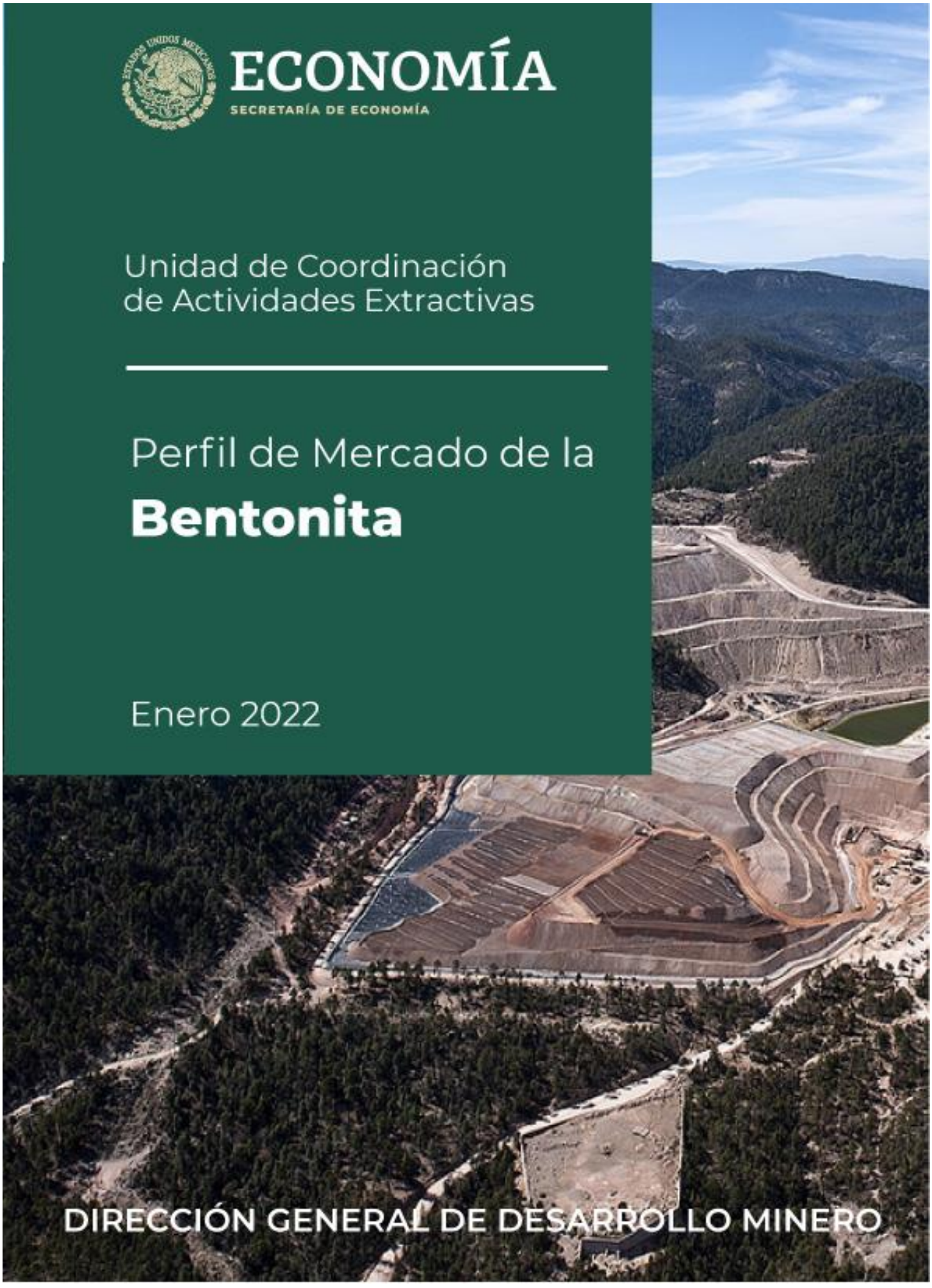
ECONOMÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Unidad de Coordinación
de Actividades Extractivas

Perfil de Mercado de la **Bentonita**

Enero 2022



DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO MINERO

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO 3

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES

I.1 FICHA TÉCNICA 5
I.2 VARIEDADES COMERCIALES 8
I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO 12
I.4 PROCESOS DE OBTENCIÓN 17
I.5 PRINCIPALES USOS 21
I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO 24
I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES 25
I.8 GRAVACIÓN ARANCELARIA DE LA BENTONITA EN EL MARCO DE LOS ACUERDOS DE LIBRE COMERCIO 26

II. MERCADO

II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL 27
II.2 MERCADO NACIONAL 30
II.3 COMERCIO EXTERIOR 31
II.4 COMERCIALIZACIÓN 34

III. CONCLUSIONES 35

BIBLIOGRAFÍA 36

ANEXO ESTADÍSTICO 37

RESUMEN EJECUTIVO

Este perfil de mercado muestra un panorama general de las particularidades técnicas de la Bentonita y el comportamiento de su mercado, proporcionando un resumen de sus características principales en el año 2019. El cual, se pretende, pueda servir como base a las empresas del sector o a los nuevos inversionistas, en los estudios que elaboren conforme a sus necesidades específicas.

La bentonita es una arcilla de grano muy fino (coloidal), formada esencialmente por minerales del grupo de la esmectita, independientemente de su ocurrencia u origen. Es clasificada en sódica y cálcica, con base en el catión predominante entre las capas y la habilidad para dilatarse. La bentonita sódica (Na+) muestra una alta capacidad de dilatación en agua, mientras que la bentonita cálcica (Ca+) tiene mucho menos capacidad de dilatación.

Por ser una arcilla muy pegajosa, con un alto grado de encogimiento y tener tendencia a fracturarse durante la cocción y el enfriado, suele emplearse en la industria petrolera para fabricar lodos de perforación; también se usa en la elaboración de moldes para fundición, como agente aglutinante en la producción de pellets de hierro, en la clarificación de vinos y jugos; así como material de sellado de residuos tóxicos, peligrosos y radiactivos; en ingeniería civil, para cementar fisuras y grietas de rocas. En la preparación de alimentos para animales, como catalizador en procesos químicos, y como excipiente en la industria farmacéutica.

En 2019, la producción de bentonita en México alcanzó un total de 24.3 mil toneladas, mostrando una fuerte caída de casi el 91%, respecto al año 2018. Esta cifra posiciona al país en el lugar 14, a nivel global, con respecto a la producción de las demás naciones.

La balanza comercial de la bentonita ha presentado saldos negativos en el último decenio. En el 2019, las exportaciones sumaron 2.5 millones de dólares y las importaciones 11.4 millones de dólares, lo que arrojó un déficit comercial de 8.8 millones de dólares.

Las exportaciones de bentonita, en el 2019, alcanzaron los 2.5 millones de dólares, esta cifra representó un decrecimiento del 64%, con respecto al 2018. Por su parte, el volumen de exportaciones se situó en las 13.1 mil toneladas. En el periodo de 2009 al 2019 se ha registrado una tasa anual de crecimiento negativa del 4%, en su valor en dólares.

Por su parte, las importaciones de bentonita, en el 2019, sumaron 11.4 millones de dólares; este monto representa una reducción del 2.7%, con relación a las importaciones en el año anterior. En el periodo que va de 2009 al 2019, se registró una tasa anual de crecimiento de 7.5%, en su valor en dólares.

