

2023

Obtención de paneles de drywall a partir de residuos textiles de algodón y poliéster con un bioaglomerante de yuca

Nicolas David Alarcón Vélez
Universidad de La Salle, Bogotá, nalarcon05@unisalle.edu.co

Juan Pablo Díaz Gómez
Universidad de La Salle, Bogotá, judiaz56@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Alarcón Vélez, N. D., & Díaz Gómez, J. P. (2023). Obtención de paneles de drywall a partir de residuos textiles de algodón y poliéster con un bioaglomerante de yuca. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/2037

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

OCTUBRE / 2023

OBTENCIÓN DE PANELES DE DRYWALL A PARTIR DE RESIDUOS TEXTILES DE
ALGODÓN Y POLIÉSTER CON UN BIOAGLOMERANTE DE YUCA.

NICOLÁS DAVID ALARCÓN VÉLEZ

JUAN PABLO DÍAZ GÓMEZ

OBTENCIÓN DE PANELES DE DRYWALL A PARTIR DE RESIDUOS TEXTILES DE
ALGODÓN Y POLIÉSTER CON UN BIOAGLOMERANTE DE YUCA.

NICOLÁS DAVID ALARCÓN VÉLEZ

JUAN PABLO DÍAZ GÓMEZ

JULIO CÉSAR RAMÍREZ RODRÍGUEZ

Ingeniero Químico – Docente

GRYYC

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

OCTUBRE / 2023

AGRADECIMIENTO

Primero que todo quiero agradecer a Dios, a mis padres José Javier Alarcón Juyo y Luz Angela Vélez Muñoz, a los cuales les debo todo. Gracias por enseñarme que debo luchar duro por mis sueños y que no me debo rendir por cualquier caída que pueda llegar a tener tanto en mi proceso de vida personal. como en mi proceso estudiantil y por siempre ser un apoyo constante tanto de forma espiritual como presencial.

También al ingeniero Julio Cesar Ramírez, por su apoyo y orientación durante el proceso de investigación, ya que estos desempeñaron un papel importante para la finalización de este proyecto, que fue importante para mí crecimiento académico.

A mi compañero de tesis Juan Pablo Diaz, que sin su ayuda y sus ocurrencias este proyecto no habría sido igual de interesante y fructífero para mi vida.

Por ultimo y no menos importante a mis familiares, amigos y pareja, que me apoyaron en este tramo tan impórtate de mi vida, el cual gracias a ellos se volvió más divertido e interesante.

Nicolás David Alarcón Vélez.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer principalmente a Dios por todas sus bendiciones y a mis padres Eugenio Diaz y Olga Gómez por su apoyo incondicional a pesar de la distancia ya que sin su ayuda y esfuerzo esto no hubiera podido ser posible, a mis hermanos por ser también un gran apoyo para mí.

Agradecer a mi director de tesis Julio César Rodríguez por su orientación y aportes que fueron fundamentales en el desarrollo de este proyecto.

A mi compañero de tesis y gran amigo Nicolas David Alarcón, con quien compartí muchas experiencias en estos 5 años de carrera y que sin su ayuda este proyecto no habría sido igual.

Gracias a la universidad de la Salle y a la facultad de ingeniería ambiental y sanitaria por brindarme todos los conocimientos y aptitudes para crecer cómo profesional y como persona, por proporcionar los espacios necesarios para poder llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a este proyecto. Este trabajo no habría sido posible sin la colaboración y el apoyo de cada uno de ustedes.

Juan Pablo Díaz Gómez

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	OBJETIVOS.	9
2.1	OBJETIVO GENERAL.	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
III.	ANTECEDENTES.	9
IV.	MARCO DE REFERENCIA.....	14
4.1	MARCO TEÓRICO.	14
4.2	MARCO CONCEPTUAL.....	16
4.3	MARCO LEGAL.....	19
V.	METODOLOGÍA Y MATERIALES.	22
5.1	FASE 1: INVESTIGACIÓN DE FUENTES BIBLIOGRAFICAS.....	22
5.2	FASE 2: CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOS DEL PANEL DE RESIDUOS TEXTILES DE POLIÉSTER Y ALGODÓN, Y ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL BIOAGLOMERANTE.	22
VI.	RESULTADOS.....	33
6.1	FASE 2: CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOS DEL PANEL DE RESIDUOS TEXTILES DE POLIESTER Y ALGODÓN, Y ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL BIOAGLOMERANTE.	33
6.2	FASE 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE COSTOS.....	38
VII.	CONCLUSIONES.	42
VIII.	PROPUESTAS PARA OTROS PROYECTOS.	43
IX.	PRESUPUESTO FINAL.....	45

X. REFERENCIAS.....	46
---------------------	----

TABLA DE ILLUSTRACIONES.

Ilustración 1. Separación Residuos Textiles	24
Ilustración 2. Obtención de Materia Prima Bioaglomerante	26
Ilustración 3. Construcción de Moldes.	27
Ilustración 4. Diagramas de flujo Pruebas Físicas	30

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia Paneles	35
Tabla 2. Prueba Aislante Térmico	35
Tabla 3. Resultados Prueba Aislante Acústico.	37
Tabla 4. Costos Materiales Panel.....	39
Tabla 5. Características de los Paneles	40
Tabla 6. Comparación Paneles.....	40
Tabla 7. Presupuesto Final.....	45

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Temperatura Final	36
Ecuación 2. Porcentaje Aislamiento Acústico	38

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Estrategias de Política de producción y consumo sostenible.....	19
Imagen 2. Bioaglomerante	25
Imagen 3. Construcción moldes.....	28
Imagen 4. Moldes con Tela.....	29
Imagen 5. Pruebas Físicas.....	31
Imagen 6. Pruebas Hongos	32
Imagen 7. Prueba de Resistencia.	34
Imagen 8. Prueba Aislante Acústico.....	37

I. INTRODUCCIÓN

El sector textil, en la actualidad, se posiciona como el cuarto sector de mayor impacto ambiental, ubicándose detrás de sectores tales como la alimentación, el transporte y la construcción de infraestructuras. Este fenómeno se debe en gran medida a las etapas de elaboración y fabricación de las materias primas utilizadas en la industria textil, así como a las prácticas de consumo y la gestión de los desechos textiles (Xicota, 2018). Aproximadamente el 90% de los residuos textiles proviene de los consumidores que optan por desechar su ropa usada (Cambridge, 2006), lo cual revela una problemática ambiental global significativa.

