



**Paneles de polímeros termoplásticos industriales reciclados para su aplicación en los
procesos constructivos en las ciudades de Portoviejo y Medellín**

Autores

Paula Doménica Morejón Cedeño. Erika Romina Rivas Cantos.

Carrera de Arquitectura, Universidad San Gregorio de Portoviejo

Análisis de caso previo a la obtención del título de Arquitectos.

Director del análisis de caso:

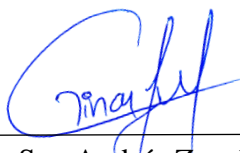
Ing. Gina San Andrés Msc.

Cantón Portoviejo - Provincia de Manabí - República del Ecuador.

Abril 2023 – Septiembre 2023.

Certificado del Director del Análisis de Caso

En mi calidad de Directora del Análisis de Caso titulado: PANELES DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS INDUSTRIALES RECICLADOS PARA SU APLICACIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LAS CIUDADES DE PORTOVIEJO Y MEDELLÍN realizado por los estudiantes Morejón Cedeño Paula Doménica y Rivas Cantos Erika Romina, me permito certificar que este trabajo de investigación se ajusta a los requerimientos académicos y metodológicos establecidos en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, por lo tanto, autorizo su presentación.



Ing. Gina San Andrés Zevallos Msc.

Certificado del Tribunal

Los suscritos, miembros del Tribunal de revisión y sustentación de este Análisis de Caso, certificamos que este trabajo de investigación ha sido realizado y presentado por los estudiantes Morejón Cedeño Paula Doménica y Rivas Cantos Erika Romina, dando cumplimiento a las exigencias académicas y a lo establecido en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo.

Arq. Juan García García
Presidente del Tribunal

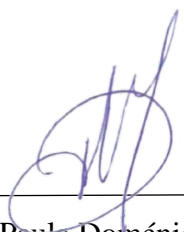
Arq. Mirian Guillen Vivas
Miembro del Tribunal

Arq. Darío Mendoza García
Miembro del Tribunal

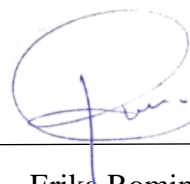
Certificado de Autenticidad y Responsabilidad

Los autores de este Análisis de Caso declaramos bajo juramento que todo el contenido de este documento es auténtico y original. En ese sentido, asumimos las responsabilidades correspondientes ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de la información obtenida en el proceso de investigación, por lo cual, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad.

Al mismo tiempo, concedemos los derechos de autoría de este Análisis de Caso, a la Universidad San Gregorio de Portoviejo por ser la Institución que nos acogió en todo el proceso de formación para poder obtener el título de Arquitectos de la República del Ecuador.



Paula Doménica
Morejón Cedeño



Erika Romina
Rivas Cantos

Dedicatoria

Le dedico este triunfo al pilar de mi vida, mi madre Tania Cedeño, que con tanto esfuerzo logró ser mi soporte fundamental en este desafío, por todo su apoyo tanto físico y emocional en alentarme a seguir adelante y hacer de mí la mujer que soy, a mi padre Arturo Morejón que siempre ha estado para mí en los momentos más necesarios para brindarme su ayuda y conocimientos sin importar las condiciones, a mi hermano Adrián Morejón por aconsejarme de la mejor manera, brindarme de su sabiduría y ser un ejemplo para mí.

Porque todo este esfuerzo, dedicación y trabajo es para ustedes, mi familia, los amo infinitamente.

Paula Doménica Morejón Cedeño

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado a quienes me inspiraron, a quienes me ayudaron a cumplir mis metas.

En primer lugar, se lo dedico a mis padres Carlos Rivas y Marisol Cantos, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Se lo dedico a mis hermanos Javier R., y Karla R, por estar siempre presentes, acompañándome en cada paso y por el apoyo moral que me brindaron en todo este proceso.

Les dedico este trabajo con gratitud y orgullo. Espero que sea un reflejo de todo lo que me han dado y un motivo de satisfacción para ellos.

Erika Romina Rivas Cantos

Agradecimientos

Agradezco desde lo más bello de mi corazón a mi hermosa madre y a mí querido padre por haberme dado la vida y haber construido con esfuerzos tantas bendiciones y oportunidades para mí, le agradezco también a mi enamorado quien nunca permitió que me sintiera sola en este largo camino y por siempre haberme ayudado en todo momento.

A todos mis allegados y amigos que han sido parte de mi progreso en mi carrera profesional y de alguna u otra forma brindarme su apoyo y palabras de aliento, en especial a mis compañeros Anthony L., Romina R., Yamil D., quiénes nos apoyamos mutuamente desde el principio y haber compartido en estos 5 años.

Gracias por ser parte de mi vida.

Paula Doménica Morejón Cedeño

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado de muchos años de estudio, sacrificio y dedicación. No lo hubiera logrado sin el apoyo incondicional de las personas que más quiero y admiro.

En primer lugar, le agradezco a mi familia, por estar siempre a mi lado, brindándome su amor, su comprensión, conocimientos y su aliento en mi día a día. Gracias por creer en mí y en mis sueños.

A mis queridos padres, su amor, paciencia y sacrificio han sido el faro que me ha guiado en cada paso de mi camino. Su apoyo inquebrantable y su fe en mí han sido fundamentales para mi crecimiento y desarrollo.

A mis compañeros de curso, por acompañarme en este camino, llenándolo de alegría, de diversión y de aprendizaje. Gracias por su amistad, su solidaridad y su lealtad.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, sin embargo, gracias a sus aportes, su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco a todos ustedes, y hago presente mi gran afecto.

Erika Romina Rivas Cantos

Resumen

La presente investigación está orientada a la implementación de buenas prácticas ambientales aprovechando los desechos plásticos post-industriales como material alternativo de los sistemas constructivos no convencionales. Es por ello que, se decide estudiar el material en las ciudades de Portoviejo y Medellín; el proyecto está compuesto por tres fases, donde los criterios que surgen en cada uno cumplen con los tres objetivos específicos, aplicando la investigación bibliográfica y experimental donde el polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad (PE) y el polipropileno (PP) son sometidos a temperaturas controladas para posteriormente lograr una matriz de compuestos que al enfriarse puede tener usos múltiples como: tablonos, bloques, tapas, señaléticas, sillas, entre otros; este material compuesto se ensaya para comprobar su resistencia a la compresión y flexión mediante equipos certificados que cumple las normas técnicas.

Como resultado comprobamos que la matriz de polímero termoplásticos industriales reciclados, funciona eficientemente como un panel de 50x10x7 cm. que, ensamblado una placa con otra, puede ser aplicado como mampostería para viviendas.

Palabras clave: plásticos reciclados, polímeros, economía circular, reciclaje, estudios de resistencia.

Abstract

This research is oriented to the implementation of good environmental practices taking advantage of post-industrial plastic waste as an alternative material of unconventional construction systems. That is why, it's decided to study the material in the cities of Portoviejo and Medellin; the project is composed of three phases, where the criteria that arise in each meet the three specific objectives, Applying bibliographic and experimental research where low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) and polypropylene (PP) are subjected to controlled temperatures to subsequently achieve a matrix of compounds that when cooled can have multiple uses such as: Planks, blocks, caps, signage, chairs, etc. among others; this composite material is tested to check it's resistance to compression and bending by certified equipment that meets technical standards.

As a result, we verify that the matrix of recycled industrial thermoplastic polymer, works efficiently as a panel of 50x10x7 cm that assembled one plate with another, can be applied as masonry in homes.

Keywords: recycled plastics, polymers, circular economy, recycling, resistance studies.

Índice

Capítulo I	15
Problemática	15
Tema	15
Planteamiento del Problema.....	15
Justificación	20
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos	24
Capítulo II.....	25
Marco Teórico	25
Antecedentes de la Investigación.....	25
Portoviejo. Manabí, Ecuador.....	25
Medellín. Antioquia, Colombia.....	25
Bases Teóricas Conceptuales	26
Polímeros.....	26
Residuo	28

Residuo Industrial.....	29
Poliétileno.....	31
Polipropileno PP.....	33
Poliestireno (PS).....	34
Normas ASTM	34
Ensayos Cíclicos de Compresión	35
Mampostería y Tipos de Mampostería.....	36
Materiales Prefabricados	37
Ensamblaje de Machihembrado	37
Economía Circular.....	38
Marco Histórico	39
Orígenes del Plástico.....	39
Marco Referencial.....	39
Aporte Social y Ambiental.....	39
Repertorio Internacional.....	43
Repertorio Nacional	46
CAPÍTULO III.....	48
Marco Metodológico	48
Nivel de Investigación	48

Diseño de Investigación	49
Fase 1	49
Fase 2.....	52
Formato de Tablas	52
Fase 3.....	55
Capítulo IV	56
Resultados.....	56
Resultados Fase 1	56
Portoviejo, Ecuador	56
Llanogrande, Colombia.....	61
Resultados Fase 2.....	64
Métodos para fabricar con polímeros Manabí - Ecuador.....	65
Ensayos de Resistencia del Material Portoviejo - Ecuador.....	70
Ensayo de Resistencia a Flexión	70
Ensayo de Resistencia a Compresión	76
Ensayos de Resistencia del Material Manta - Ecuador	79
Ensayo de Resistencia a Flexión	79
Ensayo de Resistencia a Compresión	85
Métodos para fabricar con polímeros Medellín – Colombia	88

Ensayos de Resistencia del Material Llanogrande. - Antioquia – Colombia.....	95
Ensayo de Resistencia a Compresión y Flexión.....	96
Análisis Comparativo de las Ciudades de Portoviejo y Medellín.....	99
Resultados Fase 3.....	100
Conformación de la mampostería.....	100
Capítulo V.....	102
Conclusiones y Recomendaciones.....	102
Conclusiones.....	102
Recomendaciones.....	103
Capítulo VI.....	104
Propuesta.....	104
Lineamientos Generales.....	104
Elaboración de Paneles de Polímeros Termoplásticos Industriales Reciclados (PPTIR)	104
Referencias Bibliográficas.....	114

Capítulo I

Problemática

Tema

Paneles de polímeros termoplásticos industriales reciclados para su aplicación en los procesos constructivos en las ciudades de Portoviejo y Medellín

Planteamiento del Problema

Además de ser esencial para el crecimiento de la sociedad, la construcción es también una de las principales causas de la producción de residuos, la degradación ambiental, el cambio climático y el uso significativo de energía en el planeta, ocupando así un lugar entre las mayores fuentes de emisiones de CO₂ a nivel mundial. De acuerdo a Wang., et al (2020), se consumieron alrededor de 85000 millones de toneladas de cemento Portland en el mundo para el año 2020, mientras que en países de desarrollo se registró más de la mitad y según Fernández et al., (2019) y Acevedo et al., (2012, pág. 3). Esto es debido a que para el sector de la construcción se utiliza el 36% de la energía mundial y emite el 39% de sus emisiones de CO₂.

Los materiales utilizados en las construcciones y los equipos utilizados para este mismo, también forman parte de este grupo contaminante. Cuando se trata de materiales, estos pueden verse a través de su uso o como daños causados durante los procesos de construcción y demolición. Este tal como genera afectaciones en la salud humana, también lo hace con el ambiente. Estos pueden llegar a generar cáncer en las personas, degradación de la capa de ozono, efectos sobre la respiración, debido a la producción orgánica e inorgánica de sustancias.

Otra de las grandes problemáticas a nivel mundial es la contaminación ambiental debido a los desechos industriales tales como el plástico y sus derivados. Este mismo dada a su versatilidad, accesibilidad y disponibilidad trae múltiples beneficios a la sociedad en la creación de nuevos objetos indispensables para la vida cotidiana; sin embargo, su mal manejo ha provocado que los residuos generados por este se hayan convertido en uno de los problemas ambientales más grandes a nivel mundial.

Algunos autores como Geyer. R. et al. (2017) en National Geographic. Y argumentos de Parker L. (2021) en la misma revista, han llegado a sostener que la producción de plástico en masa, que apenas se inició hace seis décadas, tan solo para el año 2050 llegarían a existir sólo en vertederos hasta 12 millones de toneladas métricas de residuos plásticos, y si lo llegamos a comparar con el Empire State, los residuos serían hasta 35 mil veces más pesados. Mientras que Quiñones L. (2021) enfatiza en Noticias ONU que, para esta fecha (2050) se proyecta que los plásticos están relacionados con la producción de aproximadamente 6,5 GtCO₂e, 15% del presupuesto mundial del carbón, ya que solo en el 2015 estos tuvieron una producción de 1,7 GtCO₂e. De hecho, Zheng, J., & Suh, S. (2019) menciona que solo la etapa de extracción de la materia prima aporta con un 61% de emisiones de CO₂ al planeta.

Citando nuevamente a Geyer. R, este destaca que para los últimos años se ha incrementado rápidamente la elaboración de plásticos, ya que se han llegado a producir hasta 8.300 millones de toneladas métricas, donde se plantea que de los 6.300 millones de toneladas de residuos plásticos generados a nivel mundial para el 2015, el 79% se ha acumulado en vertederos o entornos naturales

como el océano, conocido como el "Sumidero Final." Es, así como el 12% llega a ser incinerado y solo el 9% fue reciclado.

GAIA (2019) y Garelli O. en Greenpeace (2020) señalan que, a escala global, la fusión de envases de plástico agrega 16 millones de toneladas métricas de GEI (por sus siglas en inglés), lo que equivale al uso anual de electricidad de más de 2,7 millones de hogares. Si la industria petrolera se expande significativamente hasta el 2050, las emisiones de estos gases a base de incineración de envases plásticos se incrementarán a 309 millones de toneladas métricas. Se debe recalcar que lo mencionado anteriormente representa a los envases plásticos que equivalen al 40% del total de estos residuos. De hecho, en Noticias ONU, la autora Compagnone A. (2022) comenta que, de todos los residuos encontrados en el océano, el 80% tiene proveniencia terrestre.

Sólo en América Latina y el Caribe pueden llegar a generar habitualmente hasta 17.000 toneladas de este tipo residuos. México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia integran esta iniciativa.

Si nos referimos a Ecuador, más de 531.461 toneladas de plástico son arrojadas solo por los ecuatorianos cada año. A pesar de tener una de las alianzas más antiguas que rigen los plásticos de un solo uso, Morán S. (2020) agrega en el Plan V que, según datos del INEC, las cuotas diarias de basura para los ecuatorianos alcanzaron las 12.739,01 toneladas en 2018. El plástico representa el 11,43% de estas, con un total anual de 531.461 toneladas, equivalente al peso de más de 350 mil vehículos medianos.

Ch, S. (2021). Pone en mención a comunicados de la Alianza Global para Alternativas a Incineradores (GAIA) que México, El Salvador y Ecuador son uno de los países con un mayor riesgo de contaminación debido al plástico, esto es debido a que son uno de los principales importadores de estos en la región.

La Alianza Basura Cero- Ecuador (2022) aporta que entre el 2018 y 2022 se han importado hasta 48.473 toneladas de desechos plásticos. Durante este mismo periodo, desde EE. UU llegaron aproximadamente 27.338 toneladas de estos materiales, lo que representa hasta un 56% del total de estas importaciones. República Dominicana, México, Colombia y Costa Rica también integran esta lista. La página web de la cadena de televisión Ecuavisa (2022). opina que cada uno de estos desechos genera en gran medida el cambio climático, incluso se infiltran en nuestra cadena alimentaria.

Mejía D. (2020 p.15) menciona en su estudio que en Colombia también existen cifras igual de alarmantes, que de acuerdo a datos de la Universidad de Los Andes y Greenpeace (2019), se generaron sólo en el año 2019, 10.3 millones de toneladas de residuos sólidos, en promedio. Para ese mismo año, Colombia determinó cerca de 30.081 Ton/día de residuos sólidos. La cifra promedio de generación de estos residuos en un hogar colombiano es de 4.3 Kg/día.

Este mismo estudio menciona que para el 2017 la generación de residuos sólidos se dio en estas principales ciudades:

- Bogotá con 2.2 millones de toneladas (21% del total de lo dispuesto en el país)

- Cali, Medellín y Barranquilla generaron en promedio 657 mil toneladas de residuos en el mismo periodo.
- Mientras que ciudades como Cartagena, Bucaramanga, Santa Marta y Pasto generaron alrededor de 20 mil toneladas de estos residuos.

Por todo lo ya mencionado, la búsqueda de nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente ha llevado a la industria de la construcción a aplicar diversas técnicas de mejora de materiales, buscando nuevos procesos de construcción, nuevos materiales con el objetivo de reducir el efecto invernadero generado por la construcción y sobre el manejo de los residuos sólidos derivados de material plástico dentro del territorio ecuatoriano y colombiano.

Justificación

De acuerdo a Gámez, M. J. (2015), La Asamblea General de las Naciones Unidas (AGONU) presentó para el 2015 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y entre estos se encuentran dos objetivos que ponen gran énfasis en el desarrollo de innovaciones e infraestructura para ciudades y comunidades sostenibles.

Entre estos tenemos el Objetivo N°9 donde se menciona la industria, innovación e infraestructura, las cuales según Morán M. (2015), son clave para el progreso de nuevas estrategias duraderas para los desafíos tanto económicos y medioambientales que se presentan en la actualidad.

Si mencionamos las distintas metas de este objetivo, podemos destacar que busca desarrollar infraestructuras enfocadas en la sostenibilidad ambiental y el desarrollo compartido (social, económico, ambiental), buscando de tal forma que estas innovaciones beneficien a países en desarrollo donde los desechos plásticos suelen ser abundantes.

Es importante destacar que la rápida urbanización de las ciudades aporta aún más de forma negativa el aspecto social y ambiental del planeta, es por eso que La Asamblea General de las Naciones Unidas (AG-ONU, 2015), enfocó en el Objetivo 11 del Desarrollo Sostenible, el reducir para el 2030 el impacto ambiental negativo elaborado por los distintos desechos producidos en las ciudades. (Morán M.a2015).

