

PERFIL DE MERCADO DE LA

**DOLOMITA**



# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	3
<b>I. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	
I.1 FICHA TÉCNICA	4
I.2 VARIEDADES	8
I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO	12
I.4 PROCESOS PRODUCTIVO	17
I.5 PRINCIPALES USOS	22
I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO	27
I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES	27
I.8 GRAVACIÓN ARANCELARIA DE LA DOLOMITA	29
<b>II. MERCADO</b>	
II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL	30
II.2 MERCADO NACIONAL	33
II.3 COMERCIO EXTERIOR	36
II.4 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN	39
<b>III. CONCLUSIONES</b>	40
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	41
<b>ANEXO ESTADÍSTICO</b>	42

## RESUMEN EJECUTIVO

Este perfil de mercado muestra un panorama general de las características técnicas de la Dolomita y el comportamiento de su mercado, proporcionando un resumen de sus características principales en el año 2015, el cual pueda servir como base a las empresas del sector o a los nuevos inversionistas en los estudios determinados que elaboren conforme a sus necesidades específicas.

La dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio, su fórmula química es  $(CaMg(CO_3)_2)$ ; es más que una simple variante de la caliza, contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47.73% de CO<sub>2</sub>, en su forma más pura. Normalmente se presenta en cristales romboédricos y, por lo general, estos cristales son de hábito deformado, muy aplastados, curvos en forma de silla de montar o en formas masivas, compactas o bien en forma de pequeñas geodas (en dolomías). Como impurezas puede contener hierro y manganeso. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, pardusco o verdusco, predominando el incoloro o blanco grisáceo. Presenta un aspecto vítreo aperlado y es de transparente a translúcida. Tiene una dureza de 3.5 a 4, un peso específico de 2.9 g/cm<sup>3</sup> y forma la roca denominada dolomita.

Se usa particularmente para aplicaciones refractarias, vidrio plano y como fundente en metalurgia; otras aplicaciones importantes son: en la cerámica; pinturas y cargas blancas; en la agricultura es una fuente de magnesio y calcio que constituye un fertilizante indispensable al modificar el ph del suelo, logrando regular su acidez, mejorando e incrementando el rendimiento de los cultivos; como material de construcción, para cementos especiales, y como piedra ornamental; es un excelente aislante térmico y es utilizada, también, para desacidificar el agua.

La producción del mineral proviene de Chihuahua (59.7%), Coahuila (36.5%), y Nuevo León (3.7%). El Anuario Estadístico de la Minería Mexicana estima que la producción, en 2015, ascendió a 7.7 millones de toneladas, 6.9% inferior respecto al año anterior.

La balanza comercial de la dolomita ha sido regularmente negativa como consecuencia de las importaciones de dolomita de alta pureza que no se encuentra en México. No obstante, en 2015, las exportaciones se ubicaron en 1.27 millones de dólares, y las importaciones en 1.23 millones, dando como resultado un saldo comercial a favor de 44.9 mil dólares.

## I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MINERAL

### I.1 FICHA TÉCNICA<sup>2</sup>

La dolomita es un mineral blanco, marrón claro o rosa. Forma cristales romboédricos que a menudo tienen caras curvas. También puede ser masiva o granular. La dolomita también está presente en las vetas hidrotérmicas, serpentinitas, rocas ígneas básicas alteradas y en algunos carbonatitos (Price y Walsh, 2005, p.152). Es muy similar a la calcita, pero efervece con menos facilidad, a menos que este pulverizada; con lustre vítreo a perlino, crucero romboédrico (en tres direcciones) (López, 1993, p.45).

Los dos carbonatos más comunes son la calcita,  $\text{CaCO}_3$  (carbonato cálcico) y la dolomita,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (carbonato de calcio y magnesio). Dado que estos minerales son similares tanto desde el punto de vista físico como químico, son difíciles de distinguir entre sí. Los dos tienen un brillo vítreo, una dureza entre 3 y

---

<sup>2</sup> Brian, M., Berry, L.G. (1983) *Mineralogy*. San Francisco: W.H. Freeman

4 y una exfoliación romboédrica casi perfecta. Sin embargo, pueden distinguirse utilizando ácido clorhídrico diluido. La calcita reacciona vigorosamente con este ácido, mientras que la dolomita reacciona mucho más lentamente. La calcita y la dolomita suelen encontrarse juntas como constituyentes principales de las rocas sedimentarias caliza y dolomía. Cuando el mineral dominante es la calcita, la roca se denomina caliza, mientras que la dolomía resulta de un predominio de dolomita (Tarbuk, 2005, p.101).

### ***Características físicas y químicas***

La dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio, su fórmula química es  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , fue descubierto en 1788/1789 por el geólogo y Mineralogista francés Déodat de Dolomieu, y en cuyo honor se le da el nombre de Dolomita al mineral. Por lo general este mineral reacciona levemente al aplicársele ácido clorhídrico diluido al 5% pero en forma distinta que el carbonato de calcio puro. La dolomita es más que una simple variante de caliza, contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47.73% de  $\text{CO}_2$ , en su forma más pura. Normalmente se presenta en cristales romboédricos y por lo general estos cristales son de hábito deformado, muy aplastados, curvos en forma de silla de montar o en formas masivas, compactas o bien en forma de pequeñas geodas (en dolomías). A menudo se encuentra como masas granulares.

Como impurezas puede contener hierro y manganeso. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, parduzco o verdusco, predominando el incoloro o blanco grisáceo. Presenta un aspecto vítreo a perlado y es de transparente a translúcida. Tiene una dureza de 3.5 a 4, un peso específico de 2.9 g/cm<sup>3</sup> y forma la roca denominada dolomita.

Este mineral con alto grado de pureza es muy importante, particularmente para aplicaciones como dolomita refractaria y vidrio plano; otras aplicaciones importantes son como fundente en metalurgia; en la manufactura de cerámica, pinturas y cargas blancas; en la agricultura, la dolomita al igual que la calcita, es una fuente de magnesio y calcio que constituye un fertilizante indispensable al modificar el ph del suelo, logrando regular su acidez, mejorándolo e incrementando el rendimiento de los cultivos; en la industria química, para la preparación de sales de magnesio y como mena de magnesio (Mg) metálico; como material de construcción, para cementos especiales y como piedra ornamental; de interés científico y coleccionista; es un excelente aislante térmico y es utilizada también para desacidificar el agua.

Dada la relación entre la caliza y la dolomita, a continuación se presenta un cuadro comparativo de sus propiedades, obtenido de una empresa canadiense.

Propiedades químicas	Caliza alta en calcio	Dolomita
Carbonato de calcio, CaCO <sub>3</sub>	98.00 %	55.35 %
Óxido de calcio, CaO	54.80 %	31.00 %
Carbonato de magnesio, MgCO <sub>3</sub>	0.73 %	42.25 %
Óxido de magnesio, MgO	0.35 %	20.20 %
Sílice, SiO <sub>2</sub>	0.66 %	1.65 %
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10 %	0.23 %
Alúmina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.22 %	0.21 %
Azufre	0.01 %	0.01 %
Na <sub>2</sub> O	0.01 %	0.03 %
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01 %	0.02 %

TiO <sub>2</sub>	0.02 %	0.01 %
K <sub>2</sub> O	0.05 %	0.08 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00 %	0.00 %
Pérdida por ignición	43.30 %	46.40 %
<b>Propiedades físicas</b>	<b>Caliza alta en calcio</b>	<b>Dolomita</b>
Gravedad específica, volumen, ASTM C127	2.710	2.773
Absorción, ASTM C127	0.25 %	0.75 %
Abrasión, ASTM C131	27.60 %	20.20 %
Valor, Sulfato de magnesio, ASTM C88	1.04 %	0.34 %
Partículas trituradas	100.00 %	100.00 %
Partículas elongadas	0.00 %	0.00 %
Índice del trabajo de enlace	10.8 kWh/ ton corta	8.8 kWh/ ton corta

Es una empresa que cuenta con grado químico para caliza y dolomita, en donde la caliza alta en calcio y la dolomita han demostrado excelentes propiedades de decrepitación y comportamiento superior de la calcinación a otras fuentes usadas en hornos verticales. El contenido de azufre es excepcionalmente bajo en ambas.

La dolomita grado químico está siendo utilizada exitosamente en la peletización de mena de hierro, el proceso de sinterización de la producción de hierro, fabricación de acero en horno eléctrico y manufactura de cal dolomítica.

Los materiales están siendo suministrados en diversos tamaños: 4" x 3/4", 2 1/2" x 1 1/4", 1 1/2" x 3/4". Para agregados de construcción 1/2" x 5/32", finos -1/4", en el

lavado de finos del concreto manufacturado y en el lavado de finos se precisa un tamaño tan pequeño como  $-1/8''$  (Berry, Mason y Dietrich, 1983).

