

Reutilización de Plástico PEAD en recubrimientos de estuco para mejorar sus propiedades térmicas y estructurales

Héctor Ocampo Chapa, Luis Aarón García Solórzano, J. Jesús Solís Enríquez, Dora Angélica Correa Fuentes, José Fidel Navarro Arellano

Instituto Tecnológico de Colima; División de Estudios de Posgrado e Investigación; C. P 280, Villa de Álvarez, Colima

Resumen

En esta investigación se realizó el experimento de combinar polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE) con estuco a fin de demostrar que el plástico es capaz de mejorar las cualidades de este material respecto a sus propiedades mecánicas y térmicas. De modo que esto abriese la oportunidad de integrar este plástico como un elemento reciclado y reutilizable para la construcción.

A lo largo de este documento se expondrán los diversos tipos de plástico investigados, así como la elección del plástico para su experimentación. Del mismo modo se expondrá el proceso de elaboración de la muestra, además de las pruebas involucradas para demostrar sus capacidades sobre la transferencia de calor y su resistencia a la compresión.

Abstract

In this research, the experiment of combining high-density polyethylene (HDPE or HDPE) with stucco was carried out in order to demonstrate that the plastic is capable of improving the qualities of this material with respect to its mechanical and thermal properties. So that this would open the opportunity to integrate this plastic as a recycled and reusable element for construction.

Throughout this document, the various types of plastic investigated will be presented, as well as the choice of plastic for experimentation. In the same way, the process of making the sample will be exposed, in addition to the tests involved to demonstrate its capabilities on heat transfer and its resistance to compression.

Palabras clave: Estuco, Plástico, Conductividad, Compresión

Keywords: Stucco, Plastic, Conductivity, Compression

1. INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, el plástico ha sido uno de los inventos más benéficos en el mundo, el cual ha sido exprimido hasta su última gota para sacar su máxima capacidad en diferentes campos de uso. Sin embargo, lo que en un principio era considerado uno de los mejores inventos en la historia. Ahora es uno de los mayores causantes de contaminación en el mundo.

De acuerdo con la columna ¿Cuál es el tiempo de degradación de los residuos inorgánicos? Redactado por la fundación Aquae (2022), una bolsa de plástico puede aguantar hasta 150 años sin degradarse, mientras que otros plásticos como las botellas PET pueden durar hasta mil años antes de deteriorarse completamente.

Aunque lo anterior suene bien para aquellos que pretenden conservar una única bolsa o botella de plástico en su vida, la realidad es que mucho de estos materiales son usados una vez antes de ser desechados y esto lo afirma la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) la cual menciona que el 91% de todo el plástico mundial es de un solo uso y que este porcentaje representa ocho mil treientos millones de toneladas métricas de contaminación por plástico.

Así mismo, el Atlas del Plástico (2020) menciona que México se encuentra en la onceava posición de los países más productores de plástico, y a pesar de ello, las políticas públicas sobre el procesamiento de estos desechos no han tenido un efecto benéfico para el país.

Residuos plásticos en la construcción

En busca de encontrar una solución a la considerable acumulación de residuos plásticos en el país. Se decidió investigar la oportunidad de incluir este material tan abundante, sobre la construcción, debido a que este sector forma parte de los mayores contribuyentes de contaminación en el país, y esto se sustenta en palabras de la ONU (2018) quienes a través del Último informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente esclarecieron la importancia de conseguir “un gran cambio” en la forma en la que se construyen los edificios.

De modo que la intención de esta investigación es demostrar la capacidad de integración del plástico como un elemento reusable en la construcción a través de su implementación en recubrimientos de estuco, a fin de que este aporte a la reducción de la conductividad térmica de los muros y mejore su resistencia a compresión.

2. METODOLOGÍA

Para desarrollar esta investigación se decidió comenzar por revisar los diversos tipos de plástico y sus cualidades, de modo que esto culminase en la selección de un tipo de plástico el cual pueda ser implementado en el recubrimiento de muestra para su evaluación.

Así mismo, se realizó una investigación sobre las capacidades del estuco en materia de conductividad térmica y resistencia a la compresión para considerar esos datos al momento de realizar las pruebas experimentales. Una vez identificados los materiales, se realizó una mezcla del recubrimiento a base de los siguientes elementos:

- Agua
- Estuco (marca Adestuk ADE 1000 de 20 Kg)
- Plástico seleccionado (procesado mediante una trituradora cónica)

La cual fue dosificada a través de la replicación de la tesis *Uso de PET como agregado parcial en la mezcla de concreto para la construcción de casas unifamiliares de bajos recursos*.

