

CONSTRUCCIÓN DE LADRILLO MACIZO A BASE DE PET Y PP

**EMELY DAYANA CASTAÑO GALLO
RAFAEL ENRIQUE RINCÓN MARTIN
OSCAR CAMILO PAVA MORALES**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT, CUNDINAMARCA
2020**

CONSTRUCCIÓN DE LADRILLO MACIZO A BASE DE PET Y PP

EMELY DAYANA CASTAÑO GALLO

ID:472281

RAFAEL ENRIQUE RINCÓN MARTIN

ID:459462

OSCAR CAMILO PAVA MORALES

ID:505203

Trabajo realizado para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor:

JACKSON ERMINZUL MONROY GUTIÉRREZ

Ingeniero Civil

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

GIRARDOT, CUNDINAMARCA

2020

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 27 de mayo de 2021

Dedicatoria

En primera instancia Dios por haberme permitido llegar a este punto y luego a todas las personas que de una u otra manera me han apoyado en mi proceso de aprendizaje, a los ingenieros María Claudia Vera Guarnizo y Jackson Erminzul Monroy Gutiérrez por habernos orientado, fortalecido y aumentado nuestro conocimiento en este ámbito tan importante; a mis padres y hermanos porque gracias a ellos y su apoyo he podido llegar a donde estoy.

Emely Dayana Castaño Gallo

En un mundo nuevo y competitivo con una profunda transformación de los valores éticos y morales de la sociedad, brindo esta investigación primeramente a Dios, mis Padres que con su apoyo incondicional estuvieron presentes en todo momento, los ingenieros que guiaron este lindo proyecto e iniciativa y a todos que aportaron su granito de arena dejamos esta investigación para que les sirva de ejemplo de perseverancia y sepan que nunca es tarde para aportar a mejorar nuestro entorno socio-ambiental.

Oscar Camilo Pava Morales

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topara con una de ellas. A Dios por haber puesto en nuestro camino personas que nos apoyaron en el proceso y nos motivaron para sacar adelante el proyecto; a mis padres y mi hermana que en los momentos difíciles me apoyaron y me dieron fortaleza para seguir con mi carrera del cual me siento muy orgulloso. Dejo esta investigación a toda nuestra familia del semillero SIMATSCON.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. MARCO REFERENCIAL	18
4.1 Marco Teorico	18
4.1.1 Residuos Sólidos.	18
4.1.2 Mamposteria.	19
4.1.3 Ladrillos.	20
4.2 Marco Conceptual	23
4.3 Estado del arte	32
4.4 Marco Legal	34
5. METODOLOGÍA	40
5.1 Planteamiento del problema (que se necesita saber)	40
5.2 Planeación (que recursos se requieren y qué actividades deben desarrollarse)	40
5.3 Recopilación de la información (cómo se obtienen los datos y con qué)	41
5.4 Procesamiento de datos	41
5.5 Explicación e interpretación	41
5.6 Comunicación de resultados y solución del problema	42
6. RESULTADOS	46
6.1 Diseños de formaleta	46
6.1.1 Primer diseño del molde en madera.	46
6.1.2 Segundo diseño del molde en madera.	46
6.1.3 Tercera formaleta (metálica).	47

6.2	Dosificaciones	47
6.2.1	Dosificación del material para el primer y segundo ensayo del ladrillo.	47
6.3	Prototipos de ladrillo macizo	49
6.3.1	Primer ensayo del ladrillo macizo.	49
6.3.2	Segundo ensayo del ladrillo macizo.	50
6.3.3	Tercer ensayo con la formaleta de madera.	52
6.3.4	Primer ensayo del ladrillo macizo en la formaleta metálica.	53
6.3.5	Segundo ensayo con la formaleta metálica.	55
6.3.6	Tercer ensayo con formaleta metálica.	55
6.4	Fallos de laboratorios	57
6.4.1	Peso del ladrillo elaborado em material PET y PP.	57
6.4.2	Peso de los ladrillos macizos tradicionales en arcilla.	58
6.4.3	Fallo y resistencia de los ladrillos elaborados en PET y PP.	59
6.4.4	Fallo de los ladrillos elaborados con arcilla.	60
7.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
8.	CONCLUSIONES	66
9.	RECOMENDACIONES	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resistencia mínima de un ladrillo macizo.	37
Cuadro 2. Cronograma.	43
Cuadro 3. Presupuesto.	44
Cuadro 4. Propiedades físicas de las unidades de mampostería estructural.	63
Cuadro 5. Resistencias ladrillo macizo en seco.	64
Cuadro 6. Resistencias ladrillo macizo húmedo.	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tapas PP.	32
Figura 2. Ladrillos perforados.	36
Figura 3. Primer diseño de la formaleta	46
Figura 4. Segundo molde en madera	46
Figura 5. Formaleta metálica	47
Figura 6. Fotografía 1n 1peso del PP	47
Figura 7. Peso del PET	48
Figura 8. Peso del PP	48
Figura 9. Primer ladrillo elaborado	49
Figura 10. Aplicación del material en la formaleta	49
Figura 11. Primer ladrillo macizo	50
Figura 12. Segundo ladrillo por un costado	50
Figura 13. Segundo ladrillo	51
Figura 14. Compactación del material	51
Figura 15. Aplicación del material en la formaleta.	52
Figura 16. Desencofrando el ladrillo	52
Figura 17. Ladrillo por uno de sus costados	53
Figura 18. Aplicación del material dentro de la formaleta	53
Figura 19. Primer ladrillo echo con la formaleta metálica	54
Figura 20. Ladrillo deforme por uno de sus costados.	54
Figura 21. Ladrillo por un costado	55
Figura 22. Ladrillo macizo #3 por uno de sus costados.	55
Figura 23. Ladrillo macizo #3	56
Figura 24. Ladrillos macizos elaborados con PET y PP	56
Figura 25. Peso de uno de los ladrillos en material PET y PP.	57
Figura 26. Peso del otro ladrillo elaborado en material PET y PP.	57
Figura 27. Peso de ladrillo elaborado en arcilla.	58
Figura 28. Peso de ladrillo elaborado en arcilla.	58
Figura 29. Peso de ladrillo elaborado en arcilla	58

Figura 30. Resistencia del ladrillo con peso de 1.610g	59
Figura 31. Resistencia del ladrillo con peso 1.910	59
Figura 32. Fallo del ladrillo	59
Figura 33. Resistencia del ladrillo en arcilla con peso 2,595	60
Figura 34. Ladrillo en arcilla fallado	60
Figura 25. Fallo y resistencia del ladrillo en arcilla con peso 2,735	61
Figura 36. Fallo y resistencia del ladrillo de arcilla con peso 2,580	61
Figura 37. Fallo de los ladrillos en arcilla.	62

Resumen

El uso del plástico reciclado para la fabricación de ladrillo macizo óptimo en construcción de mampostería es importante en la industria de la ingeniería civil debido a las diferentes características que se mencionaran a continuación y la generación de empleo en la industria de la construcción. Según la revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia:

Durante los últimos años la producción de residuos sólidos ha aumentado significativamente, causando problemas de salud y medio ambiente, Para ello, se llevó a cabo una caracterización mecánica de los envases de PET más populares en el mercado de forma individual y grupal. Los resultados de las pruebas de compresión indican que los envases de PET exhiben resistencias de compresión que sugieren que estos se pueden aprovechar en la construcción de estructuras ligeras. (Botero Jaramillo, Muñoz, Ossa, & Romo, 2014).

En el artículo dejan constancia que este elemento contaminante al sustituirlo en la mezcla con los materiales tradicionales como son el cemento, agua y agregado fino se descartan los efectos perjudiciales, por lo anterior se concluye que es vital realizar una investigación que no solo permita mitigar el impacto ambiental producto de este material y adicional transformarlo en un elemento constitutivo en productos que sean útiles en el mercado de las obras civiles.

Se elaboraron ladrillos con adición de PET Y PP con diferentes porcentajes de plástico triturado para los diferentes diseños. Luego se efectuó diversos ensayos con la finalidad de compararlos con los ladrillos de arcilla cocida de uso común en la región y analizar los resultados para la utilización en muros de mampostería no portante según los lineamientos establecidos por las Normas Colombianas NTC 4076, 4205, 4205-2, 6033, NSR-10 y las políticas de gestión integral de residuos sólidos. Debido a que se realizó la revisión de la literatura y con base a ella se determinó que no hay una normatividad colombiana que rijan este tipo de diseño por lo mencionado anteriormente es novedoso y no se ha realizado una un diseño de mezcla que contenga un porcentaje del 100% PET y PP, es decir que sus elementos constitutivos sean solo los elementos contaminantes por ello se deja en mención que de ser favorable esta tesis se generaría una reducción masiva del impacto ambiental y se empezaría a realizar el proceso de patente.

Debido a que el PET y PP es producto de procesos industriales de producción masiva y que desafortunadamente por falta de políticas y un buen manejo ambiental, actualmente es considerado como el componente más contaminante del planeta. Según los objetivos de desarrollo sostenible

ODS, “Un crecimiento económico inclusivo y sostenido puede impulsar el progreso, crear empleos decentes para todos y mejorar los estándares de vida” (SOSTENIBLE O. D., 2018). Dicho lo anterior podemos impartir que este generara una economía sustentable tanto para la construcción, como también para generar más empleos.

La mitad de la humanidad, esto es, unos 3.500 millones de personas, viven actualmente en ciudades, y esta cifra seguirá en aumento. Dado que para la mayoría de personas el futuro será urbano, las soluciones a algunos de los principales problemas a que se enfrentan los seres humanos la pobreza, el cambio climático, la asistencia sanitaria y la educación En los próximos decenios, el 95% de la expansión urbana tendrá lugar en países en desarrollo. Muchas ciudades son también más vulnerables al cambio climático y a los desastres naturales debido a su elevada concentración de personas y su ubicación, por lo que reforzar la resiliencia urbana es crucial para evitar pérdidas humanas, sociales y económicas(ODS, (SOSTENIBLE O. D., 2018).

Para apoyar este objetivo y generar una economía sustentable este proyecto de investigación plantea una alternativa mediante un producto sustentable y sostenible para la construcción y con ello como valor agregado generar más empleos y dar un aporte al ODS mencionado anteriormente. Por lo anterior, se ve la necesidad de crear un diseño de mezcla para un tipo ladrillo macizo a base de material PET y PP con el objetivo de mitigar la contaminación, reutilizar, reciclar, mitigar y generar un aporte de un material eco sustentable, que se pueda comercializar a bajo costo y generar un crecimiento económico. que genere conciencia para elaboración de productos sostenibles.

Por otro lado, el valor de este producto, al llegar a cumplir una gran demanda implicarían costos económicos bajos para la construcción de viviendas, siendo asequible para cualquier agente comprador, además que para la construcción no requerirán de mano de obra especializada por su fácil manipulación, resumiendo que podemos llegar a convertir este producto en un sistema muy utilizado en la industria constructiva.

Palabras Claves

Mampostería, ladrillo macizo, PET, PP, material eco sostenible.