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES

I.1 FICHA TÉCNICA[2]

En la primera mitad del siglo pasado, la definición de la bentonita presentó dificultades al ser aplicada, debido a que estaba enfocada en el origen, restringiendo sus precursores a ceniza, toba o vidrio volcánico. Comercialmente, las bentonitas fueron definidas exclusivamente sobre una base mineralógica en Madrid, España, durante la International Clay Conference de 1973, en la que Grim dio la definición comercial más ampliamente usada, de acuerdo a la cual la bentonita es una arcilla formada esencialmente por minerales del grupo de la esmectita, como la montmorillonita, independientemente de la ocurrencia u origen. Esta definición permite la inclusión de arcillas de esmectita que son sedimentarias o hidrotermales en origen y derivadas de materiales no volcánicos. Las propiedades de las bentonitas derivan principalmente de:

- Pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 μm).
- Morfología laminar (filosilicatos).
- Sustituciones isomórficas:
  - Aparición de carga en las láminas.
  - Presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como resultado de estas características, presentan un valor elevado del área superficial y una gran cantidad de superficie activa con enlaces no saturados, por lo que pueden interaccionar con diversas sustancias, en especial compuestos polares,

[2] Dana H. (1959) *Manual de Mineralogía* (2ª ed.) México: Reverté S.A.

por lo que tienen un comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son capaces en algunos casos de expandirse.

Este grupo de minerales lo constituyen todos los tipos de arcilla que se expanden conforme absorben agua y se contraen a medida que se secan. En las regiones bajo las que se extienden bentonitas, esta propiedad causa problemas de cimentación. Los minerales son amarillos, blancos o grises. Se encuentran en forma de cristales microscópicos, son terrosos y están manchados. Generalmente se forma a partir de ceniza volcánica que se ha meteorizado. (Bonewitz, 2012, p. 200).

La existencia de carga en las láminas, se compensa con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación; los cuales pueden ser intercambiados fácilmente, mediante la puesta en contacto de la arcilla con una solución saturada en otros cationes. Esta propiedad es conocida como capacidad de intercambio catiónico, que es la base de las aplicaciones industriales.

La superficie específica o área superficial de una arcilla, se define como: el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en caso de existir) de las partículas constituyentes por unidad de masa, expresada en m^2/gr. Las arcillas poseen una elevada superficie específica (150-800 m^2/gr), muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

La capacidad de intercambio catiónico se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral. Se expresa en miliequivalentes por 100 gr de arcilla (meq/100 gr). Estas cargas negativas pueden ser generadas de tres formas diferentes:

* Sustituciones isomórficas dentro de la estructura.
* Enlaces insaturados en los bordes y superficies externas.
* Disociación de los grupos hidroxilos accesibles.

En el primer caso, es conocido como carga permanente y supone un 80% de la carga neta de la partícula; es independiente de las condiciones de pH y actividad iónica del medio. Los dos últimos casos de origen varían en función del pH y de la actividad iónica; corresponden a bordes cristalinos, químicamente activos y representan el 20% de la carga total de la lámina.

La hidratación y deshidratación del espacio interlaminar son propiedades características de las esmectitas, cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Varía en función de la naturaleza del catión interlaminar y la carga de la lámina. El grado de hidratación está ligado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina. La absorción de agua en el espacio interlaminar separa las láminas dando lugar a la dilatación. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre las láminas, lo que contribuye a que el proceso de dilatación pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras.

La plasticidad se debe a que el agua forma una envoltura sobre las partículas laminares, produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y alta capacidad de dilatación. Generalmente, puede ser cuantificada mediante la determinación de los

índices de Atterberg (Límites: Líquido, Plástico y de Retracción). En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material.

La capacidad de absorción está directamente relacionada con características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos: absorción (fundamentalmente procesos físicos como retención por capilaridad) y adsorción (interacción de tipo químico entre el adsorbente arcilla y el líquido o gas adsorbido denominado adsorbato). Algunas arcillas pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales, encontrando aplicación en el sector de los absorbentes.

La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide al amasarlo y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se les deja en reposo, recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.

Las propiedades de la bentonita no dependen sólo del mineral esmectítico predominante; sino también, de su grado de cristalinidad y del tamaño de los cristales, entre otros aspectos. Por lo tanto, las propiedades pueden variar enormemente. Por lo anterior, las aplicaciones son amplias y las especificaciones para cada caso son muy particulares. Las diferentes industrias la utilizan en estado natural o activado y se comercializa en diferentes formas: en bruto, triturada o molida a diferentes mallas según el destino final.

La bentonita es uno de los minerales industriales con la más amplia variedad de usos y por sus posibilidades para obtener un alto valor agregado a través de su activación puede alcanzar en algunos casos valores de venta superiores a otros minerales. (Dana, 1959, p.365).

Existen tres minerales bentonitas en función del elemento dominante: bentonita potásica, bentonita sódica, bentonita cálcica. (Bonewitz, 2012, p. 200)

I.2 VARIEDADES COMERCIALES

Bentonita de sodio

La bentonita de sodio natural es una arcilla que se expande en contacto con el agua, formando una membrana impermeable si se encuentra confinada. Esta variedad contiene un alto nivel de iones de sodio, se expande cuando se moja, absorbe varias veces su peso seco en agua y puede aumentar hasta 12 veces su volumen. Debido a sus excelentes propiedades coloidales se utiliza a menudo en los lodos de perforación de pozos de petróleo y gas, y para la investigación geotécnica y ambiental.

La característica de expansión hace a la bentonita sódica útil como un sellador, y para poner en cuarentena a metales contaminantes de aguas subterráneas. También en la fabricación e impermeabilización de muros, formación de barreras impermeables para sellar y tapar pozos de agua y como revestimiento en la base de vertederos para evitar la migración de lixiviados.

Puede ser "emparedada" entre materiales sintéticos para crear revestimientos geosintéticos de arcilla. Esta técnica permite un transporte e instalación más cómodos y reduce en gran medida el volumen de bentonita sódica requerida. Modificaciones superficiales como la adición de polímeros mejoran algunas propiedades geológicas y el sellado en aplicaciones geoambientales.

Bentonita de calcio

Es una variedad en la que el catión intercambiable predominante es el calcio. No tiene la capacidad de expansión de la bentonita sódica, pero tiene propiedades absorbentes. Tiene la propiedad de adsorber gran cantidad de moléculas de proteínas de soluciones acuosas, por lo que se utiliza en el proceso de vinificación, en camas sanitarias para gatos y en la producción de alimentos para animales.

Es usada como adsorbente de iones en solución, así como en grasas y aceites. Es un ingrediente principal activo de la tierra fuller, probablemente uno de los principales agentes de limpieza industrial. La bentonita cálcica puede ser convertida a bentonita sódica para exhibir muchas de las propiedades de esta última a través del proceso conocido como “intercambio de iones". Comúnmente esto significa la adición de un 5-10% de una sal de sodio soluble, como carbonato de sodio para humedecer la bentonita, mezclando bien y dando tiempo para el intercambio de iones que se realizará y agua para eliminar el calcio intercambiado.

Algunas propiedades, como la viscosidad y la pérdida de líquido de suspensiones de la bentonita cálcica beneficiada en sodio (o bentonita sódica activada) pueden no ser totalmente equivalentes a la bentonita de sodio natural. Por ejemplo, el carbonato de calcio residual (formado de los cationes intercambiados no son lo suficientemente removidos) puede resultar en un rendimiento inferior al de la bentonita en revestimientos geosintéticos.

