



Incremento de resistencia a compresión en ladrillo de polvo de mármol

Armando Nicolás Moreno Juárez¹

nicolas.moreno@uadec.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1997-3932>

Universidad Autónoma de Coahuila
México

Elia Martha Múzquiz Ramos

emuzquiz@uadec.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8626-678X>

Universidad Autónoma de Coahuila
México

Gonzalo José Francisco Pérez Gómez Martínez

gonzalo.perez_gomez@uadec.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0532-2063>

Universidad Autónoma de Coahuila
México

RESUMEN

México es uno de los principales productores de mármol a nivel mundial (Servicio Geológico Mexicano, 2021). Sin embargo, este proceso de producción genera desperdicios que representan hasta un 20% del total (Aukour, 2009). Estos desperdicios, que alcanzan las 93,700 toneladas, no están regulados ni tratados, lo que resulta en la contaminación de la flora, fauna y mantos freáticos (Aukour, 2009). El objetivo de esta investigación es aprovechar estos desperdicios en la industria de la construcción, específicamente en la fabricación de ladrillos de polvo de mármol. El estudio se centra en incrementar la resistencia a compresión de estos ladrillos, siguiendo las normas establecidas por la NMX-C-404-2012-ONNCCE. La dosificación base, realizada por Moreno Juárez, Ponce Palafox, López Montelongo y Cárdenas Díaz (2020), consta de polvo de mármol, arena, cemento y agua, con los porcentajes basados en la cantidad de polvo de mármol. Se realizaron modificaciones en la dosificación, como el cambio de arena por arena manufacturada y la variación en la cantidad de agua. Las pruebas de resistencia a compresión demostraron que las muestras experimentales, con modificaciones en la dosificación, superaron a la muestra de referencia y cumplieron con los estándares establecidos por la norma NMX-C-441-ONNCCE-2011. El aumento en la resistencia se debió a un exceso de agua en la dosificación de la muestra de referencia, que no era absorbido completamente por la arena. Esto resultó en una relación agua-cemento mayor y una resistencia a compresión inferior. La muestra con un 30% de agua mostró un aumento del 29.03% en la resistencia en comparación con la muestra de referencia.

Palabras clave: *pólvo de mármol; resistencia a la compresión; agua; dosificación; ladrillo*

¹ Autor principal.

Correspondencia: nicolas.moreno@uadec.edu.mx

Increased compressive strength of marble dust brick

ABSTRACT

Mexico is one of the world's leading marble producers (Servicio Geológico Mexicano, 2021). However, this production process generates waste that represents up to 20% of the total (Aukour, 2009). This waste, which amounts to 93,700 tons, is not regulated or treated, resulting in the contamination of flora, fauna, and groundwater (Aukour, 2009). The objective of this research is to take advantage of this waste in the construction industry, specifically in the manufacture of marble dust bricks. The study focuses on increasing the compressive strength of these bricks, following the standards established by NMX-C-404-2012-ONNCCE. The base dosage, carried out by Moreno Juárez, Ponce Palafox, López Montelongo and Cárdenas Díaz (2020), consists of marble dust, sand, cement and water, with the percentages based on the amount of marble dust. Modifications were made in the dosage, such as changing sand for manufactured sand and varying the amount of water. The compressive strength tests showed that the experimental samples, with modifications in the dosage, outperformed the reference sample and met the standards established by NMX-C-441-ONNCCE-2011. The increase in strength was due to an excess of water in the dosage of the reference sample, which was not completely absorbed by the sand. This resulted in a higher water-cement ratio and lower compressive strength. The sample with 30% water showed a 29.03% increase in strength compared to the reference sample.