Abstract

The use of recycled plastic for the optimal solid brick manufacturing in masonry construction is considered important for civil engineering. It is estimated that it has benefits and characteristics that make it look more effective, thus generating more employment in the construction industry. According to the Universidad de Antioquia Faculty of Engineering magazine, “In recent years the production of solid waste has increased significantly, causing health and environmental problems. For this, a mechanical characterization of the most popular PET containers was carried out in the market individually and in groups. The results of compression tests indicate that PET containers exhibit compression strengths that suggest that they can be used in the construction of light structures ”(Botero Jaramillo, Muñoz, Ossa, & Romo, 2014). Taking into account the above, harmful effects can be ruled out when they are included in the mix with traditional materials such as cement, water and fine aggregate. Bricks were made with the addition of PET AND PP with different percentages of crushed plastic for the different designs. Later, several tests were carried out in order to compare them with the fired clay bricks commonly used in the region and analyze the results for their use in non-bearing masonry walls according to the guidelines established by Colombian Standards NTC 4076, 4205, 4205- 2, 6033, NSR-10 and the policies for the integral management of solid waste. Because the literature review was carried out and based on it it was determined that there is no Colombian regulation that governs this type of block design due to its novel mixture that is 100% PET AND PP, helping to a massive reduction of the environmental impact generated by industrial processes and waste pollution, being one of the most polluting components on the planet. According to the SDG, inclusive and sustained economic growth can drive progress, create decent jobs for all and improve living standards (SUSTAINABLE, 2018). Having said the above, we can teach that this will generate a sustainable economy both for construction, as well as to generate more jobs. Also appending “that half of humanity, that is, some 3,500 million people, currently live in cities, and this number will continue to increase. Given that for most people the future will be urban, the solutions to some of the major problems facing human beings - poverty, climate change, healthcare and education In the coming decades, 95% of the urban expansion will take place in developing countries. Many cities are also more vulnerable to climate change and natural disasters due to their high concentration of people and their location, so strengthening urban resilience is crucial to avoid human, social and economic losses (ODS, (SOSTENIBLE, 2018). With this we can conclude the lack of employment

opportunity that people lack and a decent home. Therefore, it is necessary to create a mix design for a solid brick type based on PET and PP material with the aim of mitigate pollution, reuse, recycle, mitigate and generate a contribution of an eco-sustainable material, which can be commercialized at low cost and generate economic growth, which generates awareness for the elaboration of sustainable products.

On the other hand, the value of this product, when meeting a great demand, would imply low economic costs for the construction of houses, being affordable for any buyer agent, in addition to that for the construction they will not require specialized labor due to its easy handling. In short, we can turn this product into a system widely used in the construction industry.

Keywords

Masonry, solid brick, PET, PP, eco sustainable material.

Introducción

Los envases hechos con tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés) constituyen uno de los elementos reciclables más usados en todo el mundo, cada vez son más los productos envasados en este material gracias a sus cualidades: irrompible, económico, liviano, impermeable y reciclable; además, desde el punto de vista ambiental, el PET es la resina con mejores características para el reciclado, (Revista Semana, 2016)).

Como se mencionó anteriormente debido a sus propiedades este material ha causado gran impacto y se ha convertido muy importante en la industria de la economía puesto como se menciona en el proyecto de grado titulado Desarrollo Autosostenible de la implementación de la Construcción de la Escuela “Porvenir” con la Utilización de Material Reciclable (2014) Lo interesante es que además de estar reutilizando la basura, la estructura generada es muy resistente, de bajo peso y asegura condiciones térmicas adecuadas, permitiendo dar acceso a la vivienda a familias o comunidades con bajos recursos (MUÑOZ, 2014), dándole paso a ello para así poder generar un gran número de oferta de empleo y reduciendo consigo una mayor parte de contaminación ambiental.

Debido a la problemática ambiental vigente, este material es de fácil acceso sin mencionar que según la revista el tiempo (2019) las botellas de plástico se descomponen luego de 450 años al igual que los pitillos (TIEMPO, 2019), y según CJS (2013) las tapas tardan 30 años en descomponerse (canecas, 2013), Debido a esta característica que es perjudicial para el ambiente pero es una propiedad beneficiosa en la industria se han generado diversos usos, como por ejemplo contenedores de elementos en su mayoría líquidos, que permite conservar por un lapso de tiempo; es higiénico y de fácil almacenamiento y transporte.

De acuerdo a lo anterior nuestro planteamiento es lograr incursionar con un nuevo material de construcción como lo es el bloque plástico, donde utilizaremos el mismo como materia prima principal para su elaboración, siendo este uno de los productos más desechados y a su vez quien más contaminación genera. Proponiendo un nuevo elemento para la ingeniería civil es decir para la construcción de vivienda con polímeros reciclados, estableciendo nuevas metodologías y alternativas de construcción tradicionales.

1. Planteamiento del Problema

La dificultad de obtener vivienda en Colombia, y de acuerdo con el último reporte de Inclusión Financiera, el crédito de vivienda es uno de los productos con más baja penetración, apenas 1,1 millones de adultos contaba con uno para diciembre de 2017, frente a los 9,2 millones de personas con tarjeta de crédito. De hecho, los créditos hipotecarios solo representan el 5,25 % de todos los préstamos vigentes en el país (Paula Delgado Gómez, 2019).

No obstante, la contaminación ambiental que se genera en Colombia es desolador. Manglares, mares y ríos sufren una contaminación por plástico sin precedente. Actualmente se producen 12 millones de toneladas de residuos sólidos al año y solo se recicla el 17 %. Según Acoplásticos, un colombiano puede consumir 27 kilos de este material anualmente, una cifra que refleja la cantidad abrumadora de plástico que se produce en el país (Redacción BIBO, 2019). Dicho lo anterior se inició una investigación, sobre las ventajas y desventajas que el material PET y PP contienen, y como podría ser utilizado en la ingeniería civil, donde se permitirá atacar estas dos problemáticas que aquejan a nuestra sociedad.

La construcción es una de las industrias con grandes causantes del deterioro del medio ambiente, por ello se observa con gran preocupación cómo se puede influir o aportar mediante proyectos investigativos con diversos resultados brindando y generando nuevos conocimientos por medio de la investigación acerca de la elaboración de un ladrillo macizo a base de PET y PP. También buscar una alternativa para minimizar los impactos negativos que se están causando al medio ambiente a raíz de uso excesivo de estos materiales ya mencionados.

Uno de los causantes de esta contaminación ambiental es la disposición final de residuos, puesto que este preocupa a la población, debido a que no hay un manejo consiente y adecuado de los mismos, se debe reducir la generación de estos y reutilizar o reciclar la mayor parte posible, brindando un nuevo servicio para el ser humano a través de prácticas y nuevas tecnologías para el aprovechamiento o tratamiento de estos. La apuesta por brindar nuevas propuestas sobre alternativas sostenibles debe responder a las necesidades de la comunidad y del medio ambiente, la implementación de materiales ecológicos, como son materiales constructivos a partir de reciclaje plástico como materia prima, aportando a la solución de estos problemas.

2. Justificación

La explotación de los recursos naturales por parte de la población ha generado un impacto negativo al medio ambiente y a la biodiversidad. Un gran porcentaje de esta explotación de los recursos naturales es utilizada en la elaboración de materiales para la construcción de vivienda. Con el ánimo de aportar una solución a esta problemática se ha elegido esta temática e investigar acerca del uso del plástico reciclado en la construcción. En nuestro país los bloques o ladrillos son el principal elemento de construcción para muros de viviendas.

La presente investigación se realiza con buscar una alternativa de solución a los altos niveles de contaminación que producen los residuos sólidos urbanos también conocidos como RSU en la Ciudad de Girardot y si es posible a nivel nacional, los cuales generan otro tipo de contaminantes como son el CO₂, desechos orgánicos e inorgánicos, lixiviados y polímeros (plásticos) los cuales su descomposición puede tardar entre 700 a 4000 años dependiendo de su tipo, El aporte que pretendemos brindar mediante esta investigación es de gran valor ya que la utilización de grandes volúmenes de plástico reciclado y su transformación como materia prima en la elaboración de bloques o ladrillos para la construcción, ayudan al ahorro energético y económico en la disposición final de los RSU. (Castiblanco Quintero & Rodríguez Mejía, 2017)

Es tal la situación, que de las 7.000 toneladas de basura que se sacan diario aproximadamente en el municipio y aledaños, solo se aprovecha el 3 %. Esta no es una condición especial que este aprovechando nuestra ciudad. De acuerdo con el ministerio de Medio Ambiente, en el país, de los 11,6 millones de toneladas de basura que se producen al año, solo se recicla el 17 %. Y lo referente al plástico reciclado solo se obtiene un 9% del total de cada año. Por tanto, la utilización del plástico reciclado gracias a su versatilidad, fácil manipulación y modelación a altas temperaturas, se convierte en una opción favorable en la construcción, donde sería utilizado como materia prima para la elaboración de ladrillos y a su vez aumentaría los niveles de recolección y reciclaje aportando al medio ambiente. (Castiblanco Quintero & Rodríguez Mejía, 2017)

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Desarrollar y analizar ladrillos a base de PET y PP como material ecológico y sustentable para la construcción.

3.2 Objetivos Específicos

- ❖ Realizar diferente toma de muestras con porcentajes variables de aditivo de plástico reciclado.
- ❖ Analizar los resultados de las pruebas en laboratorio, y comparar con las unidades de los sistemas tradicionales.
- ❖ Determinar el costo financiero de un ladrillo macizo a base de PET y PP, y realizar un balance con los precios de ladrillos comunes al mercado.

4. Marco Referencial

4.1 Marco Teórico

La incorporación de fibras al hormigón mejora la respuesta frente a la fisuración y reduce su fragilidad, al mismo tiempo que gana tenacidad, resultando adecuado para sobrellevar acciones estáticas o prevenir situaciones donde se requiera el control de los procesos de fisuración. La modificación del concreto con polímeros afecta su trabajo en estado fresco, reducen la segregación (analizar este fenómeno), actúan como reductores de agua e incrementan significativamente el asentamiento. Uno de los problemas con el uso de los polímeros en el concreto es su impermeabilidad, aunque reduce la presencia de soluciones dañinas en los poros del concreto, puede traer como consecuencia la formación de células de concentración y con ella la corrosión del acero. (RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, 2017)

4.1.1 Residuos Sólidos.

Los residuos pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos. Bajo la denominación de residuos sólidos se agrupan solo los residuos que están en estado sólido, dejando fuera los que se encuentran en estado líquido y gaseoso. Se usa el término residuo sólido urbano para referirse a aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Estos residuos suelen ser producidos en los domicilios particulares (casas, apartamentos, etc.), las oficinas o las tiendas.

Ejemplos de residuos sólidos son un papel usado, una botella de plástico o de vidrio o un envase de cartón. En cambio, residuos como el aceite de un vehículo o el humo de una chimenea no son clasificados dentro de los residuos sólidos. (SANCHEZ, 2020)

Los residuos sólidos se pueden clasificar en dos grandes grupos, **los residuos sólidos peligrosos y los no peligrosos**. Los peligrosos, como su nombre indica, agrupan aquellos residuos que pueden suponer un peligro para el ciudadano o para el medio ambiente, debido a sus propiedades corrosivas, explosivas o tóxicas. Mientras que los residuos no peligrosos no suponen un peligro para el ciudadano ni para el medio ambiente. Estos, a su vez, se pueden subdividir en:

- ❖ Ordinarios: estos residuos son generados durante la rutina diario en hogares, escuelas, oficinas u hospitales. (SANCHEZ, 2020)

- ❖ Biodegradables: estos residuos se caracterizan por poder desintegrarse o degradarse de forma rápida, convirtiéndose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplos de este tipo de residuos

son restos de comida, frutas y verduras. Puedes conocer más sobre Cuánto tardan en degradarse los desechos aquí. (SANCHEZ, 2020)

❖ **Inertes:** estos residuos se caracterizan porque no se descomponen fácilmente en la naturaleza, sino que tardan bastante tiempo en descomponerse. Entre estos residuos encontramos el cartón o algunas clases de papel. (SANCHEZ, 2020)

❖ **Reciclables:** estos residuos pueden someterse a procesos que permiten que puedan ser utilizados nuevamente. Entre estos encontramos vidrios, telas, algunas clases de plásticos o papeles. (SANCHEZ, 2020)

Además de esta clasificación, los residuos sólidos también pueden agruparse en **orgánicos e inorgánicos:**

❖ **Orgánicos:** en esta clasificación se agruparían a los residuos biodegradables. (SANCHEZ, 2020)

❖ **No orgánicos o inorgánicos:** son residuos que por sus características químicas sufren una desintegración natural muy lenta. Muchos de estos residuos son reciclables por métodos complejos como las latas, algunos plásticos, vidrios o gomas. En otros casos su reciclaje o transformación no es posible, es el caso de las pilas, que son peligrosas y contaminantes. (SANCHEZ, 2020)

4.1.2 Mampostería.

La mampostería es un sistema de construcción tradicional. Consiste en superponer rocas, ladrillos o bloques de concretos prefabricados, para la edificación de muros o paramentos. Los materiales uniformes o no, también llamados mampuestos, se disponen de forma manual y aparejada. Para su adición se emplea una mezcla de cemento o cal, con arena y agua. (MINERALES, 2015)

Tipos de muros de mampostería. Muy diversos son los muros de mampostería. A continuación, se explican los más demandados:

- **Muros de soporte de carga.** Construidos tanto en interiores como exteriores, dirigen el peso desde el techo hasta la base o cimiento. Pueden estar realizados de piedras, ladrillos o bloques de concreto. Su espesor es relativo al peso a soportar.
- **Muros reforzados.** Resisten fuerzas de tensión y cargas de compresión pesadas. Permaneciendo intactos ante las fuertes lluvias y vientos, evitando grietas y fallas producto

de la presión de la tierra. El refuerzo se hace en intervalos horizontales y verticales, que dependerán de las condiciones estructurales y las cargas en las paredes.