Otros autores tales como, La Ley Orgánica sobre plásticos de un solo uso (2022) y Pozo Barrezueta, H. D. et al., (2017b p.10-13). En el Código Orgánico del Ambiente (COA) argumentan

que en el Art. 1 y Art. 9. De esta ley tiene como objetivo el establecer un marco legal para la regulación de la generación de los residuos generados por plásticos de un solo uso, esto mediante un regulado consumo, el reciclaje y reutilización de los mismos.

Mientras que Marne. P.C (2021) en La Alianza Global para Alternativas a Incineradores (GAIA) decide avanzar hacia Basura-Cero, mediante la aplicación de estrategias de regeneración y reducción de residuos, el reciclaje y el rediseño industrial para poder ofrecer ciudades y comunidades resilientes, una equidad social y entornos más saludables.

El marco normativo del Ecuador cuenta con diversos documentos legales que permiten ofrecer una base para la conservación y regeneración de los sistemas naturales, respetando los derechos de la naturaleza y otros lineamientos que pueden servir para aplicar una economía circular en el ámbito del uso de plásticos:

En su libro tercero “De la Calidad Ambiental”, título V “Gestión Integral de Residuos y Desechos”, capítulo I “Disposiciones Generales”, en los Art.224 y Art. 226 se indica que:

La gestión de residuos y derechos está bajo la tutela del Estado, con el objetivo de promover el desarrollo sostenible a través de un conjunto de políticas intersectoriales. En el Acuerdo Ministerial No. 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), conforme al Art.47 sobre las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos señala que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional de gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales (Ministerio del Ambiente, 2015 p.15).

Así mismo, Colombia cuenta con distintas normativas que López, S., & García, C. (2020 p.25). menciona en su tesis.

- Normatividad de recursos renovables
 - Decreto 2811 de 1974: en este decreto se crea el Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, el cual dispone en los Art. 192 y 193 las normas para el uso y reutilización de materiales orgánicos o inorgánicos en la construcción como materiales que buscan generar un beneficio al medio ambiente.
- Residuos Sólidos.
 - En la resolución 1045 del 2003: Las decisiones se toman al adoptar la metodología para la creación de PGIRS, o Planes para la Gestión Integral de Residuos.

Por ende, la clave del éxito de una economía circular de plásticos es la gestión de residuos, y esto viene a través de la reciclabilidad, no de la biodegradabilidad. Un producto reciclable significa que el material se retiene en el circuito de recirculación; Se puede rehacer en nuevos productos de valor agregado. (Elsevier s/f) innovar en nuevos elementos aplicando los residuos industriales, la industria de la construcción se llevaría una gran ventaja, ya que disminuiría la contaminación que esta produce.

La gestión adecuada de los residuos plásticos post industriales es importante para minimizar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad. Esto puede incluir medidas como la implementación de prácticas de reducción de la fuente, el reciclaje de los residuos plásticos para

su reutilización, la adopción de alternativas más sostenibles al plástico y el cumplimiento de regulaciones y normativas ambientales relacionadas con la gestión de residuos.

Por ello, el presente trabajo de investigación busca establecer nuevos procesos constructivos con la aplicación de residuos del plástico, de tal manera que este análisis de paneles de polímeros termoplásticos para procesos constructivos en Portoviejo y Medellín resulta de fundamental importancia para posibilitar su uso.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el material de polímeros termoplásticos industriales reciclados, mediante ensayos y experimentaciones físicas y mecánicas para posibilitar su aplicación en forma de paneles para los procesos constructivos en la ciudad de Portoviejo y Medellín.

Objetivos Específicos

- Analizar teóricamente los diversos procesamientos de los polímeros termoplásticos industriales reciclados para desarrollar lineamientos que conduzcan al manejo de estos en la construcción.
- Determinar resultados morfológicos, físicos y mecánicos del material termoplástico industrial reciclado para establecer los niveles de resistencia de esta nueva materialidad.
- Análisis comparativo de los resultados obtenidos en las ciudades de Portoviejo y Medellín con respecto a sus características físicas, mecánicas y morfológicas.
- Establecer el tipo de ensamblaje de los paneles termoplásticos industriales reciclados para la conformación de la mampostería.

Capítulo II

Marco Teórico

Antecedentes de la Investigación

Portoviejo. Manabí, Ecuador

Portoviejo es la cabecera del Cantón Portoviejo y capital de la Provincia de Manabí. Con base en los resultados del Censo 2010 de la INEC (s.f) La ciudad de Portoviejo cuenta con una población de 280.029 y cómo lo hace notar la revista Nacional “El Vocero”, Cada año se producen más de 45 millones de toneladas de residuos en el Ecuador, de los cuales 1 millón podría ser reciclado.

De esta manera se abre camino para la innovación de distintos recicladores de la ciudad, donde por medio de la recolección y clasificación de estos polímeros industriales reciclados se elaboran distintos mobiliarios como tapas de alcantarilla, bancas de parques, juegos infantiles, palets, entre otros.

Medellín. Antioquia, Colombia

Medellín, es la capital del Departamento de Antioquia con una población que para el 2018 fue de 2.427.129. Según datos de Medio Ambiente y Gestión de Riesgo (2020).

La asociación de la industria del plástico, Acoplásticos, señala que el país produce solo alrededor de 1.4 millones de toneladas de plástico anualmente donde sólo 300 mil de estos despojos logran ser reciclados (Maestre L. 2022).

La Alcaldía de Medellín por su parte, apuesta por ser una ciudad libre de plástico. Montoya D. (2021) enfatiza que en el Centro Administrativo Municipal se aprovecha hasta un 90% de residuos plásticos. Esto se da por medio de distintas fundaciones tales como “Botellas de Amor” en donde se han llegado a reutilizar 597 kilogramos de este material, beneficiando a comunidades para construcciones más sostenibles mediante la elaboración de Ecoladrillos.

Bases Teóricas Conceptuales

Cuando se trata del desarrollo de este estudio de caso, es crucial comprender la información fundamental que existe sobre los diferentes componentes que pueden ser adheridos a la producción de mamposterías.

Uno de los mayores problemas ambientales de los últimos años es la eliminación descontrolada de desechos. La fuente de información más importante para llevar a cabo una gestión eficaz es comprender los tipos de residuos que la sociedad es capaz de producir y desarrollar una clasificación sólida de esos mismos.

Polímeros

ZS España. (2019) postula que, desde el punto de vista químico, las macromoléculas conocidas como polímeros están formadas por una o varias unidades químicas de forma repetitiva, o monómeros, que se extienden a lo largo de toda la cadena.

El campo de los polímeros o también conocidos como macromoléculas sintéticas tiene una amplia aplicación diaria según Báez, J.E. (2010). Grandes variedades de objetos tienen a los polímeros como su componente importante, algunos ejemplos de este vendrían a ser las bolsas, adhesivos, la ropa, ciertas partes de automóviles, entre otros. Báez agrega que “La mayoría de los

polímeros presentan características de resistencia química, esto quiere decir que puede resistir la oxidación en comparación con los metales". De esta misma forma Báez agrega que:

Los científicos saben que todo en nuestro mundo se puede cambiar inicialmente químicamente. Por lo tanto, usar los términos "contaminantes que no se pueden degradar" o "plásticos que no se pueden degradar" es incorrecto porque todos los contaminantes son materiales y todos los materiales se pueden cambiar o, en este caso, degradar (ya sea por oxidación, combustión, radiación, biodegradación, hidratación, pirólisis, etc.). En relación con el punto anterior, ha surgido una nueva familia de productos químicos conocidos como polímeros biodegradables de alquilfenol para su uso en aplicaciones a corto plazo.

Según Coreño J. et al., (2010) en su investigación "*Relación estructura-propiedades de polímeros*"; los polímeros que presentan ambos tipos de regiones, es decir que son parcialmente cristalinos, se denominan semi-cristalinos. Por otro lado, aquellos cuya composición molecular está completamente desordenada se denominan amorfos. El primer grupo incluye poliamidas, poliésteres y polietilenos, mientras que el segundo grupo incluye caucho natural, resinas fenólicas y cementos de caucho como el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

La misma cita de Sauer, 1977 que se usó en Coreño J. et al., (2010) afirma que "Las amorfas les dan flexibilidad y tenacidad a las partículas mientras que las regiones cristalinas le dan rigidez y resistencia".

En base a la información recopilada de la publicación de Osés O. (2018) podemos estar al tanto que:

Hoy en día, contamos con una variedad de aplicaciones de polímeros que aportan múltiples beneficios a la construcción, equipamientos de viviendas y otras obras. Además una de sus tareas más predecibles es encontrar el equilibrio entre las necesidades del desarrollo humano, la protección del medio ambiente y la salud de todos los habitantes, presentando las siguientes ventajas:

- Duraderos y resistentes a la corrosión. Esta razón hace que se apliquen a elementos expuestos al aire libre debido a que pueden durar por décadas.
- Permite el ahorro de energía gracias a que son grandes aislantes de altas o bajas temperaturas.
- Aislantes acústicos.
- Mucho más livianos que otros materiales empleados en la edificación, lo que los hace cómodos y sencillos de trasladar y guardar.
- Una gran relación costo – beneficio
- La mayoría son amigables con el medio ambiente: se pueden reciclar, reutilizar o transformar en una fuente de energía.

Residuo

Todo lo que se produce por la acción de las personas o de otros seres vivos sobre el medio ambiente, y que ya no tiene utilidad ni valor, se llama residuo. Es una mezcla de cosas que, a veces, no pueden volver a formar parte de la naturaleza (Hernández; Corredor, 2016).

De acuerdo a Delgado M.G (s.f), una definición elaborada de este término, es que se comprende de todo bien u objeto que es obtenido a la vez que el producto principal.

Otros autores tales como Solans, X., et al. (s.f) definen al residuo como aquella sustancia u objeto que no resulta útil para su poseedor por la cual tenga la intención de utilizar. Ahora bien, cuando un residuo es abandonado, puede que exista una posibilidad de que alguien considere a este su valor. Dicho residuo que fue depositado, es recuperado y vendido a las industrias de reciclaje.

Residuo Industrial

Tanto Fraga, H. (2020). y Leonardo (2018) describen este término como los desechos o residuos resultantes de algún tipo de fabricación, consumo, transformación o mantenimiento generado por la actividad industrial. Shiao D. (2022) en su blog argumenta que, los residuos post industriales en plástico son aquellos que resultan de las actividades industriales, pueden incluir recortes, desechos de producción, piezas defectuosas, envases y embalajes plásticos utilizados para almacenar y transportar productos industriales, entre otros. Estos residuos plásticos pueden ser generados en una amplia gama de industrias, como la manufactura, la construcción, la electrónica y la alimentaria. Dependiendo del tipo de industria y de los productos o procesos específicos, la cantidad y composición de los residuos plásticos post industriales pueden variar considerablemente.

Entre los distintos tipos de residuos industriales se encuentran los plásticos y sus derivados que Infinita Industrial (2021) y Cáceres, P. (2020). Se define como un material ligero, duradero y con una facilidad de ser modificado. Este está formado por compuestos orgánicos sintéticos o semisintéticos conocidos como polímeros que son grandes moléculas compuestas por cadenas repetidas de carbono llamadas monómeros como el propileno.

Según Coreño J. et al., (2010) su composición química y estructura determinan, en gran medida, las propiedades químicas, mecánicas, ópticas y térmicas extraordinarias que tienen, y que les permiten tener múltiples aplicaciones.

La fundación Aquae (2020) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2012) clasifican a los plásticos de la siguiente manera:

Gráfico No. 1

Identificación de tipos de plástico según la SPI

Termoplásticos			Aplicaciones	Usos después del reciclado
Polietileno tereftalato	PET		Botellas, envasado de productos alimenticios, moquetas, refuerzos neumáticos de coches.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos
Polietileno alta densidad	PEAD		Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, laminas y tuberías.	Bolsas industriales, botellas detergentes, contenedores, tubos
Polietileno de baja densidad	PEBD		Film adhesivo, Bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberías para riego,	Bolsas para residuos, e industriales, tubos, contenedores, film uso agrícola, vallado
Policloruro de vinilo	PVC		Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario.	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores
Polipropileno	PP		Envases para productos alimenticios, Cajas, tapones, piezas de automoviles, alfombras y componentes eléctricos.	Cajas multiples para transporte de envases, sillas, textiles
Poliestireno	PS		Botellas, vasos de yogures, recubrimientos	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina

Nota. Clasificación de los distintos plásticos según la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI).

Tomado de <https://www.aristegui.info/identificacion-de-los-plasticos-por-sus-codigos/>

Gráfico No. 2

Códigos de identificación de resinas de plástico



Nota. División de los plásticos según la cantidad de resina que tengan. *Tomado de* <https://www.aristegui.info/identificacion-de-los-plasticos-por-sus-codigos/>

Polietileno

Como se señala en el blog de Materiales Ecológicos (2021), el polímero (PE) es un derivado del etileno, el cual es un gas extraído del petróleo y se menciona que este en realidad se trata de una familia de plásticos ya que según su densidad lo hay en varios tipos.

Dentro de las características que proporciona el polietileno, +señala que las propiedades mecánicas fundamentales son la resistencia, rigidez, la elasticidad, elasticidad y la capacidad energética. Y con referencia a Gaggino (2008), respecto al peso específico “Los ladrillos, bloques y placas elaboradas con plásticos reciclados son livianos por el bajo peso específico de la materia prima.”

Macías E. (2015) añade que el etileno es sometido a un reactor para un proceso de polimerización. Mientras que Aceromafe plantea en el 2021 que este es el más común ya que se utiliza en los productos cotidianos, también conocido como “plástico”. El polietileno es un

polímero termoplástico con un color blanquecino el cual se pueden producir a nivel mundial hasta 65 millones de toneladas cada año.

Citando nuevamente a Materiales Ecológicos (2021) y Macías E. (2015) postulan que el primer paso para la obtención del polietileno es la extracción del petróleo donde se los lleva a buques-tanque donde son separados con el fin de que estos puedan ser aprovechados. Luego el petróleo se introduce en alargados recipientes de acero conocidas como columnas de destilación para dividir los distintos hidrocarburos según su densidad.

Así mismo estos autores mencionan que:

Bajo ciertas condiciones de catalizador, presión y temperatura, se produce la polimerización que origina las largas cadenas conocidas como POLÍMEROS. Estos polímeros son termoplásticos sólidos con forma de gránulos o “pellets”, que sirven como materia prima para los transformadores que los convierten en diversos productos plásticos mediante los procesos de extrusión, soplado, moldeo o inyección.

Polietileno de Baja Densidad PE-BD. De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana en el 2012 (p.9) este PE-BD es utilizado por lo general para la elaboración de recubrimientos para cartones de leche, tapas de contenedores, juguetes, cables, botellas, entre otros. Esto es debido a su gran dureza y flexibilidad, además por su relativa transparencia y su fácil sellado mediante el calor.

Polietileno Alta Densidad PEAD. Cárdenas J., et al. Lo describe como uno de los más utilizados a nivel mundial, y esto se debe a que es la materia prima de muchos productos plásticos que se usan día a día y añadiendo su bajo costo pese a sus altas propiedades químicas y físicas. Este puede ser moldeado casi de cualquier forma, extruirse para hacer fibras o ser soplado para hacer películas delgadas (2019 p.113)

El Polietileno de alta densidad también suele ser utilizado para la creación de tuberías para conducción de agua potable y riego ya que, por sus características de resistencia a la abrasión y propiedades eléctricas, los tubos de acero a diferencia de los tubos de PEAD no se ven expuestos a la erosión según pruebas comparativas de acuerdo al Catálogo de Productos de Polietileno de Alta Densidad de TIGRE., Bolivia (s.f p.7)

Polipropileno PP

El Polipropileno (C₃H₆), según la tesis doctoral de Monzó M. (2015 p. 23):

Un plástico termo conformado o técnico que básicamente se utiliza para la construcción de piezas que necesitan resistencia química, peso ligero y fricción suave.

Este cumple tareas como fibra y como plástico. Corso P., et al., menciona que este se obtiene de la extracción del gas petróleo. Es un material bastante resistente al calor que puede ser ablandado a una temperatura un poco más elevada de 150°C. Así mismo es bastante resistente a los golpes a pesar de que puede ser doblado muy fácilmente por su baja densidad. (2016)

El Polipropileno puede llegar a ser aplicado dentro de la industria farmacéutica para la fabricación de envases de cremas. Otra de sus aplicaciones es en la industria del embalaje y transporte para cajas de botellas de bebidas donde su uso puede llegar hasta los 15 años.

Poliestireno (PS)

El poliestireno es el polímero que se obtiene de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno (hidrocarburos que provienen del petróleo) para generar el monómero del estireno que se polimeriza a poliestireno. Los PS más importantes son el poliestireno de uso general y el poliestireno de alto impacto.

Normas ASTM

Leyendo la información disponible en el sitio web de Instron (s.f), se puede destacar que:

Norma ASTM D790. Es aplicada para determinar las siguientes propiedades mecánicas:

- Módulo de la tangente, también conocido como módulo de flexión, es una medida que se refiere a la curva de la porción inicial lineal de la curva carga-deflexión de la rigidez del material.
- Módulo de la secante: El arco entre el punto inicial y un punto determinado en la curva de flexión de la carga.
- Módulo del acorde: El segmento entre dos puntos establecidos en la curva de flexión de la carga
- Resistencia a la flexión: La mayor fuerza de doblado que se logra en una prueba de flexión.
- Esfuerzo de flexión máxima: Es la fuerza de doblado que hace que una muestra se fracture en un ensayo de flexión. Dependiendo del material, la muestra puede fracturarse antes de alcanzar un punto de deformación; en estos casos, la resistencia a la flexión es igual al valor máximo de doblado.