En este contexto, los residuos textiles representan un desafío que afecta a la sostenibilidad del planeta, dado que, en su mayoría, terminan en vertederos o botaderos a cielo abierto. Esto no solo disminuye la vida útil de dichas instalaciones, sino que también agrava el impacto ambiental de la industria textil. Como respuesta a esta problemática, se plantea el presente proyecto de investigación, cuyo objetivo principal es la obtención de paneles de Drywall a partir de residuos textiles de algodón y poliéster, combinados con un aglomerante derivado de cáscaras de yuca. Este enfoque busca aprovechar de manera efectiva estos residuos textiles antes de su desecho.

Los resultados obtenidos en este estudio, incluyendo las pruebas de resistencia, aislamiento acústico y aislamiento térmico, aportarán información valiosa para evaluar la viabilidad de la utilización de estos paneles de Drywall como alternativa sostenible en la industria de la construcción y, en última instancia, contribuirán al manejo responsable de los residuos textiles. El conocimiento adquirido a través de esta investigación puede tener un impacto significativo en la búsqueda de soluciones más respetuosas con el medio ambiente en el ámbito de la construcción.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general.

Obtener paneles de Drywall utilizando residuos textiles de algodón y poliéster y un bioaglomerante a base de cascara de yuca.

2.2 Objetivos específicos.

- Determinar los requerimientos y especificaciones técnicas para la elaboración de los paneles.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los paneles fabricados a partir de residuos textiles.
- Evaluar la viabilidad económica del panel obtenido en comparación con el material tradicional Drywall.

III. ANTECEDENTES.

De acuerdo con el estudio de Quintero, (2020), “Aporte a la economía circular de la industria de la moda en Colombia, a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo.” En este documento el objetivo es aportar a la economía circular de la industria de la moda en Colombia a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo. La industria textil es responsable de la producción de ropa, calzado y textiles para el hogar lo cual conlleva a grandes impactos ambientales a nivel mundial generando contaminación de agua, produciendo emisiones de gases de efecto invernadero y residuos los cuales en el mayor de los casos llegan a rellenos sanitarios lo cual conlleva a una disminución de la vida útil de estos, es por esto por lo que ante estos impactos se han buscado soluciones para la producción sostenible en la industria textil pero según Quintero, (2020) Colombia no posee un plan estratégico para el manejo de los residuos textiles posconsumo. El

trabajo realizado por Quintero, (2022) nos da una visión de que en la actualidad en Colombia no hay estrategias de aprovechamiento para los residuos textiles de posconsumo y con el desarrollo de nuestro proyecto se le está dando una alternativa a estos residuos textiles.

De acuerdo con el estudio de (Alcalá, Asto, Escobar, Gamarra, Ruiz, 2019) “Aprovechamiento de los residuos textiles para la elaboración de placas rígidas eco tex.” En este estudio su objetivo principal es elaborar placas de yeso a base de residuos textiles. El impacto ambiental que generan los residuos textiles y el aumento de los desechos textiles en relación con el crecimiento poblacional en la ciudad de Lima entre el año 2013 y 2014 se presentó un incremento del 2.5% y esta tendencia se mantuvo creciente en los últimos 15 años por lo que se busca disminuir el efecto que ocasiona estos residuos al medio ambiente, darles un valor agregado y poder reutilizar estos residuos o desechos textiles a los cuales no se les está dando ningún tipo de uso actualmente. Por lo tanto, se pretende ofrecer un producto alternativo al Drywall de tal manera que se aprovechen estos desechos textiles y se elaboren planchas rígidas, aprovechando las propiedades que poseen esta clase de residuos. Además de esto el gran problema que provocan los residuos textiles de nylon, algodón y poliéster por la combustión y la expulsión de fibras plásticas tóxicas al agua cuando estas entran en contacto, el producto que se ofrece mediante el proyecto es una placa rígida con tela molida reciclada, cartón y yeso (ECOTEX).

El trabajo realizado por (Alcalá, Asto, Escobar, Gamarra, Ruiz, 2019) es un trabajo muy similar al que vamos a realizar ya que en dicho trabajo también realizaron una placa Drywall con residuos textiles con la finalidad de aprovecharlos y darles un segundo uso lo cual es algo que también buscamos obtener al realizar nuestro proyecto ya que nos enfocamos en obtener paneles de Drywall con residuos textiles de polyester y algodón y en nuestro caso el valor agregado es que empleamos un bioaglomerante natural a base de almidón de yuca.

De acuerdo con el estudio realizado por Castro, V. (2018) “Manejo de residuos sólidos del sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular.” En el manejo dado a los residuos sólidos del sector textil existen diferentes fallas nacionales las cuales dificultan la mitigación de los impactos de contaminación ocasionados por los residuos sólidos de desechos textiles. El principal factor es la falta de cultura y el desconocimiento sobre reciclaje, reutilización, segregación y disposición final de los residuos generados por la industria textil ya que esto conlleva a la continuidad del sistema de economía lineal actual el cual se basa en extraer recursos, fabricar, usar y desecharlos después de cumplido su ciclo o vida útil. Además de esto se identificaron 4 variables las cuales influyen en el manejo de los residuos textiles mediante la economía circular, estas variables a su vez tienen 9 dimensiones las cuales informan sobre el estado de madurez del modelo de economía circular. Estas variables son: contexto actual a nivel nacional la cual tiene dimensiones como lo son las políticas y regulación, sector textil en Colombia, modelo de economía lineal y manejo de residuos del sector textil; la segunda variable es sobre el contexto actual internacional el cual tiene las dimensiones de sector textil en otros países y el manejo de residuos del sector textil en otros países; la tercera variable es sobre la importancia del modelo de economía circular la cual tiene las dimensiones de economía circular en Colombia y economía circular en otros países. Finalmente, la cuarta variable denominada economía circular en el sector textil en Colombia la cual cuenta con una única dimensión la cual es la aplicación del modelo de economía circular en el sector textil en Colombia. El trabajo realizado por Castro, V. (2018) nos da a entender que en el sector textil siendo uno de los que más aporta a la contaminación ambiental en este se presentan fallas en el manejo de estos desechos ya que no son reciclados ni reutilizados.