### Especificaciones para dolomita en la industria del vidrio

Químicas	Vidrio Plano	Contenedor de Vidrio
CaO, Mín.	29.5	-
MgO	21.4 Mín.	$\pm 0.3$
Insoluble en ácido, Máx.	0.6	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Máx.	0.25	0.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Máx.	0.4	$\pm 0.5$
SiO <sub>2</sub>	-	$\pm 0.5$
CaO	-	$\pm 0.3$
Sulfato, Máx.	0.2	-
Carbón libre, Máx.	0.4	-
Humedad, Máx.	0.1	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Máx.	-	0.001

Físicas	Vidrio Plano	Contenedor de Vidrio
Malla 8	0	0
Malla 16	0.5 Máx.	-
Malla 20	20 Máx.	20 Máx.
Malla 100	88 Mín.	10 Máx.
Malla 200	95 Mín.	-

## I.2 VARIEDADES COMERCIALES



Según la composición mineral de las rocas carbonatadas se reconocen dos grandes grupos: las *calcáreo-dolomíticas*; motivo de este estudio, y las *margosas*. Las rocas calcáreo-dolomíticas se dividen en cuatro tipos (Teodorovich, 1958) y son mostrados en la siguiente tabla:

Nombre de la roca	Arcilla (%)	Calcita (%)	Dolomita (%)
Caliza	0-5	90-100	0-5
Caliza dolomítica	0-5	80-65	15-35
Dolomita calcítica	0-5	15-35	80-65
Dolomita	0-5	0-5	100-90

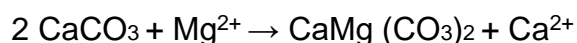
Dependiendo del contenido de carbonato de magnesio ( $MgCO_3$ ) que contenga la dolomita, ésta puede llegar a confundirse con caliza dolomítica, magnesita o caliza magnesiana. La *Teruelita* es una variedad negra de la dolomita por su abundancia en hierro. La sustitución del magnesio (Mg) por fierro (Fe) es frecuente e ilimitada, llegándose al término en que todo el Mg es sustituido por Fe dando la *Ankerita o Ferrodolomita*;  $CaFe(CO_3)_2$ , cuya composición es 25.9% de CaO, 33.3% de FeO y 40.8% de  $CO_2$ ; la sustitución del magnesio (Mg) por manganeso (Mn) también se da, llegándose al término en que todo el (Mg) es sustituido por (Mn) dando la *kutnahorita o Manganodolomita*,  $CaMn(CO_3)_2$ , una especie rara.

### Génesis

La dolomita es un mineral bastante común en las rocas sedimentarias continentales y marinas, se puede encontrar en capas de varios cientos de metros, y es uno de los minerales mas difundidos en las rocas sedimentarias carbonatadas; se forma por la acción del agua rica en magnesio, sobre depósitos calcáreos, en dónde se produce una progresiva substitución del calcio por el

magnesio; a este proceso se le denomina dolomitización, y es un caso concreto de los procesos de sustitución en general o metasomatismo (*sustitución de una sustancia por otra*), también se forma por actividad hidrotermal.

### **Dolomitización**



La dolomita ocurre principalmente como mineral esencial de las rocas sedimentarias (dolomía) y sus equivalentes metamórficos (mármoles dolomíticos), mientras que la ankerita ocurre comúnmente en formaciones con alto contenido de hierro (ferríferas o ferrosas). En rocas magmáticas, tanto la dolomita como la ankerita son raras, excepto en las carbonatitas (un tipo especial de lava).

A continuación se presentan las características químicas y físicas de productos agrícolas de una empresa australiana:

### **Análisis típico de cal agrícola superfina**

CaCO<sub>3</sub> 65.1 % (Ca como CaCO<sub>3</sub> 26%)

MgCO<sub>3</sub> 17.0 % (Mg como MgCO<sub>3</sub> 4.9%)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.4 %

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.6 %

NaCl 0.7 %

SiO<sub>2</sub> 9.9 %

K<sub>2</sub>O 0.5 %

Valor neutralizante 85.4

Valor efectivo neutralizante 82

Variable del contenido de humedad, aproximadamente 7

Tamaño promedio de la partícula 8 micrones (0.008mm)

### **Análisis típico de dolomita agrícola superfina**

CaCO<sub>3</sub> 47.0 % (calcio total 18.8%)

MgCO<sub>3</sub> 45.0 % (magnesio total 12.6%)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3 %

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 %

NaCl 1.4 %

SiO<sub>2</sub> 4.5 %

Valor neutralizante 101

Valor efectivo neutralizante 101

El tamaño promedio de la partícula no ha sido medido, pero se cree que sea de alrededor de 8 micrones

### **Análisis típico de magnesita dolomítica agrícola superfina**

CaCO<sub>3</sub> 22.6 % (contenido de Ca 9.0%)

MgCO<sub>3</sub> 66.5 % (contenido de Mg 18.6%)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3 %

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3 %

NaCl 1.5 %

SiO<sub>2</sub> 4.4 %

Valor neutralizante 102

Valor efectivo neutralizante 100

El tamaño promedio de la partícula es de 0.8 micrones

### **Análisis típico de cal agrícola fina**

CaCO<sub>3</sub> 93% (contenido de Ca 37%)

MgCO<sub>3</sub> 5% (contenido de Mg 1%)

Humedad 2%

Valor neutralizante 100

Valor efectivo neutralizante 80

### I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO<sup>3</sup>



La producción del mineral proviene de Chihuahua (59.7%), Coahuila (36.5%), y Nuevo León (3.7%). El Anuario Estadístico de la Minería Mexicana estima que la

<sup>3</sup> Fuente: Servicio Geológico Mexicano (SGM)

producción, en 2015, ascendió a 7.7 millones de toneladas, 6.9% inferior respecto al año anterior.

**Coahuila.** En Ramos Arizpe existen estratos de caliza dolomítica pertenecientes a la Fm. Cupido del Cretácico inferior. Esta zona de caliza dolomítica, mantiene un comportamiento más o menos uniforme, presentando un espesor promedio de 40 m, el cual se puede seguir en superficie por espacio de unos 1,500 m. Por otra parte, la dolomita se aprecia en mantos de gran extensión, mismos que constituyen la Sierra de la Paila, es por eso que las dimensiones son enormes. No se conoce su potencia, ya que no se tienen datos a profundidad. Esta roca cambia transicionalmente a caliza. La caliza en la cima constituye estratos gruesos a masivos. Las rocas antes mencionadas se consideran pertenecientes a la Formación La Paila de edad Albiano inferior.

En Monclova, las calizas arrecifales dolomitizadas deben su origen a procesos post-sedimentarios por una diferenciación diagenética durante la precipitación de las calizas. Se presentan en forma muy irregular y sin mantener un patrón bien definido para su comportamiento, es muy característico que sean cuerpos aislados sin presentar mayor continuidad lateralmente y a profundidad se terminan bruscamente al llegar al contacto con estratos arcillosos y delgados.

En el municipio de Saltillo, la mineralización consiste en mantos de dolomita de 1 a 2 m de espesor en la caliza Cupido del Cretácico inferior. Aparentemente la zona tiene buen potencial.

**Nuevo León.** En el municipio de Bustamante se pudo comprobar la presencia de varias zonas dolomitizadas dentro de la Formación Aurora del Cretácico inferior,

la cual se considera de mayor importancia, ya que es en la que se presentan una serie de estratos y calizas dolomitizadas. Las zonas dolomitizadas existentes dentro del área corresponden a una intercalación de estratos de calizas con calizas dolomitizadas de 1 a 4 m de espesor emplazados dentro de la Formación Aurora del Cretácico inferior. Se definieron 4 zonas dolomitizadas, que de acuerdo a sus espesores, encape y topografía se considera pueden ser explotables. Las leyes son de entre 16 y 19 % de MgO. El marco geológico regional lo forman en su totalidad rocas sedimentarias (calizas), cuyas edades van desde el Cretácico inferior hasta el Cretácico superior. Estructuralmente constituyen parte del flanco oriental del gran anticlinal que forman las sierras Morena y de Bustamante, el cual guarda una orientación general NW-SE.

En el municipio de Santa Catarina el depósito se observa en una zona en la que se considera a la caliza de la Formación Aurora del Cretácico inferior por sus características megascópicas y que presenta estratos o mantos de calizas dolomitizadas.

Es un yacimiento clasificado como de reemplazamiento el depósito se observa en forma de estratos concordantes con la roca encajonante, en forma de mantos de espesores considerables, en el cual hay estratos más ricos en contenido de dolomita. Se tienen en estratos de 2 a 5 m en un rango de 40 m y longitud de 500 m. Existen otros afloramientos con espesores menores. Se reportan valores de hasta 20% de MgO.

**Colima.** En el municipio de Colima, hacia el sur, en la unidad litológica de rocas calcáreas pertenecientes a la Formación Morelos se localizan calizas dolomíticas y yesos, los cuales son resultados de cambio de ambiente durante la depositación de sedimentos en el Cretácico. El bajo contenido de magnesio en las calizas indica una incipiente dolomitización. Al SE de la ciudad de Colima, se localiza un

cuerpo de dolomita, el cual se presenta constituyendo una franja mineralizada de forma tabular con ley promedio de 15.98%. Esta dolomía es de origen diagenético por reflujo evaporítico. Este proceso consistió en la formación de una salmuera enriquecida en magnesio, la cual circula a través de la caliza para poder dolomitizarla, realizándose este fenómeno en donde la evaporación del agua de mar es intensa.

**Guerrero.** Al NE del poblado El Rincón, municipio de Chilpancingo, Gro., se localizan rocas sedimentarias constituidas por calizas y calizas dolomíticas de la Formación Morelos que ocupan una gran extensión. Al parecer, dicha formación está compuesta por dos miembros, uno de calizas puras y otro de calizas dolomíticas. Estas últimas son de aspecto sacaroide y brillo algo resinoso, masiva compacta de color gris oscuro, cuya alteración la torna a negra, diferenciándola localmente de las calizas. Las leyes oscilan entre 17% y 20% de MgO y de CaO entre 31% y 37%.