Continuando con la información disponible en el sitio web de Zwick/Roell (s.f), en las normas ASTM se muestran las siguientes:

Norma ASTM D638. Se realiza aplicando una fuerza de tracción y midiendo varias propiedades de la muestra bajo tracción, las siguientes son las más comunes:

- Resistencia a la tracción: Cantidad de fuerza que se puede aplicar a un plástico antes de que se rompa o se estire irreparablemente.
- Módulo de tracción: Cuánto se puede alargar (o comprimir) un material en respuesta a la tensión antes de fracturarse. El módulo es una medida de la dureza de los materiales.
- Alargamiento: El alargamiento del calibre tras la rotura dividido por la longitud del calibre original. Mayor longitud indica mayor ductilidad.
- Relación de Poisson: Es una forma de medir cómo cambia el grosor de un material cuando se alarga por la fuerza aplicada.

Norma ASTM D695. Caesar. D. (s.f) En Instron define a esta norma como un método aplicado para la determinación de las propiedades de compresión tanto de los plásticos reforzados como no reforzados. Suele aplicarse conjunto a su norma equivalente de tracción ASTM D638, ya que estas evalúan las principales propiedades del material a base de polímeros.

Ensayos Cíclicos de Compresión

Los ensayos cíclicos de compresión son pruebas que se realizan para evaluar el comportamiento de un material sometido a cargas repetidas de compresión y descompresión. Estos ensayos permiten estudiar la fatiga, la fluencia, el endurecimiento y la fractura del material

bajo condiciones dinámicas. Los ensayos cíclicos de compresión se pueden aplicar a diferentes tipos de materiales, como metales, plásticos, cerámicas, hormigón, madera, etc. de acuerdo a Zapata F. (2020)

Zapata también pone en mención que, para realizar un ensayo cíclico de compresión, se utiliza una máquina de ensayos universal que puede aplicar una fuerza sinusoidal o triangular sobre una probeta cilíndrica o cúbica. La máquina registra la fuerza aplicada y la deformación resultante en cada ciclo. La frecuencia, la amplitud y el número de ciclos se pueden variar según el objetivo del ensayo.

Mampostería y Tipos de Mampostería

Mampostería Simple. La mampostería simple o también conocida como mampostería no reforzada es aquella que como su nombre lo indica, no cumplen las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada según la NEC-11 (2011 p.7)

Mampostería Confinada. Paneles, A. C. H. (2021). Y Marinilli, A; Castilla. E. (2007). Definen esta como una tipología de construcción donde los ladrillos reciben cargas horizontales y verticales como si de muros portantes se tratase. Este tipo de mampostería luego de ser levantada, es rodeada en todo su perímetro por elementos esbeltos de concreto reforzado.

Este tipo de mampostería es apta como rehabilitación de edificios y gracias a sus características evita la posibilidad de puentes térmicos y facilita el ahorro energético y si hablamos de la construcción de viviendas unifamiliares, estas mamposterías son de fácil trabajabilidad con conocimientos básicos de albañilería según menciona en su blog Paneles ACH.

Materiales Prefabricados

En base a la tesis del Arq. Sánchez J. (2010), podemos exponer que:

La construcción rápida y masiva de edificios solo se logra con la prefabricación, que es un método industrial que usa materiales diferentes y sistemas económicos, y que ayuda a aumentar el número de viviendas y oficinas en países que están en desarrollo y que tienen un problema desde hace tiempo.

Panel prefabricado de polietileno. Basándonos en los datos obtenidos de la página web del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno de la República del Ecuador, NEC-SE-VIVIENDA36 (2014), podemos decir que: Se trata de un componente que se produce en una fábrica mediante procesos industriales. Está formado por un núcleo de polietileno expandido (EPS) y dos rejillas de acero galvanizado que se unen por soldadura eléctrica y que se conectan entre sí por conectores de acero también galvanizados y soldados eléctricamente. La unión en el mismo plano de varios componentes prefabricados de polietileno dará lugar a una pared. (p. 14).

Ensamblaje de Machihembrado

Se refiere a una junta o conexión disponiendo de un perfilado en sus lados largos uniendo la lengüeta “macho” y la ranura “madre”, lo que se denomina conexión machihembrada o también paneles sándwich. Este tipo de unión es una de las más utilizadas para obtener una buena y fiable unión de las dos partes.

Observando la información disponible en el sitio web (*Machihembrado del panel de madera – Paneles de Madera con Núcleo Aislante*, 2014), Tomando de referencia este sistema en los paneles del estudio de caso, obtenemos como ventajas que:

- El panel de madera tiene un sistema de encaje que hace más fácil y rápido el montaje, mejora la colocación de los paneles sobre la estructura que los sostiene y hace que el montaje sea más eficiente que el antiguo sistema de ranura.
- El borde recto facilita hacer los cortes requeridos para ajustar el panel a cualquier tipo de longitudes entre soportes y medidas
- Los lados cortos del panel que tienen borde recto y que se colocan sobre las vigas de la estructura que los apoya, por lo tanto, estas uniones entre paneles siempre estarán resguardadas por la estructura que los apoya y no se verán.

Economía Circular

Según mencionan McDonough, W. et al (2010) y Lett, L. A. (2014).

El concepto de economía circular se basa en principios de la escuela ecologista donde se plantea una transformación al paradigma siguiendo las tres r, “reducir, reutilizar y reciclar”, por una transformación duradera que pueda permitir la disminución del impacto causado por las distintas actividades humanas sobre el medio ambiente. En base a este mismo autor, este modelo le otorga al residuo un papel protagónico y se sustenta en una reutilización inteligente de los mismos.

La Comisión Económica de América Latina y el Caribe (CEPAL) en su publicación “Oportunidad para una recuperación transformadora” (2021 p.12) agrega que:

Los procesos que minimizan el uso de nuevos materiales, especialmente los que se pueden reusar o reciclar, también generan grandes ventajas económicas y ecológicas. Esto implica

menores gastos en materiales, energía y trabajo, un menor daño al aire, la tierra y el agua, y disminuciones en las emisiones de gases que causan el calentamiento global.

Se sugieren, además, procesos en los que se recuperen materiales que pueden rediseñarse y tengan nuevos usos. También se pueden hallar y recobrar materiales limpios que no se hayan mezclado con otros y que conserven su calidad y características, por lo que se pueden emplear de nuevo en la producción inicial, lo que alarga la vida útil del material.

Marco Histórico

Orígenes del Plástico

Conforme a Yanes J. (2019). Para el año de 1870, el estadounidense John Wesley Hyatt, con ayuda de su hermano Isaías Hyatt, se propuso optar a un premio de 10.000 dólares que eran ofrecidos por un fabricante de bolas de billar, el cual buscaba sustituir el material de estas por la escasez del marfil.

Es así como ambos hermanos modificaron químicamente la celulosa, el cual es un polímero que se presenta en las plantas, para así obtener el celuloide, nombre que se le dio al primer plástico de la historia.

Marco Referencial

Aporte Social y Ambiental

La presente investigación examina cómo se comportan los materiales no convencionales cuando se incorporan a los sistemas constructivos y brindan nuevas técnicas para la ejecución de obras civiles y arquitectónicas. Esta es la razón motivo por el cual se ha optado por investigar y analizar una variedad de repertorios nacionales e internacionales.

En los últimos años se ha tomado en cuenta la innovación de materiales ligados a la sustentabilidad, ya sean mediante la aplicación de material natural o buscando nuevos procesos menos contaminantes, y es que el manejo de residuos plásticos no se queda atrás, ya que constantemente los residuos plásticos han sido una problemática a nivel social y ambiental y es así que distintos investigadores lo han llevado a su reutilización en distintas áreas,

Pérez, E. (2022). Menciona a la empresa ByFusion donde el neozelandés Peter Lewis diseñó una máquina que logra reciclar el plástico de los océanos y luego ser transformados en ladrillos, mismos que están siendo utilizados en viviendas de bajos recursos en Hawai. Esta máquina aplicada es casi 100% neutral en carbono con un proceso de fabricación no tóxico, teniendo como resultado estos bloques RePlast con un 100% de plástico reciclado y un 95% menos de emisiones de gases en comparación con otros materiales de construcción tradicional.

En cuanto a la máquina que se encarga de unir todos los materiales plásticos conocida como Blockers la cual tiene una capacidad de procesar hasta 450 toneladas de plástico al año según el informe de INFOBAE. (2022).

Gráfico No. 3*Blyblock*

Nota. Primer material de construcción hecho totalmente con desechos plásticos.

Tomado de BYFUSION. *Disponible en* <https://www.byfusion.com/byblock/>

Otros investigadores se suman a esta nueva era de innovación tales como Rahul Chaudhary en el blog de Ludueña Y. (2022), donde Chaudhary reutiliza desde tubos de pasta de dientes hasta envoltorios de chocolates y blíster de tabletas para su uso como "Ricon Panels", mismas que pueden ser utilizadas como techos en viviendas o como mesas escolares dependiendo del grosor aplicado a la plancha. De esta forma busca ser un sustituto ecológico de láminas metálicas y madera contrachapada, mismas que son consideradas por la OMS como un material cancerígeno.

Gráfico No. 4*Paneles Ricron*

Nota. Paneles de plástico para su uso como techo resistente. *Tomado de Ricron.*

Disponibile en <https://www.ricron.com/all-products>

Existen empresas como **Ecore** que se especializan en la fabricación de revestimientos de suelos a partir de botellas plásticas (PET) y neumáticos reciclados, donde en su total contienen 95% de material reciclado, sin PVC ni compuestos orgánicos volátiles (COV) Romero A. et al., (2018).

Gracias a sus bordes dentados se crea una rápida instalación sin necesidad de usar adhesivos. Están formados por una capa de poliéster reciclado fijada a una base de caucho obtenido de la misma forma, donde pueden aplicarse en tiendas y áreas industriales. Por sus características sostenibles puede llegar a tener un total de 9 puntos en certificados LEED según Dazne, A. (2013)

Gráfico No. 5

Colocación de suelos ecológicos. Ecore



Nota. Revestimiento de suelos mediante paneles de plástico y caucho reciclado [2013].

Tomado de Ecore. Disponible en <https://blog.is-arquitectura.es/2013/03/04/suelos-ecologicos-de-caucho-y-plastico-reciclado-de-ecore/>

Repertorio Internacional

ECOPLAST 2K - Colombia. Indagando la información disponible en el sitio web: casa de plástico en un artículo de Llanos19 (2017) podemos referenciar que:

Esta empresa colombiana está enfocada a la fabricación y comercialización de la madera plástica elaborada a partir de productos plásticos reciclados, donde el producto final va dirigida a personas que buscan calidad, durabilidad y cuidado de medio ambiente.

Busca ser una empresa rentable económicamente bajo modulares livianos y resistentes que permiten instalaciones rápidas sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

El sistema de fabricación el cual elaboran los diferentes productos lo realizan a través de un proceso denominado inyección - extrusión en base a una matriz de polímeros termoplásticos y la utilización de moldes de acuerdo a la adaptabilidad que se necesite.

Gráfico No. 6

Perfiles de madera plástica



Nota. Colocación de perfiles rectangulares a base de madera plástica [2017]. Tomado de ECOPPLAST 2K Disponible en <https://ecoplast.com.co/servicios>

Los productos que ofrecen son los que se muestran a continuación:

Estacones y Postes. Para diferentes tipos de cerramientos con una altura máxima hasta 3 metros y una variedad de terminaciones por ofrecer:

Estacón cuadrado, estacón redondo y perfil rectangular.

Estibas plásticas. Los estibadores o montacargas son ideales para zonas húmedas, muy resistentes para transportar materiales y alimentos sin riesgo a la propagación de plagas al ser un producto de plástico. Ofrece diferentes acabados; estiba con perfiles rectangulares separados, estiba con perfiles rectangulares juntos de manera tupida y estibas personalizadas con una medida promedio de 1.20 x 1.00 metros.

Decks. Son pisos de madera plástica para espacios exteriores conocidos como balcones, tarimas o terrazas. Una de sus grandes propiedades es que no deja transmitir el calor haciéndolo una propuesta innovadora y perfecta para la portabilidad de piscinas, pérgolas y barbacoas. Parques infantiles. Ideales para construirse en jardín, escuelas y áreas recreativas con un espacio aproximado de 11.00 x 9.00 metros siendo altamente resistente a los impactos, degradación, son antideslizantes.

Jardín y Aire Libre. Ofrece también diferentes alternativas de ocio a base de madera plástica como bancas exteriores, mesas de picnic, sillas sencillas, bancas y mesas crossbar, caseta picnic, cama huerta, compoteras, mesas octagonales, portones, puentes peatonales, parques caninos

Otros productos. Muelles, caseta de seguridad, estanterías, escritorios.

Repertorio Nacional

Casa de la Juventud, San Lorenzo - Esmeraldas.

Investigando la información proporcionada por el Diario EL COMERCIO²³ en 2011, se puede afirmar que la arquitectura ecológica o verde ha ganado una gran popularidad en todo el mundo debido a la preocupación por el calentamiento global y la crisis económica. Sin embargo, esta tendencia no es nueva, ya que la búsqueda de edificios sustentables y sostenibles lleva más de dos décadas en desarrollo.

Una de las innovaciones más destacadas en el ámbito de la arquitectura es el concepto conocido como "EARTHSHIPS" o "Naves de Tierra", que se refiere a viviendas ecológicas que aprovechan fuentes de energía renovable. Este enfoque arquitectónico se basa en un modelo originalmente creado por el arquitecto estadounidense Michael Reynolds. El término "Earthships" se utiliza internacionalmente para describir casas construidas principalmente con materiales reciclados, incluyendo neumáticos usados de vehículos rellenos de tierra compactada. Una de las características novedosas de este tipo de construcción es la incorporación de botellas usadas y barro en la fabricación de las paredes.

En Ecuador, también se ha adoptado este sistema, como lo demuestra la Casa de la Juventud de San Lorenzo, ubicada en la provincia de Esmeraldas. Esta casa utilizará aproximadamente 12,000 envases de plástico PET en su construcción y se espera que sea inaugurada en diciembre. Además, construcciones similares se están llevando a cabo en Sabongarin Yelwa, cerca de Kaduna, en el norte de Nigeria. Una ONG de Desarrollo de Energías Renovables (DARE) ha propuesto la idea de construir casas utilizando botellas de plástico, con la esperanza de abordar el déficit de viviendas en Nigeria, que asciende a 16 millones de unidades.

Para este propósito, se planea utilizar los 3 millones de botellas de plástico desechadas diariamente en el país africano.

Las paredes de estas construcciones están rellenas de una mezcla de arena y barro, que actúa como aglutinante para las botellas de plástico, principalmente las de PET. Esto resulta en edificios resistentes, ligeros y respetuosos con el medio ambiente, que son fáciles de mantener y equipar, y lo más importante, económicos.

Gráfico No. 7

Sistema constructivo con botellas de plástico



Nota. Armado de vivienda con el sistema constructivo de botellas de plástico rellenas de arena. Tomado de El Comercio. Disponible en

<http://www.elcomercio.com/tendencias/construir/botellas-de->

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

Nivel de Investigación

En el siguiente capítulo se presenta el método utilizado para la elaboración del panel prototipo de material termoplástico industrial reciclado, según las características y metodologías a emplear de acuerdo al desarrollo de la investigación es de carácter experimental – descriptiva.

- Investigación de enfoque experimental
- Modalidad de Gabinete

Enfoque Experimental: Se realizaron muestras de materiales termoplásticos postindustriales reciclados para así analizar sus resistencias tanto de flexión y compresión. También se realizó una entrevista al Sr. Robert Tapia, experto en la elaboración de mobiliarios a base de gránulos de plásticos postindustriales reciclados en la Ciudad de Portoviejo.

Modalidad de Gabinete: La información fue obtenida a través de fuentes bibliográficas, revistas, libros, entre otros.

Diseño de Investigación

La presente investigación será realizada en la Ciudad de Portoviejo-Ecuador, y la Ciudad de Medellín en Colombia, para la cual se ha considerado una metodología de proceso científico, experimental y descriptivo para poder desarrollar y cumplir con los objetivos previamente establecidos, los cuales fueron propuestos para el análisis del presente caso. Con el fin de permitir una conclusión con respecto a los resultados obtenidos, se ha considerado dividir en tres fases secuenciales donde se desplegarán entrevistas y fichas de observación de las muestras propuestas.

Fase 1

Primer objetivo, “Analizar teóricamente los diversos procesamientos de los polímeros termoplásticos industriales reciclados para desarrollar lineamientos que conduzcan al manejo de estos en la construcción.”.

Para esta fase de la investigación se procede al análisis de la materia prima y sus diversos procesamientos mediante una revisión bibliográfica en libros, páginas web, artículos referenciales y recopilación de datos de manera física a través de entrevistas a dueños de empresas expertos en el tema y visitas a los diferentes lugares de trabajo donde se transforma la materia prima como talleres en Portoviejo y Medellín que facilite la comprensión y el proceso que atraviesan los polímeros termoplásticos, para generar estrategias de reemplazo en la aplicación de la mampostería en la construcción.

Formato de Entrevista.

Gráfico No. 8

Entrevista al propietario de la Empresa EXPLAST



ENTREVISTA AL SR. ROBERT TAPIA, PROPIETARIO DE LA EMPRESA EXPLAST

1. ¿Cuál es la materia prima para la realización de una matriz de polímeros?
.....
.....
2. ¿Dónde se encuentra el polietileno de baja densidad y cómo se obtiene?
.....
.....
3. ¿Dónde se encuentra el polietileno de alta densidad y cómo se obtiene?
.....
.....
4. ¿Dónde se encuentra el polipropileno y cómo se obtiene?
.....
.....
5. ¿Cuánto cuesta y cuál es la unidad de medida en que se compran estos materiales?
.....
.....
6. ¿Qué proceso de fundición aplica para la elaboración de las tapas de alcantarilla?
.....
.....
7. Dentro del proceso de obtención de estas tapas de alcantarillado ¿Existen residuos?
.....
.....
8. Desde su conocimiento, ¿Cuánta energía necesita para la producción de una tapa de alcantarillado?
.....
.....
9. ¿Cree usted que este proceso llega a producir gases de efecto invernadero?
.....
.....
10. ¿Cree usted que estas matrices de polímeros podrían llegar a ser utilizados como nuevos materiales dentro de la construcción?
.....
.....