Una vez preparada la mezcla, se propusieron las dimensiones de la muestra siendo estas de: 45 cm por 30 cm donde la base fue seleccionada de madera MDF con espesor de 15 milímetros y la mezcla de estuco – plástico de 3 mm en ambas caras de la base (Figura 1).



Figura 1. Diagrama de la muestra. Elaboración por medio del software Autocad Autodesk.

Prueba experimental de las muestras

A través de la investigación *Elaboración de un panel aislante térmico a base de cartón y tapones de corcho reciclado para vivienda de interés social* se identificó el método de evaluación para la transferencia de calor, donde el investigador situó una fuente de calor de 150° C a 10 y 20 cm por cada muestra y a 250° C a 10 y 20 cm por cada muestra. Lo anterior también fue aplicado a muestras sin plástico para identificar la transferencia de calor en el objeto de estudio únicamente con estuco.

Durante la ejecución del experimento, se cronometró el proceso durante 5 minutos en los cuales se observó y se describió el comportamiento de la muestra, así como la toma de temperatura en la cara expuesta y la cara interna del objeto de estudio.

Una vez realizadas las pruebas, los datos sobre temperatura fueron desglosados en la siguiente tabla (Tabla 1):

Tabla 1. Tabla de recuperación. Elaboración propia.

NO.	Aspecto	Superficie Expuesta		Superficie Interna		Superficie Expuesta		Superficie Interna	
		150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C
1	Temperatura de la fuente de calor								
2	Distancia entre fuente y muestra	10 cm		10 cm		20 cm		20 cm	
3	Temperatura de la muestra								

Por otro lado, y en continuidad a la experimentación sobre la muestra, se elaboró una probeta de Estuco – Plástico conforme al proceso de elaboración mencionado en la norma **PROY-NMX-C-281-ONNCCE-2006** para realizar la prueba a compresión por medio de una máquina Universal de Ensayos. Finalmente, los datos obtenidos de la prueba fueron anotados y descritos para su comparación con el Estuco sin aditivos.

Herramientas de experimentación

Aquí se identifican brevemente las herramientas aplicadas en la investigación:

- Cronómetro.
- Estufa eléctrica portátil (Fuente de calor).
- Termómetro digital laser.
- Máquina Universal de Ensayos.

3. RESULTADOS

El plástico y su selección

Para comenzar este apartado, se realizó una investigación previa sobre los distintos tipos de plástico. De acuerdo con la Fundación Aquae (2022) existen 6 tipos de plástico. Siendo estos los siguientes:

- Tereftalato de Polietileno (PET)
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)
- Policloruro de Vinilo (PVC)
- Polietileno de Baja Densidad (LDPE o PEBD)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)

Entre las muchas explicaciones descritas por la Fundación Aquae (2022) en su columna *Clasificación de los tipos de plásticos y su reciclaje* describe los plásticos del siguiente modo:

Tereftalato de Polietileno (PET), considerado como uno de los plásticos más comunes es empleado mayormente en botellas de agua y refrescos. Gracias a sus propiedades, este tiene la capacidad de ser totalmente transparente con un excepcional comportamiento ante el oxígeno, impidiendo que este pase en su totalidad. Su gran maleabilidad le permite ser completamente reciclable y así mismo, su proceso de reciclado no es tan costoso como el de otros plásticos.

Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE), empleado en envases de detergente y otros contenedores de uso doméstico. Es considerado como uno de los plásticos más resistentes por su capacidad de aguantar altas temperaturas sin deformarse o generar emisiones. Gracias a su gran maleabilidad y versatilidad este plástico es de los más reciclados para diferentes usos.

Policloruro de Vinilo (PVC), considerado como uno de los plásticos más peligrosos por su método de elaboración. El PVC es el plástico más empleado en el campo de la construcción debido a su gran dureza y resistencia ante cargas considerables, así como el daño a intemperie. Cuenta con una alta permeabilidad y una considerable resistencia al fuego. A pesar de sus amplias cualidades, la Fundación Aquae (2022) explica que su proceso de reciclado solo es permisible por métodos industriales lo que genera altos grados de contaminación en el proceso, además de que este plástico no puede ser reciclado en su totalidad.