- Muros huecos. La cavidad en el interior de la pared evita que agentes como la humedad o el calor penetren en el edificio. Si el agua supera la cara exterior del muro, corre por la cavidad al suelo y drena hacia afuera de éste. Algunas veces las cavidades del bloque se recubren con pinturas o aditivos anti impermeables para reforzar la acción liberadora del agua.
- Muros compuestos: Hechos de piedras y ladrillos, o ladrillos y bloques huecos, abaratan costos sin descuidar la apariencia y calidad del trabajo. Se conectan utilizando lazos de acero o a través de las juntas en refuerzos horizontales.
- Muros postensados: Son los muros de mampostería estructurados para resistir fuerzas sísmicas y grandes vientos. Requieren de una buena cimentación y la instalación de barras verticales de postensado que atraviesan los tabiques o bloques de concreto y se tensan en la parte superior del muro. (MINERALES, 2015)

4.1.3 Ladrillos.

El ladrillo es uno de los materiales tipo cerámica o arcilla cocida más antiguo que se viene utilizando en el sector de la albañilería. Se distingue por su forma de prisma rectangular, y por sus propiedades que le hacen tener una excelente resistencia a la compresión. También se distingue por sus cualidades de aislamiento acústico y térmico. Con este material hecho de masa de barro cocida se logra levantar perfectamente cualquier muro o estructura. Este material es muy versátil, estable y duradero, siendo fabricado con cerámica roja mezclada con otros elementos. Generalmente suelen tener un espesor que oscila entre los 4 y los 27 cm. (CIBAO, 2017)

Tipos:

Ladrillo hueco

Es el ladrillo que se emplea para la construcción de paredes que no tienen que aguantar cargas que no superan el propio peso de los ladrillos. Estos ladrillos presentan ciertas perforaciones tanto en la testa como en el canto, lo cual, hace disminuir el volumen y el peso del material empleado. Son ideales para usar en tabiques que no tienen que aguantar un gran peso. (CIBAO, 2017)

Ladrillo macizo.

A diferencia del hueco, este si llega a resistir una carga mayor que su propio peso. Es un ladrillo que presenta un excelente acabado por la forma en que es elaborado, sea a través del prensado o por extrusión. Estos tienen dimensiones exactas. (CIBAO, 2017)

Ladrillo macizo con cazoleta

También se llama ladrillo con rebaje. Es el ladrillo empleado para resguardar mortero y para usar con tabiques con juntas de poco espesor, con llagas o sin juntas.

Ladrillo refractario

Estos ladrillos son ideales para construcciones situadas en espacios donde usualmente se genera fuego o que siempre la temperatura es muy alta. Está compuesto por los mismos materiales que un ladrillo tradicional, pero presenta diversas proporciones en cada contenido. Es de gran utilidad para la fabricación de chimeneas y de calderas. (CIBAO, 2017)

Ladrillos de adobe de tierra

“Tipo de ladrillo elaborado en base a barro crudo. Es el más antiguo de todos y es muy empleado en construcciones rústicas, precarias y en la bio-construcción, ya que tiene excelentes propiedades de aislación térmica”. (CIBAO, 2017)

Ladrillo cocido de tierra

También llamado ladrillo de tejar. Es muy utilizado en diversas edificaciones, el cual se distingue por carecer de agujeros. Este se elabora en base a tierra o de arcilla que es cocida en hornos y trabajada de forma artesanal. Presenta diversas dimensiones que son establecidas acorde a las normas y al país. Todas sus caras están rústicas y no poseen perforaciones. (CIBAO, 2017)

Ladrillo perforado

Este tipo de ladrillo se distingue porque presenta diversas perforaciones que superan el 10 por ciento de su superficie. Si las perforaciones son menos de este por ciento se le llama ladrillo macizo. A este también se le conoce como ladrillo liviano. A través de estos ladrillos el concreto o mortero puede ingresar fácilmente debido a los orificios que posee, por ello es ideal para paredes ya que brindan una mayor resistencia. (CIBAO, 2017)

Ladrillo perforado al canto

“Este tipo de ladrillo es el que se suele emplear en la construcción de tabiques y de techos, los cuales logran disminuir la carga por ser huecos”. (CIBAO, 2017)

Ladrillo Clinker

“Se elabora en base a arcillas que son cocidas a una alta temperatura, lo cual da a lugar un ladrillo con absorción de agua muy baja y con una densidad muy alta. Presenta un acabado esmaltado, gres y rústico”. (CIBAO, 2017)

Ladrillos decorativos para piso

Son ladrillos con una excelente resistencia al tránsito y que brindan un toque de calidez en cualquier espacio. Se pueden colocar en jardines, terrazas, patios y en parques. Su diseño y color es muy variado, permitiendo crear estilos sorprendentes en cualquier espacio. (CIBAO, 2017)

Ladrillos decorativos para pared

Estos ladrillos son empleados en paredes donde ambas caras quedarán libres a la vista, por lo cual por sus características logran embellecer la estructura. Para este propósito, hay los ladrillos de estilo rústico: su uso es ideal cuando se quiere dar a las paredes tanto exterior como interior un estilo rústico. Se distingue porque sus bordes son imperfectos. Hay también el ladrillo decorativo caravista: estos ladrillos se distinguen por tener sus contornos bien definidos y en sus caras se muestran líneas. No requiere de terrajero y luego de ser instalado se pueden dejar con su tono natural y mostrando su propia textura, o se puede jugar con el acabado pintándolos con esmalte para agregar brillo. (CIBAO, 2017)

Ladrillos de plástico reciclado

Los bloques se obtienen por medio de un proceso que derrite el plástico y se vuelca en un molde. Se le añaden aditivos para hacerlos resistentes al fuego. Además, la estructura de plástico, la hace resistente a los terremotos. Este sistema, por una parte, reduce el plástico que llega a los vertederos, lo que reduce el consumo de agua y energía, al igual que la reducción de las emisiones de CO₂ mediante el uso de estos materiales reciclados. (ROYO, 2016)

4.2 Marco Conceptual

PLÁSTICO

Los plásticos son materiales polímeros orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo, hilado, etc. Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. (Rodríguez., 2012)

Los productos finales son sólidos, aunque en alguna etapa de su procesamiento son fluidos bastante fáciles de formar por aplicación de calor y presión. En forma final, los plásticos consisten de largas cadenas de moléculas o polímeros, que se obtienen a partir de bloques de moléculas o monómeros; por medio de catalizadores, calor y presión. (Rodríguez., 2012)

El cruce de eslabones de dos o más polímeros, proceso análogo a la aleación de los metales, es conocido como polimerización, aunque no todos los polímeros son plásticos. Los tres tipos básicos de plásticos son:

- ❖ Resinas termoplásticas que pueden reprocesarse algunas veces sin ocasionar un cambio en su composición química. (Rodríguez., 2012)

- ❖ Resinas termofijas las que no se pueden reprocesar debido a que se ocasionaría un cambio en su composición química. (Rodríguez., 2012)

- ❖ Elastómeros, pueden ser termoplásticos o termofijos, y tienen la capacidad de experimentar una gran cantidad de deformación elástica a temperatura ambiente. (Rodríguez., 2012)

Tipos de materiales según su procedencia

Los materiales son los elementos que se necesitan para fabricar un objeto. Los objetos que nos rodean están fabricados por diversos materiales. La fabricación de los objetos puede ser hecha por uno o más materiales. Según su procedencia hay dos tipos de materiales, estos pueden ser naturales o artificiales. (WOODWARD, 2020)

Los materiales naturales y artificiales.

Los materiales naturales son los que se encuentran en la naturaleza. Se clasifican según su origen, animal, vegetal o mineral. Ejemplos:

- ❖ Madera
- ❖ Piedras
- ❖ Algodón

- ❖ Lana
- ❖ Carbón
- ❖ Cobre
- ❖ Arena
- ❖ Petróleo

Los materiales artificiales son los elaborados por los seres humanos. Ejemplos:

- ❖ Plástico
- ❖ Papel
- ❖ Cartón
- ❖ Vidrio
- ❖ Goma
- ❖ Porcelana

Para crear un producto mediante un material artificial se realiza el siguiente proceso:

- ❖ Extracción de la materia prima de la naturaleza
- ❖ Transformación de la materia prima en material artificial
- ❖ Fabricación del producto final

Propiedades de los materiales

Cada material es diferente y tiene cualidades llamadas propiedades. Algunas propiedades de los materiales son:

- ❖ Dureza
- ❖ Fragilidad
- ❖ Flexibilidad
- ❖ Aislación térmica
- ❖ Transparencia
- ❖ Impermeabilidad

Dureza de los materiales

La dureza del material dice que tan resistente es el material frente a diversas deformaciones y alteraciones.

Material duro: (Dureza) Se considera un material duro si al intentar hacer rayaduras, perforaciones, cambios en su forma, es difícil o casi imposible hacerlo. Ejemplos:

- ❖ Diamante

- ❖ Acero

- ❖ Hierro

Material blando: Se considera un material blando cuando fácilmente se puede moldear o hacer cambios en su forma. Ejemplos:

- ❖ Arena

- ❖ Plástico

- ❖ Plasticina

- ❖ Madera

Fragilidad de los materiales

La fragilidad del material dice que tan delicado y frágil es el material, es decir si se rompe fácilmente o no.

Material frágil: (Fragilidad) Es el material que se rompe con facilidad si se golpea.

Ejemplos:

- ❖ Cerámica

- ❖ Vidrio

Material tenaz: (Tenacidad) Es el material que no se rompe con facilidad. Ejemplos:

- ❖ Madera

- ❖ Acero

Flexibilidad de los materiales. La flexibilidad del material consiste en la facilidad que tiene este para doblarse sin romperse.

Material flexible: Es el material que se dobla fácilmente. Ejemplos:

- ❖ Goma

- ❖ Algunos plásticos

Material rígido: Es el material que es difícil doblar. Ejemplo:

- ❖ Algunos metales

Material elástico: Es el material que si se deforma puede recuperar su forma inicial.

Ejemplos:

- ❖ Goma de rueda de bicicleta

- ❖ Resorte

Aislación térmica de los materiales. Los materiales que impiden el paso del calor o del frío de un lugar a otro se llaman aislantes térmicos. Ejemplo:

- ❖ Plumavit

Transparencia de los materiales. La transparencia en los materiales consiste en la facilidad que tienen estos para dejar pasar la luz a través de ellos.

Material transparente: Es el material que se puede ver a través de él. Ejemplos:

- ❖ Vidrio

- ❖ Algunos plásticos

Material opaco: Es el material que no permite el paso de la luz. Ejemplos:

- ❖ Cerámica

- ❖ Madera

Material translúcido: Es el material que permite el paso de la luz pero no se puede distinguir con claridad que hay a través de él. Ejemplos:

- ❖ Tela

- ❖ Vidrio

- ❖ Algunos plásticos (WOODWARD, 2020)

PET.

El politereftalato de etileno, tereftalato de polietileno, polietileno tereftalato o polietilentereftalato es un tipo de plástico muy utilizado en el sector de la alimentación. Los envases PET están normalmente asociados a los envases para bebidas ya sea PET amorfo o PET cristalino los envases de plástico para bebidas utilizan habitualmente este polímero termoplástico por sus propiedades físicas y por la gran diversidad de envases que con él pueden fabricarse

Los envases fabricados con PET cuentan con algunas características y aspectos a tener en cuenta:

- ❖ Excelente barrera contra los gases CO₂, O₂, la radiación UV y la humedad.
- ❖ Es un material impermeable.
- ❖ Es inerte al contenido.
- ❖ Presenta alta dureza y rigidez lo que le hace resistente al desgaste.
- ❖ Tiene una alta resistencia química con buenas propiedades térmicas.
- ❖ Es transparente APET (PET amorfo) o cristalino CPET (PET cristalino), admitiendo colorantes en su fabricación.
- ❖ Su superficie puede barnizarse.

