

**POLÍMEROS RECICLADOS "PET" EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES
PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE EN BOGOTA.**

**PRESENTADO POR:
ERVIN ALEXANDER SANTAFE LUGO
CODIGO: D7303200**

**DIPLOMADO
GESTIÓN DE PROCESOS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
SUSTENTACION OPCION DE GRADO**

BOGOTA, JULIO DE 2021

1. TEMA

Dada la creciente necesidad de vivienda que se presenta ocasionada por el aumento poblacional a nivel mundial, se hace prioritario buscar alternativas que nos ayuden a solucionar la necesidad y al mismo tiempo contribuya a disminuir el impacto ambiental negativo que generalmente ocasiona la actividad humana en el planeta.

Implementar plásticos reciclados PET como material para la construcción de bloques para mampostería en la construcción de viviendas contribuye a disminuir considerablemente el volumen de material plastificado que se destina generalmente a los rellenos sanitarios, así como brindar una alternativa diferente de construcción que pudiera llegar a ser más práctica y económica que el sistema convencional.

En este orden de ideas, se considera importante investigar y documentar un análisis acerca de la utilización de polímeros reciclados PET en la construcción de mampostería no portante para viviendas en la ciudad de Bogotá con el propósito de conocer las ventajas y posibles desventajas que pudiera tener el uso de estos polímeros para tal fin, buscando alternativas económicas y ecológicas para la construcción de viviendas sin perder los estándares de calidad para dicho fin; en la elaboración de ladrillos a base de polímeros reciclados.

2. RESUMEN

El presente ensayo se realiza utilizando el método de investigación analítica e investigación deductiva, se hace un análisis sobre las ventajas de usar el plástico reciclado

(PET), en la fabricación de mampostería no portante para la construcción de viviendas en Bogotá.

En primer lugar, se contextualiza la situación ambiental en la que se encuentra Bogotá debido a la utilización excesiva de plásticos de un solo uso, seguidamente, se realiza una descripción del material PET y el uso que le damos cotidianamente; posteriormente se describe los procesos que se desarrollan para fabricar ladrillos de mampostería con polímero PET dentro de su estructura, incluyendo los análisis y pruebas de laboratorio que deben realizarse a los ladrillos para garantizar que sean un material aceptable para uso en construcción; finalmente se resaltan las ventajas técnicas y ambientales que puede traer el uso de polímeros reciclados PET en la construcción de viviendas en Bogotá.

Palabras clave: PET, plásticos de un solo uso, residuos, mampostería no portante.

3. ABSTRACT

The present test is carried out using the analytical research method and deductive research, an analysis is made of the advantages of using recycled plastic (PET) in the manufacture of non-bearing masonry for the construction of houses in Bogotá.

In the first place, the environmental situation in which Bogotá finds itself is contextualized due to the excessive use of single-use plastics, then a description of the PET material and the use that we give it on a daily basis is made; Later, the processes that are developed to manufacture masonry bricks with PET polymer within its structure are described, including the analysis and laboratory tests that must be carried out on the bricks to guarantee that they are an acceptable

material for use in construction; Finally, the technical and environmental advantages that the use of recycled PET polymers can bring in the construction of houses in Bogotá are highlighted.

Keywords: PET, single-use plastics, waste, non-bearing masonry.