Keywords: *marble dust; compressive strength, water; dosage,; brick*

Artículo recibido 30 junio 2023

Aceptado para publicación: 30 julio 2023

INTRODUCCIÓN

Actualmente, México se encuentra entre los 10 países de mayor producción de roca dimensionable en el mundo. México cuenta con zonas importantes de producción de roca dimensionable, dentro de las cuales se encuentran la Comarca Lagunera, comprendida entre los estados de Durango y Coahuila, Jalisco, Querétaro y Puebla, las cuales en 2020 generaron una producción de 384,679.58 t. siendo el 82.1 % de la producción nacional (Servicio Geológico Mexicano, 2021). Cuando se refiere a rocas dimensionables se refiere a mármol, granito y marmolina.

El mármol es una roca metamórfica compuesta por carbonatos. El proceso productivo del mármol inicia en la extracción del bloque en el yacimiento, éste bloque se somete a un proceso de laminación, pulido, segmentación, biselado, secado y encerado, para posteriormente, empacarlo para su protección. El proceso de laminado se realiza con el uso de sierras a las cuales se les rocía agua para refrescarla durante el proceso de corte, o bien, se usa la tecnología waterjet para realizar cortes con una corriente muy fina de agua. (Unidad de Coordinación de Actividades Extractivas, 2022).

Los procesos mencionados con anterioridad generan una lechada que corresponde hasta un 20% de los bloques de mármol. Una vez que esta lechada seque, la deposición de las enormes cantidades de residuo de mármol crea condiciones ecológicas necróticas para la flora y fauna modificando el paisaje y los hábitats, además de que contamina las reservas de agua superficial y subterránea. (Aukour, 2009)

Si la producción de 2020 en México correspondió a 468,501.58 t. y se considera un desperdicio del 20% del producto procesado, entonces, se puede considerar un volumen de 93,700 t. de desecho de mármol.

Dada la característica pétreo y por la alta cantidad de carbonato de calcita que contiene el polvo de mármol (ver Tabla 1), es un material que puede ser usado en la industria de la construcción, como materia prima para hacer ladrillos para fabricar muros de mampostería (Moreno Juárez, Ponce Palafox, López Montelongo, & Cárdenas Díaz, 2020), también se puede usar como estabilizador suelos arcillosos y/o expansivos (Olague Caballero, Infante Cervanes, Ceballos Chaparro, De La Coromoto Álvarez Dowing, & Iglesias Zappone, 2016).

Tabla 1

Principales especies encontradas por DRX del polvo de mármol.

Especies identificadas		Polvo de Mármol
Calcita	CaCO ₃	94
Cuarzo	SiO ₂	2
Hatrurita	Ca ₃ (SiO ₄)O	-
Yeso	CaSO ₄ ·2H ₂ O	-
Quintinita	Mg _{0.67} Al _{0.33} (CO ₃) _{0.17} (OH) ₂ (H ₂ O) _{0.5}	-
Otros*		4

NOTA: Los % indicados en la tabla deberán ser considerados solo como una estimación de la concentración real de cada especie. *Material no identificado.

Fuente: Propia.

Se han analizado diferentes usos del polvo para aplicarse dentro de la industria de la construcción, se ha adicionado el polvo de mármol al cemento portland para aumentar su vida útil (Singh, Srivastava, & Bhunia, An investigation on effect of partial replacement of cement by waste marble slurry, 2017). En otras investigaciones se ha determinado que adicionar el 5% de polvo de mármol producen modificaciones químicas en las propiedades mecánicas y físicas del cemento (El-Sayed, Farag, Kandeel, Younes, & Yousef, 2016).

También se ha usado el polvo de mármol en morteros, sustituyendo el 5% del cemento por polvo de mármol, se obtiene incremento a la resistencia a la compresión (Yamanel, y otros, 2019).

En el concreto se ha usado el polvo de mármol como sustituto parcial de cemento en rangos del 10 y 15% obteniéndose aumento a la resistencia de compresión, que puede atribuirse a que el polvo de mármol ayuda a formar mezclas más densas y sin tanta porosidad (Singh, Srivastava, & Bhunia, An investigation on effect of partial replacement of cement by waste marble slurry, 2017).