Según el estudio realizado por García. (2018) “Sistema de reciclaje de textiles post-consumo para el desarrollo de productos de economía circular en la ciudad de Bogotá, D.C.” la

gran industria de los textiles y la moda se caracteriza principalmente por tener unos ciclos de vida bastante cortos y un elevado valor de los productos lo que lo hace un sector atractivo de inversión. El textil presenta una elevada huella ambiental la cual se concentra principalmente en las etapas de producción y obtención de materias primas, sumado a esto el consumidor cumple un factor importante ya que la tendencia de la moda y a nuevos cambios de estilo en la sociedad conlleva a aumentar la huella ambiental y finalmente los desechos de estos productos que es dónde radica el problema. Los textiles representan el cuarto espacio con mayor impacto ambiental por debajo de la alimentación, el transporte y los edificios. Por 1 kilogramo de tejido textil producido se consume alrededor de 0.6 kg de petróleo y se generan emisiones de 2 kg de Co₂ a la atmosfera. La oficina de reciclaje internacional (BIR) Demostró que gracias a la reutilización de material reciclado en procesos o ciclos de producción se produce una disminución significativa de las emisiones de Co₂ en comparación con la producción con materiales vírgenes ya que, si se recolecta 1kg de ropa utilizada, se pueden reducir 3,6 kg de emisiones de CO₂ y 6000 litros de consumo de agua, es por esto por lo que se requiere una solución técnica y económicamente viable para la reutilización de los residuos textiles post-consumo.

Según el artículo realizado por García, (2016), “Estudio de los usos del almidón en la construcción” El almidón es uno de los productos procedentes de las plantas más importantes para el hombre, además, la fotosíntesis genera anualmente 2850 millones de toneladas de almidón aproximadamente, las cuales proceden principalmente en forma de cereales y en una menor proporción de tubérculos y raíces, de estos, aproximadamente se extraen 60 millones de toneladas de almidón, de las cuales el 60% se utiliza en alimentación y el 40% en industrias no alimentarias. Hoy en día los almidones también se utilizan con fines industriales como aditivo en el cemento para mejorar el tiempo de curado; para mejorar la viscosidad en los lodos de perforación en los

pozos de petróleo para sellar los poros de las paredes; en la fabricación de papel; en los enlucidos de yeso y en los tableros tipo Pladur. Debido a la naturaleza de los almidones estos presentan un gran potencial para remplazar los materiales poliméricos sintéticos, principalmente con fines medioambientales. En los tableros de partículas se utilizan como sustituto de los aglutinantes como la urea-formaldehído, el fenol-formaldehído y otros derivados del petróleo. En el sector de la construcción los almidones se utilizan como aditivos en el cemento para las columnas, muros de contención entre otros y el yeso se utiliza como adhesivos en la fabricación de tableros de partículas. Así también los almidones se utilizan en la elaboración de placas de yeso tipo pladur, en los morteros de yeso, placas de escayola y en los tableros de yeso, también son empleados en los sistemas de montaje en seco de paredes de Drywall. Finalmente, resaltamos de al artículo realizado por García (2016) que los almidones se utilizan como adhesivos para aglutinar las partículas en la formación de tableros de partículas con la finalidad de sustituir las resinas que contiene el formaldehído.

Según el estudio realizado por Vergara, (2018), “Evaluación de la adhesión de un pegante realizado con almidón nativo de yuca (*Manihot sculenta crantz*) variedad m-tai” El almidón es un polímero natural que presenta ventajas sobre algunos otros materiales empleados en la industria, ya que este proviene de reservas naturales, es renovable y biodegradable. En el sector industrial el almidón de yuca se utiliza principalmente en la producción de papel, la preparación de pegantes, la perforación de pozos petroleros y la elaboración de dinamita, así como en la industria textil y de alimentos preparados. Los almidones más usados son los obtenidos a partir de la yuca y la papa. Sin embargo, el almidón de yuca tiene algunas ventajas sobre el almidón de papa que se confieren a los adhesivos, ya que el almidón de yuca presenta una mayor viscosidad y estabilidad, mayor maleabilidad para trabajar, olor y sabor neutros y posibilidad de ser combinados fácilmente con

emulsiones sintéticas a diferencia del almidón de papa, sumado a esto el almidón de yuca presenta una mayor resistencia a la tracción a diferencia del almidón de papa. Finalmente, Las uniones papel-papel, cartón-cartón y papel-vidrio, realizadas con los pegamentos hechos con 40 %-2 %, 40 %-0 % y 50 %-0 % p/v-p/p de almidón de yuca y NaOH, respectivamente, tuvieron mayor fuerza de adhesión, respectivamente el pegamento realizado a base de almidón de yuca presentó mejores características de adhesividad y de durabilidad en las uniones realizadas con los sustratos de papel-papel y papel-vidrio.

IV. MARCO DE REFERENCIA.

4.1 Marco teórico.

La industria textil se ubica como la segunda más contaminante a nivel mundial. Esta situación se debe a que su desarrollo implica una extensa cadena de producción y consumo de suministros que abarca desde la extracción de materia prima, pasando por la fabricación de textiles, procesos de tintorería, hasta la construcción final de prendas de vestir. Además, para la fabricación de productos textiles se requiere un proceso de extracción de materia prima, ya sea de origen sintético o natural (Cabello, A., 2019).

En el informe de la Fundación Ellen MacArthur titulado "Una Nueva Economía Textil: Rediseñar la Moda del Futuro", se afirma que, en la industria textil, aproximadamente el 97% de la materia prima utilizada es virgen. De este porcentaje, el 26% corresponde al algodón, el 63% al plástico y el 11% restante se relaciona con otros materiales. Además, de los 53 millones de toneladas de fibra producida anualmente, solo el 12% se pierde durante el proceso de producción, mientras que un 73% termina en vertederos, rellenos sanitarios o se incinera después de su uso.

Por otro lado, en Colombia, aproximadamente el 95% de los residuos generados por la industria textil terminan en rellenos sanitarios, plantas de incineración, cuerpos de agua, suelo y vertederos a cielo abierto, debido a la inadecuada disposición de estos residuos (Castro Pérez, 2018). En el país, existe una sólida industria textil y de confecciones, concentrándose principalmente en las principales ciudades como Cali, Bogotá y Medellín, donde se encuentran numerosas fábricas y empresas dedicadas a esta actividad (Caicedo, 2021). Esta concentración geográfica conlleva al aumento en la generación de residuos textiles. Es importante destacar que la industria textil genera residuos considerados como RESPEL (Residuos Peligrosos) debido a su calidad, volumen y magnitud, lo que los hace potencialmente peligrosos y requiere un manejo especial para su disposición (Quintero, 2022).

Finalmente, el aprovechamiento y transformación de los residuos textiles ofrecen numerosos beneficios y ventajas. Estos incluyen la reducción de la demanda de nuevos recursos naturales, la disminución de la contaminación asociada con la producción convencional de textiles, la mitigación del impacto ambiental de los residuos textiles y la generación de oportunidades económicas a través de la creación de nuevos mercados y empleos relacionados con la economía circular.