Especificaciones

Análisis de bentonita comercial

	Oeste de EU (Na)	Oeste de EU (Na)	Sur de EU (Ca)	Reino Unido (Ca)
	Fundición	**Bentonita pura**	**Fundición**	
SiO_2	63.59	61.3-64	62.12	55.2
Al_2O_3	21.43	19.8	17.33	13.7
Fe_2O_3	3.78	3.9	5.30	8.1
CaO	0.66	0.6	3.68	6.3
MgO	2.03	1.3	3.30	3.3
Na_2O	2.70	2.2	0.50	Traza
K_2O	0.31	0.4	0.55	0.6
TiO_2	NA	0.1	NA	0.7
Elementos traza	NA	3.2	NA	NA
Agua ligada	5.50	7.2	7.22	9.9

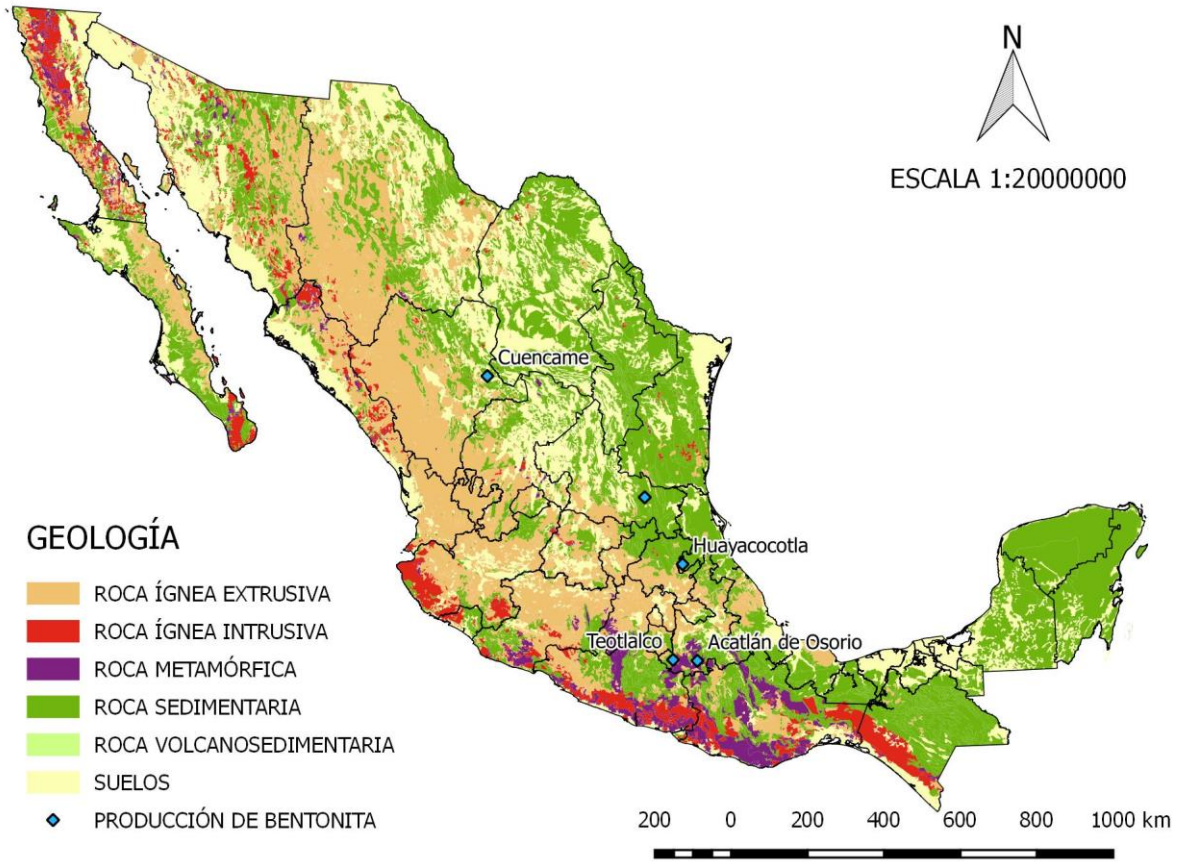
The Industrial Minerals & Handybook, 1999.

Bentonita en lodos de perforación

Requerimiento	API	OCMA
Lectura del dial del viscosímetro @ 600 rpm	30 minutos	30 minutos
Relación punto de fluencia/viscosidad plástica, máx.	3	6
Volumen filtrado, cm^3, máx.	15	16
Residuo > 75 µm máx.	4 % en peso	2.5 % en peso
Humedad, máx.	10 % en peso	13 % en peso

The Industrial Minerals & Handybook, 1999.

I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO[3]



Fuente: Dirección General de Desarrollo Minero, con datos del SGM y de la propia dependencia.

La producción de bentonita en México se localiza, principalmente, en tres provincias geológicas: Durango, San Luis Potosí, y Puebla. En 2019, la región minera con mayor potencial productor de bentonita fue Durango, con el 62% de la producción nacional; seguida a la distancia por Puebla, que participa con el 35% de la producción.

[3] Fuente: Servicio Geológico Mexicano (SGM)

Durango

El área de interés se localiza en la porción centro oriental del estado de Durango, a 75 km al S11°W de la Cd. de Gómez Palacio, Dgo., en terrenos del Ejido “Gral Severino Ceniceros”, Mpio. de Cuencamé, Dgo.

Ocurre dentro de la serie volcánica superior del Oligoceno y constituye 2 mantos pseudoestratificados de 1.5 m a 10 m de espesor. Los mantos están cubiertos normalmente por un encape de toba vítrea e ignimbrita y su longitud es muy variable comprendida entre los 100 m y los 1,000 m, presentando condiciones de continuidad a rumbo y echado, la cual queda interrumpida en ocasiones por fallas y erosión definiendo bloques aislados. Algunos de éstos pueden permanecer ocultos por depósitos recientes.

Los yacimientos más importantes en el área son bentonita cálcica y sódica. La bentonita es una roca arcillosa de color verde, rojizo o cremosa, en la cual la montmorillonita es el principal mineral constituyente y en menor proporción cristobalita, feldespato, cuarzo y zeolitas. El feldespato presente puede constituir también la fuente original de la bentonita. En los mantos de bentonita es frecuente la presencia de vetillas de sulfato de calcio (selenita). Según el informe consultado se tenía lo siguiente:

Leyes medias

SiO_2	66.75 - 70.18%
Al_2O_3	12.70 - 15.10%
CaO	0.88 - 2.95%
MgO	5.05%
Fe_2O_3	1.10 - 2.54%
K_2O	0.49 - 0.90%

Na_2O	2.15-2.47%
TiO_2	0.12-0.15%

Reservas

3.8 millones de ton posibles

2.1 millones de ton potenciales

San Luis Potosí

En el sureste de esta entidad, una de las secuencias del Cretácico superior presenta caliza arcillosa que alternan con delgados horizontes de lutita y bentonita, la cual es denominada Formación San Felipe, su localidad tipo está en El Rancho San Felipe que está localizado en el km 540 de la vía de ferrocarril Tampico-San Luis Potosí, su espesor varía de 50 a 130 m. Esta secuencia descansa concordantemente sobre la Formación Agua Nueva e infrayace a la Formación Méndez del Cretácico tardío que está representado por la Formación Méndez en la Estación Méndez del ferrocarril Tampico-San Luis Potosí, como una alternancia de margas, lutitas y horizontes bentoníticos con un espesor variable de 70 a 200 m. Cabe mencionar que ésta última formación infrayace a la Formación Velasco, que corresponde al Terciario inferior y a la cual definieron como una secuencia constituida por lutita y bentonita, cuya localidad tipo se encuentra en la Estación Velasco del ferrocarril San Luis Potosí-Tampico y subyace discordantemente a sedimentos del Reciente. El espesor de esta unidad varía de 20 a 150 m.