Polietileno de Baja Densidad (LDPE o PEBD), se encuentra entre los plásticos más elásticos y duraderos existentes. Es elaborado por medio de gas natural y se utiliza comúnmente en bolsas de plástico y aislantes para cableado. Una vez reciclado, este material vuelve a ser empleado para los mismos fines.

Polipropileno (PP), de acuerdo con la Fundación Aquae (2022) este plástico es bastante resistente pero no cuenta con nada de flexibilidad por lo que su uso es muy limitado. Se encuentra normalmente en tapas de envases y utensilios para cocina.

Finalmente, se encuentra el **Poliestireno (PS)** el cual puede ser encontrado con bastante frecuencia en espumas aislantes y productos empleados en laboratorios. Es altamente aislante y resistente pero su proceso de reciclaje resulta muy costoso por su método de preparación.

Entre lo observado, una gran parte de los plásticos descritos en esta sección resultan ser complicados para reciclar ya sea por sus altos costos de preparación o bien por sus considerables emisiones tóxicas al momento de reciclarlo, todo lo anterior sin contar que muchos no pueden ser reciclados en su totalidad. Sin embargo, el Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE) resulta ser un plástico muy equilibrado entre las propiedades que ofrece como elemento y su proceso de reciclaje al momento de reutilizar este plástico.

Para fortalecer el argumento anterior, la empresa Plastigen (2021) menciona que el plástico PEAD una alta resistencia a impactos, así como baja absorción de humedad y alta fuerza extensible. Del mismo modo, la empresa comercializadora de plástico JUBEDI (2019) menciona que este plástico cuenta con la propiedad de ser flexible aún a bajas temperaturas además de resistir el agua a 100°C y otros disolventes ordinarios. Concluyendo de esta forma que el **Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)** ofrece las mejores cualidades para experimentar en la investigación.

El estuco

El estuco es un material que durante muchos años ha sido empleado en las construcciones como un acabado en muros. Gracias a su estética y su textura de grano, así como sus bajos costos de aplicación, resulta ser una opción muy atractiva para aquellos que requieren darle un terminado a sus construcciones. De acuerdo con la empresa CEMIX (2020) el estuco es un material elaborado a base de mármol pulverizado, cal apagada, yeso y pigmentos naturales. Así mismo, la empresa explica que este material refuerza los muros además de impermeabilizarlos de tal forma que este no permite el paso del moho y la humedad hasta cierto punto.

Sin embargo, CEMIX (2020) describe que el estuco a comparación de otros revestimientos, trabaja mejor en climas secos y aunque este puede ser empleado en el exterior de la construcción, es fácil de agrietarse ante una fuerte tormenta o movimientos bruscos de la construcción producidos por un temblor.

Considerando que este revestimiento se encuentra entre los materiales más cotidianos para su aplicación en la construcción, la investigación determino emplearlo como el material con el cual fue combinado el plástico para mejorar sus capacidades térmicas y mecánicas.

Elaboración de las muestras

Con referencia de la investigación *Uso de PET como agregado parcial en la mezcla de concreto para la construcción de casas unifamiliares de bajos recursos*, se definió la proporción de los materiales empleados en la muestra:

- Agua: A través de la ficha técnica del estuco marca Adestuk se identificó que el estuco requiere en la mezcla el 2% de agua equivalente al gramaje total del estuco empleado.
- Estuco: Se estableció una porción total de 400 gramos para la mezcla de la muestra.
- Plástico PEAD: Se emplearon 150 gramos de plástico triturado a 3 mm por cada 400 gramos de estuco.

Una vez definidas las proporciones, se generó la muestra en seco (Figura 2):



Figura 2. Muestra en seco de la mezcla estuco – plástico. Fotografía propia.

Finalmente se mezcló agua equivalente al 2% del gramaje total de estuco para la muestra y se aplicó en la madera MDF con dimensiones de 45 cm por 30 cm (Figura 3). Este procedimiento se realizó 4 veces por cada muestra.



Figura 3. Aplicación de la mezcla estuco – plástico sobre la madera MDF. Fotografía propia.

Por otro lado, se realizó la muestra para el ensayo a compresión en el cual se respetó la dosificación aplicada en las muestras para la transferencia de calor. La muestra fue moldeada a través de un cajón de madera con dimensiones de 15 cm en todas las direcciones (Figura 4 y 5).