En Colombia, al igual que en otros países, existen empresas dedicadas al reciclaje textil, como Nuth-Ecohilandes, una empresa ubicada en el departamento de Antioquia. Esta empresa se especializa en la reutilización de sobrantes de confección, combinados con botellas PET de posconsumo, lo que conduce a la generación de nuevos productos textiles de carácter sostenible, como hamacas, ropa, elementos de decoración para el hogar y bolsas de tela (Orozco Mazo, A., 2022).

4.2 Marco Conceptual.

- **Residuo textil:**

La Agencia de Residuos de Cataluña (2015) define los residuos textiles como el procedente de la ropa, calzado u otro material textil como lencería, bolsas, paños entre otros que una vez utilizados durante un periodo de tiempo determinado se convierte en un residuo. Por otro lado, en estos se incluye los excedentes de la industria textil o de cualquier industria que utilice tejido textil o hilos en su proceso productivo. En menor proporción también existe el residuo procedente del pre-consumo, es decir, prendas de ropa que se convierten en residuos sin haber sido utilizadas por los consumidores.

- **Gestión de residuos textiles:**

La gestión de residuos textiles se refiere al conjunto de acciones y estrategias destinadas a abordar de manera eficiente los residuos generados por la industria textil y el consumo de prendas de vestir. El objetivo principal de la gestión de residuos textiles es minimizar el impacto ambiental y social asociado con la acumulación y disposición inadecuada de estos materiales.

- Las acciones de gestión de residuos textiles pueden incluir:
- Reducción de residuos: Fomentar prácticas sostenibles en la producción y consumo de textiles para reducir la cantidad de desechos generados.
- Reutilización: Promover el reuso de prendas de vestir a través de donaciones, intercambios, tiendas de segunda mano u otras iniciativas.
- Reciclaje: Facilitar la recolección y reciclaje de textiles para obtener nuevas materias primas o productos.
- Valorización energética: Utilizar residuos textiles como fuente de energía mediante la incineración controlada.

- Educación y concientización: Informar a la población sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos textiles y fomentar prácticas responsables.

- **Aglomerante:**

Los aglomerantes o aglutinantes son los elementos que sirven para unir o pegar ladrillos o mamposterías en las construcciones, mediante reacciones químicas en presencia de agua y aire. Los de más uso son la cal grasa, la cal hidratada o cal hidra y el cemento. Dado el gran número de viviendas a base de ladrillo construido en nuestro país, es importante conocer las propiedades de estos aglomerantes y de los materiales que unen o protegen. (Plazola y Plazola, 1976)

- **Yeso:**

Es un aglomerante aéreo cuyo mineral esencial es el sulfato cálcico semihidratado, obtenido por deshidratación parcial de la roca natural denominada yeso natural, que fragua y endurece por hidratación al recuperar el agua que perdió en la cocción. El yeso como adherente es poco utilizado por su baja resistencia tanto a acciones mecánicas como químicas, además su tiempo de fraguado es muy rápido. El yeso grueso de construcción se utiliza como pasta de agarre en la ejecución de tabicados, en revestimientos interiores y como aglomerante auxiliar en obra. El yeso fino de construcción para enlucidos, blanqueos sobre revestimientos interiores. (Crespo. E. 2013).

- **Tela Tipo Poliestireno:**

El poliéster es un material sintético proveniente del petróleo. El cual por su polimerización se obtiene fibras con las cuales se pueden producir prendas de vestir, bolsos, maletas, entre otros artículos. Al ser una tela sintética mantiene más tiempo las propiedades de durabilidad ya que no se deforma, su ligereza la hacen cómoda para usar en climas cálidos, pose resistencia a las manchas y el moho, lo que nos indica que puede ser expuesta a condiciones de humedad, es muy resistente ala abrasión esto quiere decir que no se desgasta fácilmente, pero al mismo tiempo el poliestireno es

altamente inflamable por lo que es recomendable que al usarlo en uso de construcción de paneles es oportuno utilizar recubrimientos ignífugos o retardantes de llamas para evitar que incendios de grandes magnitudes.

- **Tela Tipo Algodón:**

Las telas tipo algodón son aquellas que se asemejan en apariencia y sensación al algodón, pero que pueden estar hechas de otras fibras o mezclas de fibras. A menudo, se diseñan para combinar las características deseables del algodón, como la suavidad y la transpirabilidad, con las ventajas de otras fibras, como la durabilidad o la resistencia a las arrugas, pero su resistencia a altas temperaturas es mala por lo que al usar en los paneles se debe usar un recubrimiento ignífugo para evitar propagación de fuego.

- **Cascaras de Yuca:**

Las cáscaras de yuca, que son la capa exterior de la raíz de yuca, a menudo se descartan después de pelar la yuca para su consumo, pero también pueden tener usos alternativos y beneficiosos, por esta razón la vamos a utilizar para obtener el bioaglomerante para los paneles.

- **Recubrimiento Ignífugo:**

Se utiliza para reducir la inflamabilidad y propagación de fuego en materiales y superficies, en este caso se va a utilizar en los paneles de residuos textiles para mejorar la resistencia al fuego y cumplir con las normas contra incendios; ya que como va a ser un producto para la construcción estos deben cumplir este tipo de normativas.

- **Bioaglomerante de cascaras de yuca:**

El bioaglomerante de cáscaras de yuca es un material que se obtiene a partir de las cáscaras de yuca que se utiliza en diversas aplicaciones industriales y de construcción. Este tipo de bioaglomerante se puede utilizar como material adhesivo, además es amigable con el medio ambiente

ya que este tipo de adhesivo es una alternativa más ecológica y sostenible a los adhesivos químicos convencionales. (Andrade, 2014).

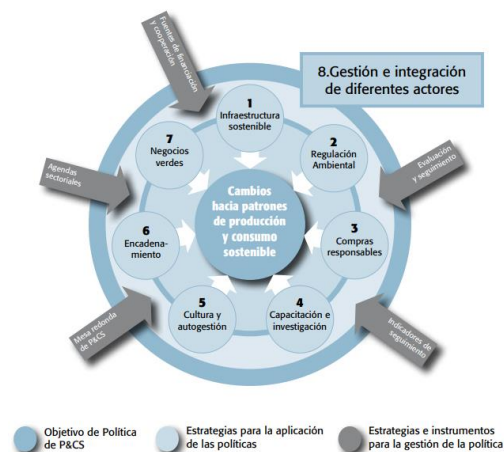
4.3 Marco Legal.

- **Política nacional de producción y consumo sostenible.**

La política de producción y consumo sostenible, implementada en el año 2010, tiene como objetivo cambiar los patrones de producción y consumo insostenibles, contribuir a la reducción de la contaminación y promover un uso más eficiente de los recursos naturales de manera sostenible.