Puebla

- Área Acatlán de Osorio

El área de interés se localiza en la porción occidental del municipio del mismo nombre. El interés geológico-minero radica en la Formación Tehuitzingo (por posición estratigráfica se le ha asignado una edad Mioceno superior-Plioceno inferior).

Es relevante mencionar su importancia económica, ya que presenta lentes de tobas con características físico-químicas apropiadas para su explotación mediante un tratamiento de molienda, clasificación y activación previa. Sus afloramientos se encuentran principalmente asociados a los cuerpos volcánicos, los horizontes tobáceos bentonitizados afloran igualmente repartidos, como es el caso de los depósitos del Cerro de La Soledad, Angostura, Palomas, Tehuixtla, Rincón Chiquito, Palomas y Cerro Gordo.

El afloramiento de la Formación Tehuitzingo dentro de esta región es en general formando cuerpos tabulares subhorizontales claramente estratificados y seccionados por la erosión. La explotación de bentonita es a muy pequeña escala y de manera intermitente. Por lo que se considera un área con potencial económico para la extracción de bentonita.

- Área Teotlalco

A través de un contrato de exploración y evaluación geológico-minera entre el Gobierno del Estado de Puebla y el Servicio Geológico Mexicano, con el objeto de evaluar los recursos minerales de la Mixteca Poblana en beneficio de las comunidades que habitan esta región, se realizó una evaluación del yacimiento de

bentonita del área Teotlalco, en el municipio del mismo nombre, el cual arrojó los siguientes resultados:

Análisis químicos

SiO_2	62.20%
Al_2O_3	13.54%
Na_2O	1.92%
K_2O	2.13%
CaO	2.21%
MgO	1.59%

Reservas positivas

218,750 toneladas

El tonelaje se refiere únicamente al banco en explotación. Esta bentonita es llevada a la ciudad de Puebla, dándole una aplicación en perforación de pozos de agua. Asimismo, se realizaron trabajos de exploración geológico-minera, encontrándose manifestaciones en forma errática de horizontes con contenidos de material arenoso. Con los estudios realizados y los valores obtenidos, se deduce que este tipo de material puede ser usado como decolorante y alimento (aglutinado).

I.4 PROCESO DE OBTENCIÓN[4]

Minado

Almacenamiento de mineral

Trituración

Secado

Molienda final

Almacenamiento, empaque y embarque

[4] López Aburto, Víctor M. (2013) *Diseño de Operaciones Mineras a Cielo Abierto*. México: Facultad de Ingeniería UNAM

MINADO

El método de minado más común de la bentonita es a cielo abierto, el cual involucra la remoción de materiales superficiales que sobreyacen en el yacimiento con el objetivo de exponer el mineral y tener el acceso para su extracción. Las capas de bentonita se deben quitar cuidadosamente para evitar que sea contaminada. Para ello se utilizan buldozers, rascadores, excavadoras y una combinación de este tipo de equipos para remover la capa superficial sobre el yacimiento, la cual es primeramente removida y separada en montones para redistribuirla durante el cierre de la mina y la recuperación del terreno a futuro.

Después que la bentonita es removida, la capa de recubrimiento del área adyacente es colocada en el área que quedó vacía y la secuencia continúa con el minado. Por medio del equipo minero antes mencionado, se realiza la extracción de bentonita y se cargan los camiones para transportarla a las instalaciones de procesamiento.

La mayoría de las bentonitas minadas tienen una humedad entre 25 y 35% en peso. El procesamiento usualmente requiere la combinación de secado al aire libre (en regiones áridas puede reducir la humedad a menos de 12%) y en planta.

ALMACENAMIENTO DE MINERAL

La bentonita es extraída y almacenada en los patios de la mina, con el fin de ser “secada al aire libre” para eliminar aproximadamente el 50% de la humedad, reducir el acarreo y los costos de secado final.

Después, mediante cargadores frontales el mineral es cargado en camiones que lo transportan a las plantas de procesamiento y lo almacenan en montones, divididos en diferentes tipos y calidades de bentonita.

De las pilas de almacenamiento, la bentonita es transportada a un secador rotatorio para reducir el contenido de humedad.

TRITURACIÓN

Después del secado el mineral de bentonita es pasado a través de una combinación de trituradoras y molinos de rodillo con el objeto de reducir el tamaño del grano del mineral y prepararlo para la siguiente etapa, utilizando mallas para la clasificación por tamaños.

SECADO

Generalmente se agrega soda ash (carbonato de sodio anhidro) antes del secado al aire o en planta. En el primer caso se agrega en pilas o sobre el mineral que ha sido extendido para ser secado. Las adiciones de soda ash en planta son para mojar la bentonita usando un mezclador de paletas para distribuir uniformemente los componentes. Se agrega agua para mejorar la reacción entre la soda ash y la bentonita, pero no se debe usar en exceso debido a los altos costos de secado asociados a la alta humedad. La soda ash sirve para mejorar las propiedades de dilatación de la bentonita. Las humedades típicas del producto final se encuentran entre 7 y 12% en peso aproximadamente.

A continuación, la bentonita se procesa a través de secadores rotatorios de carbón o gas, en adición a los calcinadores para reducir el contenido de humedad. El control de la temperatura en el secador es importante porque muchas de las propiedades

de la bentonita pueden ser destruidas si se aplica demasiado calor. Como resultado del secado, la bentonita tiene aproximadamente entre 5 y 20 % de humedad.

MOLIENDA FINAL

Consiste en la reducción del tamaño de partícula de acuerdo a las aplicaciones. Una etapa de molienda fina adicional reduce más el tamaño de la partícula a menos de 20 µm. Donde se requieren tamaños de partícula extremadamente fina, se usa la clasificación por aire durante o después de la molienda como una etapa separada de procesamiento.

Se agregan directamente polímeros para mejorar la viscosidad y perder fluido antes o después de la molienda. La adición de polímeros varía dependiendo de la aplicación, pero los niveles entre 0.25 y 1.50 lb (0.1 a 0.7 kg) por ton de arcilla son típicos. Las largas cadenas de polímeros solubles en agua son comúnmente usadas para mejorar el funcionamiento de bentonitas. El producto de bentonita es pulverizado y manufacturado de acuerdo a las especificaciones del cliente.

ALMACENAMIENTO, EMPAQUE Y EMBARQUE

Después del procesamiento, la bentonita es almacenada y posteriormente envasada en contenedores de plástico o papel reforzado para ser embarcada y distribuida en el mercado por ferrocarril, camión o barco. El envío también puede ser a granel.

I.5 PRINCIPALES USOS

En la industria petrolera es utilizada para fabricar lodos de perforación, incrementar su viscosidad e impartir dilatancia a los mismos, recubre y estabiliza las paredes del pozo, ayuda a la lubricación de las barrenas y garantiza la extracción de escombros a la superficie.

Se utiliza en la fabricación de moldes para fundición. Las arenas de moldeo están compuestas de arena y arcilla, generalmente bentonita, que proporciona cohesión y plasticidad a la mezcla, facilitando su moldeo y dando resistencia para conservar su forma adquirida después de retirar el molde y mientras se vierte el material fundido. Se utilizan en fundición de acero, hierro y no ferrosos.

Funciona como agente aglutinante en la producción de pellets de hierro, material previamente pulverizado durante las etapas de separación y concentración. Da resistencia tras la calcinación.

En la clarificación de vinos y jugos debido a su bajo costo, ser inerte, inalterable, de fácil aplicación y notable acción estabilizadora sobre el vino. Tiene gran capacidad de absorción y adsorción, por lo que se emplea también en la decoloración y clarificación de aceites, sidras y cervezas, así como en purificación de aguas que contengan aceites industriales y contaminantes orgánicos y como soporte de productos químicos como herbicidas, pesticidas e insecticidas dando una distribución homogénea del producto tóxico.

