sci 1992, 27(4) 983-9  
(Eng).
- 54626c**     **Formation of Reflection-Preventing Films On Optical Parts.**  
**(119/93)**     Tokuhiro, Setsuo.; Nakano, Tomohito.; Oota, tatsuo.; (Konishiraku Photo Ind.)  
Jpn. Kokai Tokkyo Koho JO 05 85,778 (93 85,778)  
(C1.CO3C17/34), 06 Apr 1993; Appl. 91 249,510, 27 Sep 1991; 6pp.
- 13640a**     **Method Of Recovering Acid Catalyst From Acid Catalyzed Process**  
**(121/94)**     Hommeltoft, Suen Ivar (Haldor Topsoe A/S) Eur.Pat.Appl.EP  
595,755 (C1.BO1J27/32) 04 May 1994, DK Appl.92/ 1,310, 27 Oct  
1992; 5pp.
- 293953w**     **Manufacture Of Aluminum Baseball Bats.**  
**(123/95)**     Fujii, Koichi.; (Fujii Kinzoku Kako Kk) Jpn Kokai Tokkyo Koho JP  
07,197,238 (C1. C23C14/16) 01 Aug 1995, Appl. 93/350,936, 30 Dec  
1993; 3pp.
- 159950k**     **Fluoride Glass For Optical Instruments.**  
**(124/96)**     Kyu, Takeshige.; Terai, Ryohei (Yamamura Glass Co.Ltd) Jpn.Kokai     Tokkyo  
Koho JP 07,315,862 (95,315,862) (C1.CO3C3/32), 05 Dec 1995 Appl.  
94/133,6630, 23 May 1994.; 6pp.(Japan).
- 217328m**     **Oxygen Absorbent Composition and Method Of Preserving**  
**(116/92)**     **Articles.**  
Inoue, Yoshiaki.; Fujinami, Kazuo.; Murabayashi, Shigeu.; Yoshino,     Isamu.;  
Kawakami, Takamasa.; Makinose, Satoru.; Naito, Akira     (Mitsubishi Gas  
Chemical Co.Inc.) Eur. Pat. Appl. Ep 454, 437 (C1.B65 D81/26), 30 Oct 1991, JP.  
Appl. 90/107,358, 25 Appl.1990; 59pp.

- 131723v Polymerization Catalyst For Propilene.**  
**(117/92)** Kitajima, Yoshiyuki.; Asaeda, Eitaro (Tokyyama Soda K.K.) Jp.Kokai Tokkyo Koho Jp 04 96,907 (92 96,907) (C1.CO8F10/100), 30 Mar 1992, Appl. 90/215,147, 16 Aug 1990; 10pp.
- 61149g Cleaning Composition For Molding Apparatus For Plastics.**  
**(118/93)** Obarna, Kenjiro.; Atsumi, Nobykasu; Fuji, Hiroyuki (Chisso Corp.) Ger.Offen. DE 4,202,618 (C1.CO8L23/00), 06 Aug 1992, JP. Appl. 91/29010, 31 Jan 1991; 7pp.
- 273000x Blended Chlorinated Polyethylene/ Crystalline Thermoplastic Polyolefin Membrane.**  
**(119/93)** Peterson, Arnold G.; (JPS Elastomerics Corp.) U.S. US 5,229,197(C1. 428-246; N32B27/12), 20 Jul 1993.Appl.736,259, 26 Jul 1991 6pp.

#### HIDROXIDO DE MAGNESIO

- 127796r Herbicide Compositions Containing Magnesium salts.**  
**(120/94)** Yoshii, Hiroshi.; Maeda, Masaru.; Kikukawa, Koji; (Ishihara Sanayo Kaisha) Jpn.Kokai Tokkyo Koho JP. 05, 271,021 (93,271,021) (C1.AO1N57/18), 19 Oct 1995.; JP Appl. 91/361,431; 27 Dec 1991; 8pp.
- 141160f Solution Decontamination Method using Precipitation and Flocculation Techniques.**  
**(121/94)** Grant, David. C.; Lahoda, Edward J.; Ling-Ching-Yu.; Taiko, Francis (Westinghouse, Electric, Corp.) U:S: US 5,330,658 (C1.210-717, CO2F1/56), 19 Jul 1994. Appl. 32,362, 17 Mar 1993; 6pp.
- 176825z Structures Accompanying The Solid-Solid Interactions in the V2O5-MgO System.**  
**(122/95)** Said, A.A.; Abd, El-Wahab, M.M.M. (Chemistry Department, Faculty Of Science, Assiut University, Assiut, Egypt). Thermochim.Acta 1995, 249 (1-2), 313-23 (Eng).