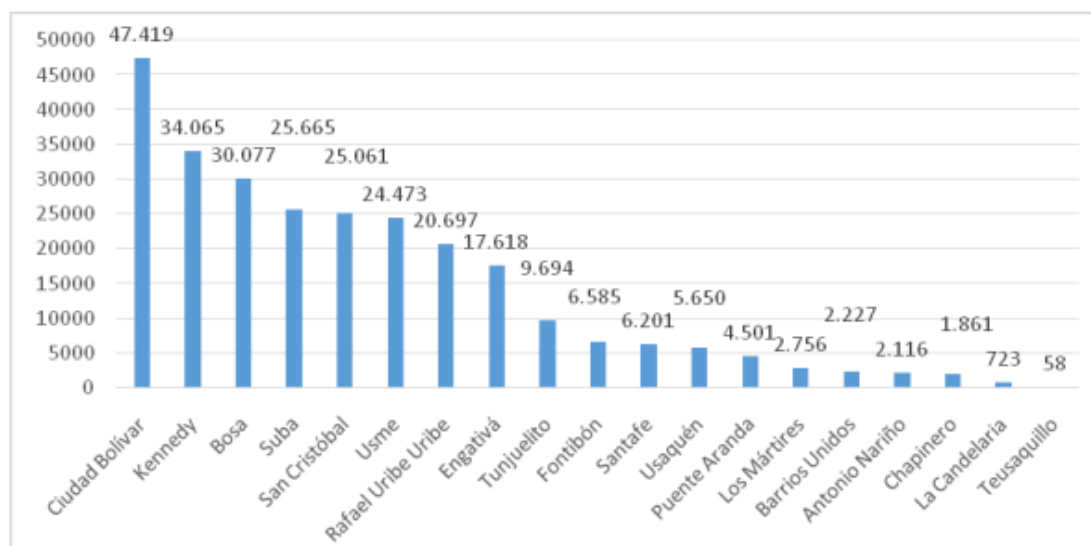
4. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con nuestra constitución Política, en su artículo 53, “*Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna...*” no obstante, la realidad es que el último boletín técnico emitido por el DANE en septiembre de 2021 sobre la realización de encuestas de calidad de vida a los habitantes, muestran un déficit habitacional del 8% de manera cuantitativa y 23,4% de manera cualitativa; así mismo, en Bogotá, la secretaría de planeación emitió en 2017 un reporte acerca del déficit de vivienda urbana que se vive en Bogotá Cundinamarca. Al ser la capital del país muchas personas llegan a buscar una mejor calidad de vida y, en consecuencia, un lugar donde vivir. Según datos oficiales obtenidos del censo oficiado por el DANE en el 2018, la secretaría de planeación de Bogotá determinó que para el año 2031 se requerirá construir en la ciudad entre 770 y 926 mil viviendas nuevas. Esto basado en el cálculo de crecimiento poblacional contemplado en el plan de ordenamiento territorial (POT).

En el año 2017 la alcaldía de Bogotá, en cabeza del alcalde mayor el Dr. Enrique Peñalosa Londoño realizó un estudio acerca del déficit de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca basándose en datos poblacionales registrados en la base de datos del sisbén, en este estudio se encontró que de los 942.998 registros de hogares urbanos de estratos 1, 2 y/o 3, 267.447 es decir, el 28,36% presentan algún tipo de carencia habitacional. A

continuación, en el gráfico No. 1 se enseña el déficit cuantitativo de viviendas en Bogotá por localidad según el estudio realizado en 2017.

Gráfico No. 1 Déficit cuantitativo de viviendas por localidad en la ciudad de Bogotá



Nota: esta imagen representa el déficit de vivienda urbana presentado en Bogotá y Cundinamarca para el año 2017 según “Informe de déficit de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca”. Alcaldía mayor de Bogotá, enero de 2017.

Sin embargo, según el último censo realizado por el DANE sobre población y vivienda en el año 2018, el déficit de vivienda en Bogotá ha disminuido a un 9,1%, cifra que a pesar de ser significativamente menor, no deja de ser alta y representar una preocupación para la administración distrital.

Adicionalmente, como consecuencia del aumento de la población, diariamente se genera gran cantidad de residuos que aumentan la contaminación, entre los cuales se destacan los residuos plásticos; en razón a esto, surge la importancia de realizar un análisis

para poder brindar un material alternativo que ayude a resolver tanto el problema de vivienda, como el problema de contaminación que hay en Bogotá.

El sistema de implementación de polímeros reciclados como el PET en la construcción de viviendas en mampostería no portante en el Distrito capital, puede llegar a traer muchas ventajas y ayudar en la solución de estas problemáticas, logrando una vivienda digna a un precio justo y en un ambiente sano.

5. ANTECEDENTES

El plástico es un material ampliamente usado en todo el mundo, motivo por el cual genera grandes volúmenes de desechos. En Bogotá, estudios realizados por la universidad de Los Andes demuestran que en la ciudad se desechan aproximadamente 6.300 toneladas de residuos cada 24 horas, de los cuales cerca del 60% son plásticos. (Universidad de los Andes, clínica jurídica del medio ambiente y salud pública, Greenpeace Colombia, 2019).

Por otro lado, el sector de la construcción se ha encargado durante los últimos años de buscar tecnologías que permitan disminuir el impacto ambiental generado por las actividades propias del sector, específicamente la afectación a la corteza terrestre por la extracción de materiales pétreos para la fabricación de cementos y morteros. Un claro ejemplo de esto son los supresores de polvo, que son polvos a base de resina emulsificada de petróleo que ayuda a suprimir las partículas de polvo y a estabilizar el suelo.