Como material de sellado de residuos tóxicos y peligrosos; radiactivos de baja, media y alta actividad. También se utilizan en mezclas de suelos para disminuir su permeabilidad impidiendo el escape de gases o lixiviados que han sido generados en el depósito. En barreras de permeabilización basadas en geomembranas

(impermeable) y geotextiles (permeable) permite a la bentonita hincharse produciendo la barrera de sellado compactada.

En forma de carga en jabones por su poder emulsionante o por su afinidad por las partículas carbonatadas al efecto detergente debido a la suspensión viscosa del gel que contiene. Permite una rápida dispersión en el agua por el contenido de arcilla en estado coloidal que contiene. Ablanda las aguas duras y corrige el exceso de álcalis del jabón realizando un efecto autoprotector sobre los tejidos.

En ingeniería civil, para cementar fisuras y grietas de rocas, absorbiendo la humedad para impedir que ésta produzca derrumbamiento de túneles o excavaciones, para impermeabilizar trincheras y estabilización de charcas. En excavaciones para proveer soportes de paredes no mecánicos y en una gran variedad de materiales de construcción, incluyendo ladrillos, cemento portland, productos de yeso, caños para cloacas y azulejos. Aumenta la capacidad del cemento para ser trabajado y su plasticidad; en creación de barreras impermeables en torno a barreras en el suelo; proporciona seguridad en el caso de rotura de cables enterrados en tomas de tierra.

Tiene aplicación en la preparación de alimentos para animales, como adsorbente de toxinas y como aglutinante en procesos de peletización o formación de gránulos y aditivo nutricional y actúa como promotor del crecimiento. Sirve de soporte para vitaminas, sales minerales, antibióticos y de otros aditivos. En la alimentación de aves incrementa la producción de huevos, su tamaño y endurece el cascarón. Impide la proliferación de hongos causados por humedad y temperatura. Como aglutinante, no transmite sabor ni olor a los alimentos. En su función de aditivo nutricional, favorece la interacción con proteínas, péptidos y aminoácidos, mejorando los rendimientos zootécnicos.

Como catalizador en procesos químicos, en reacciones de desulfuración de gasolina, isomerización de terpenos, polimerización de olefinas y cracking de petróleo.

Se usa como excipiente por la industria farmacéutica debido a que no es tóxica ni irritante. Por no poder ser absorbida por el cuerpo humano se utiliza para elaborar preparaciones tópicas y orales, así como adsorbente, estabilizante, espesante, agente suspensor y modificador de viscosidad.

También es utilizado como abrasivo (formador de escoria y auxiliar de extrusión), absorbente (en cama de mascotas y material desecante) y portador de pesticidas.

En la agricultura, para mejorar las propiedades de suelos arenosos, recubrir semillas con el fin de aumentar su tamaño, facilitar su distribución mecánica y mejorar la germinación. En pesticidas ampliamente usada como transportador en seco y diluyente.

En aplicaciones cerámicas como agente de suspensión y plastificante en vidrios. En porcelanas eléctricas como un plastificante que incrementa la resistencia en seco y quemado y reduce la absorción.

Para la fabricación de pinturas tixotrópicas e impermeables, así como en la manufactura de grasas, lubricantes, plásticos y cosméticos para hincharse y dispersarse en disolventes orgánicos y utilizarse como agentes gelificantes y emulsionantes.

En la industria papelera para desteñir el papel reciclado, clarificar aguas, como auxiliar de retención, cubierta y papel de copia sin carbón. Para desarrollar color en

leucocolorantes y en papeles autocopiante se utilizan bentonitas activadas con ácido.

Entre otras aplicaciones se encuentran las siguientes: En electrodos para soldadura como estabilizadores de arco y la reducción del gas en películas plásticas.

I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO

En el Artículo 4 de la Ley Minera, en el párrafo VI, queda especificado que se sujetarán a ésta, entre otros minerales, los productos derivados de la descomposición de las rocas cuando su explotación requiera de **trabajos subterráneos**. Sin embargo, cuando la explotación se realice por medio de **trabajos a cielo abierto**, los productos derivados de la descomposición de las rocas quedarán exceptuados de la aplicación de la referida Ley, conforme se estipula en su artículo 5, párrafo V.

I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

NORMAS NACIONALES (normas mexicanas)

CLAVE	DESCRIPCIÓN
NMX-L-144-SCFI-2003	Exploración del petróleo - bentonita empleada en fluidos de perforación, terminación y mantenimiento de pozos petroleros - especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-L-144-1995-SCFI).
NOM-004-CONAGUA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

NORMAS INTERNACIONALES

American Petroleum Institute de Estados Unidos

CLAVE	DESCRIPCIÓN
API Spec 13A	Especificación para materiales fluidos de perforación.
ISO 13500:2009	Industrias de gas natural y petróleo — Fluidos de perforación — Especificaciones y pruebas.
ISO 10769:2011	Especifica un método para determinar la absorción de agua de bentonita.

Normas ASTM de Estados unidos

CLAVE	DESCRIPCIÓN
ASTM D5890-06	Método para determinar el índice de dilatación de los componentes minerales de arcilla de revestimientos geosintéticos de arcilla.

I.8 GRAVACIÓN ARANCELARIA DE LA BENTONITA EN EL MARCO DE LOS ACUERDOS DE LIBRE COMERCIO.

FRACCIÓN	MÉXICO EU CANADA	MÉXICO COLOMBIA VENEZUELA	MÉXICO CHILE	MÉXICO BOLIVIA	MÉXICO COSTA RICA	MÉXICO NICARAGUA	MÉXICO UNIÓN EUROPEA	MÉXICO ISRAEL	MÉXICO GUATEMALA HONDURAS EL SALVADOR	MÉXICO AELC	MÉXICO URUGUAY	MÉXICO JAPÓN	RESTO DEL MUNDO IMPORTACIÓN EXPORTACIÓN
Bentonita (montmorillonita).													
25081001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0 0

Notas: 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.

El Tratado de Libre Comercio entre México, Colombia y Venezuela, firmado el 13 de junio de 1994, quedó sin efectos entre México y Venezuela a partir del 19 de noviembre de 2006, según el Diario Oficial de la Federación del 17 de noviembre de 2006.
Exenta de arancel de importación a partir del 1 de enero de 2010 (Art. 2 Decreto DOF 24/XII/2008).

Fuente: www.gob.mx/se/

II. MERCADO

II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL[5]

Los principales mercados de la bentonita son Norteamérica, Asia y Europa. El patrón de consumo varía dependiendo de las necesidades locales y del grado de industrialización. La demanda mundial de bentonita se ha dado principalmente en productos como arena de fundición, filtros y decoloración de aceites comestibles, aceites industriales, disolventes y productos químicos, así como en la peletización del mineral de hierro y en la industria de la construcción. En Asia, principalmente en China, y en América del Sur, su demanda es para la peletización de mineral de hierro y las arenas de fundición.

A nivel global, China produce el 31% de la producción de bentonita, seguido de Estados Unidos con el 26%, y de Turquía y Grecia, quienes producen el 8% y el 7.7%, respectivamente.

En 2019, Estados Unidos produjo 4.7 millones de toneladas de bentonita, teniendo como usos principales las arenas para desechos de mascotas (52%), y los lodos de perforación (31%). En relación a las exportaciones, éstas se redujeron un 3% con respecto a 2018, para llegar a las 820 mil toneladas, siendo Canadá, Japón y México los principales destinos.