En 2020 (Moreno Juárez, Ponce Palafox, López Montelongo, & Cárdenas Díaz, 2020) fabricaron ladrillos con una mezcla de polvo de mármol, con cemento, arena, y agua con porcentajes respecto al polvo de mármol como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Dosificación para ladrillo de polvo de mármol

Material	%
Cemento	15
Arena	20
Agua	47.66

(Moreno Juárez, Ponce Palafox, López Montelongo, & Cárdenas Díaz, 2020) *Fuente: Propia.*

Moreno y colaboradores obtuvieron resistencias de compresión a 28 días de edad de 32.73 kg/cm², cumpliendo esta resistencia como ladrillo de uso no estructural según lo marcado en la norma NMX-C-441-ONNCCE-2011 que indica un rango de 28 a 69 kg/cm². De igual manera reportan que las piezas a los 28 días presentaron humedad.

El objetivo de este trabajo es mejorar la resistencia a la compresión de las piezas obtenidas en 2020, mediante la modificación de las formulaciones.

METODOLOGÍA

Este proceso experimental toma como base lo realizado por Moreno y colaboradores en 2020, con la intención de mejorar la resistencia a compresión.

Se realizan las siguientes modificaciones:

Cambio de arena de río por arena triturada.

La arena triturada o bien arena manufacturada es producida por la trituración de grava o rocas; a diferencia de la arena de río o solamente arena, que es el resultado de la desintegración y abrasión de roca o de la transformación de una arenisca completamente friable (Alatorre González & Uribe Anff, 1998). En la Tabla 3 se muestran los componentes químicos de cada una de ellas.

Tabla 3

Principales componentes identificadas por DRX de Arena y Arena Manufacturada.

Compuesto	Arena (m/m%)	Arena Manufacturada (m/m%)
CaO	3.85	55.19
SiO ₂	70.67	0.547
MgO	0.716	0.312
Al ₂ O ₃	12.99	0.146
Fe ₂ O ₃	1.77	0.0361
K ₂ O	3.21	0.0096
Na ₂ O	2.41	0.325

Fuente: Propia.

Como se observa en la tabla anterior, la arena manufacturada contiene mayor cantidad de óxido de calcio, por lo que al agregarse agua se apelmaza y reacciona para formar carbonato de calcio (CaCO₃), que es un compuesto más resistente y duro que el CaO (Bolívar, 2021); a diferencia de la arena que en su mayor parte está compuesto por óxido de silicio (SiO₂) y ser esencialmente inerte, y al mezclarse con agua no existe algún cambio en su conformación (Stea, 2020), por lo que se justifica el cambio de componente dentro de la dosificación.

Cantidad de agua.

Como se mencionó con anterioridad, Moreno Juárez y colaboradores en 2020, reportaron que a los 28 días de edad y sometidas a curado al ambiente desde el momento de su fabricación las piezas aún presentaban signos de humedad, en otras palabras, las muestras no estaban secas. Esto representa un exceso en la cantidad de agua en la dosificación, lo que genera mayor porosidad, por lo tanto, disminución en la resistencia a la compresión. Se propone en este nuevo proceso experimental dos opciones; cambiar la cantidad de agua y someterlas a proceso de secado en horno a una temperatura de 110°C ± 5°C (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S. C., 2014) antes de realizar las pruebas de ensaye a compresión. Las modificaciones de cantidad de agua propuestas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Porcentaje de agua con relación a la cantidad de polvo de mármol. Fuente: Propia.

No. de Muestra	Agua (%)
M1	30
M2	40
MR	46.66

Fabricación de las muestras.