- ❖ Estable a la intemperie ante temperaturas que pueden oscilar entre los -20°C a los $+60^{\circ}\text{C}$.
- ❖ Aunque los envases PET no son biodegradables si es totalmente reciclable.
- ❖ Apto para su uso como envase alimentario en botellas, bandejas, etc. (ARAPACK, 2018)

PET un plástico amigable pero no inofensivo.

Los envases hechos con tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés) constituyen uno de los elementos reciclables más usados en todo el mundo, cada vez son más los productos envasados en este material gracias a sus cualidades: irrompible, económico, liviano, impermeable y reciclable; además, desde el punto de vista ambiental, el PET es la resina con mejores características para el reciclado.

Sin embargo, hay una problemática alrededor de este plástico -adicional a los 700 años que tarda en degradarse- y es su acelerada demanda y producción. El interés de las empresas productoras de alimentos, bebidas e incluso cosméticos, en este material hace que se incremente el impacto ambiental del plástico.

Y es que la elaboración de estas botellas está basada en grandes cantidades de petróleo, ya que se requieren 24 millones de galones para producir tan solo 1.000 millones de botellas. Además, durante su producción se usan otras sustancias tóxicas, metales pesados, químicos y pigmentos que quedan en el aire perjudicando silenciosamente la salud de humanos y animales.

Por otra parte, el porcentaje reciclado de estos recipientes respecto a su producción es muy bajo, y aunque se reciclara la totalidad de estos, no se reduciría significativamente la producción. Esto porque el RPET (PET reciclado) no puede ser usado en la fabricación de envases para bebidas o alimentos, a menos de que se realice un complejo proceso químico que hasta solo muy pocas empresas de reciclaje han implementado.

Otro factor negativo de los PET, que no es perceptible a la vista, es que pequeñas partículas del material pueden desprenderse y quedar flotando en los alimentos, esto según algunos estudios de Food and Drug Administration de Estados Unidos (FDA). Las secuelas en la salud después de la ingestión continuada de estas partículas van desde afecciones respiratorias hasta problemas en el desarrollo del feto en mujeres embarazadas. (Vea: 10 tips para vivir con menos plástico) (SOSTENIBLE S. , 2016)

¿Qué se puede hacer?

Para disminuir el impacto del PET, se debe empezar por incentivar su reciclaje por parte de las empresas involucradas, desde las productoras de envases hasta las industrias que hacen los alimentos que se empacan en este material.

Una de las razones que argumentan quienes reciclan las tapas y no los recipientes, es que su tamaño dificulta la recolección y transporte. Pero esto se puede solucionar con la adquisición de trituradoras pequeñas y que se puedan ubicar en espacios públicos y privados con gran población flotante. Estos equipos simplifican el proceso de recolección y reciclaje, pues tienen capacidad de almacenar unos 2.000 envases grandes triturados en pequeñas escamas. La persona deposita el envase y la máquina lo procesa inmediatamente. Esta iniciativa solucionaría en gran parte el problema de las botellas que contaminan playas y otros ecosistemas gracias a que nunca fueron recicladas.

Otra opción es el reciclado grado botella, es decir, que se pueda volver a utilizar en el envasado de bebidas y alimentos dado que provocaría una disminución en la demanda del PET virgen. En Colombia existen muy pocas empresas que se dedican a este tipo de reciclado.

También la educación ambiental puede llegar a jugar un papel fundamental, hace unos meses la noticia de que los ciudadanos de Pekín podían pagar su pasaje de metro con botellas de PET, llamó la atención. En Colombia se podrían generar campañas similares que motiven a los ciudadanos del común a reciclar los PET y que estos no se conviertan en un problema más grande del que existe en la actualidad. (SOSTENIBLE S. , 2016)

Material PP

El polipropileno es un plástico de desarrollo relativamente reciente que ha logrado superar las deficiencias que presentaba este material en sus inicios, como eran su sensibilidad a la acción de la luz y al frío. Se le conoce con las siglas PP, es un plástico muy duro y resistente, opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura más elevada de los 150 °C. Es muy resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También resiste muy bien los productos corrosivos. Se obtiene principalmente a partir del propileno extraído del gas del petróleo y el polipropileno se genera a partir de la polimerización de propileno. (López A. Corso P, 2016)

Características del proceso

El propileno es obtenido como subproducto de producción de etileno o como subproducto de operaciones de refinerías. -El polipropileno (C_3H_6) se obtiene mediante la polimerización de propileno (C_3H_6).

La polimerización propiamente dicha tiene lugar el encadenamiento de las unidades monómeros, que son sustancias no saturadas, por apertura de sus dobles enlaces o de sus estructuras cíclicas. El enlazamiento se efectúa sin separación de moléculas sencillas, de modo que la composición centesimal del polímero es la misma que la del monómero de partida.

En todo proceso de polimerización hay tres etapas características, que son: la reacción de iniciación, la de crecimiento o propagación en cadena y la de ruptura o terminación. La reacción de iniciación es la que produce la activación del doble enlace, proceso previo necesario para el encadenamiento de los monómeros en las reacciones de crecimiento. La reacción de ruptura es la que interrumpe el crecimiento ilimitado de la cadena polimérica. (López A. Corso P, 2016)

La activación del doble enlace en la reacción de iniciación puede tener lugar por acción de la luz, del calor, de ultrasonidos, de formadores de radicales o por catalizadores ácidos y básicos. (López A. Corso P, 2016)

Propiedades del polipropileno

Este polímero se obtiene por polimerización. Es un polímero termoplástico semi cristalino de la familia de las poliolefinas. Estructuralmente es un polímero vinílico (su cadena principal está formada exclusivamente por átomos de carbono), tiene en uno de los carbonos de la unidad monómera un grupo metilo (CH_3), es un polímero lineal cuya base es una cadena de hidrocarburos saturados. La característica principal es que, por cada dos átomos de carbono, se encuentra ramificado un grupo de metilo. A partir de esto se obtienen tres formas isómeras de polipropileno, que dependiendo de la distribución de los metilos en el espacio pueden resultar productos con diversas propiedades.

Actualmente el proceso de fabricación más utilizado en la industria para la elaboración de polipropileno es el isotáctico, es bastante apetecido por sus propiedades excepcionales y debido a esto ha despertado el gran interés en el área comercial al igual que la forma sindiotáctica, ya que en estado sólido la forma de sus cadenas adquiere una ubicación

espacial ordena, regular y semicristalina, temperatura de fusión alta, gran resistencia a la tracción, rigidez y dureza. Al contrario de la forma A táctica que no tiene ningún tipo de cristalinidad y sus propiedades no son tan buenas. (GUTIERREZ, 2014).

Tapas plásticas ¿por qué se reciclan?

El plástico se convirtió en una compañía inevitable para el ser humano. Su uso indiscriminado es una de las principales fuentes de contaminación y usarlo apropiadamente es de vital importancia para conservar el medioambiente. Hoy los plásticos representan más del 12% de la cantidad de residuos sólidos cuando en 1960 la cifra era de apenas 1%. Por ejemplo, en 2010 la humanidad generó 31 millones de toneladas de residuos plásticos y solo recuperó el 8%.

Poco a poco el reciclaje se convirtió en un negocio productivo y necesario. Hoy empresas y pequeños recicladores se dedican a recolectar material industrial, cartón, papel, y materiales plásticos comunes como el polietileno, el polipropileno, el poliestireno, entre otros. A pesar de que el reciclaje de plástico no es nuevo, desde hace algunos años es muy frecuente encontrar campañas para reciclar tapas en centros comerciales, supermercados, farmacias, tiendas e incluso restaurantes. Cada vez más personas y empresas se unen a fundaciones que a través del reciclaje buscan fondos para atender, principalmente, a niños enfermos con cáncer y a animales maltratados y abandonados.

Ese es el caso de las fundaciones Planeta Tita con la campaña ‘Tapitas por patitas’, Sanar con ‘Tapas para sanar’ y María José con ‘Gira la tapa’. La primera busca ayudar a los animales desprotegidos al tiempo que genera conciencia ambiental, mientras que Sanar y María José ayudan a los niños enfermos con cáncer y a sus familias.

El misterio de por qué recolectan tapas y no otros materiales plásticos en realidad tiene una explicación bastante sencilla. Para los donadores y los beneficiados es más fácil manejar las tapas porque ocupan menos espacio y las empresas que las compran también las prefieren porque al separarlas por colores simplemente se lavan y muelen para elaborar nuevos elementos en plástico. Las botellas y latas ocupan mucho espacio y por lo general las fundaciones no cuentan con bodegas para almacenar reciclaje grande y pesado.

Otra de las ventajas con la campaña es que la gente reaccionó muy bien a la iniciativa. Tapas para sanar es la más antigua, nació en 2007 y en 2013 batió el Guinness World Record a nivel nacional, cuando logró recolectar más de 70 millones de tapas –unos 156.460 kilos de

plástico—. Repitió la hazaña en 2014 junto a la Fundación Garrahan, pero esta vez a nivel América Latina, con 215 millones de tapas plásticas, equivalentes a 477.172,5 kilos. Aunque ‘Tapas para sanar’ es su programa estrella, la fundación también tiene un proyecto de reciclaje para cartón, papel, periódico, botellas plásticas, Tetra Pak, chatarra metálica, chatarra electrónica y plástico limpio. (Vea: 10 tips para vivir con menos plástico)

En cuanto a la Fundación María José, esta surgió por iniciativa de los padres de una pequeña de ese nombre que murió de cáncer, con el objetivo de ayudar a niños de escasos recursos que sufran esa enfermedad. La fundación se involucró en el tema de las tapitas cuando el estudiante David Cortés conoció la historia de María José y decidió por su cuenta recoger tapas para ayudar a producir fondos para la fundación. Actualmente, los dineros de las tapas se destinan, entre otras cosas, a financiar los pasajes de Transmilenio para que los niños vayan a sus tratamientos. De ahí que el lema de la campaña sea ‘gira la tapa, transporta una vida’.

El reciclaje es solo una parte de los aportes que reciben, como cuenta Alejandro González, encargado de comunicaciones. “Tenemos otras campañas como la de donación de cabello, pero descubrimos que los niños prefieren no usarlo por temor a las burlas. Lo que hacemos en ese caso es aprovechar el pelo que nos llega para venderlo a fábricas de pelucas y extensiones, y de ahí obtenemos recursos”, comenta.

Por su parte, la campaña ‘Tapitas por patitas’, original de Argentina, fue adoptada por la fundación Planeta Tita, que la replicó en Colombia hace dos años por iniciativa de su director Camilo Andrés Chaín. “Desde hace muchos años quería hacer algo por los animales. Anteriormente ya había apoyado las causas de los niños con cáncer que recolectan tapitas y tiempo después me decidí a poner afiches en los alrededores de mi barrio, pero esta vez para ayudar animales. Así empezamos.

Hoy Planeta Tita acoge solo ocho animales -cinco perros y tres gatos- en la que han denominado la ‘Tapa house’. Desafortunadamente no pueden recibir más, pues la fundación trabaja desde una vivienda familiar en un sector residencial y el volumen de tapas recolectadas no les da para trasladarse a otro sitio. “Nosotros, lo máximo que hemos logrado recoger son dos toneladas, que en comparación con lo que reciben las otras fundaciones es muy poco”, explica Chaín. Sin embargo, esto se debe a que otras fundaciones llevan mucho más tiempo con sus campañas y por lo tanto tienen un mayor alcance. Planeta Tita tiene sus

esperanzas puestas en el apoyo reciente que recibieron de la cadena de restaurantes McDonald's, que instaló urnas de recolección de tapas en sus sedes en Colombia. De esta manera esperan recibir más tapas y que la campaña sea conocida por más personas.