En el poblado de Teacalco, municipio de Taxco de Alarcón, Gro., afloran dolomitas de la Formación Morelos. La presentación de las dolomitas es muy variada y hay cambios a cortas distancias tanto en coloración, granulometría y textura. Predominan las tonalidades grises que van de gris claro a gris oscuro; también se observa en algunas partes colores beige y crema. La granulometría varía de muy fina a mediana, con texturas de cristalina a sacaroide. Se presentan tanto en forma masiva como con estratificación predominando la primera. Sus leyes promedian entre 19% y 20% de MgO, con 2.33% de SiO<sub>2</sub>, 27.68% CaO y 20.18% de MgO. El potencial es de 7'385,212 ton.

**Estado de México.** Se localiza en el Cerro Blanco municipio de Apaxco, Estado de México. El área de estudio está representada por una unidad de calizas continentales dolomitizadas de color gris claro, de estratificación delgada a

masiva con nódulos y bandas de pedernal, además de estilolitas y material aluvial. Las leyes promedio obtenidas son 34.36% de CaO, 18.60% de MgO, 0.32% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 46.12% de PXC, 1.29% de insolubles, 0.04% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 1.17% de SiO<sub>2</sub>. El potencial es de 7'822,500 ton.

**Hidalgo.** En la localidad Las Delicias, municipio de Nicolás Flores, Hgo., el material de importancia lo constituye una unidad metamórfica, conformada por un mármol, el cual localmente varía su composición tanto a una caliza recristalizada como a una caliza dolomítica. Se cubicó un tonelaje de 484,937 ton., como reservas probables “in situ” de caliza dolomitizada y marmolizada con contenidos de óxido de magnesio entre 17.3% y 19.9%, que corresponde a la porción norte del predio Las Delicias, conocida como El Despacho.

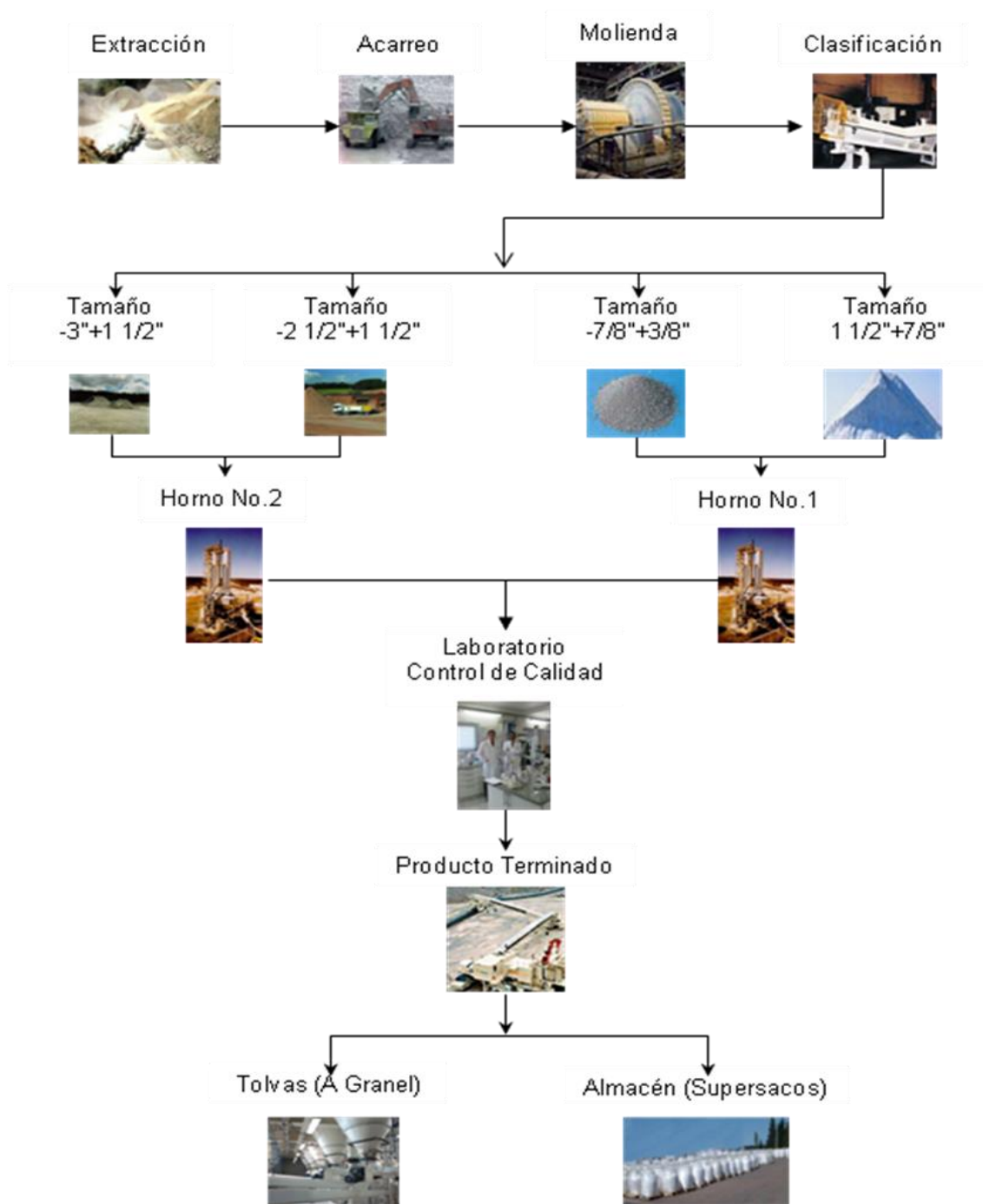
A 40 km en línea recta al N 70° W de la Cd. de Pachuca, Hgo., se localizan calizas dolomitizadas de color gris claro, de estratificación gruesa-masiva con nódulos y bandas de pedernal, además de estilolitas y material aluvial. La Formación El Doctor está constituida por calizas bien estratificadas con capas de potencia variable, las más gruesas generalmente se encuentran en la base y las más delgadas hacia la cima. El ambiente de depósito es de plataforma con facies arrecifales, la caliza se halla dolomitizada y presenta nódulos de pedernal. El potencial geológico es de 2'700,000 ton con 17.8% de MgO, 37.0% de CaO, 2.1% de SiO<sub>2</sub>, 0.07% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.68% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



## I.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> López Aburto, Víctor M. (2013) *Diseño de Operaciones Mineras a Cielo Abierto*. México: Facultad de Ingeniería UNAM



### **Extracción**

El yacimiento de dolomita debe tener una ley mínima de 17% de MgO y su explotación se realiza a tajo abierto utilizando el sistema de tumbe mediante bancos. La cual se realiza perforando barrenos de 3.5 pulgadas de diámetro y profundidad máxima de 40.0 metros con equipo Wagon Drill, así como el uso de explosivos. El mineral tumbado se levanta o rezaga con cargador frontal para luego acarrearlo con camiones fuera de carretera de 35 toneladas hasta la sección de trituración.

### **Trituración y Clasificación**

En esta etapa del proceso el mineral pasa a una quebradora de quijada 30 x 42", el producto de ésta se clasifica produciendo varios tamaños, principalmente para la industria siderúrgica. Se producen trozos (-3"+1<sup>1/2</sup>" ) gravilla (-2 1/2"+1 1/2"), granulados (-7/8"+3/8") y finos (1 1/2"+7/8"). Además se cuenta con pulverizadores para producir finos a un tamaño de -200 con porcentajes de 20% de MgO para la industria del vidrio.