**177766p**     **Manufacture Of Water-Resistant Phosphomagnesium Cement and**  
**(123/95)**     **The Compositions obtained.**

Foger, Williams.; Garcin, Eric.; (Rhône-Poulenc Chimie.) Eur.Pat.Appl EP 661,  
242 (C1.CO4B28/34), 05 Jul 1995; FR Appl. 93/15,987, 31 Dec 1993; 9pp.

**242381w**     **Pharmaceutical Oral Suspension Having Buffering and Nutritional**  
**(124/96)**     **Properties.**

McClellan, Linsey USA U.S. 5,496,567 (C1.424-692; A61K38/08), 05  
Mar 1996, Appl. 112-768, 26 Aug 1993; 5pp.

**230194v**     **Aacylamino Acid Divalent Metal Salts As Colorants and Their Use**  
**(125/96)**     **in Cosmetics Manufacturing.**

Totoki, Shintaro (Kao Corp.Japan) Jp.Kokai Tokkyo Koho JP 08,183,  
712 (96,183,712) (C1.A61K7/02), 16 Jul 1996, Appl 941340, 544 28 Dec 1994;  
8pp.

#### CLORURO DE MAGNESIO

**8478w**     **Manufacture Of Magnesium Oxide.**

**(116/92)**     Treuchenko, N.N.; Dmitreuskii, B.A.; Rumyantsev, A.Yu; Belyakov V.A.;  
Bliznyuk, T.V.; Sokolov,A.N.(Leningrad Technicological Institute) U.S.R.R. Su  
1,643,463 (C1.CO1F5/02) 23 Apr 1991, Appl. 4,633,778, 09 Jan 1989. From  
Otkrytiya, Izobret 1991, (15), 77.

**196111t**     **Effect Of Sodium Hydroxide Pretreatment On The Enzymatic**  
**(116/92)**     **Hydrolysis Of Cotton fabric.**

Park, Heung SU; K.M. Young Ho (Coll.Eng.Soong Sol Univ. Seoul, S.Korea)  
Han`guk Somyu Konghakhoechi 1991, 28(8), 632-43 (Korean).

**136561a**     **High Strenght Lightweight Glossy Sorel Cement Based Bathtubs**  
**(117/92)**     **And Their Manufacture.**

Wang, Jianshe (Gongmao Architectural Decoration Materials Factory)  
Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1,063,267  
(C1CO4 B28/32), 12 Feb 1992, Appl. 90,106,563, 02 Aug 1990; 4pp.



- 62609u      Production Of Liquid Alumina Sulfate.**  
**(118/93)**    Liu, Weihong; Zhao, Jimin; Liu, Shufen (Xinghua Chemical Plant)  
 Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1,063,267  
 (C1.CO1F7/74), 05 Aug 1992, Appl. 92,100,407, 20 Jan 1992; 4pp.
- 218269w    Manufacture Of Glass Fiber-Reinforced Plastics And Their Uses.**  
**(118/93)**    Wei, Shizeng; Lin, Chunzgu; Wei, Guohe (Taihang Chemical Apparattus  
 Factory) Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN  
 1,064,241(C1.B32B17/02) 09 Sep 1992 Appl. 91,104,536 12 Jul 1991; 6pp.
- 275693z    Recycling Of Ferroalloy Powder Wastes In Steel Making.**  
**(119/93)**    Xu, Zhgang; Faming, Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN  
 1,070,005 (C1. C22B1/248), 17 Mar 1993, Appl. 91,108,786, 06 Sep  
 1991; 5pp.
- 171677d    Production Of Artificial Inorganic Marble For Decorative Building**  
**(120/94)**    **Materials.**  
 Guo, Heng (Shuangta Building Materials Factory) Faming Zhuanli      Shenqing  
 Gongkai Shuomingshu CN 1,075,113 (C1.B28D1/52) 11 Aug1993, Appl.  
 92,109,963, 29 Sep 1992; 6pp.
- 167354d    Liquid Or Gel Dishwashing Detergent Compositions Containing**  
**(120/94)**    **Alkyl Ampho Carboxylic acid And Magnesium Or Calcium Ions.**  
 Ofosu-Asante, Kofi (Procter And Gamble Co.) U.S. US 5,269,974  
 (C1.252-554; C11D3/32), 14 Dec 1993, Appl. 938,979 01 Sep 1992;  
 10pp.
- 110595x    Manufacture Of Polyester Compositions For Magnetic Recording**  
**(121/94)**    **Tapes With Dropout Resistance.**  
 Doi, Toshiaki.; Konagaya, Juji.(Toyo Boseki; Nippon Magphane K.K)  
 Jpn. Kokai tokkyo Koho Jp 06 73,273(94 73,273) (C1.C08L67/02),  
 15 Mar 1994, Appl. 92/226,188, 25 Aug 1992; 6pp.