Figura 4. Molde de la muestra para ensayo a compresión. Fotografía propia.



Figura 5. Mezcla de estuco – plástico moldeado. Fotografía propia.

Prueba de transferencia de calor

1. Muestras de Estuco – Plástico

De acuerdo con lo expresado en la metodología, se realizaron las pruebas de transferencia de calor sobre las muestras de estuco – plástico.

Primeramente, se tomó la temperatura natural del material sin aplicación de calor, dando como resultado 29.9°C (Figura 6).



Figura 6. Temperatura base de la muestra. Fotografía propia.

Esto tuvo como objetivo dar referencia sobre cuanto aumentó la temperatura respecto a su estado natural. Así mismo fue referencia para realizar las descripciones correspondientes en el apartado de observación.

Una vez tomada la temperatura base, se realizó la primera prueba de 10 cm a 150°C (Figura 7).



Figura 7. Toma de la distancia para la prueba a 10 cm para 150°C y 250°C. Fotografía propia.

Dando como resultado 39.3°C en el lecho frontal y 35.1°C en el lecho posterior (Figura 8 y 9).



Figura 8. Temperatura en lecho frontal a 10 cm con 150°C. Fotografía propia.



Figura 9. Temperatura en lecho posterior a 10 cm con 150°C. Fotografía propia.

Se observó una diferencia de 9.4°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, y una reducción de 4.2°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

En cuanto a la prueba de 10 cm a 250°C se obtuvo lo siguiente (Figura 10 y 11):



Figura 10. Temperatura en lecho frontal a 10 cm con 250°C. Fotografía propia.



Figura 11. Temperatura en lecho posterior a 10 cm con 250°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 48.6°C en el lecho frontal y 43.1°C en el lecho posterior, también se observó una diferencia de 18.7°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal (siendo esta la mayor temperatura alcanzada), así como una reducción de 5.5°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Realizadas las pruebas a 10 cm, se pasó a elaborar las pruebas a 20 cm (Figura 12).



Figura 12. Toma de la distancia para la prueba a 20 cm para 150°C y 250°C. Fotografía propia.

Se realizaron las pruebas a 20 cm para 150°C y 250°C dando como resultado lo siguiente (Figura 13 y 14):



Figura 13. Temperatura en lecho frontal a 20 cm con 150°C. Fotografía propia.



Figura 14. Temperatura en lecho posterior a 20 cm con 150°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 37.3°C en el lecho frontal y 31.4°C en el lecho posterior, así mismo se observó una diferencia de 7.4°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, y una reducción de 5.9°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Para culminar las 4 pruebas, se realizó la prueba a 20 cm para 250°C (Figura 15 y 16).



Figura 15. Temperatura en lecho frontal a 20 cm con 250°C. Fotografía propia.



Figura 16. Temperatura en lecho posterior a 20 cm con 250°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 45.9°C en el lecho frontal y 40.9°C en el lecho posterior, se observó una diferencia de 16°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, y una reducción de 5°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Finalmente se recopiló la información en la tabla descrita en la metodología (Tabla 2) y se describieron las observaciones pertinentes.

Tabla 2. Tabla de recuperación sobre transferencia de calor aplicado a las muestras de estuco plástico. Elaboración propia

NO.	Aspecto	Superficie Expuesta		Superficie Interna		Superficie Expuesta		Superficie Interna	
		150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C
1	Temperatura de la fuente de calor								
2	Distancia entre fuente y muestra	10 cm		10 cm		20 cm		20 cm	
3	Temperatura de la muestra	39.3°C	48.6°C	35.1°C	43.1°C	37.3°C	45.9°C	31.4°C	40.9°C

Observaciones generales:

- En la prueba a 10 cm para 250°C, se generaron leves agrietamientos en la mezcla de la muestra.
- En el minuto 4:47, la superficie frontal de la muestra generaba leve incomodidad al tacto.
- Al finalizar la prueba de 10 cm para 250°C, la muestra expidió un aroma indescriptible sin ningún tipo de emisión (humo gris o negro).
- La máxima reducción producida es de 5.9°C.
- La mínima reducción producida es de 4.2°C.
- La reducción de temperatura promedio es de 5.15°C.

2. Muestras de Estuco

Se realizó la prueba de transferencia de calor para muestras de estuco sin plástico. Para esto se comenzó por tomar la temperatura base del material sin aplicación de calor, dando como resultado 31.5°C (Figura 17).



