



Reutilización de envases PET en fabricación de cubierta tipo domo

Ángela Cristina Zúñiga Guali¹

Jenny Paola Castillo Perdomo²

Resumen

La reutilización y reciclaje de envases PET en diferentes sectores económicos se convierte en una opción para disminuir la contaminación que estos producen en los ecosistemas y que han generado una problemática que atañe a toda la población. Un medio factible para hacer una reutilización de estos envases es, usarlos en cubiertas tipo domo para el secado de productos agrícolas, donde se reemplaza el plástico, por botellas recicladas. La eficiencia de este material se demuestra al seguir una metodología experimental para comprobar la funcionalidad del prototipo, expuesto a condiciones ambientales en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca. En el seguimiento se pudo demostrar que, al llevar a cabo un buen traslape de los envases, estos cumplen con la función propuesta que es, impedir filtraciones de agua y mantener su figura inicial. Se determina que, las botellas más adecuadas para emplear en esta cubierta son las de tres litros, por la forma lisa que el fabricante les da, lo cual permite obtener una mayor área útil. Con la finalidad de realizar una proyección a tamaño real, se sugiere hacer algunas modificaciones, para evitar posibles fallas.

Palabras clave: envases; reutilización; reciclaje; funcionalidad.

Introducción

El polietileno tereftalato (PET, por sus siglas en inglés: *polyethylene terephthalate*) se encuentra en gran parte de los productos que se consume a diario a nivel mundial: envases de alimentos, agua o gaseosas. A pesar de ser un material 100 % reutilizable, con un tiempo aproximado de degradación de, entre 100 y 1000 años (Narvárez y Luna, 2014), es uno de los principales responsables de la problemática de contaminación ambiental que se vive hoy en día, especialmente en los afluentes

¹ Programa Ingeniería Civil, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Zipaquirá-Cundinamarca, Correo: azunigagual@uniminuto.edu.co

² Programa Ingeniería Civil, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Zipaquirá-Cundinamarca Correo: jcastillop6@uniminuto.edu.co



hídricos ya que, anualmente, cerca de ocho millones de toneladas de estos residuos terminan en los océanos (Miranda, 2022). Son muy pocos los países con suficientes recursos, reglamentación e industrialización necesaria para realizar la separación y aprovechamiento de este material de una manera adecuada.

La transformación de este material, para ser utilizado en diferentes industrias, como la textil, vías, hormigón, estabilización de suelos y producción de nuevas piezas o la adición a otros materiales, requiere, como en uno de los casos de reciclado de envases PET en cubiertas, la trituración y posterior fundición del material, como lo manifiestan Rodríguez et al. (2017), quienes analizaron dos sistemas de fundición:

[En el primero, ...] fabricaron tejas curvas plásticas y placas planas cuyas dimensiones son de 15cm x 30cm, que son el resultado de vaciar muestras de hojuelas de PET reciclado de 1000ml en moldes de aluminio, fundidas cada una durante [diez] minutos, posteriormente desmoldadas, sometidas a proceso de acabado y pulido de aristas. (p. 45)

En el caso de la cubierta tipo domo, se extrae el área útil de los envases plásticos de forma manual, para que la población la pueda replicar sin necesidad de recurrir a maquinarias y herramientas que generen costos adicionales en su construcción.

En Colombia, no es usual encontrar botellas como las que menciona Bartolomé (2018) en su estudio, al referirse al constructor canadiense Donald Thomson, quien busca facilitar la reutilización del material PET y, para ello

...diseña una botella de aspecto rectangular, que se asemeja a un ladrillo tradicional. Gracias a la nueva forma de la botella, cuando está vacía se aplanan y se alinean unas con otras, formando filas superpuestas, obteniendo así un conjunto muy similar al sistema constructivo empleado en la construcción de tejados con tejas planas cerámicas o de pizarra.

Además, sus propiedades resistentes y estabilidad a la intemperie, convierten a esta botella en un candidato ideal para ser utilizado como elemento de acabado y revestimiento en construcción. (pp. 33-34).

Por temas de marcas, cada empresa genera sus propios diseños en la presentación de los envases comercializados, haciendo la estandarización una tarea poco factible, lo que genera mayor cantidad de residuos. Al tener en cuenta esta problemática de la contaminación, la desinformación sobre los procesos de aprovechamiento y reutilización de desechos sólidos en zonas de difícil acceso, se busca incorporar a esta comunidad en proyectos eco-amigables, con un enfoque hacia los objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2018), especialmente, los números 6, 9 y 11, donde se puede relacionar el tener acceso a agua limpia y saneamiento, comunidades sostenibles, industria, innovación e infraestructura.

En las zonas de producción agrícola se utiliza el plástico para invernaderos en las estructuras donde se realiza el secado de productos como arroz, café, cacao, especias, entre otros; se pretende adaptar las botellas para realizar cubiertas tipo



domo y emplearlas en su lugar; para ello se busca técnicas adecuadas de manipulación y corte del material, donde se obtenga la mayor área aprovechable posible, cuyas dimensiones serán utilizadas para el diseño; y así, se construye el prototipo con los envases PET reciclados, expuesto a condiciones ambientales no controladas en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, donde el clima es muy variable.