[5] La información recabada en el presente apartado fue tomada del *Mineral Commodity Summaries*, 2020. Los datos se presentan en miles de toneladas métricas, a menos de que se indique lo contrario.

Producción mundial
(Miles de toneladas)

País	2018	2019p/
Estados Unidos	4,670	4,700
Brasil	520	520
China	5,600	5,600
República Checa	277	280
Alemania	395	390
Grecia	1,360	1,400
India	800	810
Irán	360	360
México	265	24
España	175	180
Turquía	1,500	1,500
Ucrania	110	110
Otros países	2,230	2,200
Total mundial (redondeado)	**18,262**	**18,074**

Fuente: Mineral Commodity Sumaries, 2020.
e/ Estimado

Las principales empresas productoras a nivel global son: *AMCOL* de los Estados Unidos, la cual es el mayor productor de bentonita en el mundo, con una capacidad de más de 2 millones de toneladas anuales; en Europa, destacan *S&B Industrial Minerals*, de Grecia, y *Sud-Chemie*, de Alemania, cada una con una capacidad de más de 1 millón de toneladas anuales.

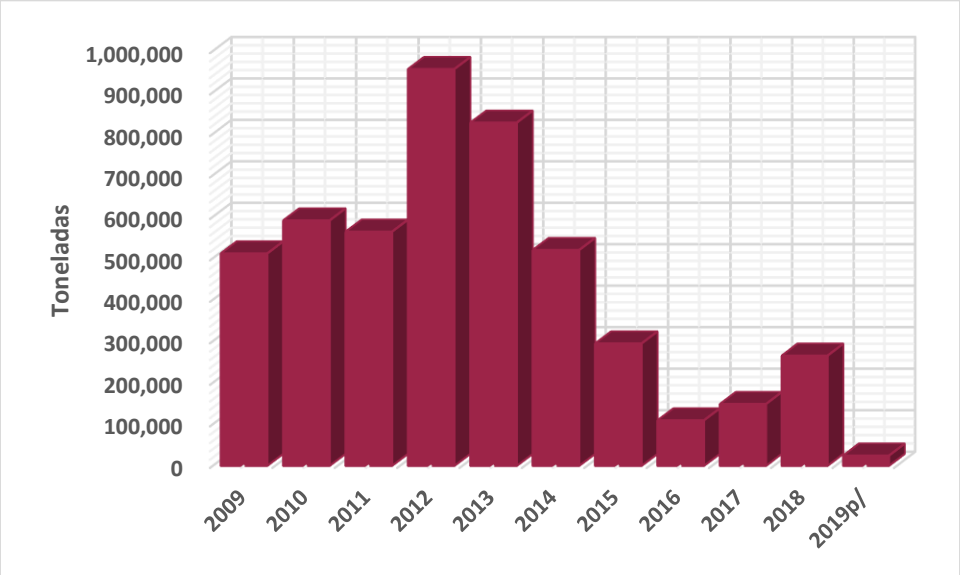
La demanda de bentonita está estrechamente vinculada a la actividad de la perforación de pozos y ésta, a la industria del petróleo y el gas. La exploración de petróleo fomenta el alza de precios y el uso de la bentonita y otros minerales. Asimismo, las variaciones en consumo dependen, en parte, de los tipos que se producen localmente y del grado de industrialización. En las economías en desarrollo, las aplicaciones son en la industria del hierro y el acero, principales impulsores de la demanda; mientras que en las economías maduras, predomina su uso en las arenas para mascotas.

En términos del cuidado del medio ambiente, en los últimos 40 años, el 70% de las fundidoras de los países desarrollados cerraron y migraron hacia los mercados en desarrollo del continente asiático, como resultado de los altos costos de producción, regulaciones ambientales, así como impuestos a la emisión de residuos contaminantes y a la energía, volviendo a las fundidoras incompetentes.

Para contrarrestar esta tendencia, los países desarrollados establecieron una unidad de fundiciones que se encarga de la reducción y recuperación de las emisiones: un avance importante en términos del cuidado del medio ambiente ha sido la eliminación de los solventes de hidrocarburos aromáticos en sistemas de poliuretano, que son ampliamente utilizados en entornos de alta producción.

II.2 MERCADO NACIONAL

PRODUCCIÓN DE BENTONITA EN MÉXICO
(2009-2019)



Fuente: *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada*, SE

La producción nacional de bentonita, en 2019, fue de 24.3 mil toneladas, lo que representa una caída del 91% si se le compara con 2018, lo cual se explica por la fuerte caída en la producción del estado de Durango; en este sentido, la producción aún se encuentra lejos del nivel alcanzado en 2012 (956 mil toneladas), año que representa el pico de la producción en la última década.

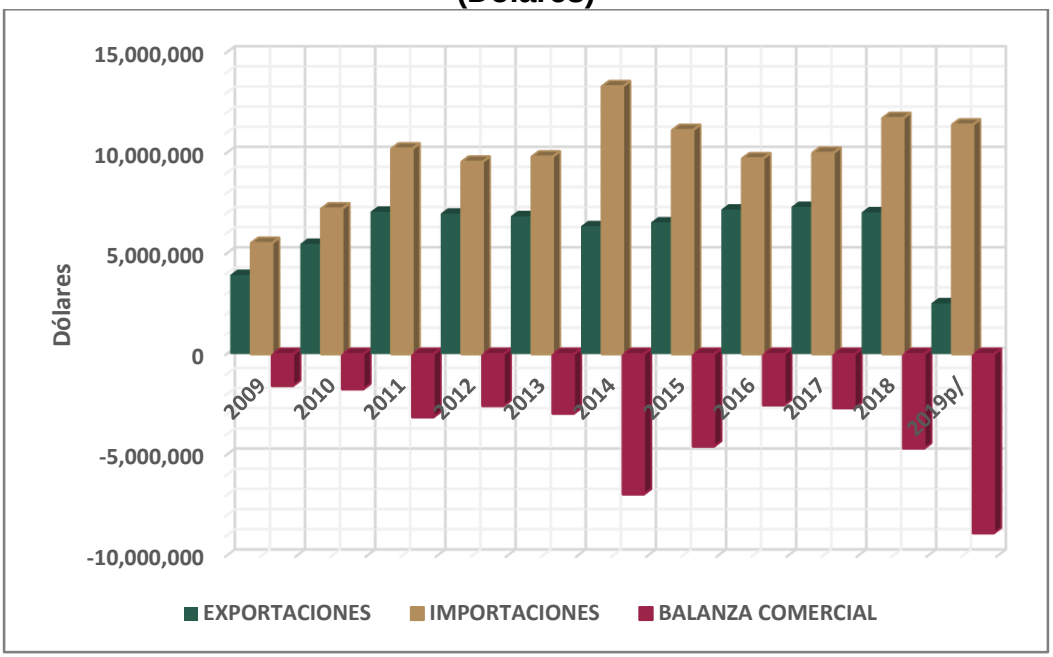
Estados	2019 (Toneladas)
Durango	14,992
Puebla	8,500
San Luis Potosí	-
Jalisco	829
Total	**24,321**

Fuente: Anuario estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2019.

La producción nacional se distribuye de la siguiente forma: 62% en el estado de Durango; 35% en Puebla; y 3% en el estado de Jalisco. La principal demanda de bentonita en México se destina para la perforación de pozos.