Figura 17. Temperatura base de muestra con estuco. Fotografía propia.

Una vez tomada la temperatura base, se tomó la temperatura de la prueba de 10 cm a 150 grados (Figura 18 y 19).



Figura 18. Temperatura en lecho frontal a 10 cm con 150°C. Fotografía propia.



Figura 19. Temperatura en lecho posterior a 10 cm con 150°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 40.9°C en su lecho frontal y 36°C en su lecho posterior, se observó una diferencia de 9.4°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, así como una reducción de 4.9°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Respecto a la prueba de 10 cm a 250°C se obtuvo lo siguiente (Figura 20 y 21):



Figura 20. Temperatura en lecho frontal a 10 cm con 250°C. Fotografía propia.



Figura 21. Temperatura en lecho posterior a 10 cm con 250°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 48.8°C en su lecho frontal y 45.4°C en su lecho posterior, se observó una diferencia de 17.7°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, así como una reducción de 3.4°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Pasando a la prueba de 20 cm a 150°C se obtuvo lo siguiente (Figura 22 y 23):



Figura 22. Temperatura en lecho frontal a 20 cm con 150°C. Fotografía propia.



Figura 23. Temperatura en lecho posterior a 20 cm con 150°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 38°C en su lecho frontal y 36°C en su lecho posterior, se observó una diferencia de 6.9°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, así como una reducción de 2°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Finalmente, se realizó la prueba de 20 cm a 250°C (Figura 24 y 25).



Figura 24. Temperatura en lecho frontal a 20 cm con 250°C. Fotografía propia.



Figura 25. Temperatura en lecho posterior a 20 cm con 250°C. Fotografía propia.

Se observó una temperatura de 46.4°C en su lecho frontal y 42.8°C en su lecho posterior, se observó una diferencia de 15.3°C respecto a la temperatura base y el lecho frontal, así como una reducción de 3.6°C entre la temperatura del lecho frontal y el lecho posterior.

Tabla 3. Tabla de recuperación sobre transferencia de calor aplicado a las muestras de estuco. Elaboración propia.

NO.	Aspecto	Superficie Expuesta		Superficie Interna		Superficie Expuesta		Superficie Interna	
		150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C	150°C	250°C
1	Temperatura de la fuente de calor								
2	Distancia entre fuente y muestra	10 cm		10 cm		20 cm		20 cm	
3	Temperatura de la muestra	40.9°C	48.8°C	36°C	45.4°C	38°C	46.4°C	36°C	42.8°C

Observaciones generales:

- La máxima reducción producida es de 4.9°C.
- La mínima reducción producida es de 2°C.
- La reducción de temperatura promedio es de 3.48°C.

Prueba de compresión

Para realizar esta prueba se utilizó la Máquina Universal de Ensayos del Tecnológico Nacional de México campus Colima (Figura 26 y 27).



Figura 26. Modelo de la máquina de ensayos Shimadzu UH-500Kni. Fotografía propia.



Figura 27. Muestra de estuco – plástico dentro de la maquina universal de ensayos. Fotografía propia.

Una vez ejecutada la experimentación, se observó que la muestra resistió hasta 4.82 Kn/m² en el eje de compresión

Observaciones generales:

- La manera en la que se desquebrajó la muestra sugiere falta de compatibilidad entre el plástico y el estuco.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo de este apartado es dividido en 3 conceptos: aplicación, experimentación y observaciones generales.

Respecto al tema de la **Aplicación**, se describe que la mezcla al no ser homogénea respecto al plástico y el estuco esta causaba que su adherencia a la pieza de madera MDF fuese considerablemente complicada de realizar, principalmente por el efecto de gravedad generado al momento de aplicar el material sobre la madera en el sentido vertical, esta tendía a deslizarse ligeramente, lo cual podría ser un problema para la estética del acabado.

Una vez endurecida la mezcla, aún se podía percibir vulnerabilidad en algunas secciones del acabado, sin embargo, logró mantener firmeza durante la experimentación.