- 90679x**      **Treatment Of Dilute Manure Waste Waters By Chemical**  
**(121/94)**      **Coagulation**  
Sievers, D.M.; Jenner, M.W.; Hanna, M.; (Dep.Agric.Eng,  
Univ.Missouri, Columbi, M.O. USA). Trans.ASAE 1994, 37(2), 597-601 (Eng.)
- 269337g**      **Non-Oil Based Sweeping Compound For Floors.**  
**(122/95)**      Ossian, Kenneth C.; Steinhouser, Worbert J.(Ossian Inc.) U.S. US  
5,397,492 (C1.252-88; C09K3/22), 14 Mar 1995, Appl. 173,127, 07 Jun 1993;  
6pp.
- 113116u**      **Catalysts For The Manufacture Of Polyolefins.**  
**(123/95)**      Morimoto, Toshifumi.; Kono, Sunnao.; Nakazawo, Osamu.; Kubo,  
Kunimichi. (Nippon Petrochemicals Co.Ltd) Jpn. Kokai Tokkyo Koho Jp  
07,109,308 (95,109,308) (C1.C08F4/658), 25 Apr 1995, Appl.  
93/284,096, 08 Oct 1993; 17 pp.
- 224447p**      **Finishing Of Fabric For Shirts With Size Of Optimal**  
**(125/96)**      **Compositions.**  
Kislyakova, L.P.(Shuisk.Gos.Pedazog.Inst.;Russia) Tekst. Prom-s  
st.(Moscow) 1996, (1), 29-30 (Russ.)
- 183909z**      **Adhesive Composition For Binding Expanded Perlite In Ceiling**  
**(124/96)**      **Board Manufacture.**  
Shang, Guangrong.; He, Guoqing. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai  
Shuomingshu CN 1,101,630 (C1.C04B9/02), 19 Apr 1995,  
Appl.93,118,528, 11 Oct 1993; 7pp.
- 242979f**      **Water Tank And its Fabrication.**  
**(122/95)**      Marquardt, Rudolph.; Nitsche, Walter; Watchholz, Hans. Ulrich Press  
Andreas (Joh, Vaillant.; G.m.b.H. Und Co.) Eur.Pat.Appl.Ep 640,697  
(C1.C23D3/00) 01 Mar 1995, Appl. 4,319,113 05 Jun 1993; 7pp.

## OXIDO DE MAGNESIO

- 156287y**     **Manufacture Of High Purity Steel.**  
**(116/92)**     Yakura, Shigenori.; Yamamura, Hideaki.; Endo, Koichi.; Komiya, Toshiaki.;Ite, Yoshio.; (Nippon Steel Corp.) Jpn.Kokai Tokkyo Koho JP 03,183,722 (91,183,722)(C1. C21C7/076), 09 Aug 1991, Appl. 89/320,510, 12 Dec 1989;6pp.
- 157509j**     **Manufacture Of Diamonds Under Static High Pressures.**  
**(116/92)**     Goda, Yasushi.; Sato, Shuichi.; Tsuji, Kazuo (Sumitomo Electric Industries Ltd.) Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 03,288,536 (91,288,536)(C1.B01J3/06), 18 Dec 1991, Appl. 90/91,524, 06 Apr 1990; 4pp.
- 236668j**     **Manufacture Of Magnesia Clinkers.**  
**(117/92)**     Kaneyasu, Akira.; Yaoi, Hideo.; Suekawa, Yukihiko.; Matsumoto, Osami (Ube Chemical Industries Co., Ltd; Nippon Steel Corp.; Kurusaki Refractories Co.Ltd.; Harima Ceramic Co.Ltd) Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 04,198,058 (92,198,058) (C1. C04B35/04), 17 Jul 1992, Appl. 90/332,575, 28 Nov 1990;10pp.
- 256824k**     **Spalling-Resistant Basic Refractories For Linings.**  
**(117/92)**     Ishii, Hiromasa.(Kawasaki Refractories, Co.Ltd) Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 04,231,368 (92,231,368) (C1. C04B35/04), 20 Aug 1992, Appl. 90/409,406 28 Dec 1990; 4pp.
- 180039f**     **Electrophotographic Printing Toner.**  
**(118/93)**     Yano, Toshuki.; (Fuji Xerox Co.,Ltd) Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 04,317,069(92,317,072) (C1.G0369/087), 09 Nov 1992, Appl. 91/109,682, 16 Apr 1991;4pp.