El uso de polímeros reciclados PET para la construcción ha resultado ser una alternativa bastante sostenible ambientalmente ya que permite reducir la cantidad de residuos plásticos y al mismo tiempo contribuye a la disminución de explotación de materiales pétreos.

A continuación, en la tabla No. 1 se describen diferentes investigaciones que se han llevado a cabo en torno al uso de polímeros PET en la construcción.

Tabla No. 1 Antecedentes de investigaciones sobre el uso de polímeros PET en construcción.

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR (ES)	TIPO DE INVESTIGACIÓN	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de viviendas.	-Miller Ernesto Piñeros Moreno -Rafael David de Jesús Herrera Muriel	Tesis de grado	Se realiza el diseño y construcción de un bloque de plástico usando plástico reciclado como principal materia prima, estableciendo una alternativa de construcción que compita con las tecnologías tradicionales. Como resultado se obtuvo un elemento constructivo con forma, textura, medida y peso requeridos, además de una textura final lisa que permite omitir la aplicación de pañete pasa su acabado.
Uso de polímeros en la construcción de placas viales auto sostenibles en la zona Sabana de Bogotá	-Karen Tatiana Diago Caicedo	Tesis de grado	Esta investigación se enfoca en el uso de alternativas ambientalmente sostenibles para el diseño y construcción de placas viales a base de polímeros. Como resultado se obtuvo que implementar adecuadamente el polímero y el asfalto permite un aumento en las propiedades mecánicas de las placas como fatiga por sobrecarga, rotura al momento del enfriamiento y capacidad de carga.
Ladrillos elaborados con plástico reciclado PET para mampostería no portante	-Pedro Javier Angumba Aguilar	Tesis de grado	En esta investigación se indagó acerca del uso del plástico reciclado para la fabricación de ladrillos para construcción de mampostería no portante. Se elaboraron ladrillos con dimensiones de 20x10x6 cm con adición de PET del 10, 25, 40 y 65% en sustitución del agregado fino. Se realizaron diferentes ensayos para comparar las características del ladrillo convencional con el fabricado con PET y se obtuvo como resultado que el porcentaje óptimo de PET para la obtención de un ladrillo con las características técnicas requeridas es del 25%.
Ladrillos con adición de PET, una solución amigable para núcleos rurales del municipio de Socorro.	-Raúl Omar Di Marco Morales. -Hugo Alberto León Téllez	Artículo.	En esta investigación se diseñaron y elaboraron bloques de ladrillo con adición de PET utilizando material reciclado proveniente de residuos sólidos generados en los mismos núcleos rurales. El objetivo principal fue evaluar las propiedades de resistencia y absorción del ladrillo macizo tipo tolete adicionándole fibras plásticas reciclables e industriales para reemplazar el material granular en porcentaje de adición de PET entre 20 y 40%; obteniendo como resultado que la adición de fibras de PET reciclado

			mejora la manejabilidad del mortero y mejora la absorción del material; sin embargo, la resistencia del ladrillo disminuye comparada con la resistencia del ladrillo convencional.
Análisis de la implementación de ladrillos a partir de plástico reciclado como material de construcción	-Diana Carolina Castillo Moncayo	Monografía	Esta es una investigación documental acerca de la implementación de ladrillos fabricados a partir del plástico reciclable con el sistema Brickarp en la construcción de viviendas en Colombia. Como resultado se obtuvo que los plásticos que pueden ser utilizados para fines constructivos pertenecen al grupo de los termoplásticos, resaltando el Tereftalato de polietileno por ser resistente a la humedad, corrosión, putrefacción, es buen aislante térmico, acústico, eléctrico e ignífugo, además de ser liviano.
Ladrillos ecológicos con material reciclado PET	-Kevin Cajacuri Carbonero -José Abelardo Altamirano Principe -Félix Alejandro Chiok Mezo -Oliver Daniel Bullon Westreicher Jackelyn Salvatierra Arias	Tesis de grado	Esta tesis de grado propone la creación de un producto “ecoladrillos” y posterior introducción al mercado peruano. El proyecto plantea un horizonte de evaluación de 7 años iniciando a partir de 2019 y finalizando en 2025. El producto a fabricar es un ladrillo hecho a base de cemento, arena, plástico y agua con dimensiones de 25x 12,5x7.5 cm que cumpla con todos los requerimientos técnicos establecidos para la construcción de viviendas. Finalmente, una vez realizado un estudio técnico al producto, y un estudio de mercado y demanda, se logró determinar que el producto cumple con las exigencias técnicas de las normas establecidas además resulta ser económicamente rentable y las inversiones iniciales se podrían recuperar en un periodo de 2 años y 2 meses.
Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados.	Fernando Román Betancourt.	Tesis de grado	En esta investigación se presentó el diseño de un bloque para la construcción elaborado con una mezcla de polietileno. Lo que se pretendía era proporcionar una alternativa de solución de alto grado de contaminación que genera la industria de la construcción a nivel mundial.
Prototipo para un boque de encastre a base de (PET) para aplicación en una vivienda de planta baja.	-José Hipólito Pin Parales	Tesis de grado	Se desarrolló esta investigación con el objetivo de aportar na solución para el mejoramiento de las condiciones ambientales del planeta. Se consideró como una importante aproximación a la solución de la pregunta de investigación de cuáles son las características de la mezcla de un bloque de PET que cumpla con las