Nota. Elaborado por los autores de la investigación [junio 2023].

Gráfico No. 9

Entrevista al propietario de la Empresa ECOPLAST 2K



ENTREVISTA AL SR. JUAN BERNAL, PROPIETARIO DE LA EMPRESA ECOPLAST

1. ¿Cuál es la materia prima en la que se compone la madera plástica?
.....
2. ¿Cuál es el proceso de obtención para la materia prima de la madera plástica?
.....
3. ¿Qué dosificación utiliza para producir este material?
.....
4. ¿Cuánto cuesta y cuál es la unidad de medida en que se compran estos materiales?
.....
5. ¿Qué proceso de fundición aplica para la elaboración de la madera plástica?
.....
6. Dentro del proceso de obtención de esta madera plástica ¿Existen residuos?
.....
7. Desde su conocimiento, ¿Cuánta energía necesita para la producción de madera plástica?
.....
8. ¿Cree usted que este proceso llega a producir gases de efecto invernadero?
.....
9. ¿Cree usted que estas matrices de polímeros podrían llegar a ser utilizados como nuevos materiales dentro de la construcción?
.....

Nota. Elaborado por los autores de la investigación [agosto 2023].

Fase 2

Segundo objetivo, “Determinar resultados morfológicos, físicos y mecánicos del material termoplástico industrial reciclado para establecer los niveles de resistencia de esta nueva materialidad.”.

Los ensayos realizados para esta investigación de manera experimental serán bajo un estudio práctico a través de las normas ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés). Las cuales se basan en determinar las distintas propiedades tanto de flexión de plásticos reforzados y no reforzados mientras estos son sometidos a una deformación por flexión o curvatura, tal como lo plantea Thackeray K. (s.f) en la Norma ASTM. - D78-02.

De igual manera se aplicará la norma ASTM. - C-39 - INEN 1573, la cual permite la determinación de la muestra.

Formato de Tablas

Tabla 1

Instrumentos para la fabricación con polímeros termoplásticos

INSTRUMENTOS QUE SE UTILIZARÁ EN EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL PANEL DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICO INDUSTRIAL RECICLADO		
NOMBRE DEL INSTRUMENTO	FOTO DEL INSTRUMENTO	FUNCIÓN Y PROCEDIMIENTO

Nota. Elaborado por los autores de la investigación

Tabla 2

Formato de caracterización morfológica comparativa

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA COMPARATIVA DE MATRIZ POLIMÉRICA DE AMBOS MATERIALES	
PORTOVIEJO - ECUADOR	
CARATERÍSTICAS	MUESTRA
MEDELLÍN - COLOMBIA	

Nota. Formato de tabla comparativa entre muestras de la ciudad de Portoviejo y Medellín.

Fuente. Elaborado por los autores de la investigación.

Tabla 3

Formato de análisis económico de dosificaciones

ANÁLISIS UNITARIO DE DOSIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA 1:1:1 PARA LA ELABORACIÓN DEL PANEL DE 50 X 10 X 7 CM			
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
POLIETILENO BAJA DENSIDAD	Kg		
POLIETILENO ALTA DENSIDAD	Kg		
POLIPROPILENO	Kg		
TOTAL			

Nota. Formato de Tabla de dosificaciones de la materia prima para la elaboración del panel termoplástico. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Tabla 4

Ficha técnica de paneles termoplásticos

FICHA TÉCNICA DE PANELES PREFABRICADOS DE POLÍMEROS INDUSTRIALES RECICLADOS			
	APLICACIÓN		
	DIMENSIONES	COSTO UNIT.	M2
	COSTO POR M2 EN MAMPOSTERÍA		
COMPOSICIÓN	ESFUERZO A LA COMPRESIÓN	ESFUERZO A LA FLEXIÓN	

VENTAJAS	DESVENTAJAS

Nota. Ficha técnica del panel de polímeros termoplásticos. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Fase 3

Cuarto objetivo. “Establecer el tipo de ensamblaje de los paneles termoplásticos industriales reciclados para la conformación de la mampostería.” Se analizan los ensayos y datos recopilados de manera puntual para identificar y plantear el plan de mejora en el proceso constructivo por medio de la forma del diseño del panel, permitiendo que el sistema machihembrado se ensamble sin utilizar el mortero en la construcción de la mampostería.

- Descripción de sistema constructivo
- Procedimiento ensamble de paneles termoplásticos industriales reciclado

Capítulo IV

Resultados

Resultados Fase 1

Portoviejo, Ecuador

Resultados de la entrevista dirigida al Sr. Robert Tapia, encargado de la empresa EXPLAST en Portoviejo y especialista en la elaboración de tapas de alcantarillado a base de materiales alternativos como el residuo postindustrial.

Pregunta #1. ¿Cuál es la materia prima para la realización de una matriz de polímeros?

Respuesta: Todo lo que es plástico, es polímero, todo está basado en el petróleo, el polietileno, polipropileno, entre otros. Cada uno tiene su base y su química, pero todos parten de lo mismo. Existen polímeros según la viscosidad, para soplados, inyección, extrusión.

Pregunta #2. ¿Dónde se encuentra el polietileno de baja densidad y cómo se obtiene?

Respuesta: Bueno, una de sus mayores características es que tiene más flexibilidad a comparación del polietileno de alta densidad, se puede procesar por el método de inyección o extrusión. Ustedes pueden encontrar este polietileno en las tuberías, envases de plástico, los juguetes infantiles o también en los cartones de leche, que por dentro tienen una capa aislante color gris, piezas de automóvil, etc. Este tipo de polietileno se logra obtener mediante el calentamiento del petróleo a altas temperaturas.

Pregunta #3. ¿Dónde se encuentra el polietileno de alta densidad y cómo se obtiene?

Respuesta: Este tipo de polietileno se logra obtener por la adición de distintas cantidades de etileno. Al ser mucho más resistente y duradero que el polietileno de baja densidad, se suele utilizar en zonas de construcción como el alcantarillado o en zonas de agricultura.

Pregunta #4. ¿Dónde se encuentra el polipropileno y cómo se obtiene?

Respuesta: Este tiene una alta resistencia mecánica, tiene una baja absorción de la humedad, y también sirve como un gran aislante eléctrico. Suelen verse más bien en piezas de vehículos como las cajas de baterías o los parachoques.

Pregunta #5. ¿Cuánto cuesta y cuál es la unidad de medida en que se compran estos materiales?

Respuesta: La mayoría de los materiales que utilizo son residuos postindustriales ya que son menos costosos y se tiene un mejor manejo de este por el hecho de que son más limpios. En Manta y Calderón existen bodegas que venden estos residuos ya reciclados y triturados y los suelo comprar en kilogramo, donde cada uno costará entre 0.46 ctvs. a 0.75ctvs. Aun así, estos no vienen en su totalidad lavados, por lo que me toca realizar todo un proceso de lavado con detergente y agua, lo que me generaría más gastos, más aún si me dedicara a comprar los residuos posconsumo. Solemos comprar alrededor de 10 a 20 kilogramos de este material, en trabajos diarios cuando hay bastante demanda, solemos comprar hasta 6-5 toneladas a la semana.

Pregunta #6. ¿Qué proceso de fundición aplica para la elaboración de las tapas de alcantarilla?

Respuesta: Para las tapas y tablas siempre uso el proceso de extrusión y presión. Extrusión, llenando el molde a presión mediante la máquina misma. No es compactar-aplastar, dentro de la misma pieza. Es un proceso del que nos hemos acomodado, porque las personas normalmente lo conocen como para hacer tubos o mangueras. (extrusión simple).

Hay zonas de la camisa de la máquina que tiene temperatura mediana/baja (180°C), mediana (200°C) y mediana/alta (250°C). En la máquina (tornillo), se va con una hélice más ancha desde atrás conocida como zona de empuje que es donde se ingresa el material. Luego se tiene la zona de compresión con la hélice intermedia y al final de esta siendo la más fina, la zona de fundición

Luego de todo esto se pasa al proceso de fundición le sigue el de enfriamiento, el material en sí no se enfría todo porque es macizo y dentro del molde está caliente y no se enfría al instante. Este proceso es muy importante porque si no se lo realiza, la pieza podría salir dispareja o se llega a encoger, porque el material está dilatado. Al hacer esto enfriamos la parte de afuera, mientras que la parte interior se "adhiera" a las paredes frías del molde. Este enfriamiento llega a tomar hasta 15 o 20 minutos.

Pregunta #7. Dentro del proceso de obtención de tapas de alcantarillado, ¿Existen residuos?

Respuesta: Dentro de mi campo puedo determinar tipo de mezclas, hacer una variante de polietileno de baja densidad, polipropileno, hay veces que utilizo PET. De todo esto no se llega a desperdiciar casi nada. Muchas veces cuando alguna pieza se llega a dañar, nosotros mismos la trituramos y volvemos a realizar todo el proceso, no en las mismas cantidades porque al final ese

material ya tuvo su proceso, pero buscamos generar este sistema circular. Sólo en casos extremos donde el material esté muy contaminado y no se pueda clasificar ya no se lo utiliza, porque realmente nuestro objetivo no es generar más basura.

Pregunta #8. Desde su conocimiento, ¿Cuánta energía necesita para la producción de una tapa de alcantarillado?

Respuesta: Yo la verdad me mido en la factura mensual, les comento lo que es energía industrial no suelo consumir mucho, cuando hay bastante trabajo me sale \$400 mensual pero más son los impuestos y también incluye el hecho de que tengo mi vivienda aquí mismo.

Pregunta #9. ¿Cree usted que este proceso llega a producir gases de efecto invernadero?

Respuesta: No sabría decirle en qué cantidad producimos, pero sin duda tendría que ser mucho menos que la incineración de estos desechos, ya que nosotros no incineramos el material, no creamos este humo negro ya que sería muy perjudicial para todos los que trabajamos aquí. Por eso el proceso que se lleva a cabo es de fundición a nivel masa con temperaturas controladas, no podemos dar mucha temperatura porque luego se descompone el material. Lo que es polietileno, máximo 250 grados. Todo esto es una combustión indirecta porque la calentura la recibe la "camisa del tornillo". El material adentro solo recibe la calentura, mas no el fuego directo.

Pregunta #10. ¿Cree usted que estas matrices de polímeros podrían llegar a ser utilizados como nuevos materiales dentro de la construcción?

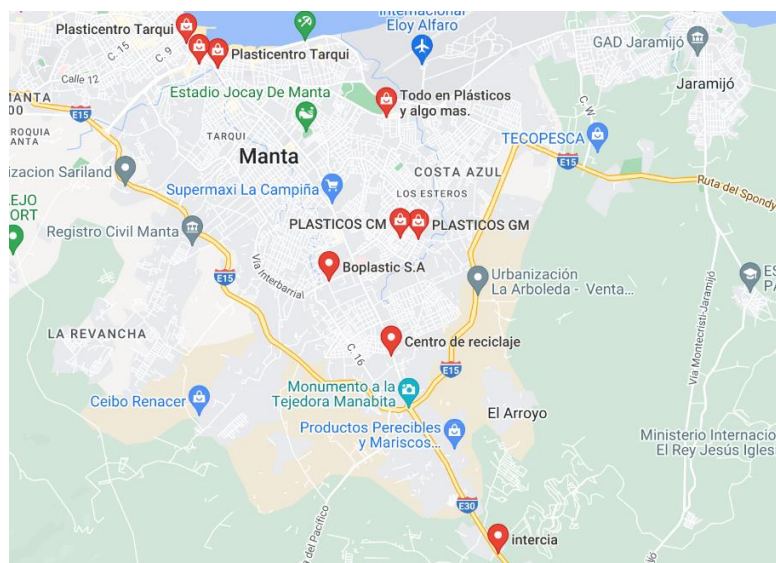
Respuesta: Claro que sí, incluso antes de empezar con este proyecto estuve investigando que hacían bloques de ladrillo en base a plásticos reciclados. Creo que sería una buena estrategia

para lo ambiental y socioeconómico. En lo primero porque así ya tranquilamente una persona podría utilizar nuevamente ese plástico para crear algo nuevo o quizás desalojar una vivienda sin generar escombros, y en lo segundo pues las personas como yo que se dedican a esto del reciclaje tendrían una mayor oportunidad en el mercado beneficiando económicamente a sus familias.

Ubicación de Materia Prima de Polímeros Industriales Reciclados. Acorde a la investigación en páginas web, se llega a empresas dedicadas a la venta de la materia prima de residuos industriales en Manta-Manabí

Gráfico No. 10

Ubicación de la materia prima



Nota. Vista aérea de los lugares que reciben la materia prima de polietileno y polímeros en la ciudad de Manta, República del Ecuador. *Tomado de Google Maps.*

Llanogrande, Colombia

Resultados de la entrevista dirigida al Sr. Juan Bernal, propietario de la empresa ECOPLAST 2K en Llanogrande y especialista en la elaboración de equipamientos urbanos para Medellín a base de materiales alternativos como el residuo postindustrial.

Pregunta #1. ¿Cuál es la materia prima en la que se compone la madera plástica?

Respuesta: Se compone de Polietileno de baja densidad, Polietileno de alta densidad, Polipropileno y PET. En el plástico hay mucho orden y la madera plástica es uno de los últimos en reciclaje porque pueden mezclar varios tipos de plásticos menos el de PVC ya que es altamente tóxico, se han intentado en pruebas que si sale un poco de PVC nos ha tocado abandonar las máquinas porque causa reacciones como vómitos, exceso de lagrimeos.

Pregunta #2. ¿Cuál es el proceso de obtención para la materia prima de la madera plástica?

Respuesta: Trabajamos con el post consumo mediante recicladores y las organizaciones se encargan de recoger el post industrial y separarlos para luego ser vendidos para cada una de las personas que ya tienen fijados sus clientes como nosotros. Si el plástico es duro solamente se muele, si el plástico es blando se somete a un proceso de aglutinado, la aglutinadora es una licuadora gigante que calienta el material por ejemplo las fundas las muele un poco mediante unas cuchillas y los convierten en una pasta para luego ser añadidos a la tolva.

Pregunta #3. ¿Qué dosificación utiliza para producir este material?

Respuesta: No dosificamos, Lo importante en esta madera plástica es que se maneje un 50% de polipropilenos y el otro 50% puede ser una mezcla de cualquiera de los polímeros ya mencionados.

Pregunta #4. ¿Cuánto cuesta y cuál es la unidad de medida en que se compran estos materiales?

Respuesta: El kilogramo lo venden a 1700 COP lo que equivale a 0.42 ctvs el más costoso.

Pregunta #5. ¿Qué proceso de fundición aplica para la elaboración de la madera plástica?

Respuesta: Para la elaboración de las tablas utilizamos una máquina con el proceso de extrusión sometidos a calor, manejando temperaturas de (180°C) y (280°C).

También utilizamos un tornillo infinito que todo el tiempo está girando y empujando el material hacia el molde, se conforman de hélices cubiertas de una camisa calefactora con resistencias que van derritiendo el material. Luego pasa al proceso de enfriamiento donde el molde es arrojado a una piscina de agua aproximadamente 15 minutos para que se solidifique por completo, ya que el material caliente se expande y al enfriarse se encoje mínimamente.

Pregunta #6. Dentro del proceso de obtención de la madera plástica, ¿Existen residuos?

Respuesta: Si existen residuos, pero dentro de 8 días vuelven a ser triturados y utilizados los materiales que sobran para ser sometidos en la tolva.

Pregunta #7. Desde su conocimiento, ¿Cuánta energía necesita para la producción de una madera plástica?

Respuesta: Al mes produzco 10 toneladas que me generan una cuenta de servicios públicos de 4.500.000.00 COP eso quiere decir que cada kilogramo genera 4000.00 COP procesarlo. Considero que el brazo calefactor es una gran máquina el cual se lleva todo el uso de energía, digamos que genera cuatro millones de pesos y la maquinaria menor generan los otros quinientos mil pesos.

Pregunta #8. ¿Cree usted que este proceso llega a producir gases de efecto invernadero?

Respuesta: Si arroja gases de efecto invernadero, pero si nos ponemos a analizar en beneficio con relación al reciclaje el % de emisiones que arroja es mínimo ya que beneficiamos más al medio ambiente y si llegase a generar algún tipo de gas o humo notable es porque existió un plástico externo a los mencionados donde rápidamente se controla la temperatura y se detiene ese proceso. En su proceso genera un olor fuerte, pero al pasar los 15 días el olor desaparece, pero como nuestro producto es comercializado con pintura, esto hace que el olor también se camufle antes de los 15 días.

Pregunta #10. ¿Cree usted que estas matrices de polímeros podrían llegar a ser utilizados como nuevos materiales dentro de la construcción?

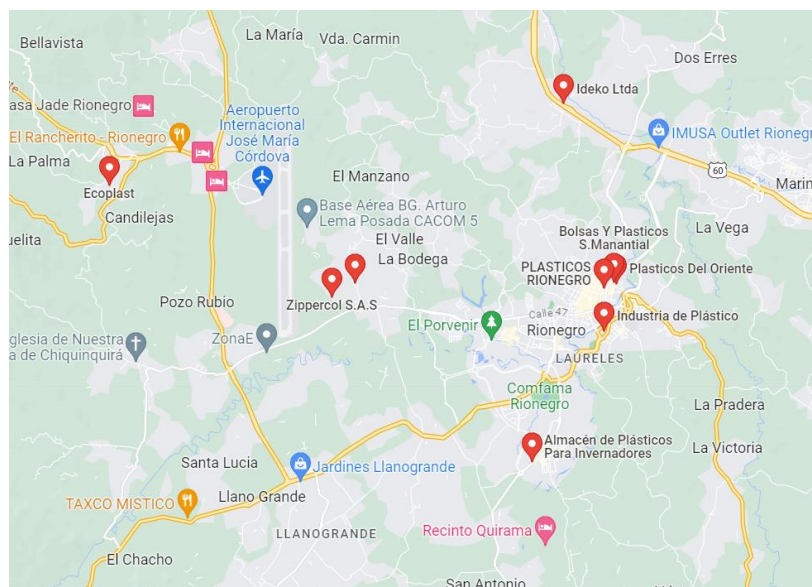
Respuesta: Sí, incluso otro proceso es la lámina de tretapack que vienen en cajas de leche, cajas de licor y este se compone de plástico, aluminio y cartón, para su proceso le quitan el cartón que se convierte en papel y solo dejan el aluminio y el plástico. Se trabaja de manera parecida y tal vez el proceso es un poco más complicado, pero si es más económico de acuerdo a sus componentes que la madera plástica. Los lugares donde se compra esta lámina es Superboard y Proplane en Itagüí, este material se puede utilizar en paredes, cajoneras o cualquier revestimiento.