- 196683x**     **Low-Melting Enamel Glaze For Steel Sheets.**  
**(118/93)**     Wiec, Zorek, Inocentry.; S rocozynski, Plotr.; Borgose, Marek; Norek-Pipej Urzula.; Bonizcki, Romuald (Instytut Odlewnictwa.; Rybnickie, Zaklady Wyborow, Metalwych, Huta "Silesia"). Pol. Pl 155,456 (C1. C03C8/02) 31 Dec 1991, Appl. 266,129, 08 Jun 1987; 3pp.
- 207958q**     **Antioxidants For Ingot-Casting Of Molten Steel.**  
**(119/93)**     Kawamura, Toshuki.; Takesono, Yoshisato (Daido Steel Co.Ltd) Jpn.Kokai Tokkyo Koho JP 05,112,808 (93,112,808) (C1.C21C7/04), 07 May 1993, Appl. 91/302,364, 21 Oct 1991; 3pp.
- 305883b**     **Heat Treatment Of Nitride Ceramics**  
**(120/94)**     Thompson, Derek Pard.; Mandal, Hasan (Cooksin Group Pl Pct Int.), Appl.Wo 94,07,811 (C1. C04B35/58), 14 Apr 1994, GB Appl. 92/20,695, 01 Oct 1992; 24pp.
- 13613u**     **Converting Drilling Fluids To Cementitious Compositions.**  
**(121/94)**     Terry, Dralen T.; Onan, David D.; Totten, Platty L.; King, Bobby J. (Halliburton Co.) U.S. US 5,295,543 (C1. 166-293 C04B7/12), 22 Mar 1994, US Appl. 998,279, 30 Dec 1992; 7pp.
- 136743q**     **Curable Latex Coating For Leather.**  
**(122/95)**     Slobodskikh, Lyudmila V.; Ermakova, Valentina D.; Kirilenko, Olga B.; Tebekina, Elena A.; (Vsesoyuznyj Zaochnyj Institut Tekstlnoji Legkoj Provyshlennosti) U.S.S.R: SU 1,818,353 (C1.C14C11/00), 30 May 1993, Appl 4,952,062 28 Jun 1991 From Izobreteniya 1993, (20), 59.
- 87786v**     **Asphalt Concrete For Pavements And Roads.**  
**(122/95)**     Zadecki, Wieslaw.; Zadecki, Krzysztof; Stanek, Jerzy (Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Uslugowe "Polmar") Pol.Pl. 162,568 (C1.C04B26/26) 31 Dec 1993, Appl. 284,901, 23 Apr 1990; 3pp.

- 320753u (122/95) Whiteware Ceramic Compositions Milled And Fired Material For The Compositons And The Fire Whiteware Obtained.**  
Messer, Peter Francis.; Capoglu, Ahmet.; Jafari, Majid.; Noor, Ahmed Fanzi Mohd.; Okojie, Henry Ehibhanre (British Technology Group Ltd.)  
Brit.UK Pat.Appl. GB 2,281,908 (C1.CO4B35/00), 22 Mar 1995, GB Appl. 93/19,152, 16 Sep 1993; 4pp.
- 320558e (123/95) Composition Of Fluorophosphate Optical Glass.**  
Buzhinskii, I.M.; Kozhevatin, S.G.; Molev, V.I.; (Lytkazinskii Zavod Optiches Kogo Stekla) Russ. RU 2,031,090 (C1. C03C3/247), 20 Mar 1995, SU Appl. 5,032,282, 16 Mar 1992 From Izobreteniya 1995, (8), 130.
- 61318k (124/96) Waterproof High Strenght Coal Binders.**  
Zhu, Zhaohui; Geng, Huayun; Li, Hualin. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1,104,244 (C1.Z10L5/12), 28 Jun 1995; Appl. 94,116,927, 14 oct 1994; 11pp.(Ch).
- 121569a (125/96) Sealing Materials For High-Temperature Use And Their Manufacture.**  
Mori, Kazutaka; Myamoto, Hitoshi; Nanjo, Fusayuki; Matsudaira, Tsuneaki. (Mitsubishi Heavy Ind. Ltd Japan Jpn.Kokai Tokyo Koho JP 08,134,434 (96,134,434) (C1.C09K3/10), 28 May 1996, Appl. 94/272,652 7 Nov 1994; 4pp.(Japan).