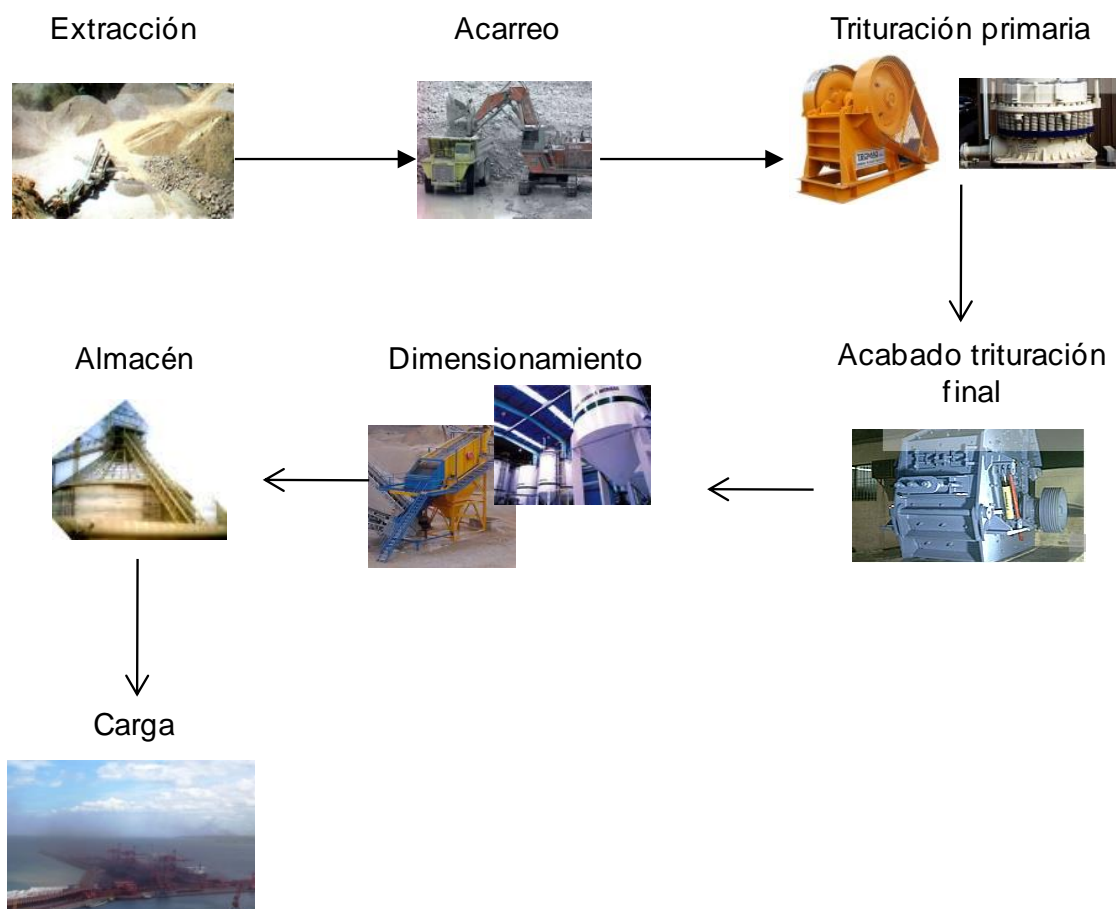
### **Calcinación**

El mineral triturado se calcina en dos hornos verticales con capacidad de producción de 500 toneladas por día. La descomposición de los carbonatos ocurre entre los 730 y 790° centígrados y cerca de los 900° centígrados todo el CO<sub>2</sub> es eliminado, resultando como producto la cal dolomítica (CaO MgO).

### **Envase**

Mediante bandas transportadoras se lleva el mineral a silos para cargar tractocamiones de 30 toneladas y/o se almacena para que con una ensacadora llene súper sacos de 1 a 2 toneladas.

Otra trayectoria que puede seguir el proceso es la siguiente:



### Extracción

El yacimiento de dolomita debe tener una ley mínima de 17% de MgO y su explotación se realiza a tajo abierto utilizando el sistema de tumbes mediante bancos. La cual se realiza perforando barrenos de 3.5 pulgadas de diámetro y profundidad máxima de 40 metros con equipo Wagon Drill, así como el uso de explosivos. El mineral tumbado se levanta o rezaga con cargador frontal para luego acarrearlo con camiones fuera de carretera de 35 toneladas hasta la sección de trituración.

### **Trituración primaria**

Después de perforar y usar explosivos para extraer el mineral, el material será reducido para alimentar “tamaño” a la planta de procesamiento por una trituradora de cono standard a 66” y por una trituradora de quijada a 42 " x 48 ".

### **Acabado**

La trituración final para el tamaño del producto usa tres trituradoras de impacto horizontales para proporcionar un producto acabado de forma cúbica de alta calidad, libre de partículas alargadas y resistentes a la degradación.

### **Dimensionamiento**

El material entonces se separa en tamaños. Los tamaños se almacenan en los tanques de almacenaje individuales para recombinar con los alimentadores electrónicamente controlados a cualquier tamaño de la especificación. Los productos se pueden lavar después de combinar al tamaño de la especificación y transportar directamente a un apilador lineal para almacenar la carga transportada.

### **Almacén**

Un apilador lineal permite sobre 800 mil toneladas de material para ser almacenado mientras que espera el envío.

### **Carga**

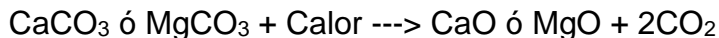
Los productos se pueden enviar directamente a través de varios puntos de los transportadores de carga de la nave, como productos solos o en combinaciones controladas por escalas del transportador y cargadas en el recipiente del barco.

## Proceso de la cal dolomítica

La cal dolomítica es el nombre dado a la cal viva formada de calcinar caliza dolomítica natural que contenga casi un porcentaje en peso molar igual al óxido de calcio a óxido de magnesio. Idealmente, esta cal viva contendría 56% de óxido de calcio, 40% de óxido de magnesio y el 4% de otras impurezas importantes como óxido de hierro, óxido de aluminio, dióxido de silicio y azufre.

La producción de cal viva de alto calcio (óxido de magnesio) requiere una cantidad grande de calor, que se genera en el horno. La caliza de alto magnesio extraída y clasificada viaja a través de un horno rotatorio y se sujeta a altas temperaturas donde el carbonato de calcio comienza a disociarse con la formación resultante de óxido de magnesio. La temperatura mínima para la disociación del carbonato de calcio es de 1648°F (898°C). Para propósitos prácticos de la producción, sin embargo, el rango de temperaturas del horno es de una temperatura inicial alrededor de 1750°F (954°C) a una temperatura final alrededor de 1950°F (1066°C). Estas temperaturas pueden variar dependiendo de la naturaleza de la caliza que se calcine.

Reacción en la calcinación de caliza "dolomítica"



Porcentaje contenido

MgO 35%

CaO 55%

SiO<sub>2</sub> 2%

R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%

## I.5 PRINCIPALES USOS<sup>5</sup>

Los usos de la dolomita dependen principalmente de sus propiedades físicas y químicas. De acuerdo a sus propiedades físicas la podemos usar como piedra para edificios; por sus propiedades químicas las podemos usar en la manufactura de cementos Portland o cal; plásticos; pinturas; polvos para dientes; antiácido; en la eliminación de dióxido de azufre de los gases de combustión y producción de dióxido de carbono; entre otros.

La variedad de dolomita negra es utilizada principalmente en la industria del vidrio y fundición de hierro; mientras que la dolomita blanca además de ser utilizada en la industria del vidrio y fundición de hierro, también se usa en la industria de alimentos balanceados y cerámica.

La dolomita además de compartir los usos comunes con la caliza, es considerada una fuente vital de magnesio para la industria del acero, del vidrio y agrícola. Actualmente, algunos productores de acero han estado utilizando una cal más dolomítica, pues ésta alarga la vida del ladrillo refractario en los altos hornos.

La cal dolomítica corresponde a aquella conformada fundamentalmente por carbonatos de magnesio que se obtiene de una roca sedimentaria denominada como caliza, formada fundamentalmente por tres elementos denominados granos, matriz y cemento.

Los compuestos de magnesio, como es el caso de la cal dolomítica aprovechan las propiedades del primero como material refractario en hornos para la producción de hierro y acero, metales no férreos, cristal y cemento, aunque se debe decir que es también utilizado en compuestos a prueba de fuego y extintores, cosméticos y dentífricos. Otras aplicaciones son como material de relleno, supresor de humo en plásticos, laxante y antiácido.

---

<sup>5</sup> Fuente: Cámara Minera de México (CAMIMEX)

## Dolomita en la industria siderúrgica

Existen tres principales usos para la dolomita en la industria siderúrgica.

**La primera** es como fundente, adicionándola pura al alto horno, en la primera etapa del proceso siderúrgico.

Muchos de los grandes productores de acero tienen estratégicamente para este propósito sus propias minas donde la dolomita es triturada, cribada y adicionada a la mezcla sinterizada con el mineral de hierro y coque, todo esto pasa al horno de fundición.

El fundente (caliza/dolomita) se convierte en la escoria que remueve el sulfuro y otras impurezas. El operador del alto horno mezcla la dolomita y la caliza para producir la escoria deseada, elaborada con las propiedades químicas óptimas, tales como puntos de fusión bajo y alta fluidez. La dolomita pura aquí no es tan importante como en otras aplicaciones de la siderurgia.

**En segundo lugar**, está la caliza dolomítica; (dolomita que ha sido calcinada alrededor de los 1,100°C o más.) El producto resultante contiene alrededor de 58% CaO y 38% de MgO. Este es agregado al horno de oxigenación básica, para ampliar el periodo de vida de las cubiertas refractarias, protegiéndolas de las impurezas presentes en el metal fundido.

La adición de caliza dolomítica crea el MgO en la solución en la escoria, ésta proporciona una excelente capacidad de pulido mientras que las partículas en suspensión de MgO proporcionan un revestimiento protector excelente.

Una gran cantidad de productores de cal, también producen caliza dolomítica, la cual es también usada en morteros para la construcción y otros sectores.



**En tercer lugar**, existe la dolomita refractaria, siendo ésta una dolomita calcinada a temperaturas mucho más altas (aproximadamente a 1,600°C) utilizando una dolomita de alta pureza (superior a 97% de CaO + MgO) para producir lo que llamamos dolomita calcinada a muerte. Ésta se utiliza como protector del ladrillo refractario en el horno de fundición y del cucharón, pero también es la materia base junto con el magnesio para la elaboración de la dolomita refractaria de magnesio.

La cal dolomítica, se puede utilizar también como lubricante en el proceso de trefilado (fabricación de alambres), este mismo concepto es aplicado para los moldes de fundición ya que estos la utilizan para evitar la adherencia del metal fundido al molde, especialmente en el lingoteado, adicionalmente se la utiliza como neutralizador de los ácidos usados en el proceso de limpieza del acero. Otra aplicación es el uso de la lechada de cal como aislante de oxígeno cuando se brindan tratamientos térmicos al acero.