También producimos bastante la venta de estacones, postes y esquivas para cerramiento, decks y juegos infantiles con este material de madera plástica.

Ubicación de Materia Prima de Polímeros Industriales Reciclados. Acorde a la investigación en páginas web, se llega a empresas dedicadas a la venta de la materia prima de residuos industriales en Llanogrande-Colombia.

Gráfico No. 11

Ubicación de la materia prima



Nota. Vista aérea de los lugares que reciben la materia prima de polímeros en el municipio de Rionegro, Antioquia, Colombia. *Tomado de Google Maps.*

Resultados Fase 2

En la siguiente fase, luego de la investigación previa de la obtención clasificada de la materia prima, se procede a la obtención de la dosificación, con el fin de determinar la mejor mezcla que genere mayor resistencia a la compresión y flexión.

Métodos para fabricar con polímeros Manabí - Ecuador

Previo a la elaboración del panel de polímeros, se realizó una prueba de material donde se busca determinar sus resultados morfológicos, físicos y mecánicos mediante pruebas de flexión y compresión. La elaboración de estas muestras se realizó en la fábrica EXPLAST en la Ciudad de Portoviejo; Manabí.

En el Gráfico No. 12 se observa el material reciclado industrial clasificado, procesado y triturado de acuerdo a su densidad.

Gráfico No. 12

Materia prima de plásticos seleccionados



Nota. Materia prima de plásticos seleccionados, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y polipropileno. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [6, junio, 2023].

En el Gráfico No. 12 se determina una dosificación de la muestra de 1:1:1, Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja Densidad y Polipropileno.

Gráfico No. 13

Dosificación de la muestra




Nota. Dosificación lista para realizar la mezcla de la muestra para ensayos en laboratorio.

Fuente. Fotografía tomada por los autores de la investigación. [6, junio, 2023].

El método utilizado para la fabricación del panel termoplástico industrial reciclado es por *extrusión – presión*, también conocido como método de “inyección” mediante una inyectora de plástico.

Tabla 5*Instrumentos para elaborar la muestra*

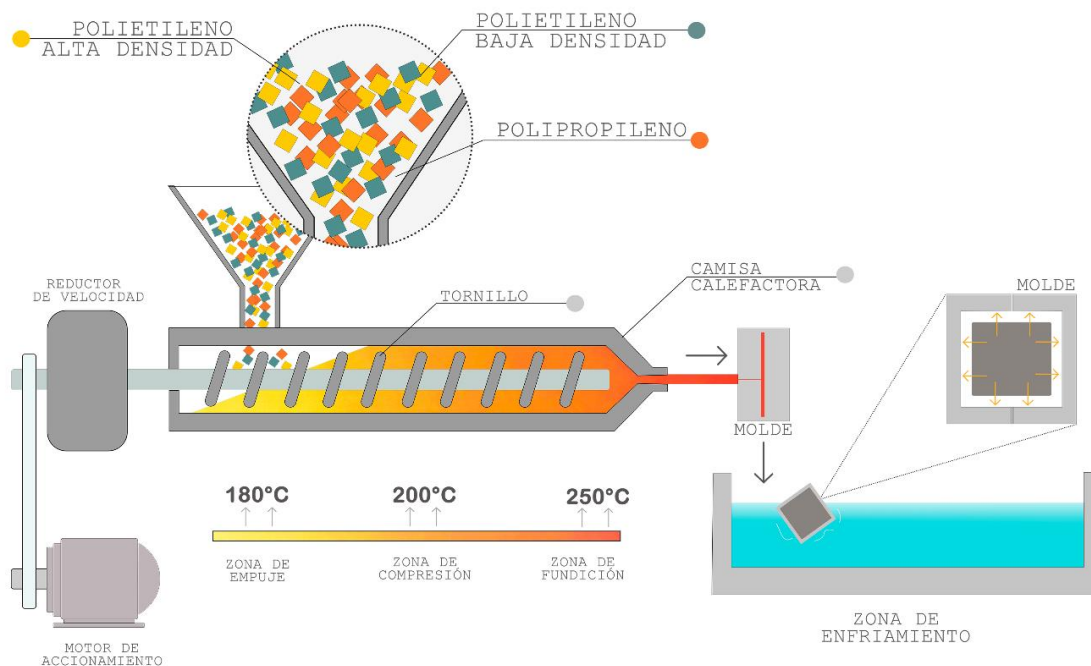
INSTRUMENTOS QUE SE UTILIZARÁ EN EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL PANEL DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICO INDUSTRIAL RECICLADO		
NOMBRE DEL INSTRUMENTO	FOTO DEL INSTRUMENTO	FUNCIÓN Y PROCEDIMIENTO
Inyectora de plástico		Esta técnica consiste en moldear un elemento mediante un molde. Los polímeros granulados se inyectan a presión al molde a través de una boquilla y se mantiene una presión constante mientras se enfría la pieza dotándolo de su forma final.

Nota. Proceso de fundición de los polímeros mediante el método de inyección en la empresa EXPLAST. *Fuente.* de los autores de la investigación. [6, junio, 2023].

Los gránulos de termoplásticos industriales reciclados son integrados a la tolva para que mediante distintas hélices ubicadas dentro de la camisa calefactora logren que el plástico se funda. Estas hélices van ubicadas de más anchas a más finas con temperaturas controladas que van de 180°C; 200°C y 250°C para que así el material se homogenice y se plastifique de manera correcta para posteriormente ser inyectado en el molde.

Gráfico No. 14

Proceso de inyección



Nota. Proceso de fundición de los materiales mediante distintas temperaturas. *Fuente.* de los autores de la investigación. [28, junio, 2023].

Existen tres aspectos importantes a tomar en cuenta durante este procedimiento.

- Temperatura. Como se mencionó anteriormente, esta debe ser de una forma controlada y precisa para conseguir que los polímeros inyectados se fusionen correctamente. En el proceso de enfriamiento es importante la temperatura y el tiempo de enfriado, esto dependerá del tipo de pieza requerido (tamaño, forma...).

- Presión. La presión aplicada durante el proceso también es un factor importante para asegurar que el material primario se adhiera correctamente al molde. Uno de los requisitos más críticos del proceso es ejercer una presión constante y fuerte.
- Velocidad. El material derretido por el calor de las cavidades se traslada al molde en un instante. Es importante que este traslado sea veloz y preciso, porque el enfriamiento del material comienza desde que entra al molde. Por eso, hay que controlar bien el tiempo y la forma de pasar al molde.

Terminando el relleno de los moldes con la mezcla, se obtienen las muestras y se proceden a ser cortadas en medidas iguales para ser ensayadas en el laboratorio.

Gráfico No. 15

Corte de la muestra



Nota. Corte de la muestra para ensayos en laboratorio del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclado. *Fuente.* Fotografía de los autores de la investigación. [19, junio, 2023].

Ensayos de Resistencia del Material Portoviejo - Ecuador

Finalmente, las muestras son llevadas a laboratorio para realizar los respectivos ensayos de compresión y flexión para verificar si las resistencias cumplen con los requisitos mínimos a las Normas ASTM D790 Y ASTM D638. En los gráficos No. 17 y 21 se detallan las tablas de resultados obtenidas en el laboratorio Tecnisuelos del estudio del material.

Ensayo de Resistencia a Flexión

Para la determinación de la longitud y ancho de la muestra se utilizará un calibrador. Para determinar el peso se utilizará una balanza en gr. La Máquina Universal donde será sometida la carga en KN.

Preparación de la Muestra. Para este ensayo se preparan tres vigas con medidas de 50cm x 4,3cm x 4,3 que serán sometidas a cargas KN, las dos primeras vigas se someterán a luces de 45cm y la última muestra será sometida a una luz de 40cm. Cada una de las muestras cuenta con una dosificación de 1:1:1, lo que equivale a 1kg de Polietileno de Baja Densidad, 1kg de Polietileno de Alta Densidad y 1kg de Polipropileno.


Procedimiento. Se mide la longitud y el ancho paralelamente sobre líneas marcadas blancas en la muestra y se procede a ubicar cada una de las muestras de manera céntrica sosteniéndose en ambos extremos para recibir la carga en KN.

Gráfico No. 16*Prueba de resistencia a flexión*

Nota. Ensayo de resistencia a flexión de la muestra del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. *Fuente.* Fotografía tomada por el auxiliar de esta investigación en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Gráfico No. 17

Ficha técnica de ensayo a la flexión



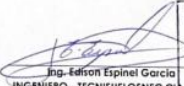
TECNISUELOS
NEC
NUESTRA CALIDAD MARCA LA DIFERENCIA


PROYECTO: "PANELES DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS INDUSTRIALES RECICLADOS."
SOLICITANTE: ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA USGP ERIKA RIVAS Y PAULA MOREJÓN.
SITIO: UNIVERSIDAD SANGREGORIO DE PORTOVIEJO.
LOCALIZACIÓN: LABORATORIO TECNISUELOS NEC, CALLE AUGUSTO MOREIRA - PORTOVIEJO, **FECHA DE INFORME:** 20-jun-23
METODO: ASTM C78-02

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION

VIGA N°	DATOS DE LA MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO DE ROTURA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	LARGO DE VIGA ENSAYADA (cm)	LARGO DE VIGA (cm)	ESPESOR O ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA DE LA MUESTRA (cm ²)	SENSIBILIDAD (KN)	VELOCIDAD (Mpa/S)	VOLUMEN (cm ³)	RELACIÓN (L/D)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	PESO (Grs)	DENSIDAD (Grs/cm ³)
	LIBERACIÓN																		
P1	DOBRACIÓN 1:1 - POLIURENO BALA DENSIDAD: POLIURENO ALIPLASTICO	6-jun-23	20-jun-23	14	45.00	50.00	4.30	4.30	79.51	50.00	0.10	924.50	1	4.81	490.48	277.60	27.22	812.00	878.31
P2		6-jun-23	20-jun-23	14	45.00	50.00	4.30	4.30	79.51	50.00	0.10	924.50	1	2.93	298.77	169.10	16.58	798.00	863.17
P3		6-jun-23	20-jun-23	14	40.00	50.00	4.30	4.30	79.51	50.00	0.10	924.50	1	4.89	498.63	250.86	24.59	817.00	883.72

NOTA 1: Las Muestras fueron recibidas en el Laboratorio.
 NOTA 2: Realizar los procesos indicados en la **NORMA ECUATORIANA** de la construcción para el armado de las vigas.
 NOTA 3: Tomar en cuenta las reglamentaciones dadas por la norma, para la debida manipulación y transporte de los testigos.


Ing. Edilson Espinel Garcia
INGENIERO - TECNISUELOS NEC



TECNISUELOS
NEC
NUESTRA CALIDAD MARCA LA DIFERENCIA

📍 Calle Anibal Bravo y Luz de America
 ☎ 0981960522 📞 052 440 859 ✉ tecnisuelosnec@gmail.com
 Portoviejo - Manabí - Ecuador

Nota. Registro del ensayo en laboratorio, resistencia a flexión de la muestra del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. *Tomado de* El Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo.

Con los datos recolectados mediante este ensayo, se logró percibir que:

- Se obtuvieron buenas resistencias
- Ninguna de las vigas llegó a presentar fisuras, mucho menos llegaron a romperse

Gráfico No. 18*Ensayo a flexión a vigas de polímeros*

Nota. Muestra de viga a base de polímeros termoplásticos en prueba de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Si analizamos las muestras a detalle, las más destacadas fueron P1 y P2, donde la primera con una densidad de 878.31 grs/cm³ llegó a obtener una resistencia de 27.22 MPa, mientras que P3 arrojó una densidad de 883.72 grs/cm³, resistiendo hasta 24.59 MPa. Lo que se llega a la conclusión que P1 aun teniendo un peso menor y una distancia de ensayo mayor (45cm), esta resistió mucho más y tuvo menos densidad que P3.

La tercera muestra, pese a tener una menor distancia de ensayo (40cm) y menos vacíos internos, no mejoró su resistencia y obtuvo menos densidad.

Gráfico No. 19*Comparación de muestras*

Nota. Comparación de una viga no ensayada y una viga ensayada a la resistencia de flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores del análisis de caso en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Otro dato a tener en cuenta, es la gran ductilidad y plasticidad que tuvieron las muestras gracias a su materialidad ya que en cada una de estas mediante el ensayo tuvo una deformación plástica sostenible sin llegar a romperse. En cuanto a la plasticidad, al cabo de unas horas de haber sido sometido a los ensayos, cada una de las muestras empezó a recuperar su forma inicial, aunque no en su totalidad.

Gráfico No. 20

Comparación de muestra de vigas




Nota. Comparación de todas las muestras de vigas ensayadas. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores del análisis de caso en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Ensayo de Resistencia a Compresión

Para el ensayo de resistencia a flexión, se tomó en consideración el método ASTM C-39. Así mismo, se cumple con la normativa INEN 1573, donde cada muestra tiene todos sus lados iguales con medidas de 4.30cm x 4.30 cm.

Gráfico No. 21

Ficha técnica de ensayo a la compresión





PROYECTO: "PANELES DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS INDUSTRIALES RECICLADOS"
SOLICITANTE: ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA USGP ERIKA RIVAS Y PAULA MOREJÓN
SITIO: UNIVERSIDAD SANGREGORIO DE PORTOVIEJO.
LOCALIZACIÓN: LABORATORIO TECNISUELOS NEC, CALLE AUGUSTO MOREIRA - PORTOVIEJO. **FECHA DE INFORME:** 20-jun-23
METODO ASTM C-39 - INEN 1573.

ENSAYO ROTURA DE CUBOS A LA COMPRESION

VIGA N°	DATOS DE LA MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO DE ROTURA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	LARGO (cm)	ESPESOR O ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA DE LA MUESTRA (cm ²)	SENSIBILIDAD (KN)	VELOCIDAD (Mpa/s)	VOLUMEN (cm ³)	RELACIÓN L/D	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Mpa)	PESO (Grs)	DENSIDAD (Grs/cm ³)
P1	DENSIFICACIÓN 1:1 - BUNDAZ POLIURETANO ALTA DENSIDAD Y POLIPROPILENO	6-jun-23	20-jun-23	14	4.30	4.30	4.30	18.49	50.00	0.25	79.51	1	54.30	5536.97	299.46	29.36	71.00	893.00
P2		6-jun-23	20-jun-23	14	4.30	4.30	4.30	18.49	50.00	0.25	79.51	1	44.47	4534.61	245.25	24.04	70.00	880.43
P3		6-jun-23	20-jun-23	14	4.30	4.30	4.30	18.49	50.00	0.25	79.51	1	48.43	4938.41	267.09	26.18	71.00	893.00

NOTA 1: Las Muestras fueron recibidas en el laboratorio.
 NOTA 2: Realizar los procesos indicados en la NORMA ECUATORIANA de la construcción para el feriado de los cubos.
 NOTA 3: Tomar en cuenta las reglamentaciones dadas por la norma, para la debida manipulación y transporte de los tests


Ing. Edison Espinel Garcia
 INGENIERO - TECNISUELOSNEC CIA LTDA



☐ Calle Anibal Bravo y Luz de America
 ☎ 0981960522 ☎ 052 440 859 ✉ tecnisuelosnec@gmail.com
 Portoviejo - Manabí - Ecuador

Nota. Registro del ensayo en laboratorio, resistencia a compresión de la muestra del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. Tomado de El Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo.

De acuerdo a los datos obtenidos en el Gráfico No.20 se puede observar que mayor resistencia lo obtuvo P1 con un valor total de 29.36Mpa y un peso de 71.00 gr, en comparación de P3 con un valor total de 26.18Mpa y un peso de 71.00Gr, se determina que a ambas pruebas mantienen la misma densidad, P1 resistió más a la deformación con una carga de 54.30 KN.

Gráfico No. 22

Comparación de cubos a ensayar



Nota. Comparación de un cubo no ensayado y dos cubos ensayados a la resistencia de compresión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores del análisis de caso en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Gráfico No. 23

Ensayo de resistencia a compresión de cubo



Nota. Registro del ensayo en laboratorio, resistencia a la compresión del cubo del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores del análisis de caso en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Gráfico No. 24

Resistencia a compresión de cubo



Nota. Comparación de muestras de cubos ensayadas. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores del análisis de caso en el Laboratorio Tecnisuelos en la ciudad de Portoviejo. [20 junio, 2023].

Ensayos de Resistencia del Material Manta - Ecuador

Posteriormente a obtener los resultados en la ciudad de Portoviejo, se procedió a realizar los estudios en la "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí" (ULEAM), en la ciudad de Manta-Ecuador, donde se mantuvieron los análisis bajo las Normas ASTM D790 Y ASTM D638, cuyos resultados se muestran en los gráficos 26 y 30.

Ensayo de Resistencia a Flexión

Equipo. Para la obtención de datos más favorables se elaboraron los ensayos bajo la Máquina Universal UH F500 Kn X.