Para algunas personas donar las tapas se convirtió en un hábito. “Empecé a hacerlo de manera automática. Ya no puedo botar las botellas o frascos con la tapa. Me incomoda tanto verlas puestas que se las quito a los recipientes vacíos aunque no sean míos”, dice Camila Torres, una estudiante bogotana que adquirió esta costumbre hace algunos años. (Vea: ¿Qué ocurre con una botella de plástico una vez que es desechada?)

Alimentación, alojamiento y hasta tratamientos médicos son posibles gracias al reciclaje de tapas plásticas. Aunque otros materiales podrían ser igual de rentables, las tapas siguen siendo la forma más sencilla de conseguir recursos del reciclaje para que hoy en Colombia miles de niños con cáncer y animales maltratados tengan una nueva esperanza de vida. (SOSTENIBLE S. , 2016)



Figura 1. Tapas PP.

Fuente. (EMAZE, s.f.)

4.3 Estado del arte

Este proyecto es amigable con el medio ambiente, puesto que ayuda disminuyendo la contaminación con dichos materiales, también nos da una resistencia la cual nos demuestra que puede ser empleado en la construcción.

Tal como nos señala también el simposio elaborado en la universidad libre: “La adición de fibras tiene como consecuencia la aparición de fisuras más curvadas, es decir, una clara ramificación y fragmentación de las fisuras, a medida que aumenta la cuantía de fibras, las fisuras presentan una mayor ramificación, lo cual conlleva a una mejora sustancial de la durabilidad del hormigón.

En Colombia, al problema medio ambiental que se está presentando se les ha dado gran importancia debido a las consecuencias cada vez más notorias que se han desarrollado por la falta de conciencia ambiental, por la cantidad de elementos contaminantes que hay en abundancia en este momento (plástico, botes, cuchillas de afeitar, platos desechables, etc.), los cuales se someten a un proceso con el fin de que con estos residuos sirvan para la construcción. ” (RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, 2017)

❖ Una de las características investigadas por estudiantes profesionales de la universidad libre sobre este material es:

El PET es el plástico típico de envases de alimentos y bebidas, debido a sus extensas características donde se destacan: que es ligero, resistente y reciclable. El PET se caracteriza por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables. (ESTRUCPLAN, 2000)

❖ Parámetros clave a considerar durante el procesamiento del PET:

Entre los diversos plásticos, el PET (Polietilen tereftalato) es un material que pertenece a la familia de los poliésteres, el cual cuenta con una gran multiplicidad de aplicaciones, ya que es frecuentemente utilizado para hacer fibras, piezas moldeadas por inyección, contenedores y envases para bebidas carbonatadas y alimentos, así como para productos farmacéuticos y cosméticos.

La diversidad de usos de la resina PET implica la necesidad de considerar diferentes tipos de procesos para cumplir con los requerimientos técnicos finales del producto terminado, y a su vez cada proceso considera factores de operación o condiciones propias, como se puede apreciar en el siguiente esquema. (PLASTICSEUROPE, s.f.)

❖ Aplicación de plástico reciclado en elementos a base de cemento. Elaborado por estudiantes de ingeniería de la universidad católica:

La investigación buscó desarrollar elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados, como ladrillos, bloques y placas. El proceso de elaboración fue el mismo que se utiliza para la elaboración de bloques con hormigón. La diferencia radica en que en estos bloques ecológicos se reemplazan los agregados áridos por material plástico reciclado triturado. Igualmente, describe y evalúa el impacto ambiental que es generado por la contaminación que ocasiona este tipo de materiales a nivel local. Examinó los materiales

más usados en la construcción de viviendas en Argentina, arrojando como resultado, de dicho censo, al ladrillo como el más utilizado, al igual que al bloque u hormigón con revoque, entre otros. Al mismo tiempo, tuvieron en cuenta la problemática que se presenta con la elaboración de los ladrillos tradicionales, el cual radica en la difícil renovación del suelo del cual se explota, resultado de miles de años de formación. (INGENIERO RAFAEL DAVID DE JESÚS HERRERA MURIEL, 2018)

Andrés Felipe Muñoz Giraldo Mariana Castaño Campo (2015) en su proyecto de grado nos explica que:

Un aditivo es un material diferente a los normales en la composición del concreto, es decir es un material que se agrega inmediatamente antes, después o durante la realización de la mezcla con el propósito de mejorar las propiedades del concreto, tales como resistencia, manejabilidad, fraguado, durabilidad, entre otras.

En la actualidad, muchos de estos productos existen en el mercado, y los hay en estado líquido, sólido, en polvo y pasta. Aunque sus efectos están descritos por los fabricantes, cada uno de ellos deberá verificarse cuidadosamente antes de usar el producto, pues sus cualidades están aún por definirse". (GIRALDO, 2015)

4.4 Marco Legal

Nuestro proyecto de investigación comprende diferentes fases, una de ellas se centró en el proceso de investigación y recolección de información del marco legal, el cual fue analizado y comprende las normas jurídicas que incumben en nuestro proyecto, dictámenes que son regulados por el estado y otras entidades que nos dictan el cumplimiento de ciertas conductas y parámetros para un determinado fin llevar a cabo la investigación. Dentro de los aspectos técnicos, nuestro proyecto de fabricación de un modelo de bloque con agregados de reciclaje plástico para mampostería no portante debe cumplir con diferentes parámetros como absorción, resistencia, humedad, densidad, entre otros; los cuales se encuentran enmarcados dentro de las Normas técnicas colombianas NTC del ICONTEC y la Norma Sismo Resistente NSR-2010. El proyecto que abordamos consiste básicamente en un sistema de mampostería no reforzada o no confinada donde este se encuentra constituido por muros sin refuerzo alguno. Las unidades pueden ser de piedra, de arcilla cocida o de concreto, macizas, o huecas. Este sistema está prohibido en zonas de amenaza sísmica intermedia o alta, para construcciones nuevas. Reglamento colombiano de

construcción sismo resistente NSR-10 Debido a que la NSR-10, regula y reglamenta las condiciones técnicas, en los cuales se logra enmarcar nuestro proyecto de investigación; básicamente porque se trata de la implementación de un bloque a base de agregados de plástico reciclado para mampostería no portante, se realizó un análisis de cada uno de los títulos de este documento, donde puede aplicar este tipo de material propuesto. Para los usos de la mampostería no reforzada se presentan algunas restricciones que se encuentran establecidas en el Título A de la NSR-2010; Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, donde menciona que la mampostería no reforzada sólo puede utilizarse como sistema de resistencia sísmica en aquellas regiones del país donde las zonas de amenaza sísmica es baja, además este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI). Por otra parte, en el capítulo A-9 de la NSR-2010, encontramos los criterios de diseño de los elementos que no hacen parte de la estructura, o del sistema principal de resistencia sísmica, donde los diseños deben tener en cuenta los comportamientos y grados de desempeño esperados en un sismo. (NRS-10, s.f.)

Norma técnica Colombiana NTC 4076

Esta norma, se refiere básicamente a las unidades de mampostería en concreto no estructural, donde se establecen los requisitos para unidades de concreto para mampostería, perforadas o macizas, elaboradas con cemento hidráulico, agua, agregados minerales, con la inclusión o no de otros materiales. Estas unidades están destinadas para uso en divisiones no estructurales, pero bajo ciertas condiciones pueden ser adecuadas para uso en paredes exteriores no estructurales por encima del nivel, donde estén protegidas de la intemperie efectivamente.

Norma técnica Colombiana NTC 4205-2

Esta norma aborda las unidades de mampostería no estructural de arcilla cocida ladrillos y bloques cerámicos donde se establecen los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla, utilizados como unidades de mampostería no estructural en muros interiores divisorios y cortafuegos no estructurales o muros exteriores que tengan un acabado de protección con revoque o pañete, enchape u otra mampostería que los proteja de la exposición a la intemperie. Igualmente, fija los parámetros con los que se determinan los diferentes tipos de unidades. Cuando las unidades no estructurales se usan en fachadas, éstas también deben cumplir los requisitos de la norma, NTC

4205-3; Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos, parte 3: mampostería de fachada.

Norma técnica Colombiana NTC 4205

La NTC 4205, Ingeniería civil y arquitectura. Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos, establece los requisitos que deben cumplir los ladrillos y bloques cerámicos utilizados como unidades de mampostería y fija los parámetros con que se determinan los distintos tipos de unidades, cabe resaltar que tradicionalmente se manejan tres tipos básicos de unidades de mampostería de arcilla cocida, según la disposición de sus perforaciones y del volumen que éstas ocupen: Perforación vertical PV (ladrillos-bloques); perforación horizontal PH (ladrillos-bloques) y macizos (M).



Figura 2. Ladrillos perforados.

Fuente. (NTC)

Como se menciona dentro de esta norma, el uso o función principal de cualquier tipo de unidad de mampostería determina la clase a que corresponde y los requisitos físicos que debe cumplir. Por este motivo, se consideran las unidades estructurales (portantes) y las unidades no estructurales (divisorios o de cierre); y las unidades de mampostería de uso exterior, o de fachada, y las unidades de uso interior. A continuación, se mencionan las propiedades físicas con las que debe cumplir estas unidades de mampostería. Absorción de agua Las unidades de mampostería de arcilla cocida deben cumplir con los requisitos de absorción de agua en 24 h de inmersión (promedio y máximo individual) En general, no se pueden tener absorciones inferiores al 5 % en promedio, ni superficies vidriadas o esmaltadas en las caras en que se asientan o en las que se vayan a pañetar. Si en razón de la materia prima utilizada, las unidades de mampostería de uso exterior (fachada) resultan con absorción mayor a la especificada, se puede acudir al análisis termo diferencial conjunto de la arcilla y el producto cocido, para demostrar si la temperatura de cocción es suficiente o no, y para evitar la rehidratación de la arcilla cuando las piezas estén expuestas a la intemperie. También se puede tomar como criterio de estabilidad a la intemperie, la relación de

módulos de rotura, establecida entre una pieza saturada de agua durante 24 h a temperatura ambiente y el de una pieza seca. Dicha relación no puede ser inferior a 0,8. Resistencia mecánica a la compresión Las unidades de mampostería de arcilla cocida deben cumplir con la resistencia mínima a la compresión que se especifica en la tabla 13, En los ladrillos de perforación vertical, la resistencia neta a la compresión se calcula dividiendo la carga de rotura o de falla por el área neta de la sección perpendicular a la carga (se descuentan las áreas de celdas y perforaciones). En los ladrillos macizos, la resistencia neta y la resistencia bruta son iguales porque se calculan dividiendo por el área de apoyo de los ladrillos.

Cuadro 1. Resistencia mínima de un ladrillo macizo.

Tipo	Resistencia mínima a la		Absorción de agua máxima en %			
	compresión Mpa (kgf/cm ²)		Interior		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	3,0(30)	2,0(20)	17	20	13,5	14
PV	14,0(140)	10,0(100)	17	20	13,5	14
M	14,0(140)	10,0(100)	17	20	13,5	14

Fuente. (NTC)

Datos obtenidos de la investigación (fuente: Norma técnica Colombiana NTC 4205, ICONTEC) Para el caso de ladrillos de perforación vertical, los valores establecidos corresponden a Resistencia Neta mínima a la compresión, en los otros casos corresponden a Resistencia Bruta.

PH = unidad de mampostería de perforación horizontal (ladrillo y bloque)

PV = unidad de mampostería de perforación vertical (ladrillo y bloque)

M = unidad de mampostería maciza (ladrillo)

Norma Técnica Colombiana NTC 6033

La NTC 6033, comprende las Etiquetas ambientales tipo 1. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla, que aplica para aquellos productos y servicios que causen menor impacto en el ambiente, mediante la comunicación de información verificable y exacta, no engañosa, sobre aspectos ambientales de dichos productos y servicios, para estimular el mejoramiento ambiental continuo impulsado por el

mercado, esta norma se enmarca en la implementación del esquema del Sello Ambiental Colombiano, la cual está reglamentada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de Comercio, Industria y Turismo. Tal y como se menciona en la NTC 6033, nuestro proyecto se enmarca dentro de diferentes Principios del Sello Ambiental Colombiano los cuales se mencionan a continuación: El producto debe hacer un uso sostenible de los recursos naturales que emplea como materia prima o insumo. El producto debe minimizar el uso de materias primas nocivas para el ambiente. Los procesos de producción deben utilizar menos cantidades de energía o hacer uso de fuentes de energía renovables o ambos. El producto debe utilizar menos materiales de empaque, preferiblemente reciclables, reutilizables o degradables.

