

Bentonita: mineral disponible en Durango con sorprendentes aplicaciones en ingeniería

González Lozano, M.A.*, Ponce Peña, P., Núñez Ramírez, D. M., Rodríguez Muñoz, N. A.
Universidad Juárez del Estado de Durango, FCQ Campus Durango
E-mail: azucena.gonzalez@ujed.mx

Una de las actividades económicas primordiales del Estado de Durango es la minería, tanto de minerales metálicos como de no metálicos. Con respecto a los minerales no metálicos, se destaca en la producción de bentonita, mármol y fluorita. En 2018, Durango destacó como la región minera con mayor potencial productor de bentonita en México, con el 92% de la producción nacional; seguida por San Luis Potosí con el 5% y por Puebla, que contribuye con el 3% de la producción [1]. La bentonita es arcilla de tamaño de partícula muy fino, formada por minerales del grupo de la esmectita, los cuales son básicamente, aluminosilicatos cuya estructura cristalina está compuesta por capas de grupos tetraédricos de óxido de silicio y grupos octaédricos de hidróxido de aluminio, ligados unos con otros; la Fig. 1 presenta la representación esquemática de la estructura de la bentonita [2]. Es clasificada en sódica y cálcica, con base en el catión predominante en el espacio interlamina 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 [3].

Las propiedades de las bentonitas dependen principalmente de su estructura, tamaño de partícula y los cationes entre capas. Dichas propiedades condicionan su aplicación, pero podemos decir que son sorprendentes y muy variadas, las diferentes industrias las utilizan en estado natural o activado. También se comercializan en diferentes formas: en bruto, triturada, molida en diferentes mallas según el destino final, o activadas. A continuación, se citan algunas de las aplicaciones más comunes.

En la industria metalúrgica, la bentonita tiene principalmente dos aplicaciones: como aglutinante en la elaboración de moldes de arena para fundición y, en la aglomeración de pellets de concentrados de hierro para la fabricación de acero. En estas aplicaciones se aprovecha que la superficie de la bentonita es iónica y en presencia de agua, crea un recubrimiento pegajoso, que aglutina las partículas tanto de arena como de concentrados, impartiendo resistencia mecánica cuando el agua se evapora [4]. La capacidad de intercambio iónico en bentonitas se debe fundamentalmente a la propiedad de reemplazar los cationes interlaminares, débilmente ligados a su estructura, por otros cationes diferentes, cuando estos últimos se encuentran en solución acuosa. Por ello, han sido estudiadas para la remoción de fenoles, arsénico, zinc, cobre, níquel, plomo, cromo, cadmio, tetraciclina y ciprofloxacina y pesticidas, en aguas contaminadas [4]. Así mismo, las bentonitas en solución acuosa, presentan un comportamiento no newtoniano, actuando como agentes tixotrópicos, es decir, la viscosidad disminuye al ser agitados o sometidos a un esfuerzo cortante y luego recuperan su estado más viscoso una vez que el esfuerzo cesa. Por dicha característica, se utilizan en ingeniería civil como material de soporte y lubricante en muros de diafragma y cimientos, en túneles, y en perforación direccional. Para ésta última aplicación se usan lodos de perforación, los cuales son los fluidos bombeados que circulan a través del pozo mientras este es perforado, las funciones de la bentonita son para sellar y estabilizar las paredes del pozo, lubricar el cabezal de corte, enfriar la herramienta de perforación, extraer el escombros y limpiar el fondo del pozo [4].

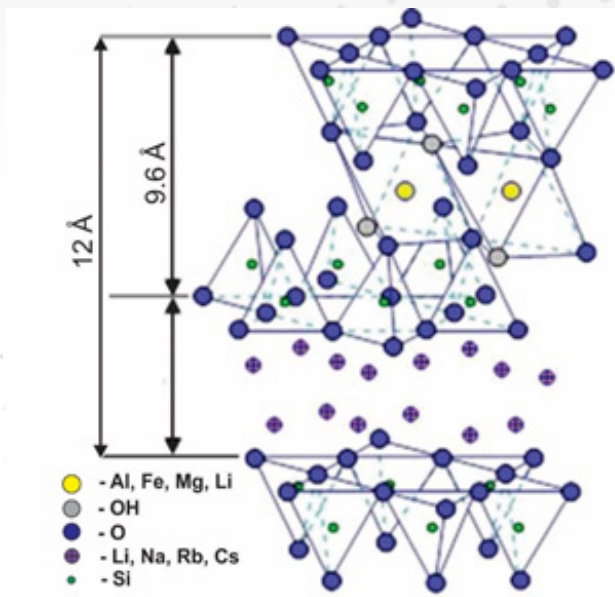


Fig. 1. Estructura cristalina de la bentonita [2].