II.3 COMERCIO EXTERIOR

BALANZA COMERCIAL DE LA BENTONITA
2009-2019
(Dólares)

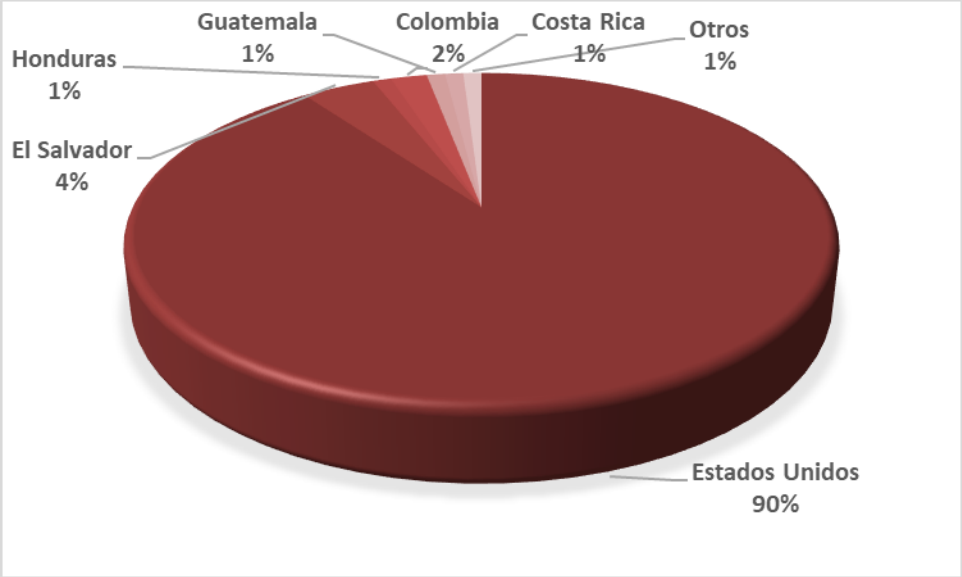


Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. (SGM)

Balanza comercial

La balanza comercial de bentonita ha presentado saldos negativos en la última década. En el 2019, las exportaciones sumaron 2.5 millones de dólares y las importaciones 11.4 millones de dólares, lo que arroja un déficit comercial de 8.8 millones de dólares.

EXPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA EN EL 2019
POR PAÍS DE DESTINO
(2.5 millones de dólares)



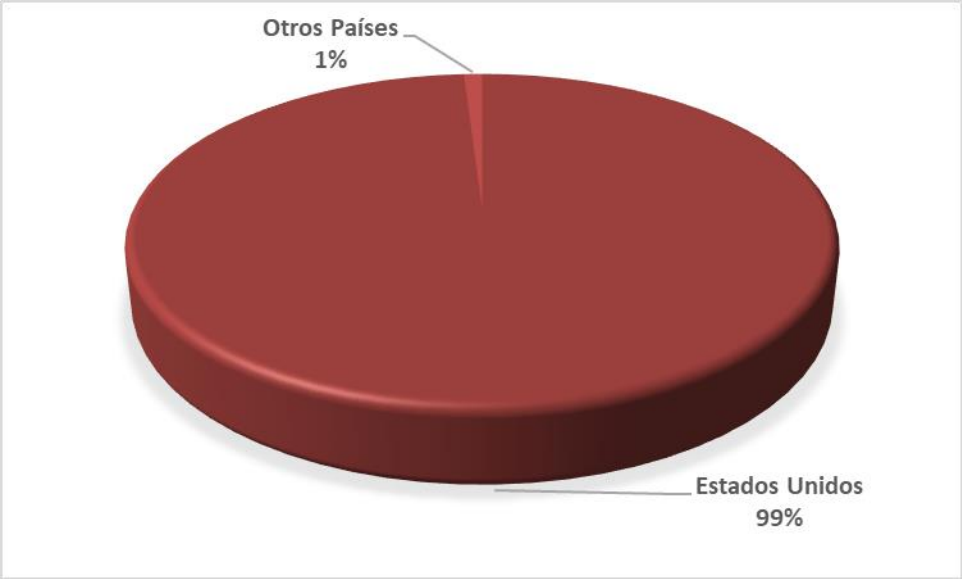
Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. (SGM)

Exportaciones

Las exportaciones de bentonita, en el 2019, alcanzaron los 2.5 millones de dólares y un volumen de 13 mil toneladas; en el periodo de 2009 al 2019 la tasa anual de crecimiento, en términos de volumen exportado, ha sido negativa en un 5%.

Las exportaciones mexicanas, en términos de valor, se dirigen principalmente hacia Estados Unidos, y hacia el mercado centroamericano.

IMPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA EN EL 2019
(11.4 millones de dólares)



Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. (SGM)

Importaciones

Las importaciones de bentonita, en el 2019, sumaron 11.4 millones de dólares; este monto representa una reducción del 2.7% en relación a las importaciones en el año anterior. En el periodo de 2009 al 2019 se registró una tasa anual de crecimiento del 7.5% en su valor en dólares.

En términos de volumen, las importaciones de bentonita representaron 43.2 mil toneladas. Éstas proceden, principalmente, de los Estados Unidos, quienes aportan el 99% del volumen adquirido.

II.4 COMERCIALIZACIÓN

1. Pequeños productores → Grandes empresas productoras → Consumidor final

Existen pequeños mineros de bentonita que venden el mineral a granel y en sacos a las grandes empresas, las cuales cuentan con minas y plantas propias, quienes la procesan y venden al consumidor final en sacos o a granel.

2. Grandes empresas productoras → Consumidor final

Las grandes empresas productoras cuentan con minas y plantas propias, por lo que procesan y venden el mineral al consumidor final en sacos o a granel.

El transporte del producto se realiza por carretera, tren o barco, según sea el caso: consumidor nacional o del extranjero.

III. CONCLUSIONES

El mercado de la bentonita en nuestro país provee, principalmente, a la industria de la perforación de pozos en el sector petrolero. En este sentido, la producción nacional tuvo una fuerte caída en 2019, debido a la baja que tuvo la producción en el estado de Durango.

En este sentido, el destino de esta industria está intrínsecamente ligado al desarrollo y el crecimiento del sector petrolero. En un contexto de recesión económica y caída en el precio del crudo, sería prudente que los productores buscarán diversificar su oferta, a fin de proveer a otros sectores económicos en el mercado nacional o buscar diversificar sus mercados, si es que se incrementa la producción destinada a la exportación.

BIBLIOGRAFÍA

Dana H. (1959) *Manual de Mineralogía* (2ª ed.) México: Reverté S.A.

Louis Bonewitz, Ronald (2012) *Nature Guide: Rocks and Minerals* Barcelona España: Ediciones Omega.

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

Servicio Geológico Mexicano, SGM (2018), *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2017*, México: SGM.