Gráfico No. 25

Máquina Universal UH F500 KnX



Nota. Máquina Universal para la elaboración de ensayos de muestras para el panel de polímeros termoplásticos *Fuente.* Fotografía tomada por el auxiliar de esta investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales "Bolívar Ortiz Logroño" en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

Preparación de la muestra. Se debe mencionar que para los ensayos realizados en la Universidad ULEAM se aplicaron las mismas dimensiones de las muestras en la ciudad de Portoviejo en el Laboratorio de TECNISUELOS.

Procedimiento. Para adquirir los resultados deseados se aplicó la Norma ASTM D790, la cual detalla un ensayo de 3 puntos con una velocidad de fuerza de 1mm/min.

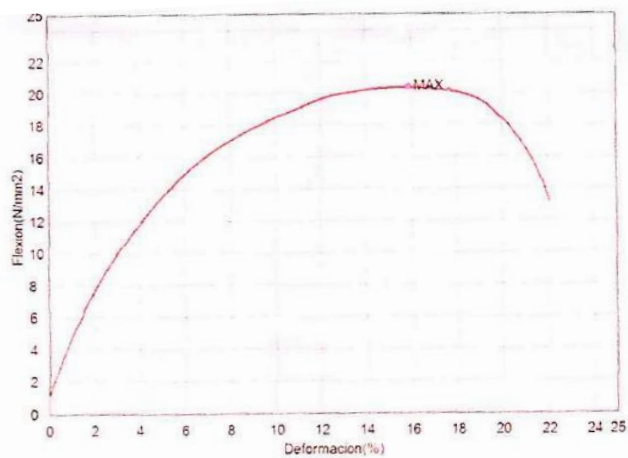
Gráfico No. 26

Ficha técnica de ensayo a flexión

Palabra llave	Nombre de producto		
Nombre de archivo de ensayo	flexion plasticos USG.xtux	Nombre de metodo de ensayo	FLEXION 3P PLASTICO.xmux
Fecha de informe	7/20/2023	Fecha de ensayo	7/20/2023
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Flexión 3 ptos.
Velocidad	1mm/min	Forma	Plana
N°de partidas:	1	N°de muestras:	1

Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Soporte inferior
Unidad	mm	mm	mm
1_1	45.0000	42.0000	300.0000

Nombre	Max._Fuerza	Max._Flexión	Max._Desplazamiento	Max._Deformacion
	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	N/mm2	mm	%
1_1	3.84792	20.3594	52.8696	15.8609
Media	3.84792	20.3594	52.8696	15.8609
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000



Comentarios

Todos los datos proporcionados por el Laboratorio "Bolívar Ortiz Logroño" son: propiedad del mismo y de la empresa o usuario que le corresponda. Cualquier uso inadecuada de esta información o divulgación de los mismos, puede conllevar a acciones legales. Gracias por trabajar con nosotros.

Nota. Registro del ensayo en laboratorio, resistencia a flexión de la muestra del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. Tomado de El Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales "Bolívar Ortiz Logroño" en la ciudad de Manta.

Gráfico No. 27

Ensayo a flexión a vigas de polímeros



Nota. Muestra de viga a base de polímeros termoplásticos en prueba de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales "Bolívar Ortiz Logroño" en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

Gráfico No. 28

Viga de polímeros post-ensayo



Nota. Muestra de viga a base de polímeros termoplásticos post-ensayo de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales “Bolívar Ortiz Logroño” en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

Si analizamos el Gráfico No. 27 y 28, se logra visualizar la capacidad del material para pretender tomar su estado inicial al instante de acabar el ensayo, lo que afirma su alto grado de plasticidad y ductilidad casi instantánea.

Gráfico No. 29*Rotura de viga*

Nota. Rotura de muestra de viga a base de polímeros termoplásticos post-ensayo de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales “Bolívar Ortiz Logroño” en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

La muestra presentó su rotura luego de haberse transcurrido aproximadamente 1 hora y 30 minutos. En flexión se obtienen 20N lo cual es bajo en relación al plástico simulándolo un poco al hormigón. Sin embargo, mantiene una buena capacidad de deformación del material, ya que de acuerdo a los resultados del Gráfico No. 26, se tiene un 15% de deformación, corroborando así su ductilidad a diferencia del hormigón que no mantiene estas características en los ensayos de flexión.

Ensayo de Resistencia a Compresión

Equipo. Para la obtención de datos más favorables se elaboraron los ensayos bajo la Máquina Universal UH F500 Kn X.

Preparación de la muestra. Se debe mencionar que para los ensayos realizados en la Universidad ULEAM se aplicaron las mismas dimensiones de las muestras en la ciudad de Portoviejo en el Laboratorio de TECNISUELOS.

Procedimiento. Para adquirir los resultados deseados se aplicó la Norma ASTM D638, la cual detalla un ensayo con una velocidad de 0.8mm/min.

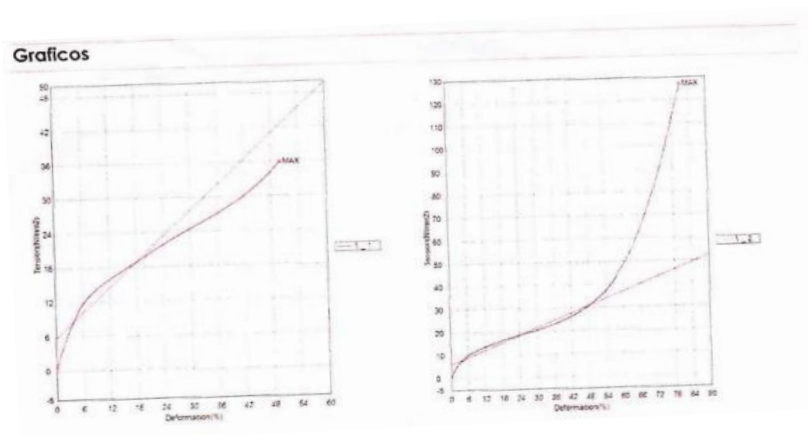
Gráfico No. 30

Ficha técnica de ensayo a compresión

Uleam		LABORATORIO HORMIGÓN, SUELOS Y MATERIALES "BOLIVAR ORTIZ LOGROÑO"			
Nombre de producto	Plastico Polipropileno	Nombre de metodo de ensayo	testR-Compresion-Polipropileno.xmux		
Operador	Hugo Panta	Fecha de informe	7/20/2023		
Fecha de ensayo	7/20/2023	Temperatura	20°C		
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Compresion		
Velocidad	0.8mm/min	Forma	Plana		
N°de partidas:	1	N°de muestras:	2		

Parametros y Resultados				
Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Altura	PLASTICO
Unidad	mm	mm	mm	
1_1	43.0000	42.0000	42.0000	POLIPROPIL
1_2	43.0000	43.0000	43.0000	POLIPROPIL

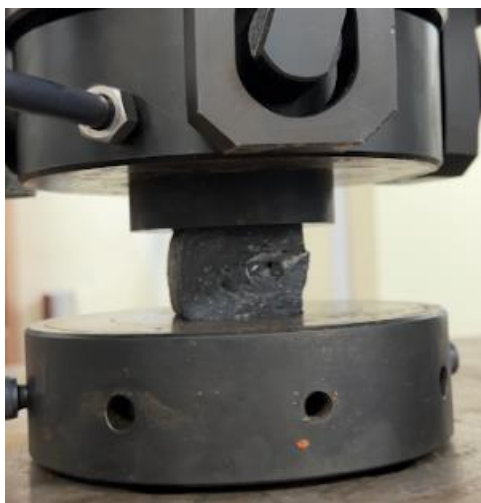
Nombre	Max._Fuerza	Max._Tension	Max._Desplazamiento	Max._Deformacion	M.Elastico
	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Fuerza 5 - 40 kN
Unidad	kN	N/mm2	mm	%	N/mm2
1_1	64.7719	35.8648	20.9106	49.7872	73.5345
1_2	234.717	126.942	34.8345	81.0105	51.4964
Media	149.744	81.4034	27.8726	65.3989	62.5155
Desviacion Estandar	120.169	64.4013	9.84568	22.0782	15.5833
Rango	169.945	91.0772	13.9239	31.2233	22.0381



Nota. Registro del ensayo en laboratorio, resistencia a compresión de la muestra del material para el Panel Termoplástico Industrial Reciclados. *Tomado de* El Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales "Bolívar Ortiz Logroño" en la ciudad de Manta.

Gráfico No. 31

Ensayo a compresión a cubos de polímeros



Nota. Muestra de cubo a base de polímeros termoplásticos en prueba de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [20 julio, 2023].

Gráfico No. 32

Muestra 1 de cubo de polímero

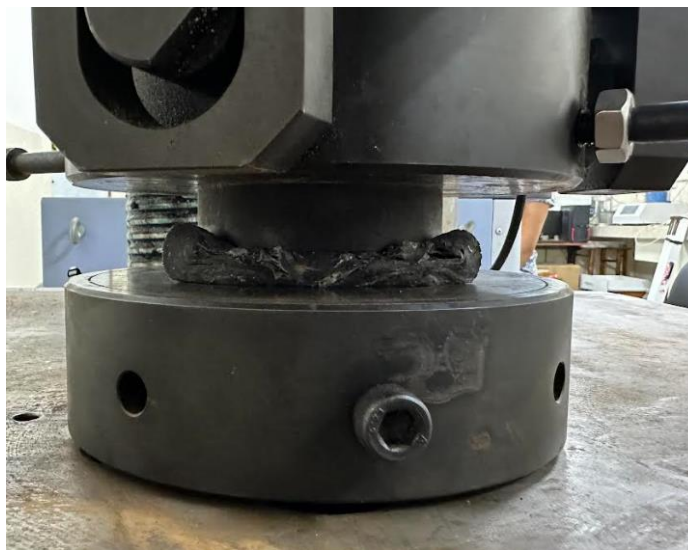


Nota. Muestra 1 de cubo a base de polímeros termoplásticos en prueba de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales "Bolívar Ortiz Logroño" en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

Analizando la primera muestra de este ensayo se logró obtener una Fuerza Máxima de 64.77 kN y 73.53 N/mm² con un alcance de 49.78% en deformación, aunque cabe recalcar que estos datos no son tomados con la deformación total de la muestra.

Gráfico No. 33

Muestra 2 de cubo de polímero



Nota. Muestra 2 de cubo a base de polímeros termoplásticos en prueba de laboratorio de resistencia a flexión. *Fuente.* De los autores de la investigación en el Laboratorio Hormigón, Suelos y Materiales “Bolívar Ortiz Logroño” en la ciudad de Manta. [20 julio, 2023].

Para la muestra No. 2 se optó por una deformación completa obteniendo resultados de hasta el 81.01% con un KN de 234.71 y una elasticidad menor a la anterior con 51.50 N/mm².

Métodos para fabricar con polímeros Medellín – Colombia

Al ser Medellín una ciudad modelo en el tema del reciclaje para la elaboración de distintos equipamientos urbanos en el país, se procede a estudiar su metodología, dosificaciones y resistencias del material para la fabricación de dichos elementos.

Gráfico No. 34

Equipamiento urbano a base de polímeros



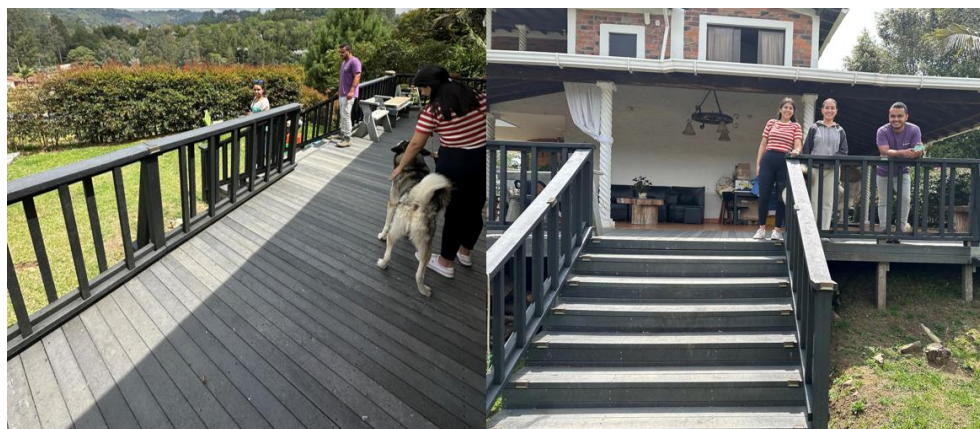
Nota. Elaboración de equipamiento urbano a base de madera plástica *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Como se evidencia en los gráficos No. 34 y 35, la aplicación de residuos plásticos es muy variada gracias a su facilidad de mantenimiento ya que logra ser 100% lavable con agua sin que esta humedad pueda en algún momento afectar su forma.

Gráfico No. 35*Parques infantiles*

Nota. Juegos infantiles elaborados a base de polímeros plásticos reutilizados *Fuente.*

Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Gráfico No. 36*Decks de madera plástica*

Nota. Decks elaborados con madera plástica en la vivienda del Sr. Juan Bernal ubicada en Llanogrande. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

La empresa ECOPLAST 2K está dedicada a la obtención de todos los residuos para sucesivamente ser clasificados hacia una moledora o a una aglutinadora, esto dependerá de la dureza del plástico. En el caso de la aglutinadora, esta permitirá calentar en un corto lapso de tiempo el plástico para generar una especie de masa fina para que en el proceso de calentamiento por inyección se reduzca su tiempo de uso como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6

Instrumentos para elaborar la muestra

INSTRUMENTOS QUE SE UTILIZARÁ EN EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL PANEL DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICO INDUSTRIAL RECICLADO		
NOMBRE DEL INSTRUMENTO	FOTO DEL INSTRUMENTO	FUNCIÓN Y PROCEDIMIENTO
Moledora		Esta máquina ayuda a reducir el tamaño de los elementos que se introducen en ella, mediante la acción de dos discos que giran en sentido contrario.
Aglutinadora		El proceso consiste en compactar el material plástico que se introduce en ella, mediante la acción de dos grupos de cuchillas que giran en sentidos opuestos.

<p>Inyectora de plástico</p>		<p>La inyectora aplicada en la empresa ECOPLAST 2K trabaja con temperaturas de hasta 280°C</p>
------------------------------	---	--

Nota. Proceso de elaboración de con polímeros para la fabricación de madera plástica mediante el método de inyección en la empresa ECOPLAST 2K. *Fuente.* de los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Dentro de esta empresa se aplican temperaturas mucho más elevadas que van desde los 180°C a los 280°C, esto se debe a que dentro de las dosificaciones planteadas para cada elemento a elaborar contienen hasta un 50% de polipropileno y bajo estas temperaturas se logra obtener una mayor viscosidad de este y de esta manera adherirse al resto de polímeros.

Gráfico No. 37*Despojos de madera plástica*

Nota. Material sobrante de elementos anteriormente elaborados. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Como ya es de conocimiento, al ser el plástico un material de años de duración por su dificultosa descomposición, los despojos del material como se muestra en el Gráfico No. 37 son reutilizados con un tiempo de reposo de aproximadamente una semana.

Gráfico No. 38*Proceso de relleno de molde*

Nota. Proceso de inyección al molde. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Previo a ser ingresado a la tolva, el polietileno es calentado bajo un proceso de aglutinado para eliminar el exceso de humedad en el material para que así el contenido de dosificación sea exacto. El exceso de agua en los polímeros provocará que por las altas temperaturas que conlleva el proceso de inyección esta llegue a evaporarse, generando así pequeños espacios de aire interno en la mezcla.

En el siguiente gráfico No. 39 visualiza la materia prima compactada por el calor ejercido por el método de inyección, misma que presenta características maleables al contacto externo.

Gráfico No. 39

Muestra del material compactado



Nota. Muestra extraída de la inyectora. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación. [10 agosto, 2023].

Ensayos de Resistencia del Material Llanogrande. - Antioquia – Colombia.

Las muestras fueron producidas en la Fábrica ECOPLAST 2K en la subdivisión territorial (vereda) Llanogrande de la municipalidad de Rionegro, Antioquia.

De acuerdo a los datos recopilados en el sitio de estudio y bajo la tutela del Sr. Juan Bernal, propietario de la empresa se obtuvieron las siguientes propiedades del material.

Ensayo de Resistencia a Compresión y Flexión

Los ensayos son realizados bajo el Módulo de Young el cual basa la relación del esfuerzo de flexión vs a la deformación.

Gráfico No. 40

Muestras de ensayo a tracción



Nota. Ensayo en laboratorio de resistencia a tracción de la muestra del material. *Tomado de* La empresa de maderas plásticas ECOPLAST 2K.

Gráfico No. 41

Muestras de ensayo a compresión



Nota. Ensayo en laboratorio de resistencia a compresión de la muestra del material.

Tomado de La empresa de maderas plásticas ECOPLAST 2K.

Gráfico No. 42

Muestras de ensayo a flexión



Nota. Ensayo en laboratorio de resistencia a flexión de la muestra del material. *Tomado de* La empresa de maderas plásticas ECOPLAST 2K.

Analizando el **Gráfico No. 43** el esfuerzo de elasticidad es aquel en donde el plástico trabaja cómodamente, luego se llega al rango de esfuerzo de fluencia donde se hace trabajar el material hasta 10MPa. Debe mencionarse que este lograría dar mayores resultados, sin embargo, llega a su punto de rotura en 24 MPa.

Gráfico No. 43

Ficha técnica de ensayos a compresión, tracción y flexión



Nota. Registro de datos recopilados en los ensayos en laboratorio de resistencia a flexión, compresión y tracción de la muestra del material para la elaboración de equipamientos urbanos en Medellín. Tomado de La empresa de maderas plásticas ECOPLAST 2K.