La materia prima con la que se fabrican las muestras se sometió a secado de manera individual, para eliminar la humedad presentada, dado que los materiales que se usan están expuestos al medio ambiente. El polvo de mármol se tamiza por la malla No. 40 (0.42 mm) con la finalidad de separar los grumos y basura que pueda contener. La arena manufacturada cumple con las especificaciones y características de agregado fino, según lo indicado en la norma NMX-C-077-1997-ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 1997).

Se empleará el Cemento Portland Compuesto Clase Resistente 30, y cumplirá con los requisitos de calidad estipulado en la norma NMX-C-414-ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 2004)

En estado seco de los materiales, se mezclan y posteriormente se agrega la cantidad de agua estipulada en la dosificación, la mezcla se realiza con una mezcladora manual para mortero y pastas de cemento (ver Figura 1).

Figura 1 Mezcladora Manual para Morteros, Mod. BATI-20 Mca. Rhino.



.Fuente: Propia

A los moldes cúbicos de 50 mm se les aplica un desmoldante, para evitar que la mezcla se adhiera a ellos.

Moldeado de especímenes.

Se fabrica la cantidad de mezcla necesaria para obtener 12 especímenes identificados en cada una de las modificaciones en la dosificación. La preparación de los especímenes debe empezar dentro de un lapso de 2 minutos al momento de terminar el mezclado de la dosificación. Se coloca dentro del molde una capa de mezcla de aproximadamente 25 mm de espesor y posteriormente golpea con un marro de hule 5 golpes por cada cara del molde. Se hace un segundo llenado con la misma práctica realizada en el primer llenado. Una vez terminado el segundo llenado y compactación se procede al enrase de las muestras y a la limpieza de los bordes de los moldes.

No se debe dar mayor cantidad de golpes de compactación, porque, un exceso de ellos reflejará segregación de los materiales de las muestras.

Figura 1 Moldeado de especímenes.



Fuente: Propia.

Curado.

Con la modificación de la cantidad de agua, se realiza un cambio en el proceso de curado de las piezas de polvo de mármol. Moreno y colaboradores (2020) sometieron las muestras a curado al ambiente, y aun así, a los 28 días las muestras presentaron humedad; en la propuesta de modificación de cantidad de agua, también se propone cambio en el proceso de curado al ambiente por curado húmedo por inmersión en las muestras M1 y M2, para que el cemento en su reacción química no se vea afectada en la disminución de agua, se realizan las siguientes acciones:

Para evitar la evaporación de agua, las muestras M1 y M2 se cubren inmediatamente con una tela de plástico, los especímenes se retirarán de los moldes a las 24 horas de su elaboración.

Una vez desmoldados los especímenes M1 y M2 se procede al curado húmedo por inmersión en agua saturada con cal como se indica en la norma NMX-C-148-ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 2007).

Las muestras estarán en curado húmedo por inmersión hasta 24 horas antes de los ensayos, para que se realice un proceso de secado.

Las muestras MR se someten a curado al ambiente desde el momento de su fabricación.

Se realizan ensayos a compresión a 7, 14 y 28 días de edad.

Figura 2 Curado húmedo por inmersión a especímenes.



Fuente: Propia.

Secado de las muestras.

El proceso de secado de las muestras se realiza con la finalidad de que, a diferencia a lo descrito por Moreno y colaboradores (2020), donde al momento de los ensayos aún contenían humedad, las nuevas muestras modificadas en su cantidad de agua y/o en el proceso de curado, se ensayen en condiciones similares, para lo cual, se secarán en horno por un lapso de 24 h. \pm 4h. a una temperatura de 110° C. \pm 5° C., según lo indicado en la norma NMX-C-165-ONNCCE-2014 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S. C., 2014).

Figura 3 Secado de especímenes en horno



. Fuente: Propia.

Ensaye a compresión.

En ensaye a compresión de las muestras fabricadas se realizarán mediante lo establecido en la norma NMX-C-061-ONNCCE-2010. En la que se establece el método de ensaye bajo el cual se determina la resistencia a compresión de especímenes cúbicos de 50 mm por lado (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 2010).