MESOGRAFÍA

Potencial Geológico Minero de la bentonita. (s.f.). Recuperado el 11 de abril de 2017, de http://portalweb.sgm.gob.mx

Servicio Geológico Mexicano (SGM), https://www.sgm.gob.mx

ANEXO ESTADÍSTICO

CUADRO 1
BALANZA COMERCIAL DE LA BENTONITA 2009-2019
DÓLARES

CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
EXPORTACIONES	3,938,791	5,484,456	7,081,357	6,987,539	6,860,985	6,359,565	6,554,194	7,188,472	7,322,078	7,054,080	2,527,991
IMPORTACIONES	5,519,536	7,232,848	10,216,790	9,564,190	9,816,688	13,315,461	11,137,945	9,727,149	10,006,424	11,734,535	11,410,340
BALANZA COMERCIAL	-1,580,745	-1,748,392	-3,135,433	-2,576,651	-2,955,703	-6,955,896	-4,583,751	-2,538,677	-2,684,346	-4,680,455	-8,882,349

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares

CUADRO 2
EXPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA 2009-2019

FRACCIÓN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2508.10.01 Bentonita											
Dólares	3,938,791	5,484,456	7,081,357	6,987,539	6,860,985	6,359,565	6,554,194	7,188,472	7,322,078	7,054,080	2,527,991
Toneladas	22,512	21,814	21,678	15,845	13,900	7,800	7,259	12,928	20,270	19,395	13,118

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares

CUADRO 3 EXPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA POR PAÍS DE DESTINO 2009-2019 DÓLARES											
PAÍS	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019p/**
ESTADOS UNIDOS	1,685,418	2,280,331	2,158,485	2,685,445	3,920,606	2,246,713	2,662,083	2,685,799	4,246,857	3,401,699	2,283,229
PAISES BAJOS	0	0	0	0	177,529	865,574	1,337,457	400,700	776,615	680,000	0
BELGICA	0	0	0	0	91,159	573,091	236,396	55,072	0	0	0
VENEZUELA	152,773	609,887	1,258,443	637,632	336,839	483,939	137,518	252,244	139,056	93,567	0
HONDURAS	448,495	560,476	378,340	440,047	406,609	438,699	573,135	474,647	396,278	390,223	30,767
ARGENTINA	41,860	111,877	314,908	276,167	311,209	325,523	116,858	92,557	66,210	39,292	0
COLOMBIA	100,314	124,224	332,276	278,615	230,835	298,760	252,846	256,431	294,402	393,898	57,509
GUATEMALA	98,932	123,075	100,127	179,510	165,165	233,914	59,420	275,062	84,090	216,803	28,095
COSTA RICA	25,401	67,764	39,883	35,108	160,349	190,322	144,052	219,044	207,017	323,412	26,237
BRASIL	0	10,126	13,808	23,114	8,831	183,691	94,136	159,608	31,319	108,030	0
OTROS	1,385,598	1,596,696	2,485,087	2,431,901	1,051,854	519,339	940,293	2,317,308	1,080,234	1,407,156	102,154
Total	**3,938,791**	**5,484,456**	**7,081,357**	**6,987,539**	**6,860,985**	**6,359,565**	**6,554,194**	**7,188,472**	**7,322,078**	**7,054,080**	**2,527,991**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares.

CUADRO 4
EXPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA POR PAÍS DE DESTINO 2009-2019
TONELADAS

PAÍS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
ESTADOS UNIDOS	2,812	2,499	2,263	2,434	7,348	1,474	2,601	7,062	15,356	13,530	12,339
PAISES BAJOS	0	0	0	0	50	244	374	212	513	258	0
BELGICA	0	0	0	0	24	151	60	16	0	0	0
VENEZUELA	751	2,700	4,024	2,320	1,596	1,651	262	476	395	280	0
HONDURAS	1,062	1,321	1,271	1,415	1,109	1,325	1,797	1,542	1,306	1,236	100
ARGENTINA	72	215	548	386	457	432	176	154	108	88	0
COLOMBIA	795	572	930	808	550	708	542	680	821	1,103	165
GUATEMALA	322	416	260	341	336	346	141	775	280	687	130
COSTA RICA	67	95	193	105	223	531	459	633	738	1,119	101
BRASIL	0	21	18	50	19	160	82	197	57	126	0
OTROS	16,631	13,975	12,171	7,986	2,189	777	765	1,181	696	2,204	283
Total	**22,512**	**21,814**	**21,678**	**15,845**	**13,900**	**7,800**	**7,259**	**12,928**	**20,270**	**20,631**	**13,118**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares.

CUADRO 5

IMPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA 2009-2019

FRACCIÓN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2508.10.01 Bentonita											
Dólares	5,519,536	7,232,848	10,216,790	9,564,190	9,816,688	13,315,461	11,137,945	9,727,149	10,006,424	11,734,535	11,410,340
Toneladas	15,898	31,550	49,717	40,208	35,397	44,012	35,461	35,265	37,236	46,258	43,241

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares.

CUADRO 6											
IMPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA POR PAÍS DE ORIGEN 2009-2019											
DÓLARES											
PAÍS	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019p/**
ESTADOS UNIDOS	4,587,428	6,553,011	9,753,009	8,921,300	8,864,116	12,856,826	10,256,897	9,023,770	8,913,287	11,152,484	11,357,270
CHINA	188,310	261,304	256,030	388,907	422,457	366,115	342,617	385,081	326,168	314,619	46,264
JAPON	47	9,001	437	3,150	16,256	40,988	7,124	5,172	266,165	25,921	0
ALEMANIA	30,886	21,465	23,373	30,653	19,270	20,015	36,933	47,735	242,626	73,403	5,945
REINO UNIDO	5,750	13,778	6,728	11,580	7,668	12,986	11,005	8,507	5,046	11,009	0
ESPAÑA	18,493	42,925	34,627	18,960	40,566	5,792	171,327	13,448	30,134	4,479	0
TAIWAN	0	0	0	17	1,055	5,295	4	299	6,140	0	0
TURQUIA	20	49,506	1,321	0	0	2,527	1,400	5,550	6,370	3,350	0
FRANCIA	6	82	734	1	1,897	2,392	350	145	398	1,858	466
ITALIA	47,947	914	3,737	2,120	126,673	981	759	1,655	5,250	5,413	395
OTROS	640,649	280,862	136,794	187,502	316,730	1,544	309,529	235,787	204,840	141,999	0
TOTAL	**5,519,536**	**7,232,848**	**10,216,790**	**9,564,190**	**9,816,688**	**13,315,461**	**11,137,945**	**9,727,149**	**10,006,424**	**11,734,535**	**11,410,340**
Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.											
p/ cifras preliminares.											

CUADRO 7 IMPORTACIONES MEXICANAS DE BENTONITA POR PAÍS DE ORIGEN 2009-2019 TONELADAS											
PAÍS	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019p/**
ESTADOS UNIDOS	14,794	30,659	49,019	39,291	33,799	43,185	33,862	34,381	36,323	45,392	43,170
CHINA	373	581	569	766	932	793	734	774	690	683	69
JAPON	0	15	0	0	0	1	0	0	16	0	0
ALEMANIA	14	17	10	11	7	6	7	11	32	20	2
REINO UNIDO	5	8	8	4	5	7	5	4	4	11	0
ESPAÑA	33	101	102	43	91	12	636	38	83	11	0
TAIWAN	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TURQUIA	0	66	0	0	0	3	1	3	5	5	0
FRANCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITALIA	120	0	1	2	112	1	0	0	2	0	0
OTROS	559	103	8	90	451	3	216	54	81	136	0
TOTAL	**15,898**	**31,550**	**49,717**	**40,208**	**35,397**	**44,012**	**35,461**	**35,265**	**37,236**	**46,258**	**43,241**
Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía.											
p/ cifras preliminares.											

CUADRO 8
CONSUMO NACIONAL APARENTE DE BENTONITA 2009-2019
TONELADAS

CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
PRODUCCIÓN	511,430	590,998	563,795	956,224	826,887	519,625	294,236	109,176	148,475	264,800	24,321
IMPORTACIONES	15,898	31,550	49,717	40,208	35,397	44,012	35,461	35,265	37,236	46,258	43,241
EXPORTACIONES	22,512	21,814	21,678	15,845	13,900	7,800	7,259	12,928	20,270	19,395	13,118
CNA	**504,816**	**600,734**	**591,835**	**980,587**	**848,384**	**555,837**	**322,438**	**131,513**	**165,441**	**291,663**	**54,444**

Fuente:
Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. Secretaría de Economía.
p/ cifras preliminares