En el desarrollo de esta política, se han implementado ocho estrategias y líneas de acción interrelacionadas y complementarias para transformar los sistemas de producción actuales hacia un enfoque más sostenible. Estas estrategias se presentan a continuación en la siguiente imagen

Imagen 1. Estrategias de Política de producción y consumo sostenible



Fuente: Política de producción y consumo sostenible, 2010.

Con un enfoque principal en la estrategia número 1, que se centra en la "Infraestructura sostenible", las acciones relacionadas con esta estrategia están dirigidas al diseño de proyectos de infraestructura a gran escala que influyan positivamente en el fomento del consumo sostenible

dentro de una comunidad significativa. Esto incluye el desarrollo de sistemas para la gestión y aprovechamiento de residuos a nivel regional, entre otras iniciativas.

- **Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos**

La política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, implementada en 2016, tiene como objetivo fundamental establecer la gestión integral de residuos sólidos como una política de interés nacional, abordando aspectos sociales, económicos, ambientales y sanitarios. Esto se realiza con el propósito de contribuir al fomento de la economía circular, al desarrollo sostenible y a las estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático.

Esta política busca promover la educación y cultura ciudadana en la gestión integral de los residuos, así como también generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promuevan la eficiencia en la gestión integral de los residuos sólidos. Esta política nacional tiene un horizonte al año 2030 ya que se plantea 3 metas y etapas a lograr para el año 2023 ; para la primera meta a 3 añoses contar con el plan en ejecución y su etapa es erradicar las formas inadecuadas de disposición final, la segunda etapa denominada Colombia comprometida con el aprovechamiento inclusivo la cual tiene una meta a 7 años y es lograr que el 30% de los residuos generados sean aprovechados efectivamente por personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento.

La tercera y última etapa de esta política se enfoca en el tratamiento y valorización de los residuos sólidos, presentando una solución con dimensiones ambientales, empresariales y sociales. Esta etapa establece una meta a ser alcanzada 14 años después de la implementación de la política, que consiste en lograr al menos tres experiencias exitosas en el país.

La política para la gestión integral de residuos sólidos se estructura en cuatro ejes estratégicos. El primero de ellos busca la adopción de medidas para prevenir la generación de residuos sólidos. El segundo eje estratégico tiene como objetivo minimizar la cantidad de residuos sólidos que llegan a los sitios de disposición final. La tercera estrategia promueve la reutilización, el aprovechamiento y el tratamiento de los residuos sólidos. Por último, la cuarta estrategia de la política se centra en evitar la generación de gases de efecto invernadero. Por tanto, es de vital importancia implementar técnicas que contribuyan a prevenir y reducir la cantidad de residuos generados, al mismo tiempo que fomentan su aprovechamiento.

- **ISO 8336 de 2017**

Chapas planas de fibrocemento — Especificaciones de producto y métodos de ensayo. Establece los métodos para la inspección y ensayos de las planchas planas de fibrocemento, así como las condiciones de aceptación para su uso en uno o más de las siguientes aplicaciones: - acabados de pared externa y techos; - acabados de pared interna y techos; - planchas para uso interno y externo.

- **NTC 4373**

Ingeniería Civil y Arquitectura Placas planas de fibro-cemento, la norma NTC 4373 tiene como referencia la norma ISO 8336.

- **NTC 5039**

Método de ensayo estándar para medición de aislamiento de sonido transmitido por el aire de edificios.

V. METODOLOGÍA Y MATERIALES.

5.1 FASE 1: INVESTIGACIÓN DE FUENTES BIBLIOGRAFICAS

En esta fase, se llevó a cabo una búsqueda de información crucial con relación a las estrategias empleadas a nivel global y nacional para abordar la generación de residuos textiles, con el propósito de identificar enfoques que pudieran mitigar los impactos ambientales generados por estos residuos. Los resultados de esta investigación revelaron que tanto a nivel nacional como internacional se estaban desarrollando diversas iniciativas para reutilizar y reintroducir estos residuos en el ciclo productivo.

A nivel nacional, se observó la creación de diversos productos a partir de la reutilización y recirculación de residuos textiles, tales como camisas, componentes para la fabricación de traperos y paneles destinados a diversos usos. Por otro lado, a nivel internacional, se identificó que en varios países de Europa se estaban empleando estos residuos en la creación de diseños de interiores.

Además de este enfoque, se llevó a cabo una búsqueda de las normativas y políticas utilizadas en Colombia para la gestión de residuos textiles. Este análisis tenía como objetivo comprender cómo se caracterizan estos residuos en el momento de su disposición final. Se pudo observar que, a nivel nacional, el manejo de los residuos textiles generalmente se rige por las directrices establecidas en la Ley 1259 de 2008, que incluyen la separación en la fuente y la promoción de la economía circular.

5.2 FASE 2: CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOS DEL PANEL DE RESIDUOS TEXTILES DE POLIÉSTER Y ALGODÓN, Y ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL BIOAGLOMERANTE.

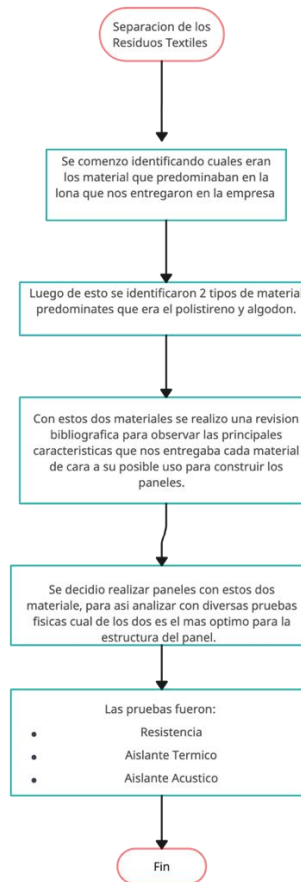
Considerando lo mencionado anteriormente, se planteó la idea de utilizar los residuos textiles para la fabricación de paneles con propiedades similares al drywall. Esto permitiría darles

un segundo uso y evitar su acumulación en las fábricas. Con este propósito, se estableció contacto con una empresa especializada en estampados y diseños que generaba una gran cantidad de residuos textiles. La empresa se mostró dispuesta a donar dichos residuos para la creación de los paneles.

Además, se consideró la posibilidad de fabricar un bioaglomerante como agente aglutinante, utilizando cáscaras de yuca. Esta elección se debió a que las cáscaras de yuca se consideran un problema relacionado con la generación de residuos. Por otra parte, este material es de bajo costo y se encuentra fácilmente disponible en plazas de mercado y empresas dedicadas a alimentos congelados.