			normas de mampostería estructural.
--	--	--	------------------------------------

Fuente. Elaboración propia.

6. POLÍMEROS RECICLADOS "PET" EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE EN BOGOTÁ.

6.1 El plástico en Bogotá

El plástico es un material sintético fabricado a base de petróleo, el cual a través de procesos de polimerización de carbono se convierte en un material altamente maleable, permitiendo que pueda ajustarse a cualquier forma que sea requerida. Sin embargo, en una planta de carbón los procesos de extracción y refinamiento en la producción del plástico pueden llegar a generar hasta 850 millones de toneladas de gases efecto invernadero (Greenpeace, 2019).

“El usar y tirar todo tipo de productos plásticos a diario causa la degeneración exponencial de residuos y marca el comienzo de un largo proceso de degeneración” (ONU, 2018). Esta problemática de la generación excesiva de residuos plásticos surge especialmente por el uso frecuente de los llamados “plásticos de un solo uso”, dentro de los cuales se encuentran las bolsas, vasos desechables, platos, bandejas, pitillos, cubiertos, botellas de agua o bebidas gaseosas, entre otros.

Según la superintendencia de servicios públicos (SSP), en el 2017 se generaron 10,3 millones de toneladas de residuos sólidos (SSP, 2018), y según el DANE, la generación de residuos sólidos en cada hogar colombiano es de 4,3 kg/día (DANE, 2018). Ahora bien, haciendo referencia propiamente a Bogotá, según la SSP, en el 2017 se generaron 2,2 millones de toneladas de residuos, lo que equivale al 21% del total generado en el país; situación que resulta bastante escandalosa y preocupante para el medio ambiente.

Según el informe de la superintendencia de servicios públicos, en Bogotá se generan diariamente 6.265 toneladas de residuos aproximadamente, de los cuales 56% corresponden a plásticos entre los cuales abundan los plásticos de un solo uso, lo que demuestra que más de la mitad de los residuos generados por los bogotanos son potencialmente reducibles, reusables y reciclables. (SSP, 2018).

6.2 Usos y transformaciones de los polímeros reciclados PET

El PET (polietilentereftalato) es un polímero plástico obtenido a través de la polimerización de ácido tereftalático y monoetilenglicol. Este material tiene dentro de sus principales características el buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes, alta resistencia al desgaste, buena resistencia química y alta cristalinidad y transparencia, entre otros, además del hecho de ser completamente reciclable.

El PET se usa fundamentalmente en la producción de fibras textiles, envases, botellas, bandejas, láminas, entre otros. Es importante resaltar que las botellas de plásticos pueden durar hasta 450 años en degradarse (Greenpeace, 2019), lo que resulta ser claramente una desventaja para el medio ambiente, sin embargo, la difícil degradación del material es una gran ventaja de calidad en la reutilización del mismo, como por ejemplo en la construcción de viviendas con base a estos materiales, así, respecto a la calidad de este material, de acuerdo a estudios de ingeniería civil publicados en la revista ICC 559, la utilización de polímeros reciclados como el PET para la construcción en mampostería no portante tiene cualidades similares a los convencionalmente utilizados para la construcción de las casas, por lo tanto, no se pierde la calidad, teniendo en cuenta que, como la mayoría