### **Dolomita en la industria del vidrio**

La dolomita se utiliza principalmente en la manufactura de vidrio plano, dónde el óxido de magnesio actúa como estabilizador para mejorar la resistencia general del vidrio al ataque natural o químico ocasionado por gases o humedad.

El vidrio plano se refiere al vidrio manufacturado en láminas, el cual puede ser nuevamente procesado para cristal de seguridad, vidrio automotriz, entre otros.

En el mismo proceso, la dolomita también actúa para disminuir la temperatura de fusión, la cual mejora la manejabilidad y el magnesio inhibe cualquier reacción entre el estaño fundido y el vidrio.

La composición típica del vidrio plano está representada, generalmente, por el 51% de arena sílica, 16% de carbonato sódico, 15% de desechos (vidrio reciclado), 4% de caliza, 1% de sulfato de sodio y 13% de dolomita. La dolomita pura en el sentido estricto, nunca se utiliza sin roca caliza, debido a que el exceso de magnesio afecta la fundición. Lo ideal es una caliza dolomítica con una relación 3:2 de CaO y MgO. Sin embargo, más que buscar una dolomita con esta composición exacta, es más fácil para los fabricantes de vidrio plano balancear la dolomita y la caliza juntas.

### **Dolomita en la agricultura**

Éste es el tercer mercado más grande para el uso de la dolomita y casi todos los productores suministran algún material agrícola. El mercado agrícola tiene utilidad en tiempos de crisis de la industria del acero. Existen dos principales vertientes a conocer de la dolomita: como aditivo del suelo y la dolomita que se usa como materia base para los fertilizantes de magnesio de calcio.

Aumenta la productividad del terreno por el rápido aumento del pH del suelo (disminuye la acidez) y/o ayuda a corregir deficiencias de magnesio y/o ratios (cocientes) de calcio - magnesio. Cuando se aplican en 2.5 ton/ha puede alcanzar resultados similares a la re-elevación del pH y reducir la toxicidad de aluminio.

La dolomita es también utilizada hasta cierto punto como aditivo de alimento para animales. La dolomita para uso en la industria del fertilizante debe contener mínimo 90% CaCO<sub>3</sub>/MgCO<sub>3</sub> combinado, así como un contenido de sílice que no exceda del 5%. La dolomita de grado bajo con 15 a 20% MgO puede ser usada como acondicionador de suelos. Ayuda a proteger el ácido láctico producido en dietas de grano y a reducir los efectos de la acidosis láctica.

## Aplicaciones del magnesio

Las aleaciones de magnesio presentan una gran resistencia a la tracción. Cuando el peso es un factor a considerar, el metal se utiliza aleado con aluminio o cobre en fundiciones para piezas de aviones, en miembros artificiales, aspiradoras e instrumentos ópticos, y en productos como esquíes, carretillas, cortadoras de césped y muebles para exterior. El metal sin alear se utiliza en flashes fotográficos, bombas incendiarias y señales luminosas, como desoxidante en la fundición de metales y como afinador de vacío; sustancia que consigue la evacuación final en los tubos de vacío.

### Especificaciones físico químicas de la dolomita en la industria acerera

%	Componentes
17	Óxido de Magnesio
1.5	Sílice
30-36	Óxido de calcio

El tamaño del material varía entre  $\frac{3}{4}$  "a 2" y decrepita a 1000 °C.

La dolomita es fuente de magnesio y las sales de este elemento son utilizadas principalmente en la industria farmacéutica, aunque también ocupan un papel importante en las industrias del caucho y en la papelera, así como en la fabricación de estucos y cementos especiales para la construcción. En el caso de la medicina se utiliza en la elaboración de "leche de magnesia", la cual es una suspensión para la acidez estomacal y el estreñimiento. Por otra parte, tiene aplicaciones ambientales en el tratamiento de aguas y limpieza de gases embotellados. La alúmina, cromita y arena sílica, sustituyen a los compuestos de magnesio en algunas aplicaciones refractarias.

## I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO

En el Artículo 4o. de la Ley Minera queda especificado que se sujetarán a ésta, los minerales o sustancias de los que se extraiga magnesio, así como los minerales o grupos de minerales de uso industrial, entre los cuales se encuentra la dolomita.

## I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Las normas que operan en México y que pueden ser consultadas son las siguientes:

### NACIONAL

Clave	Título
NMX-O-027-3-1985	Productos generales para uso industrial – Materiales refractarios, análisis químico de magnesita y dolomita.
NMX-O-044-1991	Productos generales para uso industrial – Materiales refractarios – Dolomita refractaria granular calcinada a muerte – Determinación de la hidratación.
NMX-O-047-1982	Materiales refractarios – Dolomita granular – Clasificación.
NMX-P-018-1976	Arena de dolomita empleada como materia prima en la industria del vidrio

Las normas internacionales relativas a la dolomita que pueden ser consultadas se encuentran en la ASTM (American Society for Testing and Materials).

## INTERNACIONAL

Clave	Título
C492-92 (2008)	Método de prueba para la hidratación de la dolomita refractaria granular calcinada a muerte.
D4373-02 (2007)	Método de prueba para la determinación rápida del contenido de carbonato en suelos.
C227-03	Método de prueba para la reactividad potencial del álcali de las combinaciones de Cemento - Agregado (Método del Mortero-Barra)
E1652-03	Especificación para el polvo de óxido de magnesio y de óxido de aluminio y aisladores usados en la fabricación de termómetros resistentes de platino forrado de metal, termopares de metal base y termopares de metal noble.
C1105-08a	Método de prueba para el cambio de longitud del concreto debido a la reacción de la roca Álcali-Carbonato.
C357-07 (2009) e1	Método de prueba para la densidad de volumen de materiales refractarios granulares.
C88-05	Método de prueba para la validez de agregados por uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
C127-07	Método de prueba para la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso.
C131-06	Método de prueba para la resistencia a la degradación del agregado de tamaño grueso a pequeño por abrasión e impacto en la máquina "Los Ángeles".
C71-08	Terminología relativa a refractarios.
C503-08a	Especificación para roca dimensionable de mármol (mármoles cubiertos aquí clasificados como calcita o dolomita).

## I.8 GRAVACIÓN ARANCELARIA DE LA DOLOMITA

**25181001** Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada “cruda”.

**25182001** Dolomita calcinada o sinterizada.

**28183001** Aglomerado de dolomita.

Tasa exenta de arancel a partir del 1 de enero de 2010, de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 24 de diciembre de 2008.

Nota: Es conveniente consultar los Tratados de Libre Comercio respectivos para profundizar en el conocimiento de los mismos. Las tablas anteriores son enunciativas más no limitativas.

**Fuente:** Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI).

## II. MERCADO

### II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL<sup>6</sup>

En los párrafos siguientes se realiza una breve descripción de los principales países productores de dolomita en el mundo.

#### **Alemania**

Hay más de diez productores de dolomita en Alemania, pero la compañía dominante es *Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co KG*, con minas de dolomita en *Steinbruch-Donnerkuhle* y una planta en *Hönnetal* que produce 7.5 millones de Ton/año, la cual provee a los mercados del acero, cristal, y otros, así como *Saarfeldspatwerke H. Huppert GmbH & Co. KG* con minas en *Hermsdorf* y *Lengenfeld*.

#### **Bélgica**

La producción de dolomita a gran escala se concentra en Bélgica: *Lhoist Operation SA Dolomies* de *Merlemont* en *Philipville*, *SA de Marche-les-Dames* en *Nameche*, y *SA Dolomeuse*, colectivamente tienen una capacidad de 7.4 millones ton/año. Producen dolomita para la mayoría de los principales mercados, aunque existe una alta concentración de las operaciones de vidrio plano en el área (*Glaverbel* y *Saint-Gobain*), tomando ventaja no sólo de los recursos de dolomita, sino también de arena silícea y sosa caústica.

Bélgica destaca entre los países productores de vidrio y, por lo tanto, también en el consumo de dolomita, pues el vidrio plano es el sector más importante para éste país (absorbe el 60% de la producción total del mineral).

---

<sup>6</sup> Fuente: *Industrial Mineral* y *Minerals Yearbook* (varios años).

## Francia

*Saint-Gobain* tiene su propia planta de dolomita en Francia, conocida como *Ste d'Exploitation de Sables et Mineraux (SAMIN)*, con una capacidad de 400,000 ton/año de dolomita de dos minas, destinando el 75% a la industria del vidrio.

## España

El Grupo *Calcinor* opera en España, con una producción total de la región de 285,000 ton/año de dolomita cruda. Un promedio de 25,000 ton/año de dolomita calcinada para la industria del acero. Alrededor de 50,000 ton/año para la industria del vidrio, 90,000 ton/año para la producción de fertilizantes y 54,000 ton/año como aditivo para el mejoramiento de tierras.

En la provincia de Málaga, un productor importante es *Productos Dolomíticos de Málaga*, con una producción de dolomita cruda de 500,000 ton/año; finalmente, *Iberdol, SA*, otra empresa de *Sibelco*, produce alrededor de 30,000 ton/año para el mercado del vidrio y cerámica, principalmente, la mayoría se exporta a Reino Unido.

## Italia

La empresa líder es *Unicalce S.p.A*, con operaciones por todo el país, concentradas principalmente en el norte y el centro.