Una vez que se obtuvieron los materiales necesarios para la construcción de los paneles, se procedió a separar los residuos textiles en categorías, centrándose en algodón, poliéster y otros tipos de textiles. Esta selección se basó en la indicación de la empresa de que estos dos materiales eran los principales generados en su proceso de trabajo. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica para analizar las propiedades de cada material en el contexto de la fabricación de paneles tipo drywall. Como resultado, se decidió diseñar y construir un panel con cada uno de los materiales con el fin de comparar sus características y determinar cuál de los dos sería más óptimo para la estructura del panel

Ilustración 1. Separación Residuos Textiles



Fuente: Autores

Luego de esto se comenzó con la fabricación del bioaglomerante en los laboratorios de la Universidad de La Salle, en el cual se utilizaron materiales como:

- Almidón de yuca.
- Agua Destilada.
- Plancha de Calentamiento y Agitación.
- Balanza
- Vaso precipitado
- Termómetro de Mercurio.

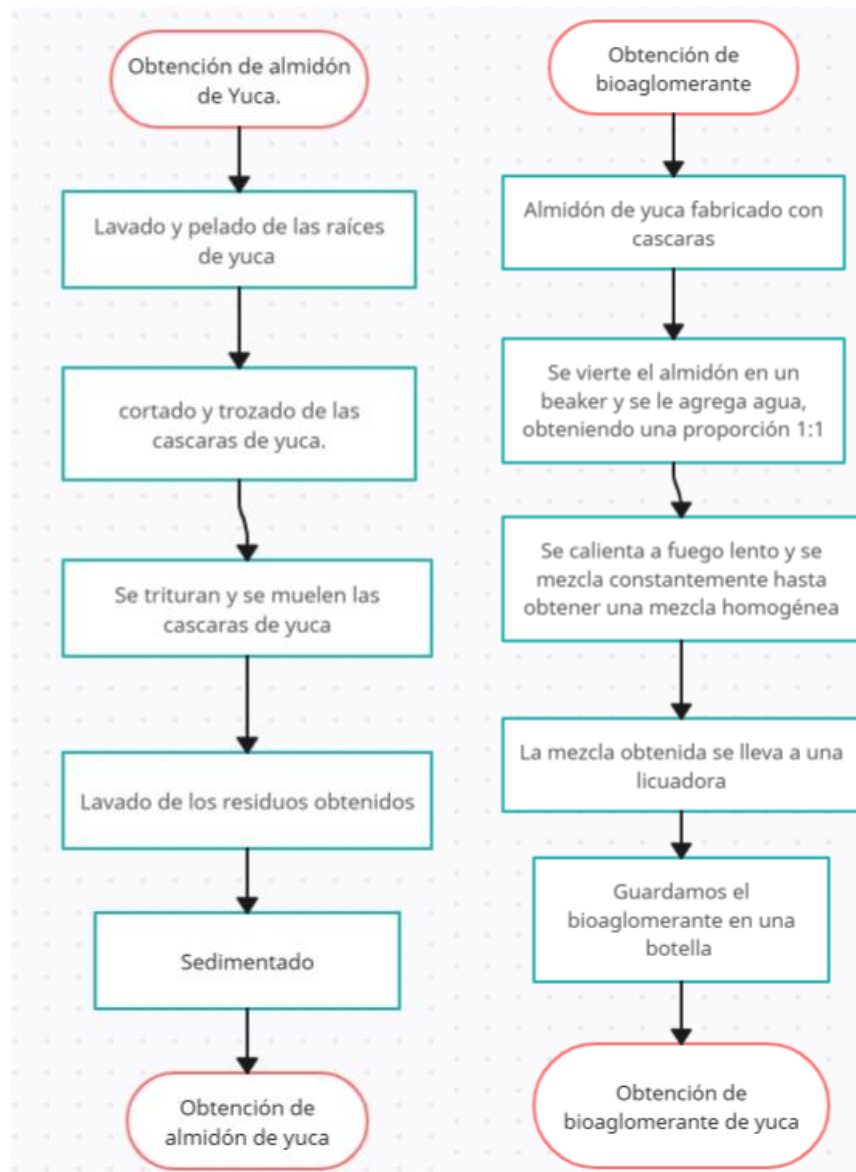
Imagen 2. Bioaglomerante



Fuente: Autores.

La decisión de elaborar este bioaglomerante se basa en que los aglomerantes biodegradables, como los elaborados a partir de cáscaras de yuca y otros materiales orgánicos, encuentran aplicaciones diversas en el ámbito de la construcción y la fabricación. Estos aglomerantes pueden utilizarse en la creación de paneles de construcción, materiales de embalaje, adhesivos y diversas aplicaciones más. Además de sus ventajas ambientales, la utilización de bioaglomerantes puede tener un impacto positivo en términos económicos al abrir nuevas oportunidades de negocio y empleo.

Ilustración 2. Obtención de Materia Prima Bioaglomerante



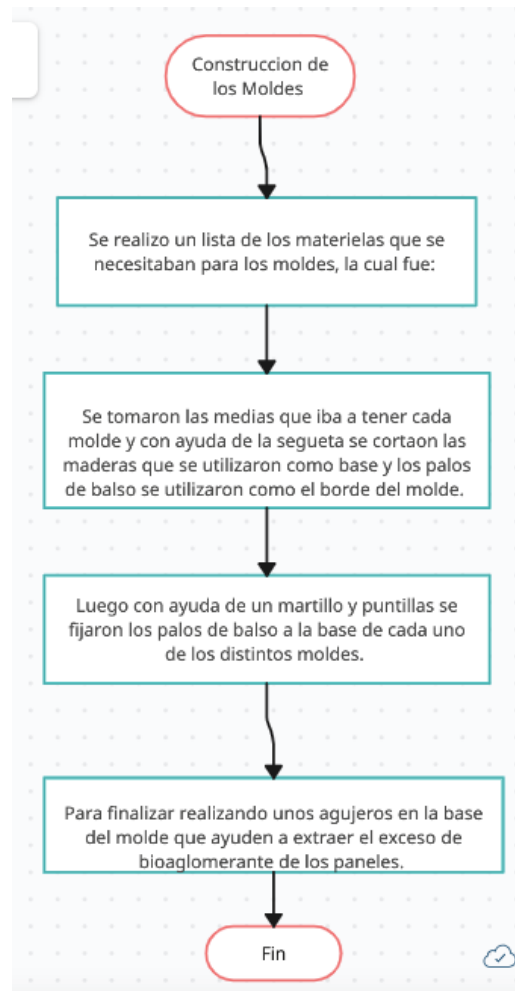
Fuente Autores

Seguido a la fabricación del bioaglomerante se inició con el proceso de construcción de los moldes que se utilizaron para elaborar los paneles de algodón y poliéster, en los cuales se utilizaron diversos materiales como fueron:

- Madera de trípex y aglomerante chapado

- Puntillas
- Palos de Balso
- Taladro
- Martillo
- Segueta
- Metro

Ilustración 3. Construcción de Moldes.