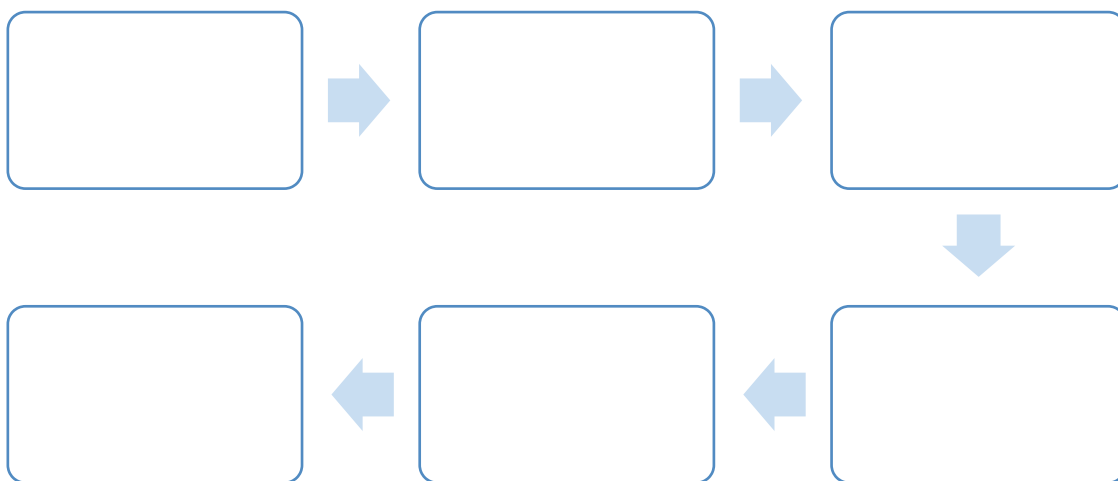
de productos ecológicos, estos experimentan incluso más pruebas de viabilidad que los tradicionales(Revista Ingeniería Civil IC 559, 2015).

6.3 Fabricación y control de calidad de ladrillos fabricados con PET

El aumento poblacional alrededor del mundo ha generado dos problemáticas importantes: la generación excesiva de residuos o desechos, y la necesidad de construcción de viviendas nuevas; ambas problemáticas afectan negativamente el bienestar del medio ambiente. Buscando mitigar este problema ambiental que afecta a todos los seres del planeta, se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten usar desechos plásticos para la fabricación de ladrillos para la construcción de mampostería no portante en viviendas unifamiliares.

A continuación, el grafico No. 2 describe el proceso general que se desarrolla para la fabricación de un ladrillo a base de PET.

Gráfico No. 2 Proceso de fabricación de ladrillos a base de PET



Fuente. Elaboración propia

Durante el proceso de recolección de residuos deben clasificarse los plásticos fabricados a base del polímero PET, pues este material se caracteriza por ser ligero y resistente a la compresión y al desgaste. Una vez seleccionado el plástico debe atravesar un proceso de trituración cuyo objetivo es obtener partículas entre 0,3 y 3 mm de diámetro que puedan ser mezclados de manera homogénea con el hormigón.

Es importante aclarar que el PET no puede reemplazar en su totalidad a los agregados pétreos del hormigón sin que se vean afectadas las capacidades mecánicas del ladrillo, por lo tanto, la cantidad de PET que se adiciona a la mezcla puede variar dependiendo de las exigencias técnicas. Diferentes estudios realizados a este tipo de material señalan que la cantidad idónea de PET a agregar a la mezcla de hormigón debe ser del 25% para que no se vean afectadas las propiedades esperadas para el ladrillo. (Di Marco R., León H., 2017).

Una vez hecha la mezcla debe realizarse el vaciado de la misma en moldes, de manera cuidadosa, evitando la segregación del PET o del agregado fino dentro del molde, y asegurando la distribución uniforme del cemento, eliminando vacíos dentro de la mezcla.

Los procesos de curado y desencofrado de estos ladrillos se realizan de manera similar a los ladrillos elaborados 100% con hormigón, cuidando la humedad y temperatura de los especímenes y evitando golpearlos al desencofrarlos.

Una vez fabricados los ladrillos con adición de PET deben evaluarse a través de ensayos de resistencia a la compresión, flexo tracción y absorción para determinar que cumplan con las especificaciones de la NTC 4076 que reglamenta la construcción de bloques y ladrillos de concreto para mampostería no estructural.

6.4 Ventajas del uso de ladrillos PET

Constructivamente, el ladrillo fabricado a base de PET tiene múltiples ventajas sobre el ladrillo cocido de arcilla y el ladrillo fabricado de hormigón, algunas de las principales ventajas se enlistan a continuación:

- ✓ Debido a su componente plástico poseen la capacidad de proveer un aislamiento térmico mucho mayor que los ladrillos comunes.
- ✓ Su peso es mucho menor que el de los ladrillos convencionales, por lo que permiten construir muros en un menor tiempo.
- ✓ Gracias a su gran capacidad de aislar el frío o el calor, permiten construir muros con un menor espesor.