El cálculo de resistencia a la compresión se calcula en N (o en kgf), dividiendo la carga máxima sobre el parea de la sección del espécimen, como lo muestra la siguiente fórmula:

$$R = C_{m\acute{a}x.}/A$$

Donde:

C_{máx.}: Carga máxima en N (kgf)

R: Resistencia a la compresión

A: Área de sección transversal del espécimen.

(Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 2010)

Al calcular la resistencia de compresión y dichas resistencias difieran de más del 10% del valor medio dado por todos los especímenes hechos en la misma muestra y ensayados a la misma edad, no se deben de tomar en cuenta (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 5, 6 y 7 se muestran los resultados a compresión de las muestras M1, M2 y MR, ensayadas a los 7, 14 y 28 día de edad.

Para determinar la resistencia se consideró un área de contacto de aplicación de la carga de 2500 mm². Se puede observar que entre las dos muestras hubo un aumento en la resistencia inicial (7 días), a los 14 días la muestra MR obtuvo la mayor resistencia a la compresión, pero en la resistencia final (28 días) en la dosificación M1 presentó la mayor resistencia la compresión de un 77.92% respecto la resistencia más baja obtenida en las muestras.

Tabla 5 Resistencia a la compresión de muestras M1 con 30% de agua

No. de Muestra	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M1-1	7	13.47
M1-2	14	34.72
M1-3	28	45.92

. Fuente: Propia.

Tabla 6 Resistencia a la compresión de muestras M2 con 40% de agua.

No. de Muestra	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M2-1	7	8.46
M2-2	14	18.22
M2-3	28	25.81

Fuente: Propia.

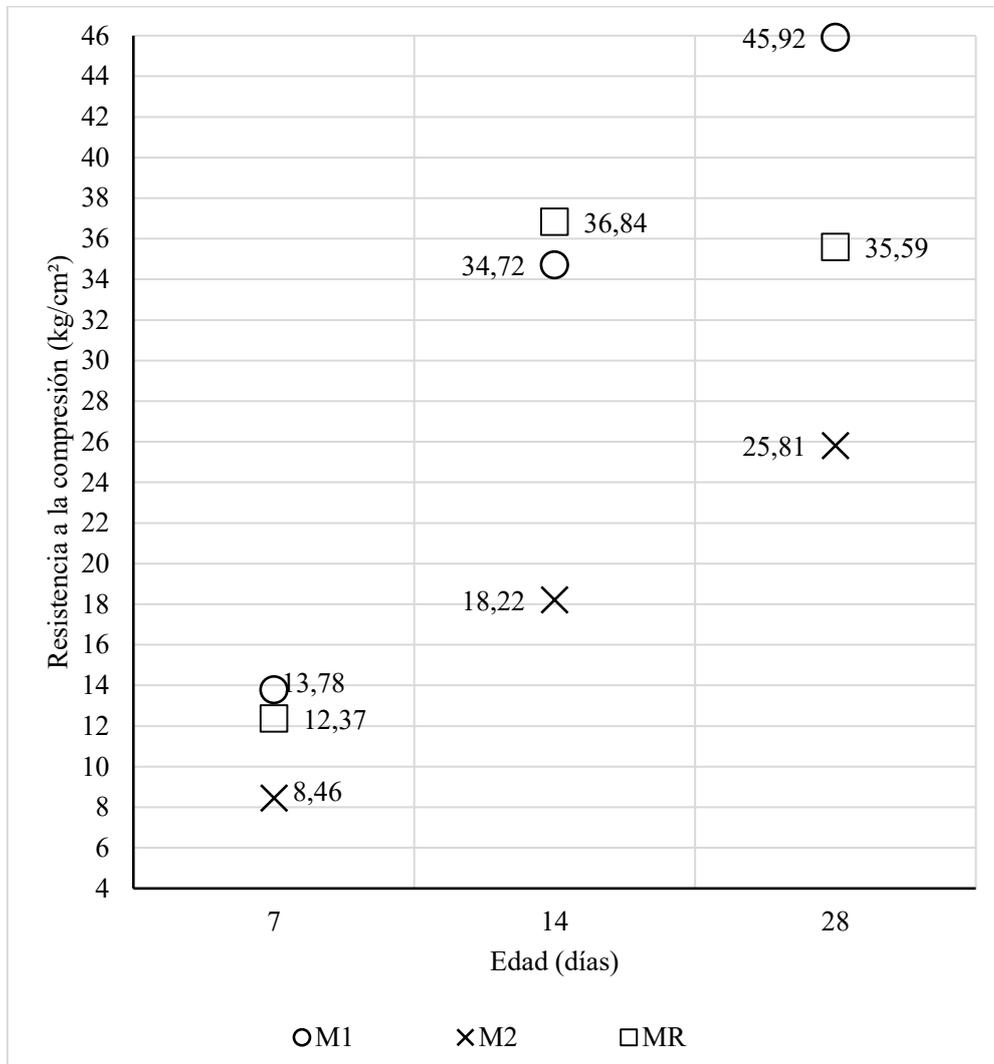
Tabla 7 Resistencia a la compresión de muestras MR con 47.66% de agua.