Análisis Comparativo de las Ciudades de Portoviejo y Medellín

Tabla 7

Comparación morfológica de muestras

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA COMPARATIVA DE MATRIZ POLIMÉRICA DE AMBOS MATERIALES	
PORTOVIEJO - ECUADOR	
CARATERÍSTICAS	MUESTRA
La mayoría de partículas visibles son alargadas	
Variedad de colores por el tipo de residuos ingresados	
Presenta varios vacíos porque probablemente hizo falta secar antes de ser ingresado al inyector de altas temperaturas. Con vacíos externos de 4mm	
Composición no uniforme en color, forma ni tamaño	
Color en escala de negros debido al pigmento ingresado	
MEDELLÍN - COLOMBIA	
Debido a su alta compactación la muestra no presenta partículas de residuos visibles	
Muestra una textura mucho más lisa	
La profundidad de los vacíos externos es mínima	
Presenta vacíos externos de 3mm	
Color en escala de grises debido al pigmento ingresado	

Nota. Tabla comparativa entre muestras obtenidas en ambas ciudades. *Tomado de* La empresa de maderas plásticas ECOPLAST 2K.

Resultados Fase 3

Conformación de la mampostería

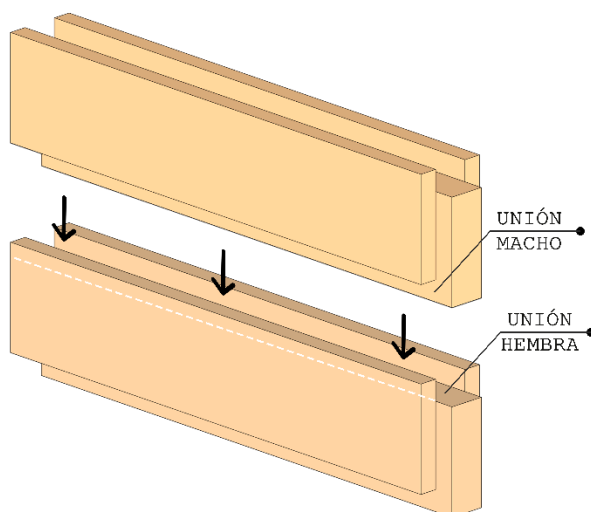
El sistema que se plantea aplicar para la elaboración de la mampostería es Drywall que es un método de construcción que no usa agua, sino que se basa en placas planas de yeso o fibrocemento, que se fijan a una estructura de acero con tornillos. Este sistema es más rápido, económico y limpio que el sistema tradicional de ladrillo y cemento.

Mientras que el tipo de ensamblaje aplicado se basa en el Machimbrado (Gráfico No. 44), también conocido como ranura y lengüeta, considerando uno de los mejores sistemas de la construcción para lograr una superficie lisa, por medio de la sucesión de paneles encajados una con la otra por sus cantos de manera pareja y sólida. El canto rectangular permite realizar los cortes necesarios para personalizar el panel a cualquier tipo de longitud entre apoyos y dimensiones.

Los paneles para este caso se encuentran con grandes características para el ahorro y control de los materiales, la optimización de los rendimientos de los tiempos y movimientos en la mano de obra ya que no será requerido el mortero de pega o los clavos.

Gráfico No. 44

Tipo de ensamblaje



Nota. Tipo de ensamblaje aplicado para los paneles TIR. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación. [11 agosto, 2023].

El conjunto de los paneles machihembrado reforzado de perfiles de este mismo material permite realizar instalaciones interiores de redes de electricidad, agua potable, desagüe, telefonía, computo, cable TV y otros. Así como también albergar aislantes termo acústicos, tal como se señalan en el Gráfico No. 44.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se debe resaltar la propiedad de plasticidad del material ya que a pesar de haber estado sometido a grandes esfuerzos y deformaciones pudo volver a su estado natural en dos horas aproximadamente.
- Al ser un material flexible y moldeable, permite una construcción más eficaz y consciente, ya que evita el uso excesivo de materiales que probablemente lleguen a quedar como escombros y sin uso, mientras que estos Paneles de Termoplásticos Industriales Reciclados se permiten a sí mismos ser reutilizados.
- Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de flexión y compresión en la ciudad de Portoviejo podemos determinar que la dosificación 1:1:1 permite trabajar a cada uno de sus componentes de manera precisa para que no existan fisuras.
- El material termoplástico tiene un nivel de producción acelerado, obteniendo así la materia prima en grandes proporciones.
- Al ser una matriz industrial de media a gran escala y con una producción constante, tiende a pasar horas produciendo gases de efecto invernadero y el nivel de consumo de energía aumenta el índice de impacto negativo ambiental.

Recomendaciones

- Es importante difundir los beneficios socioeconómicos y ambientales que conlleva la aplicación de materiales reutilizados en la construcción para así crear una concientización ambiental en la población mediante nuevas alternativas de empleo como el reciclaje, clasificación y limpieza de los mismos.
- Se identificó que el material por el proceso de fundición produce un olor que puede ser incómodo para los usuarios, por lo tanto, se recomienda empastar y pintar el panel para que este camufle el mínimo olor existente.
- Implementar el uso de los paneles de polímeros termoplásticos industriales reciclados como método alternativo para el proceso constructivo del sistema Drywall de PVC para de esta manera disminuir la producción de material virgen.
- Iniciar la elaboración de moldes especiales para su fácil adaptación a las distintas necesidades en las que se requiera su uso.
- Realizar prácticas de estudio de nuevos materiales a base de residuos reciclados en la Universidad San Gregorio de Portoviejo para así conocer los distintos beneficios en la construcción y así generar nuevas alternativas dentro de este sector.

Capítulo VI

Propuesta

Lineamientos Generales

Elaboración de Paneles de Polímeros Termoplásticos Industriales Reciclados (PPTIR)

La propuesta está basada en la aplicación de gránulos de plástico polimerizados en forma de paneles para mamposterías. Es así como mediante el tipo de sistema de ensamblaje especificado en la Fase 3, este panel se elabora de la siguiente manera:

Antes de la elaboración de la propuesta, se procede a un análisis de precio unitario para cada una de las materias primas a implementar donde el Polietileno de Baja Densidad (PEBD), Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y el Polipropileno (PP) son las que destacan para la fabricación con dosificaciones 1:1:1 para un molde de 50cm x 10cm x 7cm (Gráficos No. 45-46) tal como se plantea en la Tabla 9.

Tabla 8

Análisis económico de dosificaciones

ANÁLISIS UNITARIO DE DOSIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA 1:1:1 PARA LA ELABORACIÓN DEL PANEL DE 50 X 10 X 7 CM			
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
POLIETILENO BAJA DENSIDAD	Kg	1	0.40 ctvs
POLIETILENO ALTA DENSIDAD	Kg	1	0.20 ctvs
POLIPROPILENO	Kg	1	0.20 ctvs
TOTAL		3	\$0.80

Nota. Formato de Tabla de dosificaciones de la materia prima para la elaboración del panel termoplástico. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 45

Molde para paneles



Nota. Molde de 50cm x 10cm x 7cm para elaborar PPTIR. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 46

Área de extracción del panel



Nota. Zona de extracción de la muestra. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

El proceso que conlleva la fabricación de estos es el ya mencionado en las Fases anteriores, ya que este gracias a su efectividad y "fácil" manejo se logran elaborar varias muestras en pocas horas.

El objetivo de aplicar estas medidas en los moldes es que gracias a este se obtienen menos residuos por metro cuadrado, y si es de llegasen a existir serían utilizados para obtener nuevos paneles. Otro de los puntos a resaltar bajo estas medidas y con el mínimo de residuos es su rápida instalación.

Gráfico No. 47

Elaboración del PPTIR



Nota. Panel de Polímeros Termoplásticos Industriales Reciclados. *Fuente.* Fotografía tomada por el auxiliar de esta investigación.

Gráfico No. 48

Paneles prefabricados



Nota. Dos muestras de paneles prefabricados a base de polímeros. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación

Gráfico No. 49

Machihembrado de paneles termoplásticos



Nota. Unión de las dos muestras de paneles termoplásticos. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación

Gráfico No. 50*Uniones laterales*

Nota. Vista lateral de la unión de muestras de paneles termoplásticos. *Fuente.* Fotografía tomada por los autores de la investigación

Como se visualiza en los gráficos anteriores (No. 48,49,50), cada una de las piezas se desliza con facilidad con la otra debido a sus aberturas laterales permitiendo su fácil instalación sin necesidad de mano de obra especializada para su levantamiento.

Luego de comprobar su fácil unión se procedió al empastado y pintado de un panel, teniendo resultados favorables ya que éste toma de forma rápida las tonalidades, así mismo adquiriendo una textura totalmente lisa sin visualizarse ni percibirse la rugosidad de presentaba con anterioridad. (Gráfico No.51 y Gráfico No.52)

Gráfico No. 51

Empaste del panel



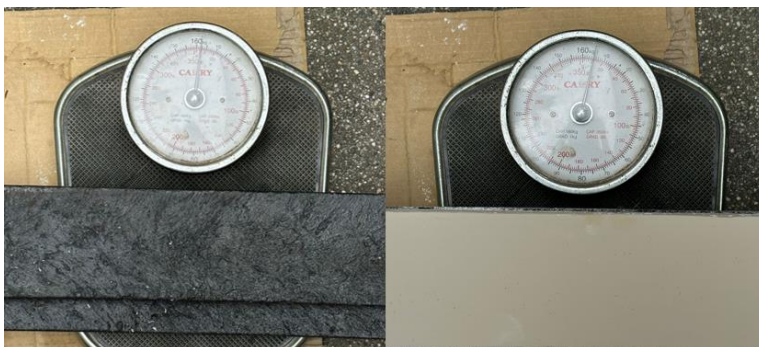
Nota. Empastado del panel a base de residuo industrial reciclado. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 52

Acabados con pintura



Nota. Acabado con pintura del panel. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 53*Peso unitario de paneles*

Nota. Peso unitario en Kg de paneles. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

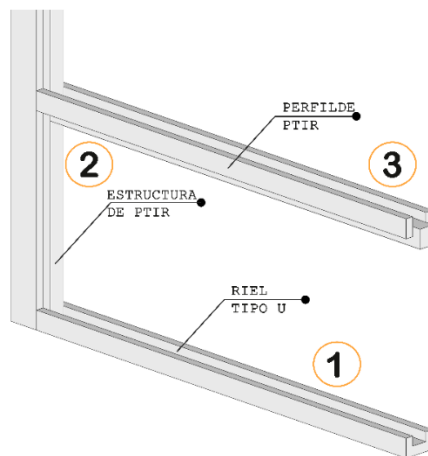
Como se logra visualizar en el Gráfico No. 53, del lado izquierdo se observan dos paneles obteniendo 5kg mientras que del lado derecho se muestra el peso por unidad con 2.5kg. Teniendo como conclusión que en un m² de mampostería se van 18 unidades esta pesa 45kg.

Gráfico No. 54*Unión de paneles*

Nota. Unión de paneles. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 55

Estructura a base de Polímeros



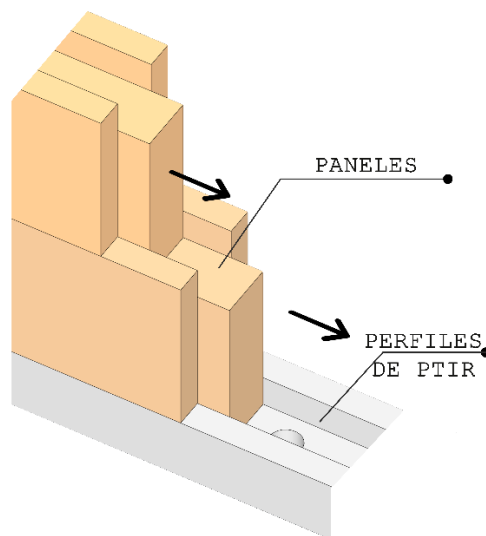
Nota. Propuesta de estructura. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Para optimizar el tiempo en la mano de obra, se proponen tres tipos adicionales para la estructura de la mampostería a base de estos mismos materiales.

- 1. Riel Tipo U:** Su anclaje al suelo es similar al sistema Drywall, sin embargo, este permitirá conectarse con los paneles gracias a su diseño machihembrado.
- 2. Estructura de PTIR:** De forma vertical mantiene los mismos lineamientos de estilo machihembrado.
- 3. Perfiles:** Permitirán que cada 50cm se puedan anclar de forma segura las nuevas piezas permitiendo aún más su rigidez.

Gráfico No. 56

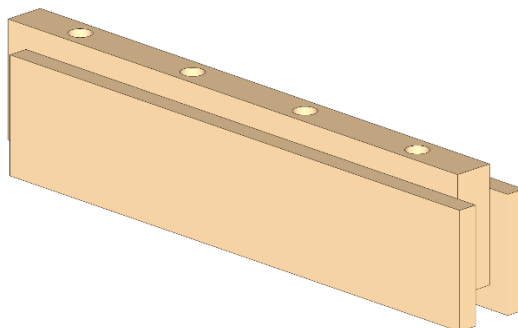
Representación de traslape de paneles



Nota. Unión de paneles PTIR y los perfiles. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Gráfico No. 57

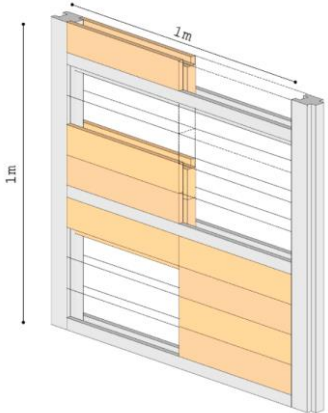
Panel especial



Nota. Unión de paneles PTIR y los perfiles. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Tabla 9

Ficha técnica de paneles prefabricados

FICHA TÉCNICA DE PANELES PREFABRICADOS DE POLÍMEROS INDUSTRIALES RECICLADOS					
		APLICACIÓN			
		Mampostería, elementos decorativos, recubrimiento de paredes o alivianar la losa			
		DIMENSIONES	COSTO UNIT.	M2	PESO UNIT.
		50cm x 10cm x 7cm	\$ 2	18 U	2.5 Kg
		COSTO POR M2 EN MAMPOSTERÍA			
		\$ 36			
COMPOSICIÓN		ESFUERZO A LA COMPRESIÓN	ESFUERZO A LA FLEXIÓN		
PEBD	1kg				
PEAD	1kg	29 Mpa	21 Mpa		
PP	1kg				
Alcanza deformaciones del 15% con características altas de ductilidad					
Su resistencia a la compresión y flexión es mayor que la de un bloque de aglomerado convencional.					
VENTAJAS		DESVENTAJAS			
Su aplicación abarata los costos en mano de obra		Su proceso de fabricación puede ser considerado costoso			
Ayuda a minorar la contaminación ambiental en beneficio al reciclaje		Su fabricación presenta un medio de gases de efecto invernadero			
Material liviano. El peso de 2 paneles equivale a 5kg mientras que llegar a la dimensión de 1 panel con ladrillos burritos se necesitan 2 ladrillos y medio generando un peso de 6,5 kg		El material no es totalmente homogéneo ya que presenta rugosidades			
100% lavable con agua y jabón, sin que la humedad afecte de alguna forma.		Se perciben olores tóxicos, sin embargo, alrededor de los 15 días este disminuye casi en su totalidad			

Nota. Ficha técnica para fabricación de paneles prefabricados. *Fuente.* Elaborado por los autores de la investigación.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, H., Vásquez, A., & Ramírez, D. (2012). *Vista de SOSTENIBILIDAD: ACTUALIDAD Y NECESIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA*. Edu.co.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/30933>
- Aguilera, P. C. (2021, marzo 3). *Inicio*. GAIA -. <https://www.no-burn.org/es/>
- Ascaso. (2019, julio 10). *Plástico Polietileno (PE): qué es, características y cuáles son sus usos*. Inyección de Plásticos | Plásticos Ascaso. <https://plasticosascaso.es/polietileno/>
- Así es Medellín*. (s/f). Medellín Cómo Vamos. Recuperado el 3 de julio de 2023, de <https://www.medellincomovamos.org/medellin>
- ASTM D638: Características de tracción en materiales plásticos*. (s/f). ASTM D638: Características de tracción en materiales plásticos. Recuperado el 3 de julio de 2023, de <https://www.zwickroell.com/es/sectores/plasticos/termoplasticos-y-materiales-termoendurecibles/propiedades-de-traccion-astm-d638/>
- Aykac, B., Aykac, S., & al., K. et (Eds.). (2016). *Revista Ingeniería Investigación y Tecnología: Vol. 17(04)*. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.11.002>
- Báez, J. E. (2010). Cómo obtener un polímero degradable en el laboratorio: síntesis de la poli (d, l -lactida) y caracterización por RMN 1 H. *Educación química*, 21(2), 170–177.
[https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30168-x](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30168-x)

Barrezueta, P., & Delgado, H. (2017, abril 6). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. Gob.ec.

[https://www.ambiente.gob.ec/wp-](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

[content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

BBC News Mundo. (2018, diciembre 17). La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por

todas partes y que quizás no conocías. *BBC*. [https://www.bbc.com/mundo/noticias-](https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783)

[46594783](https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783)

Bernal J. (2019). *Ecoplast*. Ecoplast 2K. <https://ecoplast.com.co/nosotros>

Cáceres, P. (2020, julio 17). *¿Cuántos tipos de plástico hay? Aprende a distinguirlos*. EL

ÁGORA DIARIO; Diario El Ágora.

[https://www.elagoradiario.com/desarrollosostenible/economia-circular/cuantos-tipos-de-](https://www.elagoradiario.com/desarrollosostenible/economia-circular/cuantos-tipos-de-plastico-hay-aprende-a-distinguirlos/)

[plastico-hay-aprende-a-distinguirlos/](https://www.elagoradiario.com/desarrollosostenible/economia-circular/cuantos-tipos-de-plastico-hay-aprende-a-distinguirlos/)

Caesar, D. (sf). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE COMPRESIÓN DE*

PLÁSTICOS RÍGIDOS . INSTRON. [https://www.instron.com/es-es/testing-](https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d695-plastics#:~:text=La%20norma%20ASTM%20D695%20es,ensayo%20de%20tracci%C3%B3n%20ASTM%20D638.)