Fig. 2. Probetas cilíndricas de BTC.



Fig. 3. Pellets de bentonita-mucílago de nopal-cemento.



Otras aplicaciones en las cuales se aprovecha la capacidad de absorción y adsorción de las bentonitas se incluyen: la fabricación de arena para gatos, eliminación de impurezas durante el procesamiento de aceites y grasas comestibles (aceite de soja / palma / canola), en bebidas como la cerveza, el vino y el agua mineral, y en productos como el azúcar o la miel, la bentonita se utiliza como agente clarificante [4].

En los últimos años, el uso de bentonitas en la industria farmacéutica ha cobrado relevancia. Como excipientes, se emplean normalmente como estabilizantes y agentes de suspensión en la preparación de geles, ungüentos y cremas, para preparados de administración oral y tópica, y las interacciones borde-cara y cara-cara de las partículas de arcilla son los dos mecanismos principales implicados en la formación de un sistema rígido. A causa de su actividad biológica, se utilizan como principio activo en formulaciones que necesitan productos absorbentes, esterilizantes, anti-inflamatorios o detergentes [4].

Aunque el estado de Durango posee este recurso natural, el aprovechamiento del mismo en la generación de productos de alto valor agregado, aún no se ha desarrollado. Sin embargo, derivado del financiamiento al proyecto titulado “Generación de productos de valor agregado a partir de bentonitas del estado de Durango” por parte del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED), se presentan tres productos viables de producir a base de bentonita, los cuales se describen a continuación.

Ladrillo BTC (bloque de tierra comprimida) para uso en construcción (Fig. 2), en dicho material se mezclan bentonita, cemento, arena y agua hasta obtener una pasta la cual es prensada en moldes de acero, obteniendo BTC con resistencia mecánica por arriba de los 35 MPa, superando por mucho el valor de 11 MPa, establecidos en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 para el ladrillo de arcilla recocida.

Material compósito a base de bentonita, cemento y mucílago de nopal, para remoción de metales pesados en agua (Fig. 3), dicho material fue probado en la remoción de plomo en solución y se determinó que el compósito puede remover el 99% del plomo de una solución con 0.1 mg/L de Pb.

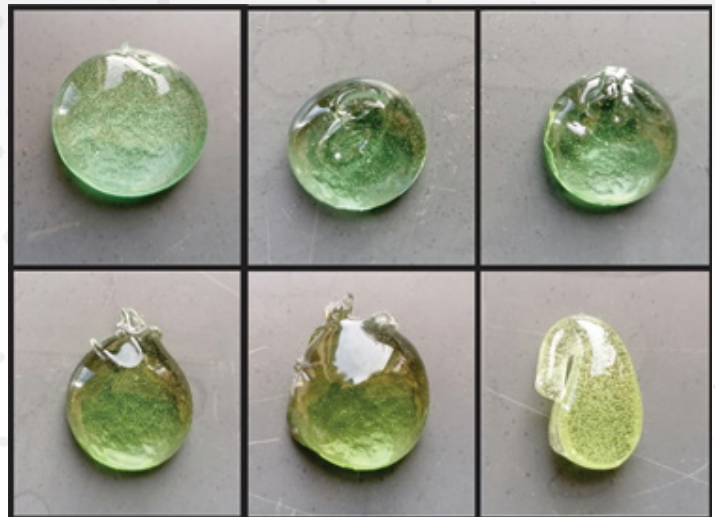


Fig. 4. Vidrios producidos a base de bentonita y vidrio reciclado.

Vidrios con características del tipo sódico-cálcico a partir de bentonita y vidrio reciclado (Fig. 4), los cuales son obtenidos por fusión a 1370°C, a partir de mezclas de bentonita, carbonato de potasio y/o sodio, ácido bórico (como fundente) y vidrio de botellas transparentes de desecho.

Referencias

1. Perfil de Mercado de la Bentonita, Dirección General de Desarrollo Minero, Enero de 2021, tomado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/624830/2Perfil_Bentonita_2020__T_.pdf, fecha de última consulta 18 de septiembre de 2023.
2. Página en internet: <https://www.aplicacionesespeciales.com/estructura-de-la-bentonita/>, fecha de última consulta 22 de septiembre de 2023.
3. Méndez Salas Arturo y Pineda Núñez Víctor Manuel, comportamiento de cimentaciones en suelos, expansivos, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 2011.
4. Luis Fernando Chávez Vargas, Bentonitas: Estructura, Propiedades y Aplicaciones, Monografía de Licenciatura, Universidad Juárez del Estado de Durango, México, 2022.