No. de Muestra	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
MR-1	7	12.37
MR-2	14	36.84
MR-3	28	35.59

Fuente: Propia.

En la Figura 5 se muestran las resistencias mostradas en las tablas 5, 6 y 7 en las edades a 7, 14 y 28 días.

Figura 5 Resistencia a la compresión de la M1, M2 y MR



. Fuente: Propia.

A los 28 días la muestra M2 presentaron una resistencia menor del 24.47% respecto a la resistencia de la muestra de referencia MR, se atribuye ésta pérdida de resistencia a la compresión por el exceso de cantidad de agua que tiene M2, aun cuando se disminuye el porcentaje de agua respecto a MR, MR inmediatamente fue expuesta al ambiente, a diferencia de M2 que su cubrieron con una película de polietileno para evitar la pérdida de humedad de la muestra, y el curado por húmedo por inmersión no permitió la pérdida de agua que tenía la dosificación.

M1 por su parte presentó una resistencia 29.03% mayor respecto a la MR, la disminución de cantidad de agua en la dosificación no generó la misma cantidad de poros a diferencia de la muestra MR y el curado húmedo por inmersión favoreció al control de temperatura del aglutinante que se refleja en la resistencia a compresión de M1.

CONCLUSIONES

La disminución de la cantidad de agua en la dosificación de la mezcla de referencia, aunado con el cambio de arena por arena manufacturada, da como resultado un incremento a la resistencia a compresión de las piezas M1 con curado por inmersión (30% de agua) de 45.92 kg/cm². En cuanto a la mezcla con 40% de agua y curado por inmersión se concluye que la cantidad de agua sigue siendo alta, este exceso de agua dentro de la mezcla genera huecos o poros al momento de la evaporación de esta, por lo que, se disminuye la resistencia a compresión de las piezas M2 reportando una resistencia de 25.81 kg/cm². Las piezas con dosificación original de referencia (MR) y curado al ambiente, donde la dosificación de agua es de 47% de agua se mantienen húmedas durante el período de 28 días aporta a que la resistencia sea mayor que las piezas M2, llegando hasta 35.59 kg/cm², pero, quedando por debajo un 22.50% de la muestra M1.