Fuente: Autores.

Los moldes se confeccionaron con unas dimensiones de 20 cm x 30 cm, de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por el laboratorio de materiales de la Universidad de la Salle. Estas dimensiones se seleccionaron con el propósito de llevar a cabo la prueba de resistencia en la máquina de pruebas universal. Además, se emplearon dimensiones de 20 cm x 20 cm para las pruebas térmicas y acústicas.

Imagen 3. Construcción moldes



Fuente: Autores.

Los paneles de poliéster y algodón se construyeron utilizando las telas previamente seleccionadas. En primer lugar, se procedió al corte de tiras de 1 metro de longitud y 5 centímetros de ancho. Posteriormente, estas tiras se dividieron en cuadrados de 5 x 5 cm para poder disponerlas de manera uniforme en los moldes previamente contruidos.

Una vez que se obtuvo una capa que cubría por completo el molde, se aplicó una capa de bioaglomerante, la cual se distribuyó de manera uniforme en toda la superficie de tela mediante el uso de una brocha. A continuación, se aplicó otra capa de tela, seguida de una capa adicional de bioaglomerante. Este proceso se repitió hasta alcanzar el borde del molde. Luego, con la ayuda de una madera tríples, se aplicó presión sobre la tela con bioaglomerante para eliminar el exceso de este último y dejarla con un espesor de 4 mm.

Imagen 4. Moldes con Tela.



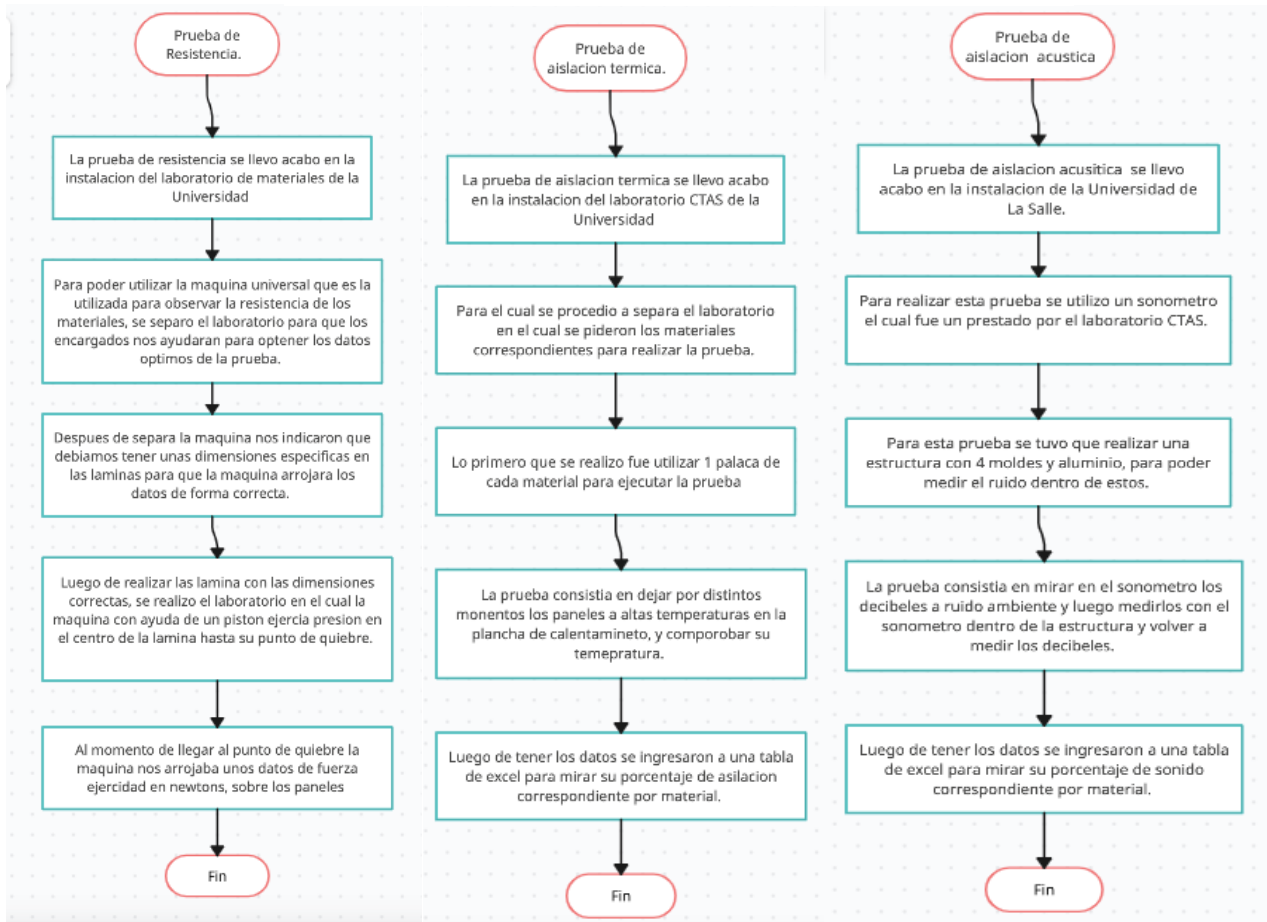
Fuente: Autores

Después de este paso, se procedió a dejar el panel secando al aire en la terraza durante 10 horas, y posteriormente se introducía en un horno para completar el proceso de secado por completo. Finalmente, tras comprobar que el panel estaba completamente seco, se retiraba del molde y se dejaba enfriar para que adquiriera su dureza final, tal como se muestra en la imagen.

Este procedimiento se aplicó a todas las láminas construidas por los autores. Luego de completar este proceso, se llevaron a cabo las pruebas mencionadas anteriormente. Cabe mencionar que se utilizaron los siguientes materiales a lo largo de este procedimiento:

- Máquina Universal (Prensa Mecánica)
- Plancha de Calentamiento
- Termómetro
- Sonómetro

Ilustración 4. Diagramas de flujo Pruebas Físicas



Fuente: Autores

Estas pruebas se llevaron a cabo con el propósito de comparar los dos tipos de paneles fabricados y determinar cuál de ellos arrojaba mejores resultados. Además, se buscaba contrastar estos resultados con la información proporcionada en la ficha técnica del drywall tradicional. En este contexto, se realizó una investigación de las normativas que regulan los paneles de drywall a nivel nacional, con el fin de utilizarlas como punto de referencia en la comparación entre el producto con residuos textiles y las placas de yeso convencionales.