El producto debe ser fabricado haciendo uso de tecnologías limpias o generando un menor impacto relativo sobre el ambiente. Esta norma pretende ser un instrumento de competitividad para el sector de ladrillos, bloques de arcilla y demás productos afines de cerámica roja de la industria ladrillera, si bien es cierto que estos productos causan impactos negativos al medio ambiente en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Los mayores impactos se relacionan con la extracción de materiales de cantera y el proceso de fabricación. Es por esto que la presente norma busca implementar mejores prácticas para la extracción de materiales y un uso más sostenible de los recursos en sus procesos de fabricación. Otro aspecto que cabe resaltar dentro de esta norma, son los requisitos para materias primas, componentes e insumos, donde menciona que las empresas deben establecer un procedimiento para identificar permanentemente los impactos ambientales negativos significativos de las materias primas e insumos y establecer acciones que permitan prevenir, mitigar o controlar el impacto negativo asociado, dentro de ellas se consideran las siguientes: Reemplazo de materias primas o insumos por otras menos contaminantes o que generan menor impacto ambiental. Definición de criterios ambientales de compra que exija a sus proveedores el uso de mejores prácticas, las cuales puedan ser verificadas por la organización. Tomar las medidas de mitigación que disminuyan los impactos negativos significativos de las materias primas o insumos contaminantes.

Política de gestión integral de residuos sólidos.

El Gobierno Nacional, en la búsqueda de un mejor aprovechamiento de las potencialidades institucionales y de la capacidad de los organismos existentes involucrados en el manejo de

residuos, ha puesto en marcha un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, definido en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, con el fin de cumplir los siguientes objetivos:

- ❖ Minimizar la cantidad de los residuos que se generan
- ❖ Aumentar el aprovechamiento y consumo de residuos generados, hasta donde sea ambientalmente tolerable y económicamente viable.
- ❖ Mejorar los sistemas de manejo integral de residuos sólidos.
- ❖ Conocer y dimensionar la problemática de los residuos peligrosos en el país y establecer el sistema de gestión de los mismos.
- ❖ Desde la perspectiva de sus destinatarios, la política tiene dos grandes componentes:
- ❖ El relacionado con el saneamiento ambiental como obligación a cargo del Estado, y que se orienta a establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades en cuanto a la gestión de residuos sólidos, de manera especial a los municipios, involucrando las diferentes estrategias e instrumentos para fortalecer la acción del Estado en esta materia.
- ❖ El referido a la vinculación que el sector privado tiene en cuanto a la generación de residuos.
- ❖ El alcance de esta política en cuanto al sector privado, está determinado por lo referente a la minimización de residuos, con base en el desarrollo de acciones ambientales que deben adelantarse sectorialmente. La política de residuos para el sector industrial es un desarrollo específico de la política de producción limpia, de la cual toma todos sus elementos. (NTC)

5. Metodología

Para alcanzar los objetivos general y específicos del proyecto se planteó seguir los 6 pasos del procedimiento como lo dicta el esquema general de investigación del autor Arias Galicia (1991) que se encuentra el libro Metodología de la investigación de César A. Bernal en su tercera edición.

Dentro de la metodología encontramos que el proyecto tiene como fin, plantear una alternativa en la construcción de vivienda con material de desecho como lo es el plástico reciclado, para el desarrollo del proceso se encontró que el trabajo obedece a 6 fases, las cuales son de carácter investigativo y experimental.

5.1 Planteamiento del problema (que se necesita saber)

Para empezar se debe tener claro que por demás los materiales constructivos en cuanto a ingeniería y arquitectura se refieren han superado los límites de lo que realmente es esencial y de importancia como lo son el bienestar del ser humano y el respeto por el medio ambiente , pasando a un segundo plano más comercial y de interés personal hacia el aspecto económico. También es de vital importancia conocer qué la construcción es sin lugar a dudas una de las grandes industrias causantes del deterioro del medio ambiente, debido a su gran captación de materiales no renovables para la utilización de sus actividades y es aquí donde observamos con preocupación, cómo podríamos influir o aportar a mejorar las condiciones de los ecosistemas de nuestro país y ayudar que los habitantes colombianos que carecen de una vivienda digna puedan tener las condiciones económica para su adquisición, para finalizar también se convertiría en una alternativa para minimizar los impactos negativos que se están causando al medio ambiente.

5.2 Planeación (que recursos se requieren y qué actividades deben desarrollarse)

Durante el desarrollo de esta fase se realizó una evaluación de criterios en cuanto al planteamiento de la recolección de los recursos hacia una posible solución que diera respuesta a las problemáticas que generan el no reciclado de este material PET y PP. generando un acercamiento desde lo social, económico y ambiental, analizados desde el punto de vista sostenible y tecnológico lo cual ayudó a guiar este proyecto enfocado en la fabricación de un ladrillo prefabricado a base 100% PET y PP para mampostería no portante.

Realizada esta fase y con la ayuda de una lluvia de ideas y planteamientos, se continuó con el proceso de las actividades que se debían desarrollar la cual consistió en realizar una recolección de información referente a los datos suministrados sobre el reciclado de material PET y PP en nuestra region obtenidos de la página Web de la CAR. Se enfocaron investigaciones que se tienen

semejantes respecto al contenido de nuestro proyecto como; nuevos materiales, trabajos realizados, avances tecnológicos, variables, normativas aplicables, entre otras que ayudaron a una reestructuración más completa del proyecto.

5.3 Recopilación de la información (cómo se obtienen los datos y con qué)

Se analizaron varias posibilidades para la obtención de la materia prima (PET,PP) entre ellas adquirirla directamente con las diferentes asociaciones de recicladores, pero debido al poco hábito de reciclar en él municiones no se cuenta con una asociación reconocida que cumpla con esta función, se determinó recolectar la materia prima con mano de obra propia empezando en casa, en el barrio, realizando una campaña de voz a voz para la recolección y así poder transfórmala en nuestra materia prima necesaria para la presentación del proyecto. Para futuras investigaciones se quiere dejar la brecha abierta y plantear que la recolección, es decir la compra del PET y PP tenga un ingreso monetario directamente desde las instituciones educativas de la región como lo son colegios, universidades, institutos, etc. Con la finalidad de crear y aportar una potencialización en los procesos de reciclaje de la ciudad que fortalecerá la preservación de los ecosistemas evitando la sobre explotación de los recursos naturales.

5.4 Procesamiento de datos

Debido a que en nuestro país no existe una normatividad sobre este tipo de ladrillo a base de 100% PET y PP, se creó un modelo con el que se realizaron los procesos de comparación con el utilizado actualmente ladrillo macizo de arcilla tipo tolete logrando poder alcanzar estándares de calidad ala hora de ser fallados y comparados en sus resultados. Un vez establecidas las cantidades de dosificación del ladrillo plástico y las dimensiones similares a las obtenidas de la norma NSR-10 Título E y NTC 4205 de ladrillo masivo tipo tolete, se procede al armado de la formaleta las cuales se utilizaron 2 una en madera y otra en acero, experimentando resultados y formando cavidades para la fundida y el fraguado adecuado del ladrillo plástico.

Con los resultados finales arrojados después de la práctica de campo, se determinó realizar ensayos técnicos en la prensa para conocer las características (resistencia a la compresión y absorción) posteriormente se recopilaron y analizaron los resultados para buscar las conclusiones finales.

5.5 Explicación e interpretación

Se pretendió y se elaboró un ladrillo a base 100% PET y PP, buscando una alternativa en el campo de la construcción, para esto analizamos la normatividad existente con la que cuentan los

materiales tradicionales, de acuerdo a ello se realizaron una serie de ensayos técnicos donde se establecieron las características del bloque plásticos con sus respectivos porcentajes de agregado PET y PP, fundidos en probetas con dimensiones estándares las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la universidad minuto de Dios, ayudando a determinar si cumplían con los criterios mínimos que dicta la norma colombiana. Por otro lado, se hizo un análisis de costo pequeño por unidad de ladrillo fabricado. Donde se encontró que al usar material de desecho como lo es el plástico reciclado, los valores de agregados disminuyen al ser reemplazados por el PET y PP, lo que a su vez ayudaría disminuir el valor del producto final.

5.6 Comunicación de resultados y solución del problema

El aporte que brinda como resultado el trabajo investigativo que se realizó a la industria constructiva es querer proporcionar un nuevo campo tecnológico y ambiental debido que el proyecto se encuentra enmarcado en el desarrollo de un ladrillo macizo a base 100 % PET y PP para mampostería no portante de bajo costo, que con los resultados obtenidos ayuda a solucionar problemas sociales al tener la capacidad de suplir las necesidades de las personas en cuanto a vivienda se refiere. Logrando obtener un producto que llegue a cumplir con las especificaciones técnicas de un sistema tradicional.

Así también, el proyecto brinda una alternativa atractiva de inversión debido a que en la investigación realizada en Colombia no se profundizó este tema de las nuevas tecnologías eco sostenibles representando una oportunidad de orden experimental con resultados concretos que involucran innovación y avances desarrollando nuevos materiales fabricados desde un elemento desechado.

Cuadro 2. Cronograma.

Actividad a desarrollar	Fecha		Evidencia (actas, asistencias, certificados)	Observaciones
	Inicio	Final		
Recolectar y reunir toda la materia prima posible para dar inicio a nuestro proyecto.	Agosto	Agosto	Registro fotográfico.	
Cortar en trozos pequeños utilizando la máquina trituradora el material recolectado.	Agosto	Agosto	Registro fotográfico.	
Pesar con la ayuda de la gramera el material ya cortado.	Agosto	Agosto	Registro fotográfico.	
Diseño del molde para la elaboración del ladrillo PET	Agosto	Agosto	Registro fotográfico.	
Asesoría y corrección del proyecto.	Agosto	Septiembre	Entrega trabajo digital.	
Reunión de grupo para corrección del proyecto.	Septiembre	Septiembre	Entrega trabajo digital.	
Preparación y fundición de la materia prima. (primer ensayo)	Septiembre	Septiembre	Registro fotográfico	
Prototipo de ladrillo macizo PET.	Septiembre	Septiembre	Registro fotográfico	
Reunión con tutor.	Septiembre	Septiembre	Entrega trabajo digital.	
Análisis de resultados.	Septiembre	Septiembre	Entrega trabajo digital	
Asesoría y corrección del proyecto.	Septiembre	Octubre	Entrega trabajo digital.	

Actividad a desarrollar	Fecha		Evidencia (actas, asistencias, certificados)	Observaciones
	Inicio	Final		
Preparación y fundición de la materia prima. (segundo ensayo)	Octubre	Octubre	Registro fotográfico	
Preparación y fundición de la materia prima. (tercer ensayo)	Octubre	Octubre	Registro fotográfico	
Preparación de las muestras	Octubre	Octubre	Laboratorio, registro fotográfico.	
Ensayos de resistencia, compresión.	Octubre	Octubre	Laboratorio, registro fotográfico.	
Conclusión de informe con todos los datos obtenidos y prototipo físico del bloque terminado.	Octubre	Noviembre	Laboratorio, entrega de trabajo digital.	
Entrega del proyecto final	Noviembre	Noviembre	Sustentación.	

Cuadro 3. Presupuesto.