Se concluye entonces que la disminución de agua dentro de la dosificación de la mezcla con curado saturado por inmersión de por lo menos el 30% incrementa la resistencia a compresión de las piezas, se recomienda para futuras investigaciones revisar la cantidad de agua en los agregados (arena manufacturada y polvo de mármol) así como la relación agua-cemento para determinar la cantidad de agua necesaria para incrementar aumentando la resistencia a compresión de las piezas disminuyendo la cantidad de vacíos generados por los excesos de agua.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alatorre González, J., & Uribe Anff, R. (1998). Agregados para concreto: cada cual su nombre. *Construcción y Tecnología*.
- Aukour, F. J. (2009). Incorporation of Marble Sludge in Industrial Building Eco-Blocks or Cement Bricks Formulation. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 58-65.
- Bolívar, G. (18 de 02 de 2021). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/oxido-calcio/>

- El-Sayed, H. A., Farag, A. B., Kandeel, A. M., Younes, A. A., & Yousef, M. M. (2016). Characteristics of the marble processing powder waste at Shaq El-Thoaban industrial area, Egypt, and its suitability for cement manufacture. *Housing and Building National Research Center*, 1-9.
- Moreno Juárez, A. N., Ponce Palafox, C., López Montelongo, A. M., & Cárdenas Díaz, O. E. (2020). Aplicación de polvo de mármol para fabricar ladrillo estructural con dimensiones tradicionales en la Comarca Lagunera utilizados en muros de vivienda. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*.
- Olague Caballero, O., Infante Cervanes, A., Ceballos Chaparro, C. I., De La Coromoto Álvarez Dowing, R. E., & Iglesias Zappone, R. A. (2016). Estabilización química de arcillas mediante polvo de mármol. *FINGUACH Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua*, 12-14.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (1997). *NMX-C-077-1997-ONNCCE Agregados para concreto- Análisis granulométrico-Método de prueba*. Ciudad de México: ONNCCE, S. C.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (2004). *NMX-C-414-ONNCCE-2004 Cementos hidráulicos-Especificaciones y métodos de prueba*. Ciudad de México: ONNCCE, S. C.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (2007). *NMX-C-148-ONNCCE-2007 Concreto-Gabinetes, cuarto húmedos y tanques de almacenamiento para las pruebas cementantes y concretos hidráulicos-Especificaciones*. Ciudad de México: ONNCCE, S.C.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (2010). *NMX-C-061-ONNCCE-2010 Cemento Hidráulicos-Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos*. Ciudad de México: ONNCCE, S. C.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S. C. (2014). *NMX-C-165-ONNCCE-2014 Agregados-Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino-Método de ensayo*. Ciudad de México: ONNCCE, S. C.

- Salgado Ortiz, L. S. (2016). *Propuesta de Sistema Constructivo de Muros de Mampostería para Viviendas a Base de Ladrillo Fabricado con Residuode Mármol en la Comarca Lagunera, Torreón, Coah.* Torreón: Universidad Autónoma de Coahuila.
- Servicio Geológico Mexicano. (2021). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2020.* (T. A. López Méndez, D. N. Betancourt Hernández, & E. Villalobos Hernández, Edits.) Pachuca, Hidalgo, México: Servicio Geológico Mexicano.
- Singh, M., Srivastava, A., & Bhunia, D. (2017). An investigation on effect of partial replacement of cement by waste marble slurry. *Construction and Building Materials*, 471-488.
- Singh, M., Srivastava, A., & Bhunia, D. (2017). An investigation on effect of partial replacement of cement by waste marble slurry. *Construction and Building Materials*, 1334, 471-488. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.155>.
- Stea, M. (09 de 01 de 2020). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/oxido-de-silicio/>
- Unidad de Coordinación de Actividades Extractivas. (2022). *Perfil del Mercado del Mármol.* Ciudad de México: Dirección General del Desarrollo Minero.
- Yamanel, K., Durak, U., İlkentapar, S., Atabey, İ. İ., Karahan, O., & Duran, C. (2019). Influence of waste marble powder as a replacement of cement on the properties of mortar. *Influence of waste marble powder as a replacement of cement on the properties of mortar.*, 290-300. doi:<https://doi.org/10.7764/RDLC.18.2.290>