Metodología

La realización de este proyecto se manejó en tres etapas diferentes: investigativa, experimental y observación. A continuación, se describe cada una de las fases empleadas.

Investigativa

Se efectuó una investigación sobre las técnicas empleadas para el corte de envases PET, encontrando diferentes métodos, como el uso de bisturí, tijeras, cautín o cortadora industrial; también, se buscó alternativas para realizar la unión de las áreas útiles extraídas de las botellas, como el uso de la silicona líquida o caliente, doblar los extremos para hacer acople entre ellas o, emplear una especie de tejido con nylon en los bordes; todo esto fue hallado por medio de lecturas de artículos, tesis, blogs en plataformas de investigación como Google Scholar, base de datos Redalyc y videos que, explicaban algunos de los procedimientos.

Experimental

En esta fase se optó por elegir un método artesanal para el desarrollo del proyecto, debido a la facilidad que se da en su realización y, a la comunidad a la cual va dirigida, pues las herramientas que se utiliza son fáciles de conseguir o, se suele tener en los hogares: bisturí, martillo, segueta, puntillas o clavos. En primera instancia, se buscó trabajar con botellas de diferentes medidas y formas, pero se seleccionó los envases de tres litros, como se muestra en la Figura 1, ya que estos permitían obtener una mayor área útil de 36 x 19 cm, gracias a su tamaño y presentación lisa, que se puede evidenciar en la Figura 2, en comparación con las botellas de menor capacidad, cuyas dimensiones y formas no permitieron su adaptación al diseño de la cubierta.





Figura 1

Envases PET tres litros



Figura 2

Lámina de PET





Al realizar los cortes de las botellas con herramientas calientes se formó un borde sobresaliente que, al momento del traslape creó protuberancia, como se muestra en la Figura 3, de modo que fue descartada esta opción. El siguiente corte seleccionado fue con bisturí, para dividir la parte superior e inferior de los envases; se prosiguió a emparejar los bordes para obtener el área útil lo más uniforme posible y así, lograr los mejores resultados.

Figura 3

Corte con cautín



En la estructura se utilizó una base de madera de 50 cm de frente por 70 cm de fondo, con láminas de triplex de espesor de 3 mm con un ancho de 4 cm y un largo de 90 cm. Después de varios intentos fallidos al querer darle forma curva a las láminas de madera, estas se quebraban, como se muestra en la Figura 4, al tratar de doblarlas poco a poco sobre un borde, con las manos o con ayuda de algún elemento curvo.

Figura 4

Prueba de curvatura de triplex





Se probó entonces otra técnica, que consistía en sumergir las láminas en agua durante doce horas para facilitar su manejo al momento de dar la curvatura, sin que presentaran fisuras cuando se ejercía fuerza; la exposición prolongada de la madera delgada al agua permitió una mejor manejabilidad y así, dar la respectiva forma del domo, como se observa en la Figura 5, en el cual se utilizó otra tira de triplex en la parte superior, para dar mayor estabilidad a la estructura y que mantuviera una separación homogénea acorde a las medidas de la lámina de PET, procurando que el traslapo quedara sobres las tiras de madera, para no realizar pegues intermedios, ya que estos pueden generar hundimientos y filtraciones.

Figura 5

Estructura de prototipo de domo



Observación

En esta última etapa se evidenció el comportamiento del prototipo del domo expuesto a condiciones naturales durante un periodo de tiempo de ocho meses, donde se inspeccionó las fallas presentadas en los traslapos, debidas a la distancia que se dejó entre las grapas que sujetaban las láminas de las botellas, con la estructura del domo. También, se percibió protuberancias (Figura 6) que formaron las botellas en estas partes; aun así, en el interior de la estructura no hubo filtraciones de agua.



Figura 6

Protuberancias en las láminas PET



En cuanto a la coloración de los envases, no hubo mayores cambios, como se aprecia en la Figura 7, pues las zonas transparentes no se tornaron amarillentas y el verde no perdió su tonalidad.

Figura 7

Prototipo de domo expuesto a intemperie



Análisis de Resultados

Se diseñó y construyó un prototipo con las características de las cubiertas utilizadas por los agricultores en el secado de los productos cultivados, como se observa en la Figura 8, para reemplazar el plástico por botellas recicladas de PET.



Figura 8

Proyecto marquesinas



Se sabe que el plástico ha sido utilizado en diferentes construcciones. Rochels (2010) manifiesta que

Los productos plásticos de la construcción [están basados] en un polímero resistente a la acción del fuego.

Debido a su resistencia, no requieren mantenimiento. Tampoco pierden color y, debido a que el color se les da por medio de aditivos en su fabricación, no requieren pinturas ni anticorrosivos para mantener su color original. (pp. 11-12)

En la Figura 9 se ve la comparación del estado de las láminas de las botellas transparentes y verdes. Al estar expuestas a condiciones naturales, tendieron a opacarse por las salpicaduras de la tierra donde estaban ubicadas, pero no generaron cambios de color.