Rubros	Aportes		Total
	Efectivo	Especie	
1. Personal	100.000		100.000
2. Materiales e insumos	190.000	Molde metálico y materia prima.	190.000

Rubros	Aportes		Total
	Efectivo	Especie	
3. Salidas de campo	200.000	Viáticos	200.000
4. Servicios Técnicos	100.000	Herramientas necesarias	100.000
5. Capacitación	0	0	0
6. Difusión de resultados: correspondencia para activación de redes, eventos	0	0	0
7. Propiedad intelectual y patentes	100.000	Materiales de prueba	100.000
8. Otros: Problemas de momento, percances, errores sin culpa, reparaciones.	200.000	Herramientas, molde.	200.000

6. Resultados

6.1 Diseños de formaleta

6.1.1 Primer diseño del molde en madera.

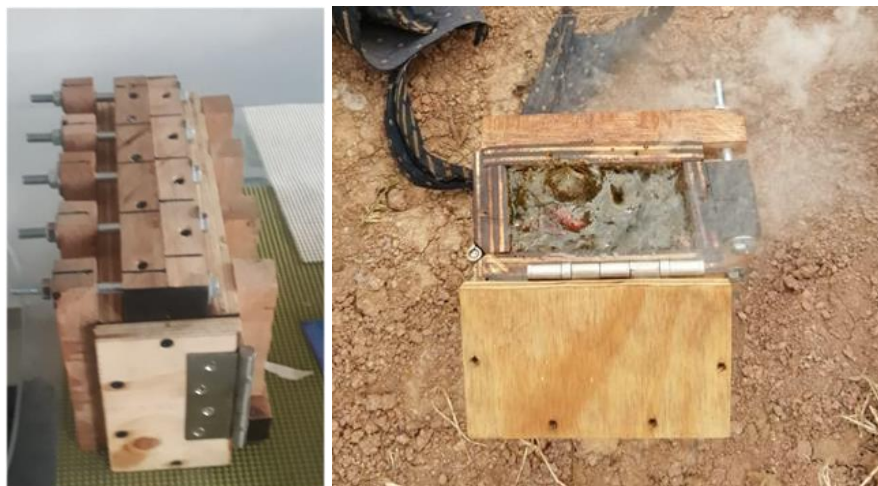


Figura 3. Primer diseño de la formaleta

Fuente (autores)- junio-2020

El primer diseño de la formaleta de madera se creó con abertura de broche de forma vertical con la finalidad de aplicar la materia prima de esta forma y que nuestro ladrillo macizo quedara así.

6.1.2 Segundo diseño del molde en madera.



Figura 4. Segundo molde en madera

Fuente (autores)- agosto-2020

Este molde fue diseñado de forma horizontal, es decir su abertura es de dicha figura, creado con la finalidad que sus bordes y puntas dieran uniforme y así crear nuestro prototipo.

6.1.3 Tercera formaleta (metálica).



Figura 5. Formaleta metálica

Fuente (autores)- octubre-2020

La tercer y ultima formaleta es elaborada en metal y de forma horizontal para que se conserve el calor del material al momento de ser aplicado, siendo esta la única formaleta con la que el prototipo nos dios forma.

6.2 Dosificaciones

6.2.1 Dosificación del material para el primer y segundo ensayo del ladrillo.



Figura 6. Fotografía 1n Ipeso del PP

Fuente (autores)- agosto-2020

Se usaron para el primer y segundo ladrillo el 15% de PP y el 75% de PET, recortando los mismos en trozos muy pequeños.



Figura 7. Peso del PET

Fuente (autores)- octubre-2020



Figura 8. Peso del PP

Fuente (autores)- octubre-2020

Para lograr el objetivo principal, que era elaborar un ladrillo macizo a base de PET y PP se recortaron en trozos todos los materiales agrandando de cierta forma el porcentaje aplicado a cada uno, es decir, se aplicó el 27% de PP.

6.3 Prototipos de ladrillo macizo

6.3.1 Primer ensayo del ladrillo macizo.



Figura 9. Primer ladrillo elaborado

Fuente (autores)- agosto-2020

Para el primer prototipo de ladrillo se fundió el 75% de PET y el 15% de PP quedando este pasado de temperatura, dañándose este en la punta como se muestra en la imagen.



Figura 10. Aplicación del material en la formaleta

Fuente (autores) – agosto-2020

Como se muestra en las imágenes el grupo estuvo muy al pendiente del material al momento de someterlo al calor, echando el mismo a la formaleta al momento de haberse fundido totalmente.

6.3.2 Segundo ensayo del ladrillo macizo.



Figura 11. Primer ladrillo macizo

Fuente (autores) - septiembre-2020

Para el segundo ensayo se fundieron los respectivos porcentajes de material, para así ser compactados y después desencofrados. Como se observa en la imagen de igual manera al desencofrar el primer ladrillo este quedó de forma porosa, faltándole así completar una de sus puntas.



Figura 12. Segundo ladrillo por un costado

Fuente (autores) - septiembre-2020



Figura 13. Segundo ladrillo

Fuente (autores) - septiembre-2020

Al observar las imágenes, en el segundo intento al momento de sacar el ladrillo de la segunda formaleta quedo de igual forma porosa, aunque este si quedo completo por todos sus lados.



Figura 14. Compactación del material

Fuente (autores) -septiembre-2020

Como se puede observar de igual forma se procedió a aplicar el material por poquitos para que este no se pegara de la olla, también se compacto el material en ambas formaletas para que así este diera su figura.

6.3.3 Tercer ensayo con la formaleta de madera.



Figura 15. Aplicación del material en la formaleta.

Fuente (autores) – octubre-2020

Se aplico el material ya fundido totalmente a la formaleta de madera dejándolo la misma llena en su totalidad para así ser sellado y luego desencofrado.



Figura 16. Desencofrando el ladrillo

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 17. Ladrillo por uno de sus costados

Fuente (autores) – octubre-2020

Al momento de desencofrar el ladrillo, este se encuentra al igual que los anteriores hechos por las formaletas de madera, poroso y quemado, determinándonos así que esta no era apta para la construcción del mismo.

6.3.4 Primer ensayo del ladrillo macizo en la formaleta metálica.



Figura 18. Aplicación del material dentro de la formaleta

Fuente (autores) – octubre-2020

Se aplico el material a la formaleta metálica, siendo llanada en su totalidad y luego sellada para ser después desencofrada.



Figura 19. Primer ladrillo echo con la formaleta metálica

Fuente (autores) – octubre-2020

En este proceso ya se pudo sacar un ladrillo más sólido y listo para ser sometido a ensayos de laboratorio, en este ladrillo se usó 67.5% de PET y 32.5% de PP, los cuales no fueron suficientes ya que el mismo por uno de los costados quedo deforme haciéndole más falta de material como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Figura 20. Ladrillo deforme por uno de sus costados.

Fuente (autores) – octubre-2020

6.3.5 Segundo ensayo con la formaleta metálica.



Figura 21. Ladrillo por un costado

Fuente (autores) – octubre-2020

Para el segundo ladrillo ya se pudo cumplir nuestro objetivo que era elaborar un ladrillo macizo en el cual se aplicó el 73% de PET y el 27% de PP quedando este por todos sus costados sólido y con su debida forma.

6.3.6 Tercer ensayo con formaleta metálica.



Figura 22. Ladrillo macizo #3 por uno de sus costados.

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 23. Ladrillo macizo #3

Fuente (autores) – octubre-2020

Se dispuso a desencofrar el tercer y último ladrillo elaborado con la formaleta metálica dando este forma por cada uno de sus cotados.



Figura 24. Ladrillos macizos elaborados con PET y PP

Fuente (autores) – octubre-2020

Por último, ya se obtiene como resultado los tres ladrillos macizos necesarios y listos para ser sometidos a el fallo del laboratorio.

6.4 Fallos de laboratorios

6.4.1 Peso del ladrillo elaborado en material PET y PP.



Figura 25. Peso de uno de los ladrillos en material PET y PP.

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 26. Peso del otro ladrillo elaborado en material PET y PP.

Fuente (autores) – octubre-2020

6.4.2 Peso de los ladrillos macizos tradicionales en arcilla.



Figura 27. Peso de ladrillo elaborado en arcilla.

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 28. Peso de ladrillo elaborado en arcilla.

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 29. Peso de ladrillo elaborado en arcilla

Fuente (autores) – octubre-2020

6.4.3 Fallo y resistencia de los ladrillos elaborados en PET y PP.



Figura 30. Resistencia del ladrillo con peso de 1.610g

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 31. Resistencia del ladrillo con peso 1.910

Fuente (autores) – octubre-2020

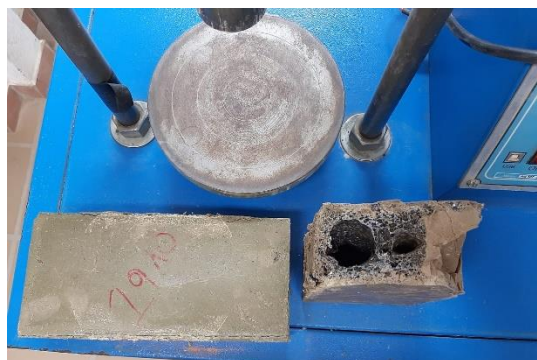


Figura 32. Fallo del ladrillo

Fuente (autores) – octubre-2020

6.4.4 Fallo de los ladrillos elaborados con arcilla.



Figura 33. Resistencia del ladrillo en arcilla con peso 2,595

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 34. Ladrillo en arcilla fallado

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 25. Fallo y resistencia del ladrillo en arcilla con peso 2,735

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 36. Fallo y resistencia del ladrillo de arcilla con peso 2,580

Fuente (autores) – octubre-2020



Figura 37. Fallo de los ladrillos en arcilla.

Fuente (autores) – octubre-2020

7. Análisis y discusión de resultados

Cuadro 4. Propiedades físicas de las unidades de mampostería estructural.





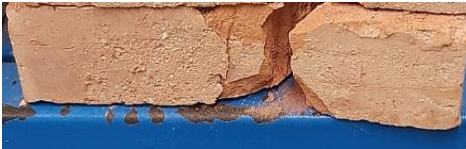
Tipo	Resistencia mínima a la compresión PA(KGF/CM)2		Absorción de agua máxima en %			
			Interior*		Exterior	
	Prom 5 U	Unid.	Prom 5 U	Unid.	Prom 5 U	Unid.
PH	5,0(50)	3,5(35)	13	16	13,5	14
PV	18,0(180)	15,0(150)	13	16	13,5	14
M	20,0(200)	15,0(150)	13	16	13,5	14

Fuente. NTC.

Para el caso de ladrillos de perforación vertical, los valores establecidos corresponden a Resistencia Neta mínima a la compresión, en los otros casos corresponden a Resistencia Bruta.

- ❖ PH: unidad de mampostería de perforación horizontal (ladrillo y bloque)
- ❖ PV: unidad de mampostería de perforación vertical (ladrillo y bloque)
- ❖ M: unidad de mampostería maciza (ladrillo)


Cuadro 5. Resistencias ladrillo macizo en seco.

Ensayo a Flexion - Especimenes secos					
N°	Material	Peso (gramos)	Dimensiones(cm m)	Resistencia (Mpa)	Falla
1	PET Y PP	1.610	Largo: 25,5cm ancho:12 cm alto:5,8cm	1.910	
2	PET Y PP	1.910	Largo: 25,5cm ancho:12 cm alto:5,7cm	2.51	
3	Arcilla	2.580	Largo: 23,8cm ancho:11 cm alto:6,3cm	2.36	
4	Arcilla	2.595	Largo: 23,9cm ancho:11,5 cm alto:6,3cm	2.84	
5	Arcilla	2.735	Largo: 23,9cm ancho:11,4 cm alto:6,5cm	2.93	

Fuente. Autores

En este ensayo se puede observar que los ladrillos de arcilla son más resistentes al momento de ser sometido a flexión, caso contrario al del PET y PP, puesto que este dio una resistencia aún más mínima, pero que está dentro del rango establecido en la normatividad.

Cuadro 6. Resistencias ladrillo macizo húmedo.

Ensayo a Flexion - Especimen humedo						
N°	Material	Peso seco (gramos)	Peso saturado superficial (gramos)	Dimensiones (cm)	Absorcion de agua en %	Falla
1	PET Y PP	1.913	1.976	Largo: 25,3cm ancho:12 cm alto:6,0cm	3.2%	

Fuente. Autores.

En el cuadro anterior se puede observar que la humedad aumenta el peso.