Así mismo, ambientalmente, el uso de ladrillos fabricados con PET también trae grandes beneficios, el más notorio es que al usarse material de residuos, permite reciclar gran cantidad de los mismos evitando que lleguen a los rellenos sanitarios y pueda darse una mejor disposición para éstos, además, este material PET reemplaza un porcentaje importante del agregado pétreo lo cual disminuye la necesidad de explotación del suelo; además que no genera contaminación atmosférica al no requerir de grandes hornos para su cocción, como es el caso del ladrillo de barro cocido.

7. Conclusiones

Fabricar ladrillos con componentes de PET para la construcción de mampostería no portante en la ciudad de Bogotá trae grandes ventajas económicas, técnicas y ambientales para diferentes sectores de la ciudad.

Las ventajas económicas se verían reflejadas principalmente para los usuarios de las viviendas, pues al usarse un material reciclado, aunque debe llevar un proceso para su reutilización, éste tiene un menor costo comparado con el sistema convencional, por lo que adquirir una vivienda nueva sería mucho más accesible.

Dentro de los beneficios técnicos de construir viviendas con ladrillos fabricados con componentes de PET, se encuentra la posibilidad de construir muros más delgados, que garanticen la protección térmica y acústica requerida, construcciones más livianas que evitarían la pérdida de vidas en caso de colapso por sismo o cualquier otra eventualidad; y adicionalmente, dado que los plásticos PET tienen un periodo de degradación calculado de hasta 450 años, se puede garantizar que los ladrillos fabricados con este material no van a sufrir deterioros en un corto tiempo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que por requerimientos técnicos se recomienda usar este tipo de mampostería únicamente en estructuras de un solo nivel.

Ahora bien, las ventajas ambientales son enormes, pues se disminuiría drásticamente la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios lo cual representa un gran impacto en el medio ambiente, y así mismo disminuiría la cantidad de material pétreo requerido para la fabricación del hormigón de los bloques.

El material PET aporta resistencia mecánica a la mezcla del hormigón con la cual se fabrican los ladrillos, sin embargo, se debe tener en cuenta que la dosificación de PET dentro de la mezcla no debe exceder el 25% para evitar que se presenten fallas técnicas en los ladrillos.

Es preciso mencionar que, a pesar de todos los ensayos e investigaciones realizados en torno al uso del polímero reciclado PET para diferentes proyectos en el sector de la construcción, aún no se ha logrado implementar el uso del mismo de manera industrial, motivo por el cual el impacto ambiental generado por la reutilización del plástico no ha sido el esperado.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía mayor de Bogotá. (2012) Déficit de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca.

Angumba P. (2016). *Ladrillos elaborados con plástico reciclado PET para mampostería no portante*. Universidad de la cuenca.

Castillo D. (2018). *Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción*. Universidad Santo Tomás.

Cajacuri K., Altamirano J., Chiok F., Bullon O. y Salvatierra J. (2017). *Ladrillos ecológicos con material reciclado PET*. Universidad San Ignacio de Loyola.

Diago K. (2021). *Uso de polímeros en la construcción de placas viales auto sostenibles en la zona sabana de Bogotá*. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.

Di Marco R. y León H. (2017). *Ladrillos con adición de PET, una solución amigable para núcleos rurales del municipio de Socorro*. 5to simposio internacional de investigación en ciencias económicas, administrativas y contables.

DANE. (2018). *Encuesta nacional manufacturera. Materias primas, materiales y empaques consumidos y comprados según el tipo de artículo*. Colombia.

Departamento nacional de estadísticas. (2018). *Cuentas ambientales y económicas de flujos de materias de residuos sólidos*. Colombia.

Greenpeace Colombia. (2019). *Desechando futuro: las empresas ofrecen falsas soluciones a la contaminación por plásticos*. Colombia.

Organización de las naciones unidas ONU. (2018). *Plásticos de un solo uso*

Piñeros M. y Herrera R. (2018) *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado PET aplicados en la construcción de vivienda*. Universidad Católica de Colombia.

Superintendencia de servicios públicos. (2018). *Informe de disposición final de residuos sólidos – 2017*. Colombia.