Figura 9

Comparación de domo

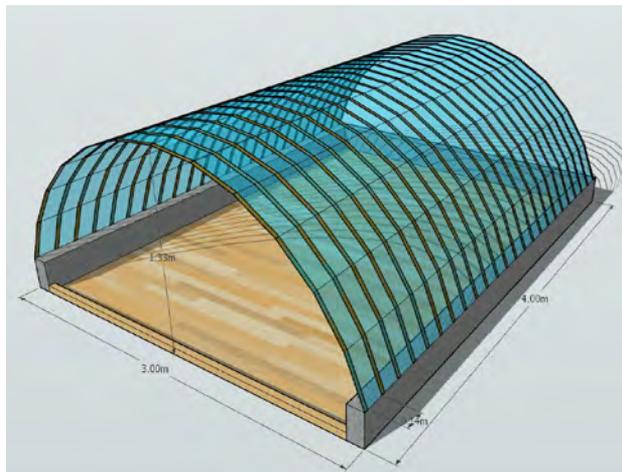




Con la investigación realizada y los resultados obtenidos, se presenta la proyección de una cubierta a escala real de tres metros de frente por cuatro metros de fondo (Figura 10, donde se reemplaza las láminas de triplex por guadua. Gracias a la accesibilidad que se tiene en las zonas rurales de Colombia, esta debe estar recién cortada o verde, pues así se facilita realizar la curvatura requerida sin sufrir grietas. Se recomienda una separación entre las láminas de guadua de 14 cm para realizar un traslapeo de 5 cm entre cada área útil de PET, para evitar posibles filtraciones o generación de protuberancias en el material.

Figura 10

Diseño de cubierta



En la Tabla 1, a continuación, se cuantifica las cantidades de envases y otros materiales necesarios para la fabricación de la cubierta. En la Tabla 2 se relaciona los precios de estos; se debe tener en cuenta que los costos pueden variar, si se cambia las grapas por tachuelas o puntillas; esto depende del acceso que se tenga a estos implementos en el lugar donde se vaya a realizar el proyecto, ya que está enfocado en ayudar a las personas dedicadas a la producción agrícola y, realizar sus secaderos de manera artesanal.

Tabla 1

Materiales para cubierta a escala real

Material	Cantidad	Unidad
Lámina de guadua 3*600 cm	24	Unidad
Botellas de tres litros	276	Unidad
Grapas de 16mm, caja de 5000 Unid	1	Unidad
Puntilla de 1/2 "	2	Lb
Chazos y tornillos 100 unidades	1	Caja

**Tabla 2**

Costos de materiales para la cubierta a escala real año 2021

Material	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Guadua	8	Unidad	\$18000	\$144000
Botellas	16 284	Kilo	\$350	\$5699
Grapas	1	Caja	\$16000	\$16000
Puntillas de 1/2 pulgada	2	Libra	\$6600	\$13200
Chazos y tornillos 100 unidades	1	Caja	\$15500	\$15500
Total				\$194399

Conclusiones

La investigación realizada para el desarrollo de este proyecto mostró resultados positivos en el empleo de envases PET, como material alternativo en la construcción de cubiertas tipo domo. A pesar de la alta contaminación ambiental que genera el consumo de botellas plásticas, no hay normas de construcción que recomienden el uso de este material en la fabricación de cubiertas, sin tener un proceso industrializado.

Debido a las diferentes formas, texturas y tamaños dados a cada envase por los fabricantes, no todos son viables para el diseño propuesto, ya que impiden obtener un área de trabajo uniforme; en algunos casos esta área es menor, lo que requiere mayor cantidad de botellas, generando un aumento en los tiempos, materiales y costos de producción de la cubierta.

Al momento de emplear las botellas en la ejecución del prototipo, se debe tener en cuenta la adecuada manipulación del material, para no causar abolladuras en los envases, ya que esto se ve reflejado en el armado de la cubierta y la estructura final, donde se genera protuberancias, variaciones en la instalación de las láminas de PET y, posibles filtraciones a largo plazo.



Referencias

- Bartolomé, M. (2018). *Construcción low cost. Reciclado de botellas Pet para su aplicación en el campo de la construcción y las instalaciones* [Tesis de Pregrado, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/32148?locale-attribute=es>
- Miranda, D. (2022, 3 de julio). 20 datos sobre el problema de plástico en el mundo. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/20-datos-sobre-problema-plastico-mundo_15282
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- Narváez, M. S. y Luna, J. P. (2014). *Estudio de factibilidad de empresa de alquiler de máquinas para reciclaje de botellas plásticas* [Tesis de Pregrado, UIDE, Arizona State University]. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/909>
- Rochels, A. C. (2010). *Plásticos para construcción en Colombia* [Tesis de Pregrado, Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14537/u441265.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, L., Chávez, M. W., Lartategui, F. y Letona, A. P. (2017). Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envoltentes. *Revista Ingeniería*, 27(2), 40-55. <https://doi.org/10.15517/ri.v27i2.27076>