8. Conclusiones

Respondiendo a los objetivos propuestos y de acuerdo a las líneas con las que guiamos nuestro proyecto; investigativo, se pretendió y se elaboró un ladrillo a base de 100% PET y PP, buscando una alternativa en el campo de la construcción con el finde obtener un mampuesto netamente amigable con el medio ambiente y auto sostenible desde la obtención de la materia prima. Para esto analizamos la normatividad con la que cuentan los materiales tradicionales y con base a eso se realizó una comparación mediante proceso, elaboración y ensayos técnicos Donde se establecieron unas tablas comparando resultados de los bloques macizos tradicionales fallados en el laboratorio de las instalaciones de la universidad minuto de Dios vs nuestros bloques macizos fallados mediante ensayo de flexión en el mismo laboratorio. Se determinó analizar si las muestras creadas en nuestro proyecto cumplían con los criterios de la norma que las rige en el país.

teniendo en cuenta también encontramos que la parte de costos nos mostró que el usar material desechado como el plástico reciclado, los valores fueron disminuyendo en la elaboración de nuestro bloque macizo a comparación del bloque tradicional a base de arcilla por unidad.

El aporte que brinda este trabajo al campo constructivo es proporcionar un nuevo instrumento tecnológico y ambiental ya que el proyecto se encuentra enmarcado en la investigación innovadora de un bloque a base de plástico reciclado que cumpla la condiciones de ser llamada PET y PP para mampostería no portante de bajo costo, que con los resultados de laboratorio y las aplicaciones de elaboración se encontró que puede llegar a. Suplir las necesidades en cuanto a una vivienda se refiere , logrando obtener un producto que cumple con las especificaciones que cuentan los sistemas tradicionales.

Como recomendación podemos considerar apropiada la utilización de bloques PET y PP al sector constructivo debido a que no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación y es climáticamente aceptable. En base a los resultados obtenidos podemos llegar a diagnosticar que este tipo de tecnología se puede utilizar en cerramiento tanto exterior como interior en muros de carga no portante, obteniendo seguramente mejores niveles térmicos, en concordancia como lo dicta GAGGINO (2018) en su artículo llamado Resistencia Acústica de Mampostería siendo esta una experiencia real de aplicación en otros países, donde se verificó favorablemente el grado de aceptación social y mejor aislamiento térmico.

9. Recomendaciones

Inicialmente darle continuidad a las investigaciones de las nuevas tecnologías eco-sostenibles, y no solo seguir la línea de mampuestos plásticos si no buscarle utilidad en todo el entorno constructivo con nuevos materiales procedentes de desechos reciclables.

En el marco del proyecto y de la investigación se citó que no existe una norma técnica colombiana (NTC) que rijan este tipo de material, teniendo en cuenta que se debe plantear una política de gobierno desde las oficinas de infraestructura para que produzca una norma que dictamine las características y resistencias de ladrillos plásticos a base 100% PET y PP según su clasificación y utilización en el campo constructivo.

Debido a contratiempos en la ejecución por lo vivido en el año 2020, se utilizaron 2 moldes con medidas estándares que permitieran en fundido y respectivo fraguado para un desmoldado sin percance. Revisar con más ensayos posibles problemas de filtraciones y aumentos de temperatura durante el fraguado en moldes de madera que ocasionaban el cristalizado del plástico por aumento de temperatura llevándolo al punto de ebullición.

A lo largo del proyecto se evidenció en los anexos que la fabricación de los ladrillos de plástico fueron de manera Manual a campo abierto de dos formas; con fogón a leña teniendo en cuenta que no se tiene certeza de la temperatura generando que el plástico se funda más de lo debido solidificándolo y generando cristalización a simple vista convirtiéndolo más frágil al impacto y en estufa la cual permite un mejor manejo de temperatura pero generando en el proceso de fundida gases contaminantes al momento de quemar el plástico y a evaporarse hacia la atmósfera. Por eso se recomienda contar con ayuda especializada de máquinas, como la inyectora que además de acelerar el proceso, no emite gases dañinos para el medio ambiente.

Las recomendaciones que hemos considerado para este proyecto, es que por ser un producto nuevo ecológico se va requerir de mayor investigación y plantear una Norma Técnica Colombiana (NTC) que rijan las características y la resistencia de los ladrillos macizos a base de

Pet y PP. Además, queremos crear conciencia a nuestro público; ya que la responsabilidad social es muy importante para nosotros y así poder cuidar nuestro planeta para nuevas generaciones, con ese propósito se creó este grupo de investigación.

Darles continuidad a las investigaciones de este producto ecológico, y que no solo se realicen ladrillos con las tapas de plástico o botellas del mismo material, si no poder mezclar esta materia prima con otros adictivos que se complemente con la parte del reciclaje.

Crear el hábito de los estudiantes de Ingeniería Civil y del Semillero de investigación **Sismatcon**, el deber de reciclar como por ejemplo las botellas plásticas y disponiéndose de un colector en las zonas de corredores de la Universidad.

Referencias Bibliográficas

- AMBIENTE, C. M. (2019). *CIBR MEDIO AMBIENTE* . Obtenido de CIBR MEDIO AMBIENTE : [http://www.cibr.es/medio-ambiente-pet-reciclado-preguntas-frecuentes-medio-ambiente-pet-reciclado-preguntas-frecuentes-para-que-sirve#:~:text=El%20PET%20\(polietileno%20tereftalato\)%20es,los%20refrescos%2C%20y%20fibras%20textiles.](http://www.cibr.es/medio-ambiente-pet-reciclado-preguntas-frecuentes-medio-ambiente-pet-reciclado-preguntas-frecuentes-para-que-sirve#:~:text=El%20PET%20(polietileno%20tereftalato)%20es,los%20refrescos%2C%20y%20fibras%20textiles.)
- ARAPACK. (31 de 01 de 2018). *ARAPACK*. Obtenido de ARAPACK: <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>
- Armiño, K. P. (s.f.). *Diccionario de Acción Humanitaria*. Obtenido de Diccionario de Acción Humanitaria: <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/145>
- Botero Jaramillo, E., Muñoz, L., Ossa, A., & Romo, M. P. (2014). Comportamiento mecánico del Polietileno. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de*, 14.
- canecas, c. (2013). *cjs canecas* . Obtenido de cjs canecas : <https://www.canecas.com.co/descomposicion-basura#:~:text=Otros%20productos%20que%20tardan%20en,Estos%20datos%20lo%20ejaron%20asombrado%3F>
- Castiblanco Quintero, J. D., & Rodríguez Mejía, E. (2017). *PDF*. Obtenido de PDF: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5781/TRABAJO%20FINAL%20ANALISIS%20DEL%20MANEJO%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf?sequence=1>
- Cesar A. Bernal. (2010). Metodología de la Investigacion. En C. A. Bernal, *Metodología de la Investigacion* (pág. 322). Colombia: PEARSON. Obtenido de Metodología de la Investigacion(PDF).
- CIBAO, C. (08 de 08 de 2017). *CEMENTOS CIBAO*. Obtenido de CEMENTOS CIBAO: <https://www.cementoscibao.com/ladrillo-tipos-ladrillos/#:~:text=El%20ladrillo%20es%20uno%20de,excelente%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n.>
- ECO, C. (12 de 08 de 2012). *CONCIENCIA ECO*. Obtenido de CONCIENCIA ECO: <https://www.concienciaeco.com/2012/08/21/que-es-el-reciclaje/>
- envaselia. (s.f.). *envaselia*. Obtenido de envaselia: <https://www.envaselia.com/blog/que-es-el-polipropileno-id13.htm#:~:text=es%20el%20polipropileno->

,Qu%C3%A9%20es%20el%20polipropileno,de%20laboratorio%20o%20componentes%20automovil%C3%ADsticos.

ESTRUCPLAN. (01 de 01 de 2000). *ESTRUCPLAN*. Obtenido de ESTRUCPLAN:
<https://estrucplan.com.ar/reciclado-de-envases-pet/>

Ferguson, S. B. (24 de agosto de 2018). un problema doble: el plástico también emite potentes gases de efecto invernadero. *cambio climatico*.

GIRALDO, A. F. (2015). ANÁLISIS DEL CONCRETO CON TEREFALATO DE POLIETILENO (PET). *ANÁLISIS DEL CONCRETO CON TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)*, 20.

GUTIERREZ, N. G. (2014). CARACTERIZACIÓN DEL POLIPROPILENO RECICLADO DISPONIBLE A PARTIR DE TAPAS, PARA REINCORPORARLO EN PROCESOS. *CARACTERIZACIÓN DEL POLIPROPILENO RECICLADO DISPONIBLE A PARTIR DE TAPAS, PARA REINCORPORARLO EN PROCESOS*, 29.

INGENIERO RAFAEL DAVID DE JESÚS HERRERA MURIEL, A. M. (2018). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE*. BOGOTÁ.

López A. Corso P, D. N. (2016). POLIPROPILENO. *UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ*, 19.

MINERALES, R. Y. (10 de 2015). *ROCAS Y MINERALES*. Obtenido de ROCAS Y MINERALES:
<https://www.rocasyminales.net/mamposteria/>

Ministerio de Vivienda, C. y. (18 de 06 de 2014). *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia:
<http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible#:~:text=Una%20construcci%C3%B3n%20sostenible%20es%20aquella, donde%20se%20construye%20la%20edificaci%C3%B3n.>

MUÑOZ, Á. R. (2014). DESARROLLO AUTOSOSTENIBLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESCUELA "PORVENIR" CON LA UTILIZACIÓN DE MATERIAL RECICLABLE. *UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA* , 56.

NTC. (s.f.). *ICONTEC.ORG*. Obtenido de NTC CONSTRUCCIÓN E INMOBILIARIO.

Paula Delgado Gómez. (05 de 06 de 2019). El espectador. *Las dificultades para comprar vivienda*, pág. 1.

- PLASTICSEUROPE. (s.f.). *PLASTICSEUROPE*. Obtenido de PLASTICSEUROPE:
<https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/large-family>
- RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, H. A. (16 de 09 de 2017). 5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas., *5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas*, (pág. 42). BOGOTA. Obtenido de 5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas,;
<http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
- Redacción BIBO. (31 de 07 de 2019). El espectador . *Contaminación por plástico, una crisis con salida*, pág. 1.
- Revista Semana. (13 de 10 de 2016). *semana sostenible*. Obtenido de semana sostenible:
<https://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/plastico-pet-un-amigable-pero-no-inofensivo/36282>
- Rodríguez., F. D. (2012). *CONFORMADO DE MATERIALES PLÁSTICOS*. Obtenido de CONFORMADO DE MATERIALES PLÁSTICOS:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf
- ROYO, R. R. (08 de 09 de 2016). *ARQUITECTURAYEMPRESA*. Obtenido de ARQUITECTURAYEMPRESA: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/casas-con-ladrillos-de-plastico-reciclado-en-colombia>
- SANCHEZ, J. (8 de 6 de 2020). *ECOLOGIA VERDE*. Obtenido de ECOLOGIA VERDE:
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html#:~:text=Bajo%20la%20denominaci%C3%B3n%20de%20residuos,y%20sus%20zonas%20de%20influencia.>
- SEVILLA, A. (s.f.). *ECONOMIPEDIA*. Obtenido de ECONOMIPEDIA:
<https://economipedia.com/definiciones/economia.html>
- Significados. (17 de 02 de 2014). *Significados*. Obtenido de Significados:
<https://www.significados.com/impacto-ambiental/>
- SOSTENIBLE, O. D. (29 de 08 de 2018). *OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE* . Obtenido de OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE :
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>
- SOSTENIBLE, S. (2016). ¿Por qué se reciclan tapas plásticas? *SEMANA SOSTENIBLE* .

TIEMPO, E. (2019). CUANTO TIEMPO TARDA EL PLASTICO EN DESCOMONERSE . *EL TIEMPO* , 6.

VELASQUEZ, J. A. (2009). Definición Vivienda de Interés Social, Derecho de Petición No. 4120-E1-. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 3.

VERDE, L. (2018). *LINEA VERDE* . Obtenido de LINEA VERDE :
<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejos-ambientales/contaminantes/Que-es-la-contaminacion-ambiental.asp>

WOODWARD. (03 de 01 de 2020). *WOODWARD*. Obtenido de WOODWARD:
<https://www.spanish.cl/ciencias-naturales/materiales-propiedades.htm>