## Escandinavia

*Franzefoss Kalk AS* produce dolomita para varios mercados en una mina en *Ballagen*. Por su parte, *Norwegian Holding A/S* explota las minas *Hammerfall*, *Logavlen* y *Kvitblikk*, en Noruega. Otra mina es *Juuan Dolomiittikalkki Oy*, la cual opera en *Juuka* y *Paltamo*, en Finlandia.



### **Polonia**

La principal empresa productora de este mineral es *Zelatowa S.A.*, ubicada en *Chrzanów Malopolska*. La empresa vende 300,000 ton/año de dolomita y dolomita calcinada a la industria del acero.

### **Indonesia**

Cuenta con grandes recursos naturales de arena sílica y dolomita para la industria del vidrio. La principal empresa de dolomita es *PT Polowijo Gosari*, produce alrededor de 250 mil ton/año, la cual en su mayoría va a la industria agrícola y del vidrio.

### **Japón**

La mina *Karasawa*, subsidiaria de *Sumitomo Osaka Cement Co. Ltd*, produce alrededor de 700 mil ton/año de dolomita. Sin embargo, no es suficiente la producción nacional frente a la alta demanda de dolomita de la industria japonesa, que además importa entre 1 y 2 millones de ton/año.

### **Estados Unidos**

Los productores globales de dolomita *Carmeuse Group* y *Lhoist*, subsidiaria de *Chemical Lime*, también están presentes en Estados Unidos y Canadá.

Otros productores de cal dolomítica en el mercado estadounidense son *Martin Marieta Magnesia Specialties*, *Graymont*, *Vulcan Materials* y *Linwood Mining*.

La empresa *Oglebay Norton*, a través de su subsidiaria *Great Lakes Minerals*, produce dolomita de sus plantas en *Michigan*; *Port Dolomite*, ubicada cerca de *Cedarville*, Michigan, produce cerca de 3-4 millones de ton/año, dependiendo de la demanda; la empresa *Port Inland* se localiza cerca de *Gulliver*, Michigan y embarca cerca de 250,000 ton/año, tanto de dolomita como de caliza con alto

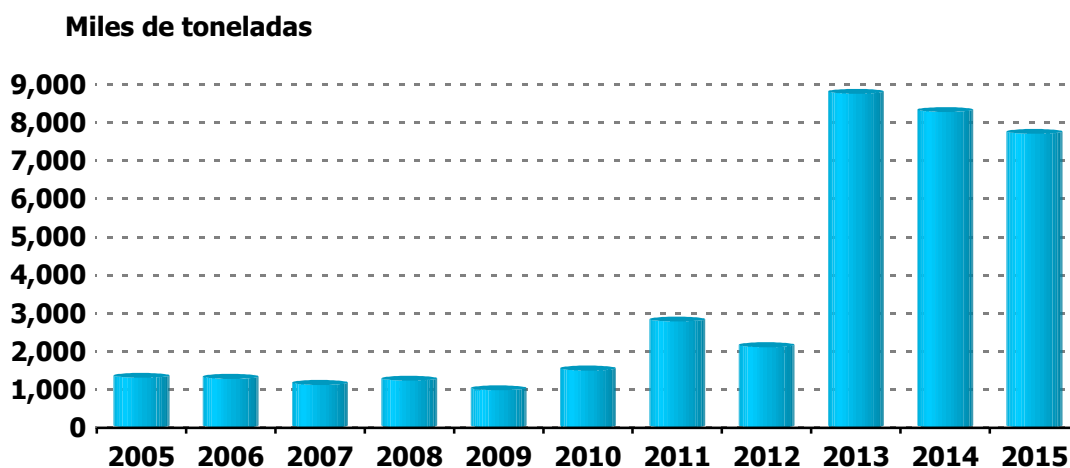
contenido de calcio; *Mineral Technologies Inc*, división *Specialty Minerals*, produce dolomita molida en *Canaan, Connecticut*.

### Brasil

Finalmente, *Saint-Gobain*, copropietaria con *Unimin Corp.* de *Mineracao Jundu*, produce 150 mil ton/año de dolomita para la industria del vidrio plano.

## II.2 MERCADO NACIONAL

### PRODUCCIÓN DE DOLOMITA EN MÉXICO (2005-2015)



Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. SE

En los siete años que van de 2005 a 2012, la producción de dolomita en México se había situado entre el millón y los dos millones de toneladas, con una tasa anual de crecimiento del 7%. No obstante, a partir de 2013 hay un incremento galopante en el nivel de producción, hasta rondar los 8 millones de toneladas ese

año y mantener el ritmo en 2015, con 7.7 millones de toneladas, presentando una tasa anual de crecimiento del 19.3%.

### Producción Nacional de Dolomita, por estado (2005-2015) (Toneladas)

PRODUCCIÓN NACIONAL DE DOLOMITA POR ESTADO											
TONELADAS											
ESTADO	2005	2006	2007	2008	2009	2010/	2011	2012	2013	2014	2015p/
CHIHUAHUA	0	7,600	0	0	0	6,001	4,771	4,650	4,635,000	4,604,000	4,604,000
COAHUILA	925,458	937,053	760,079	813,812	781,398	1,161,069	2,462,119	1,758,561	3,801,456	3,388,139	2,814,300
DURANGO	0	384	326	379	0	0	0	621	44	0	0
MICHOACAN	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
JALISCO	0	0	0	120,231	419	465	240	933	486	437	400
NUEVO LEÓN	383,519	337,553	362,820	299,571	200,833	332,209	318,169	346,349	319,499	284,526	285,200
<b>TOTAL</b>	<b>1,308,977</b>	<b>1,282,590</b>	<b>1,123,225</b>	<b>1,233,993</b>	<b>982,650</b>	<b>1,499,744</b>	<b>2,785,314</b>	<b>2,111,114</b>	<b>8,756,485</b>	<b>8,277,102</b>	<b>7,703,900</b>

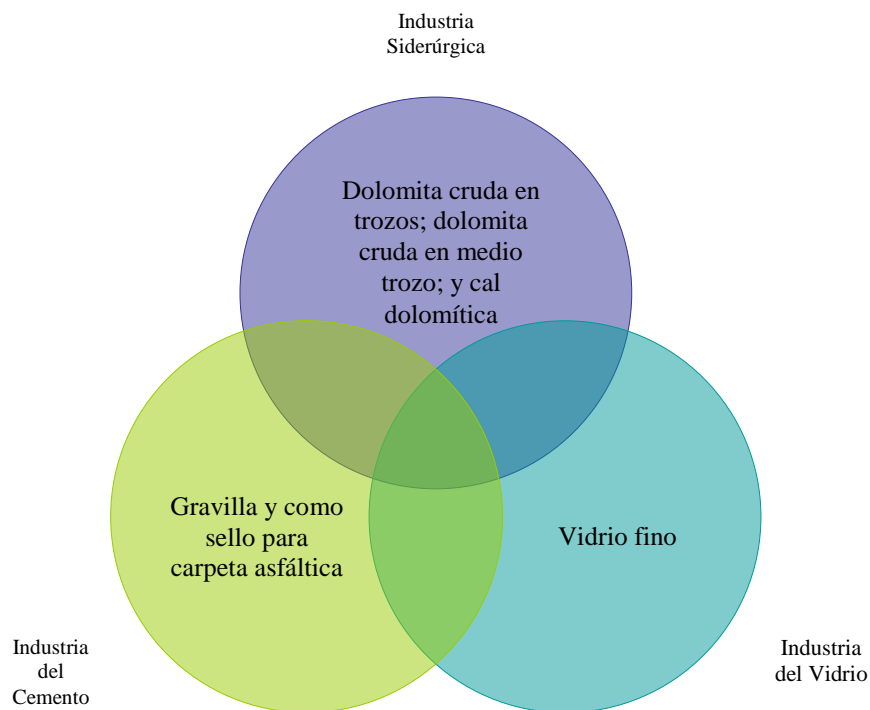
p/ Cifras preliminares

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. SE

Los principales estados productores de dolomita son Chihuahua (59.7%), Coahuila (36.5%), y Nuevo León (3.7%). El Anuario Estadístico de la Minería Mexicana estima que la producción, en 2015, ascendió a 7.7 millones de toneladas, 6.9% inferior respecto al año anterior.

El principal uso de la dolomita en México se tiene en la industria siderúrgica, donde sirve para proteger los refractarios de los hornos; también en la industria de la construcción aplicada en la carpeta asfáltica, funcionando como anti-derrapante, ya que brinda mayor durabilidad; otros usos a pequeña escala son en la industria del vidrio y en la agricultura.