[solutions/astm-standards/astm-d695-](https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d695-plastics#:~:text=La%20norma%20ASTM%20D695%20es,ensayo%20de%20tracci%C3%B3n%20ASTM%20D638.)

[plastics#:~:text=La%20norma%20ASTM%20D695%20es,ensayo%20de%20tracci%C3](https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d695-plastics#:~:text=La%20norma%20ASTM%20D695%20es,ensayo%20de%20tracci%C3%B3n%20ASTM%20D638.)

[%B3n%2C%20ASTM%20D638.](https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d695-plastics#:~:text=La%20norma%20ASTM%20D695%20es,ensayo%20de%20tracci%C3%B3n%20ASTM%20D638.)

Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. (2022, junio 2). 360

EN CONCRETO; Comunidad 360 En Concreto.

[https://360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-](https://360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/)

[construccion/](https://360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/)

Cárdenas, J., Rojas, A., & Galviz, B. (2019). *Cambios en la estructura química del polietileno de alta densidad al experimentar múltiples reprocesamientos*. 18(35), 111–124.

<https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a7>

CATÁLOGO DE PRODUCTOS POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE Y RIEGO. (s/f-a). Amazonaws. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de <https://tigrecombrprod.s3.amazonaws.com/tigre.com.bo/files/catalogos-tecnicos/2019-09/Polietileno.pdf>

CATÁLOGO DE PRODUCTOS POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE Y RIEGO. (s/f-b). Amazonaws.com. Recuperado el 30 de junio de 2023, de <https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/tigre.com.bo/files/catalogos-tecnicos/2019-09/Polietileno.pdf>

Ch, S. (2021, diciembre 16). *Setenta ONG rechazan que EEUU envíe sus residuos plásticos a Latinoamérica*. swissinfo.ch. https://www.swissinfo.ch/spa/medioambiente-pl%C3%A1stico_setenta-ong-rechazan-que-eeuu-env%C3%ADe-sus-residuos-pl%C3%A1sticos-a-latinoam%C3%A9rica/47199664

Clasificación de los tipos de plásticos y su reciclaje. (2020, marzo 12). Fundación Aequae. <https://www.fundacionaqua.org/wiki/tipos-de-plasticos/>

Compagnone, A. (2022, junio 7). *Ocho países de América Latina combatirán juntos la basura marina y la contaminación por plásticos*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2022/06/1509892>

- Coreño-Alonso, J., & Méndez-Bautista, M. T. (2010). Relación estructura-propiedades de polímeros. *Educación Química*, 21(4), 291–299. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30098-3](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30098-3)
- Correa, C. E., José, F., Prada, C., Galarza Sánchez, N., Corzo Álvarez, A., Jairo, C., Rodríguez, R., José, A., Saker, S., Técnico, E., Breukers, L., Cañón, A. M., Romero, K. B., & López, Y. A. (s/f). Gov.co. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/plan-nacional-para-la-gestion-sostenible-de-plasticos-un-solo-uso-minambiente.pdf>
- Corso, P., A, López, A., & C Caleffi, E. al. (2016). *Polipropileno* [Universidad San Antonio de Páez]. <https://ppqujap.files.wordpress.com/2016/05/proceso-depolipropileno.pdf>
- Dazne, A. (2013, marzo 4). *ECORE Pinnacle y Plains: suelos con un 95% de material reciclado*. IS-ARQuitectura | Prefab; IS-ARQuitectura_Prefab. <https://blog.is-arquitectura.es/2013/03/04/suelos-ecologicos-de-caucho-y-plastico-reciclado-de-ecore/>
- de Referencia: Astm C, 2. Norma, & Alcance, I. 06-02-01 3. (s/f). 1. *TÍTULO: Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*. Ucr.ac.cr. Recuperado el 28 de junio de 2023, de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/ensayos/3-concreto/3.10-11.pdf>
- Delgado^, M. G. (s/f). *EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS: DEFINICIONES, TIPOLOGÍAS, GESTIÓN Y TRATAMIENTO*^. Uah.es. Recuperado el 26 de junio de 2023, de [https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1037/EI%20Estudio%20de%20los%](https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1037/EI%20Estudio%20de%20los%20residuos.pdf)

20Residuos.%20Definiciones%2C%20Tipolog%C3%ADas%2C%20Gesti%C3%B3n%20y%20Tratamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Echeverría, V., & Vera, G. (2012). *UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO UNIDAD ACADÉMICA TÉCNICA CARRERA DISEÑO GRÁFICO MENCIÓN AUDIOVISUAL*. Edu.ec.

<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/1117/1/DG-T1054.pdf>

Ecologicos, M. (2021, febrero 5). *¿Qué es el polietileno, cómo se fabrica y qué productos se hacen con él?* MaterialesEcologicos.es. <https://materialesecologicos.es/que-es-el-polietileno/>

el Caribe, C. E. P. A. L. y. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*.

El contaminador oculto del clima: Incineración de plástico - GAIA. (2019, mayo 15). *GAIA* -. <https://www.no-burn.org/es/the-hidden-climate-polluter-plastic-incineration/>

El Mercurio, G. D. A. (2018, noviembre 4). *William McDonough, el padre de la economía circular*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/william-mcdonough-el-padre-de-la-economia-circular-289728>

Elsevier. (s/f). *Plastics in the circular economy*. Elsevier.com. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://www.elsevier.com/physical-sciences-and-engineering/chemistry/journals/new-chemistry-research/plastics-in-the-circular-economy>

En Ecuador se arroja más de medio millón de toneladas de plástico cada año. (2022, abril 22).

Ecuavisa. <https://www.ecuavisa.com/noticias/medio-ambiente/en-ecuador-se-arroja-mas-de-medio-millon-de-toneladas-de-plastico-cada-ano-BA1640892>

Espinosa, A. (s/f). *Tecnologías I.E.S.* Gobiernodecanarias.org. Recuperado el 30 de junio de 2023, de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgoysiv/files/2014/03/3o-ESO-apuntes-de-PLaSTICOS.pdf>

Fernández, L. (2019, febrero 11). *Edificios vs cambio climático: Construyendo adaptación y mitigación.* Sostenibilidad. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/edificios-vs-cambio-climatico-construyendo-adaptacion-y-mitigacion/>

Fraga, H. (2020, mayo 1). *Qué son los residuos industriales y cómo se recogen.* GestánConteco. <https://gestanconteco.com/2020/05/01/residuos-industriales-y-como-se-recogen/>

France. (2021, octubre 19). *El hormigón, tercer emisor mundial de gases de efecto invernadero.* France 24. <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20211019-el-hormig%C3%B3n-tercer-emisor-mundial-de-gases-de-efecto-invernadero>

Gamboa Bernal, G. A. (2015). Los objetivos de desarrollo sostenible: una perspectiva bioética. *Persona y bioetica*, 19(2), 175–181. <https://doi.org/10.5294/pebi.2015.19.2.1>

Gamez, M. J. (2015, septiembre 17). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible.* Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Garelli, O. (2020). *Los graves peligros de la incineración de plásticos*. Greenpeace México.
<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4047/los-graves-peligros-de-la-incineracion-de-plasticos/>
- Geyer, R. (2017, noviembre 9). *El 91 por ciento del plástico que fabricamos no se recicla*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2017/07/el-91-por-ciento-del-plastico-que-fabricamos-no-se-recicla>
- Gobierno Nacional. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-06-mamposteria-estructural-021412.pdf>
- Greenpeace, & Andes, F. D. (2019). *SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PLÁSTICOS EN COLOMBIA Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE*. Greenpeace.
http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf
- Hernández, S., & González, L. (2016). *Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI*. 20.
<http://file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ReflexionesSobreLaImportanciaEconomicaYAmbientaDe-6041529.pdf>
- Hugo, I., & Pozo Barrezueta, D. (2015). *REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA*. Fao.org.
<https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>

- Hurtado, J. F. S. (2010). *Paneles Prefabricados de Hormigón en Fachadas* [Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/4518/1/TESIS_MASTER_JUAN_FRANCISCO_SANCHEZ_HURTA DO.pdf
- INEN. *Disposición de Desechos Plásticos Post-Consumo*. (2012).
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/NTE-INENE-2634-Plasticos-post-consumo.pdf>
- INFOBAE. (2022, enero 25). *La máquina que convierte la basura en cemento para obras de construcción*. infobae. <https://www.infobae.com/america/tecno/2022/01/25/la-maquina-que-convierte-la-basura-en-cemento-para-obras-de-construccion/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (s/f). *FASCÍCULO PROVINCIAL MANABÍ*. Gob.ec. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/manabi.pdf>
- Isan, A. (2017, noviembre 22). Ladrillos de desechos reciclados para la construcción de casas ecológicas. *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-dedesechos-reciclados-para-la-construccion-de-casas-ecologicas-610.html>
- La educación y la sostenibilidad marcan el 2020 de Aquae*. (2020, diciembre 25). Fundación Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/aquae-2020/>

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de microbiología*, 46(1), 1–2. [https://doi.org/10.1016/s0325-7541\(14\)70039-2](https://doi.org/10.1016/s0325-7541(14)70039-2)

LEY ORGÁNICA PARA LA RACIONALIZACIÓN, REUTILIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO. (2020). <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/2021/11/2020-12-21-LEY-DE-PLASTICOS-DE-UN-SOLO-USO.pdf>

López, A. Z. (2021, julio 12). *ASTM ¿Qué es? ¿y el Estándar E1155?* Espacio BIM. <https://www.espaciobim.com/astm>

López, S., & García, C. (2020). *UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLASTICOS RECICLADOS PARA CONFORMACIÓN DE AGLOMERADOS DE POLIETILENO EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS SANTIAGO LOPEZ*. UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA.

Los residuos en la industria. (s/f). Leonardo-gr.com. Recuperado el 30 de junio de 2023, de <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/los-residuos-en-la-industria>

Los Residuos en la Inndustria. (2018). Leonardogr.com. <https://www.leonardogr.com/es/blog/los-residuos-en-la-industria>

Ludueña, Y. (2022). *Joven transforma plásticos no reciclables en techos más resistentes que el convencional*. Portal Ambiental. <https://portal-ambiental.com/ecologia/joven-transformaplasticos-no-reciclables-en-techos-mas-resistentes-que-el-convencional/>

Machihembrado del panel de madera – Paneles de Madera con Núcleo Aislante. (2014, noviembre 23). Panelestudio.com. <http://www.panelestudio.com/machihembrado-del-panel/>

Macias, E. (2015, enero 15). *COMO SE PRODUCE EL POLIETILENO.* Enrique Macias. <https://hdpemacias.com/como-se-produce-el-poli-etileno/>

Maestre, L. (2022, noviembre 5). *El reciclaje del plástico se queda corto en Colombia.* Ediciones EL PAÍS S.L. <https://elpais.com/america-colombia/2022-11-05/el-reciclaje-del-plastico-se-queda-corto-en-colombia.html>

Marinilli, A., & Castilla, E. (2007). Evaluación sismorresistente de muros de mampostería confinada con dos o más machones. *Boletín Técnico*, 45(2), 58–73. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2007000200004

Materiales Plásticos: Tipos, composición y usos. (2021). INFINITIA Industrial Consulting. <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>

Materiales plásticos: Tipos, composición y usos. (2021, mayo 14). *INFINITIA Industrial Consulting.* <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>

McDonough, W., & Braungart, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things.* North Point Press. <https://books.google.at/books?id=KFX5RprPGQ0C>

Miguel., C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021 p.12). *Oportunidad para una Recuperación Transformadora*.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf

Montoya, D. (2021, febrero 3). *La Alcaldía de Medellín es referente en acciones de Ecociudad al reutilizar el 90 % de sus residuos plásticos*. Alcaldía de Medellín.

<https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/la-alcaldia-de-medellin-es-referente-en-acciones-de-ecociudad-al-reutilizar-el-90-de-sus-residuos-plasticos/>

Moran, M. (2015, enero 7). *Ciudades*. Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Morán, S. (2020, noviembre 10). *Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000*

toneladas al año en Ecuador. Plan V. <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>

NEC- 11. (2011). *Mampostería Estructural*.

<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-06-mamposteria-estructural0214>

Norma Mínima de Construcción de Mampostería. (2017).

https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/norma-minima-mamposteria_mti-mp-001.pdf

Oses, O. (2018). *Los beneficios del uso de polímeros en las construcciones – Polilift.*

Polilift.com. <https://polilift.com/2018/08/02/los-beneficios-del-uso-polimeros-en-las-construcciones/>

Osorio, D. C. M. (2020). *ESTUDIO DEL MANEJO DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN* [Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia].

<https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/952/Residuos%20plasticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paneles, A. C. H. (2021, abril 5). *Edificación antisísmica con Mampostería Confinada.* Paneles ACH. <https://panelesach.com/latam/pe/blog/construccion-mamposteria-confinada/>

Pérez, A. M. R. (s/f). “*Investigación de la influencia del tipo de gas utilizado en el plasma atmosférico, en la modificación superficial del polipropileno*”. Upv.es. Recuperado el 26 de junio de 2023, de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58776/Monz%C3%B3%20Investigaci%C3%B3n%20de%20la%20influencia%20del%20tipo%20de%20gas%20utilizado%20en%20el%20plasma%20atmosf%C3%A9rico%2C%20en%20la%20....pdf?sequence=1>

Pérez, E. (2022, enero 23). *Más duros que el hormigón pero mucho más ecológicos: convierten toneladas de plástico no reciclable en bloques para construcción.* Xataka; Xataka.

<https://www.xataka.com/otros/duros-que-hormigon-mucho-ecologicos-convierten-toneladas-plastico-no-reciclable-bloques-para-construccion>

¿Qué es el polietileno, cómo se fabrica y qué productos se hacen con él? (2021, febrero 5).

Materialesecologicos.es. <https://materialesecologicos.es/quees-el-polietileno/>

Qué es y para qué sirve en polietileno en la industria. (2021, enero 5). Aceromafe.

<https://www.aceromafe.com/que-es-el-polietileno/>

¿Qué son los polímeros y cómo se clasifican? - ZS España. (2019, septiembre 25). ZS España;

Zschimmer & Schwarz España. <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-polimeros-y-como-se-clasifican/>

Quiñones, L. (2021, octubre 21). *El plástico, que ya ha atragantado nuestros océanos, terminará por asfixiarnos a todos si no actuamos rápidamente.* Noticias ONU.

<https://news.un.org/es/story/2021/10/1498752>

Romero, J. (2018). *7 Materiales Reciclados para la Construcción de tu Vivienda.* Arrevol

Arquitectos. <https://www.arrevol.com/blog/7-materiales-productosreciclados-para-la-construccion-de-tu-vivienda>

Ruiza, M., Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). *John Wesley Hyatt.* Biografiasyvidas.com.

<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/h/hyatt.htm>

Salazar, S. L., & Marín, C. C. G. (2020). *UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLASTICOS RECICLADOS PARA CONFORMACIÓN DE AGLOMERADOS DE POLIETILENO EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS.* UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA.

Seguí, P. (2019, febrero 28). *El hormigón: el material más destructivo de la Tierra*. OVACEN.

<https://ovacen.com/hormigon-material-destructivo-tierra/>

Shiao, D. (2022). *¿Cuál es la diferencia entre reciclar desechos pos industria y pos consumo?* Polystar.

https://www.polystarco.com/es/blog_i_What_is_the_difference_between_Post-industrial_recycling_and_Post-consumer_recycling.html

Solans, X., Enrique, L., & Carrera, G. (s/f). *Gestión de residuos: clasificación y tratamiento*.

Insst.es. Recuperado el 26 de junio de 2023, de

<https://www.insst.es/documents/94886/331130/ntp-1054w.pdf/79c06c7b-984a-4f8f-87cd-3e0af9b8a491>

Solíz, M., Lema, A., & Enríquez, D. (2022). *Ecuador sigue importando miles de toneladas de desechos plásticos, sobre todo desde EE.UU. Alianza Basura Cero. Ecuador*. Alianza

Basura Cero-Ecuador. <https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>

Solsona, M. S. (2013). *Proceso industrial de polimerización de etileno en fase gas : análisis de alternativas de operación y diseño*.

<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/458/Tesis%20M.S.Solsona.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Thackeray, K. (s/f). *La guía más completa sobre la norma ASTM D790 para ensayos de flexión de plásticos*. Instron. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/the-definitive-guide-to-astm-d790>

Thackeray, Kayla. (s/f-a). *La guía más completa sobre la norma ASTM D790 para ensayos de flexión de plásticos*. Instron.com. Recuperado el 3 de julio de 2023, de <https://www.instron.com/es-ar/testing-solutions/astm-standards/the-definitive-guide-to-astm-d790>

Thackeray, Kayla. (s/f-b). Instron.com. Recuperado el 5 de julio de 2023, de <https://www.instron.com/es-es/testing-solutions/astm-standards/astm-d412>

Un tratado internacional para regular la contaminación por plástico cobra impulso. (2021, junio 10). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/06/tratado-internacional-para-regular-contaminacion-plastico-cobra-impulso>

Vocero, E. (2021, noviembre 11). *EN ECUADOR SOLO SE RECICLA EL 5% DE LOS RESIDUOS*. Com.ec; El Vocero. <https://www.elvocero.com.ec/2021/11/11/en-ecuador-solo-se-recicla-el-5-de-los-residuos/>

Wang, Q., Li, J., & Zhu, X. et al. (2020). Approach to the management of gold ore tailings via its application in cement production. *Journal of Cleaner Production*, 269(122303), 122303. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122303>

Yanes, J. (2019, septiembre 13). *La baquelita, el primer plástico sintético*. OpenMind.

<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/la-baquelita-el-primer-plastico-sintetico-que-transformo-el-mundo/>

Zapata, F. (2020, May 25). *Ensayo de compresión: cómo se realiza, propiedades, ejemplos*. Liferder. <https://www.liferder.com/ensayo-de-compresion/>

Zheng, J., & Suh, S. (2019). Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nature Climate Change*, 9(5), 374–378. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>