En cuanto a la **Experimentación**, se describe lo siguiente:

- La mezcla de plástico con estuco demostró tener menor temperatura base que la muestra de estuco normal, así mismo se describe que la máxima temperatura alcanzada fue de 48.8°C en la muestra de estuco mientras que en la muestra de estuco – plástico fue de 48.6°C considerándose como imperceptible.
- La máxima reducción producida por la muestra de estuco fue de 4.9°C mientras que la de la muestra de estuco – plástico fue de 5.9°C.
- La reducción promedio generada de todas las pruebas fue de 3.48°C para la muestra de estuco y 5.15°C para la muestra de estuco – plástico, lo que indica 1.67°C de diferencia.
- Respecto a la prueba a compresión se demostró que el estuco – plástico logró resistir una carga total de 4.82 Kn/m² mientras que la ficha técnica del Estuco marca Adestuk identificó 6 Kn/m² lo que indica que la muestra resistió menos esfuerzo a compresión, lo cual sugiere una baja adherencia molecular entre el plástico y el estuco.

Como **Observaciones Generales**, se describe brevemente que el estuco por sí solo demostró tener mayor firmeza que la mezcla de estuco – plástico, lo cual, para efectos del campo de la construcción resulta considerablemente conveniente en la mano de obra, mientras que el estuco – plástico podría generar aumentos en los costos de elaboración por su complicada aplicación.

Por otra parte, se menciona que la correcta aplicación de la mezcla de estuco – plástico en espacios más amplios demostraría una reducción importante en la temperatura espacial de una habitación comparado con la tradicional aplicación del estuco, sin embargo, se debe recordar que, como acabado, este dependerá directamente del material sobre el cual esté colocado.

Para **concluir** con esta investigación se menciona lo siguiente: México al igual que otros países del mundo no están ejecutando las medidas correspondientes para dar el uso adecuado a los materiales con posibilidad de ser reciclados y reutilizados. Tal como se mencionó en la introducción, la intención de explorar este campo de investigación tuvo como objetivo el demostrar que existen muchos modos de dar uso a materiales reciclados en la edificación. Con la exploración adecuada y profundizando en las evaluaciones que no se hicieron, se podría aspirar a crear un acabado atractivo con fuertes intenciones ecológicas.

REFERENCIAS

- [1] Fundación Aqueae (2021). *¿Cuál es el tiempo de degradación de los residuos inorgánicos?* Madrid, España: Fundación Aqueae.
- [2] Organización de las Naciones Unidas (2020). *Reducir la contaminación por plásticos de un solo uso: un enfoque unificado*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/cr%C3%B3nica-onu/reducir-la-contaminaci%C3%B3n-por-pl%C3%A1sticos-de-un-solo-uso-un-enfoque-unificado#:~:text=19%20de%20marzo%20de%202020&text=Un%20impactante%2091%20%25%20de%20todo,m%C3%Agricas%20de%20contaminaci%C3%B3n%20por%20pl%C3%A1stico>.
- [3] Fundación Heinrich Böll (2020). *Atlas del Plástico*. Ciudad de México, México. Editorial Fundación Heinrich Böll.
- [4] Organización de las Naciones Unidas (2018). *Hace falta un cambio radical para construir edificios más ecológicos*. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2018/12/1447561>
- [5] Castañeda Amaya, M. J. (2022). *Uso de PET como agregado parcial en la mezcla de concreto para la construcción de casas unifamiliares de bajos recursos*.
- [6] Borja, K., & Sotomayor, S. (2019). *Elaboración de un panel aislante térmico a base de cartón y tapones de corcho reciclado para viviendas de interés social en la parroquia el salto ciudad de Babahoyo, Ecuador*.
- [7] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (2006). *Industria de la construcción concreto moldes para elaborar especímenes cilíndricos de concreto verticalmente para pruebas especificaciones y métodos de prueba*. (Norma PROY-NMX-C-281-ONNCCE-2006). Recuperado de: <https://normas-apa.org/referencias/citar-normas-tecnicas-o-de-calidad/>
- [8] Fundación Aqueae (2021). *Clasificación de los tipos de plásticos y su reciclaje*. Madrid, España: Fundación Aqueae.
- [9] Plastigen (2021). *Características del Polietileno*. PLASTIGEN. <https://plastigen.cl/polietileno-caracteristicas/>
- [10] JUBEDI (2021). *HDPE (Polietileno Alta Densidad)*. jUBEDI. <https://jubedi.com/comercializacion-de-plasticos/hdpe-polietileno-alta-densidad/>
- [11] CEMIX (2022). *¿Para qué sirve el estuco?*. CEMIX. <https://www.cemix.com/para-que-sirve-el-estuco/>

Correo de autor de correspondencia: hectorOC96@gmail.com