Las variedades de dolomita por industria son, entre otros, los siguientes:

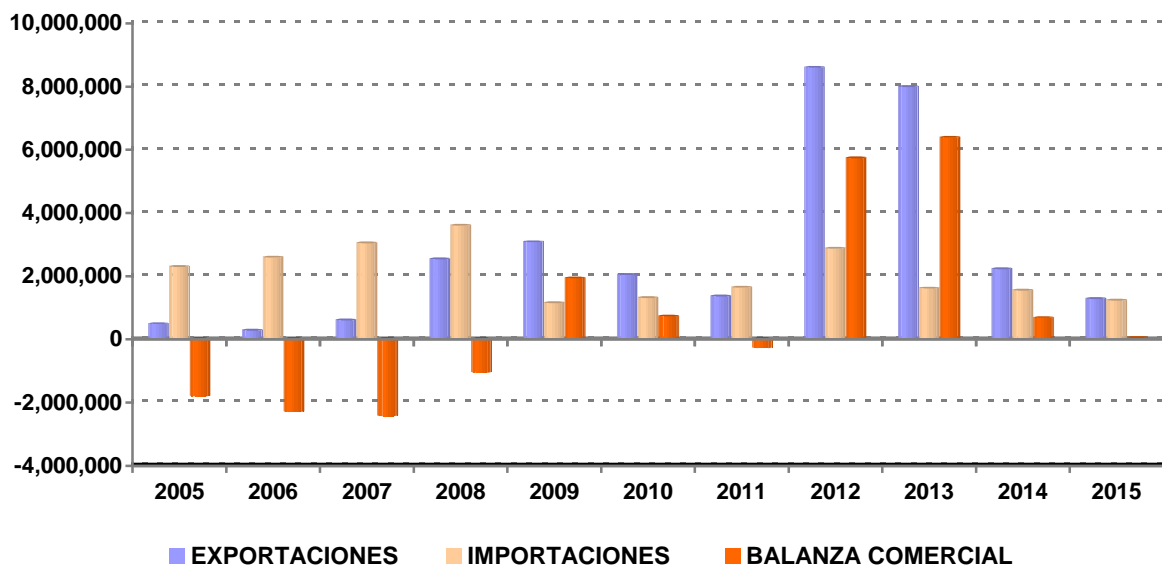


Productos sustitutos:

Se presume que, en el alto horno, el 60% de la dolomita está siendo sustituida por dunita (silicato de magnesio), ésta ayuda a eliminar los álcalis y por su mayor contenido de magnesio, los hornos lo requieren en menor cantidad.

## II.3 COMERCIO EXTERIOR

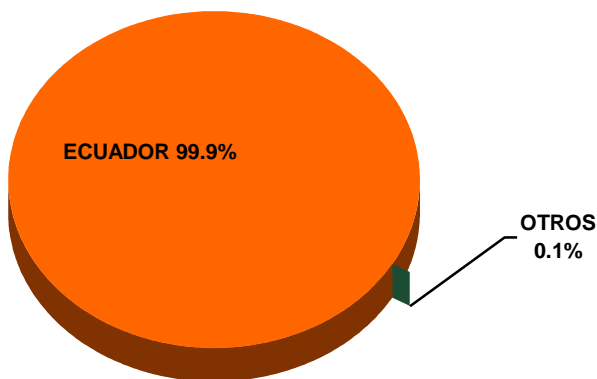
### BALANZA COMERCIAL DE LA DOLOMITA (2005-2015)



Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. SIAVI.

La balanza comercial de la dolomita ha sido regularmente negativa como consecuencia de las importaciones de dolomita de alta pureza. Sin embargo, en 2015, las exportaciones se ubicaron en 1.27 millones de dólares, teniendo un decremento de 42.5% con respecto a 2014. Las importaciones también registraron un decremento, aunque menor, del 20.1% con respecto al año anterior, ubicándose en 1.23 millones de dólares, dando como resultado una balanza comercial positiva por 44.9 mil dólares.

### EXPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA, 2015 (1.2 millones de dólares)



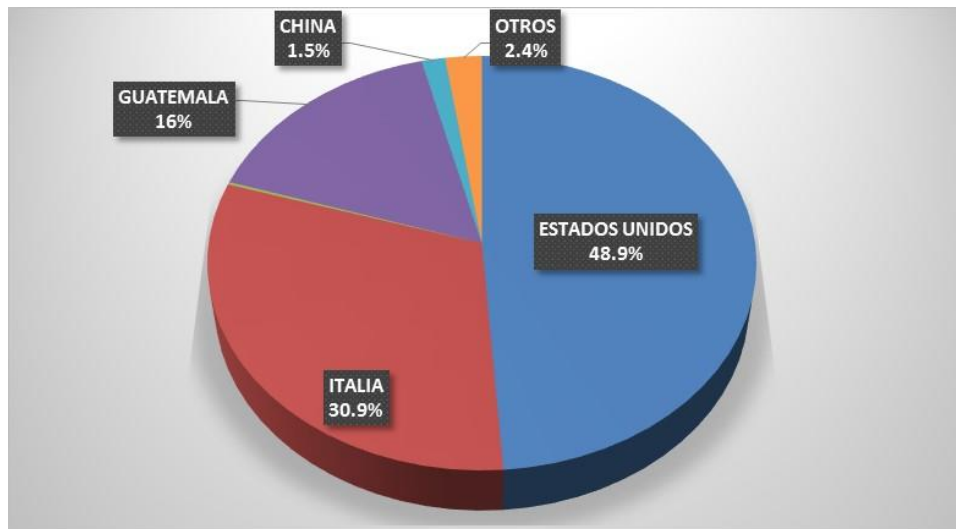
Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. SIAVI

Las exportaciones, en el 2015, tienen como principal destino a Ecuador. Cabe destacar la reducción constante que han sufrido las exportaciones de dolomita mexicana hacia los Estados Unidos, país en el que se ha venido perdiendo la cuota de mercado. Lo anterior, a pesar de la vecindad y de que, en teoría, el costo de flete del mineral sería menor en comparación con el costo de transportarlo hacia Sudamérica.

Por otro lado, es preciso apuntar que, prácticamente, el 100% de las ventas al exterior fue de *dolomita calcinada o sinterizada*.

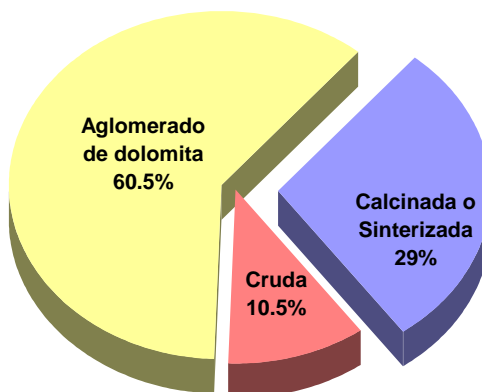
### IMPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA, 2015

**(1.2 Millones de dólares)**



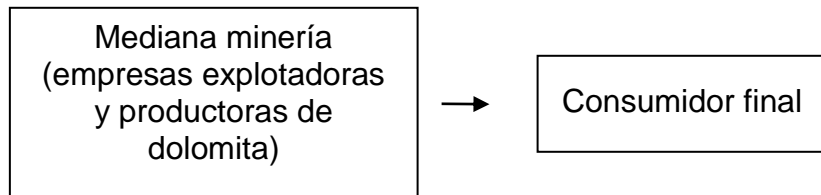
Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. SIAVI.

En 2015, el 58.3% de las importaciones fueron de *aglomerado de dolomita*; 21.2% fue de *dolomita calcinada*; y el 20.5% restante de *dolomita cruda*. Las importaciones provienen primordialmente de los Estados Unidos, seguido de cerca por Italia, juntos representan el 80% del total.



Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. SIAVI.

## II.4 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN



El productor de dolomita vende el mineral directamente a las empresas consumidoras, de acuerdo a los requerimientos que éstas demanden.

El consumidor final de dolomita la usa como producto intermedio en su proceso de producción. Los gastos de transporte del mineral los absorbe el comprador; el mineral se presenta en bolsas, súper sacos o a granel, dependiendo del cliente.

### III. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES



México cuenta con un importante potencial de dolomita y se estima que aumentará la producción a corto plazo; pero ciertas calidades de alta pureza sólo se consiguen en el mercado externo, principalmente en los países europeos.

Una situación adversa para los productores de dolomita son los costos del flete, los cuales les encarece el producto y pone en ventaja al mineral importado de igual calidad, ya que el cliente -ante la ventaja del precio y la disponibilidad- prefiere importarlo.

Los productores manifiestan que buscarán promover la aplicación de la dolomita en la agricultura y en la construcción de carreteras, ya que existen casos, entre ellos el de Brasil, donde se utiliza el mineral con éxito para el mejoramiento de los suelos en la agricultura. Uso que en México no se aprovecha de manera integral.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Berry, L.G.; Mason, B. & Dietrich, R.V. (1983). *Mineralogy*. Freeman, San Francisco.
- López, A., V., (2013). *Diseño de Operaciones Mineras a Cielo Abierto*. México: Facultad de Ingeniería UNAM
- López, E. (1993). *Geología General y de México*. Distrito Federal, México: Editorial Trillas.
- Price, M., Walsh, K., (2005). *Pocket Nature ROCKS AND MINERALS*. Gran Bretaña. Editorial Dorling Kindersley
- Tarbuk, E. J., y Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra, Una introducción a la geología física* 8va Edición, Madrid, España: Pearson Educación S.A.

## **MESOGRAFÍA**

- Dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ). (s.f.). Recuperado el 11 de abril de 2017, de <https://www.camimex.org.mx/index.php/secciones1/sala-de-prensa/uso-de-los-metales/dolomit/>
- Potencial Geológico Minero de la dolomita. (s.f.). Recuperado el 11 de abril de 2017, de <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/produccion-minera/dolomita.html>
- Servicio Geológico Mexicano (SGM), <https://www.sgm.gob.mx>

**ANEXO ESTADÍSTICO**

**CUADRO 1**  
**BALANZA COMERCIAL DE LA DOLOMITA 2005-2015**  
**DÓLARES**

<b>CONCEPTO</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015p/</b>
EXPORTACIONES	484,842	276,078	599,777	2,537,070	3,077,663	2,040,332	1,358,843	8,600,807	7,991,746	2,219,208	1,277,051
IMPORTACIONES	2,291,223	2,582,925	3,037,130	3,595,937	1,146,078	1,312,917	1,635,563	2,867,501	1,609,353	1,542,841	1,232,067
BALANZA COMERCIAL	-1,806,381	-2,306,847	-2,437,353	-1,058,867	1,931,585	727,415	-276,720	5,733,306	6,382,393	676,367	44,984
Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía											
p/ Cifras preliminares											

**CUADRO 2**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR FRACCIÓN 2005-2015**  
**DÓLARES**

FRACCIÓN	CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
2518.10.01	Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada "cruda".	51	2,477	9,059	4,671	29	84	21	1,075	645	34	1
2518.20.01	Dolomita calcinada o sinterizada.	484,791	273,601	590,718	2,532,399	3,077,634	2,040,248	1,358,822	8,599,732	7,991,101	2,219,174	1,277,050
2518.30.01	Aglomerado de Dolomita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>484,842</b>	<b>276,078</b>	<b>599,777</b>	<b>2,537,070</b>	<b>3,077,663</b>	<b>2,040,332</b>	<b>1,358,843</b>	<b>8,600,807</b>	<b>7,991,746</b>	<b>2,219,208</b>	<b>1,277,051</b>

Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía  
p/ Cifras preliminares

**CUADRO 3**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR FRACCIÓN 2005-2015**  
**TONELADAS**

FRACCIÓN	CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
2518.10.01	Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada "cruda".	1	6	50	25	0	2	0	2	4	1	0
2518.20.01	Dolomita calcinada o sinterizada.	1,183	577	1,737	11,557	35,011	10,023	6,020	31,877	27,122	8,289	6,097
2518.30.01	Aglomerado de Dolomita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>1,184</b>	<b>583</b>	<b>1,787</b>	<b>11,582</b>	<b>35,011</b>	<b>10,025</b>	<b>6,021</b>	<b>31,879</b>	<b>27,126</b>	<b>8,290</b>	<b>6,097</b>

Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía  
p/ Cifras preliminares

**CUADRO 4**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR PAÍS DE DESTINO 2005-2015**  
**DÓLARES**

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
ECUADOR	0	0	9,050	0	174,811	26,220	149,924	345,134	1,598,271	2,169,213	1,275,524
PERU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,252	0
GUATEMALA	439,334	273,285	421,259	230,849	297,212	238,059	0	0	0	1,679	1,523
ESTADOS UNIDOS	10,854	533	93,298	524	2,545,218	97,150	6,585	28,411	369	40	2
OTROS	34,654	2,260	76,170	2,305,697	60,422	1,678,903	1,202,334	8,227,262	6,393,106	24	2
<b>TOTAL</b>	<b>484,842</b>	<b>276,078</b>	<b>599,777</b>	<b>2,537,070</b>	<b>3,077,663</b>	<b>2,040,332</b>	<b>1,358,843</b>	<b>8,600,807</b>	<b>7,991,746</b>	<b>2,219,208</b>	<b>1,277,051</b>
Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía											
p/ Cifras preliminares											

**CUADRO 5**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR PAÍS DE DESTINO 2005-2015**  
**TONELADAS**

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
ECUADOR	0	0	50	0	780	120	920	1,612	5,761	7,982	6,092
PERU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302	0
GUATEMALA	945	576	847	405	572	458	0	0	0	6	5
ESTADOS UNIDOS	81	5	385	2	33,351	1,282	22	164	1	0	0
OTROS	158	2	505	11,175	308	8,166	5,078	30,104	21,365	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1,184</b>	<b>583</b>	<b>1,787</b>	<b>11,582</b>	<b>35,011</b>	<b>10,025</b>	<b>6,021</b>	<b>31,879</b>	<b>27,126</b>	<b>8,290</b>	<b>6,097</b>

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía  
p/ Cifras preliminares



**CUADRO 6**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR FRACCIÓN 2005-2015**  
**DÓLARES**

FRACCIÓN	CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
2518.10.01	Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada "cruda".	1,885,517	2,151,301	2,432,873	2,705,628	590,512	218,135	190,365	240,545	131,761	162,658	252,530
2518.20.01	Dolomita calcinada o sinterizada.	245,701	192,428	253,940	568,956	307,082	256,719	212,546	301,058	337,848	446,802	260,856
2518.30.01	Aglomerado de dolomita.	160,005	239,196	350,317	321,353	248,484	838,063	1,232,652	2,325,898	1,139,744	933,381	718,681
	<b>Total</b>	<b>2,291,223</b>	<b>2,582,925</b>	<b>3,037,130</b>	<b>3,595,937</b>	<b>1,146,078</b>	<b>1,312,917</b>	<b>1,635,563</b>	<b>2,867,501</b>	<b>1,609,353</b>	<b>1,542,841</b>	<b>1,232,067</b>
Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía												
p/ Cifras preliminares												

**CUADRO 7**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR FRACCIÓN 2005-2015**  
**TONELADAS**

FRACCIÓN	CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
2518.10.01	Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada "cruda".	28,025	28,816	30,083	30,584	6,504	2,762	2,022	3,021	790	931	2,995
2518.20.01	Dolomita calcinada o sinterizada.	614	784	1,098	3,152	1,607	513	403	547	937	1,227	972
2518.30.01	Aglomerado de dolomita.	295	350	559	483	349	1,147	1,581	2,543	1,349	1,133	951
	<b>Total</b>	<b>28,935</b>	<b>29,950</b>	<b>31,739</b>	<b>34,220</b>	<b>8,461</b>	<b>4,422</b>	<b>4,007</b>	<b>6,112</b>	<b>3,076</b>	<b>3,292</b>	<b>4,918</b>

Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía  
p/ Cifras preliminares

**CUADRO 8**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR PAÍS DE ORIGEN 2005-2015**  
**DÓLARES**

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
ESTADOS UNIDOS	1,594,126	1,867,009	2,178,583	2,936,831	671,631	623,029	1,102,179	1,997,119	1,045,541	752,517	602,024
ITALIA	593,727	691,251	800,368	500,200	380,572	510,872	338,257	662,946	471,286	595,675	380,748
ESPAÑA	1,755	21,463	24,353	27,853	12,152	32,313	12,733	4,926	3,342	82,347	2,441
GUATEMALA	29,000	0	30,041	85,984	81,307	125,164	125,395	160,277	55,464	39,222	198,904
CHINA	1,634	165	229	40,590	0	0	0	0	734	21,753	18,830
OTROS	70,981	3,037	3,556	4,479	416	21,539	56,999	42,233	32,986	51,327	29,120
<b>TOTAL</b>	<b>2,291,223</b>	<b>2,582,925</b>	<b>3,037,130</b>	<b>3,595,937</b>	<b>1,146,078</b>	<b>1,312,917</b>	<b>1,635,563</b>	<b>2,867,501</b>	<b>1,609,353</b>	<b>1,542,841</b>	<b>1,232,067</b>
Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía											
p/ Cifras preliminares											

**CUADRO 9**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE DOLOMITA POR PAÍS DE ORIGEN 2005-2015**  
**TONELADAS**

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
ESTADOS UNIDOS	26,878	28,445	29,569	32,155	6,806	1,211	1,710	2,465	1,688	1,459	1,346
ITALIA	1,422	1,422	1,592	724	541	715	458	848	615	740	596
ESPAÑA	0	75	117	154	82	189	42	58	47	439	24
GUATEMALA	499	0	459	977	1,030	2,276	1,776	2,720	593	570	2,902
CHINA	20	0	0	198	0	0	0	0	10	0	0
OTROS	117	8	2	12	1	32	21	22	123	84	50
<b>TOTAL</b>	<b>28,935</b>	<b>29,950</b>	<b>31,739</b>	<b>34,220</b>	<b>8,461</b>	<b>4,422</b>	<b>4,007</b>	<b>6,112</b>	<b>3,076</b>	<b>3,292</b>	<b>4,918</b>

Fuente: Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía  
p/ Cifras preliminares

**CUADRO 10**  
**CONSUMO NACIONAL APARENTE DE DOLOMITA 2005-2015**  
**TONELADAS**

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015p/
PRODUCCIÓN*	1,308,977	1,282,590	1,123,225	1,233,993	982,650	1,499,744	2,785,314	2,111,114	8,756,485	8,277,102	7,703,900
IMPORTACIONES	28,935	29,949	31,739	34,220	8,461	4,422	4,007	6,112	3,076	3,292	4,918
EXPORTACIONES	1,184	583	1,787	11,582	35,011	10,025	6,021	31,879	27,126	8,290	6,097
<b>CNA</b>	<b>1,336,728</b>	<b>1,311,956</b>	<b>1,153,177</b>	<b>1,256,631</b>	<b>956,100</b>	<b>1,494,141</b>	<b>2,783,300</b>	<b>2,085,347</b>	<b>8,732,435</b>	<b>8,272,104</b>	<b>7,702,721</b>
Fuente:											
* Dirección General de Minas. Secretaría de Economía											
- Sistema de Información Arancelaria Via Internet (SIAVI). Secretaría de Economía											
p/ Cifras preliminares											