Imagen 5. Pruebas Físicas

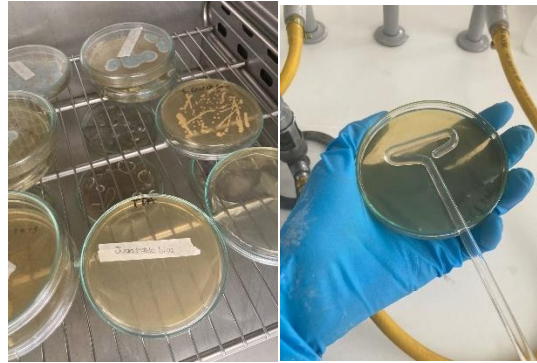


Fuente: Autores

Posteriormente se realizó una prueba microbiológica al bioaglomerante para evaluar la posibilidad de un crecimiento de hongos a largo plazo, dado que este producto se elaboró a partir de residuos de alimentos. La prueba se llevó a cabo en los laboratorios de biología de la Universidad de La Salle, utilizando los siguientes materiales

- Mecheros
- Microscopio
- Placas Petri
- Medios de Cultivo PDA
- Pipetas
- Azas
- Incubadora
- Azul de Lactofenol
- Tinta China
- Agar PDA

Imagen 6. Pruebas Hongos



Fuente: Autores.

5.3 FASE 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE COSTOS.

Para llevar a cabo la evaluación económica del panel construido a partir de residuos textiles, se procedió inicialmente a identificar y comparar cada uno de los productos en cuestión, que eran el panel de drywall tradicional y el panel elaborado con residuos textiles. Este proceso se basó en la observación de sus características físicas, como su composición, tamaño y espesor. Además, se evaluó la aplicabilidad del panel de residuos textiles en el contexto de la construcción.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de los costos asociados a la adquisición de cada uno de los paneles, incluyendo la identificación del costo por unidad del material, los gastos adicionales relacionados con su instalación, la vida útil después del montaje y los beneficios que cada panel aporta, los cuales contribuyen a aumentar su valor económico.

VI. RESULTADOS.

6.1 FASE 2: CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOS DEL PANEL DE RESIDUOS TEXTILES DE POLIESTER Y ALGODÓN, Y ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL BIOAGLOMERANTE.

En la fase 2 del proyecto se realizaron 3 pruebas en los paneles de residuos textiles y 1 prueba en el bioaglomerante, estas fueron: Resistencia, aislante acústico, aislante térmico y hongos en el bioaglomerante.

En la prueba de resistencia, se recopilaron datos utilizando una prensa mecánica que aplicaba la fuerza necesaria para llevar los paneles al punto de quiebre. En esta prensa, se realizaron dos pruebas con cada molde. La primera prueba se llevó a cabo sin ninguna base debajo del panel, pero los resultados no se obtuvieron de manera precisa. Esto se debió a que cuando el pistón ejercía fuerza sobre la lámina, esta se flexionaba, impidiendo que la máquina registrara los datos de manera correcta.

Por lo tanto, se decidió utilizar una base de madera para mantener la lámina en posición recta y evitar que se flexionara, permitiendo a la máquina llevar la lámina hasta su punto de quiebre. La primera prueba realizada de esta manera fue con la lámina de algodón, que resistió una fuerza de 3483 Newtons, como se muestra en la tabla 1. Esto significa que el panel puede soportar aproximadamente el peso de dos adultos, cada uno con un peso de 80 kg.

La lámina de algodón resistió esta fuerza gracias a su compactación y la unión con el bioaglomerante, lo que mejoró su resistencia al proporcionar una matriz que unió y reforzó las fibras de algodón. Además, contribuyó a aumentar la cohesión, reduciendo la tensión directamente aplicada a la lámina y evitando su colapso o deformación bajo presión

Imagen 7. Prueba de Resistencia.



Fuente: Autores.

A continuación, se procedió a llevar a cabo la prueba con la lámina de poliéster, siguiendo el mismo procedimiento que se empleó con la lámina de algodón. En esta ocasión, el pistón ejerció una fuerza de 2946 Newtons, lo que significa que el panel puede soportar aproximadamente el peso de un adulto de 60 kg y un niño de 30 kg.

Es evidente que la fuerza que esta lámina de poliéster pudo resistir fue inferior, y esto podría atribuirse a varios factores. Uno de ellos podría ser que la lámina de poliéster no quedó igual de compacta que la de algodón ya que, durante el proceso de secado, el poliéster comenzó a arrugarse y no se adhirió de manera tan sólida entre sus fibras como lo hizo la lámina de algodón. Esto se debe a una característica del poliéster que lo hace menos resistente a altas temperaturas sostenidas en comparación con el algodón.

Además, se observó que el material de poliéster presentó dificultades para adherirse correctamente al bioaglomerante, lo que llevó a la aplicación de una mayor cantidad de este material. Esto podría haber sido otro factor que influyó en la resistencia del panel. En resumen, en la prueba de resistencia se evidenció que el panel de algodón es capaz de soportar una mayor fuerza ejercida sobre él en comparación con el panel de poliéster.

Tabla 1. Resistencia Paneles

Pruebas	Panel de Poliéster.	Panel de Algodón.
Resistencia	2946 newtons	3483 newtons

Fuente: Autores

En la prueba de aislamiento térmico, se registraron los datos mediante un termómetro digital y una plancha de calentamiento, como se detalla en la tabla 2. Además, en la tabla se pueden encontrar los tiempos de exposición de los paneles y las temperaturas a las que se sometieron, teniendo especial precaución de no superar las temperaturas que llevarían a su punto de ignición.

Tabla 2. Prueba Aislante Térmico

Ensayos comportamiento térmico (Paneles de algodón y polyester)						
Tiempo de exposición (min)	Panel 1 algodón			Panel 2 polyester		
	Temperatura Panel (°C)	Temperatura plancha (°C)	Porcentaje de aislamiento (%)	Temperatura Panel (°C)	Temperatura plancha (°C)	Porcentaje de aislamiento (%)
0	20,0	181,0	88,95	20,0	180,0	88,89
5	92,0	183,0	49,73	103,0	190,0	45,79
10	107,0	185,0	42,16	112,0	200,0	44,00
20	115,0	189,0	39,15	122,0	210,0	41,90
		Punto de ignición 255°C	54,99		Punto ignición 300°C	55,14

Fuente: Autores

Con el propósito de evaluar el comportamiento térmico del panel de algodón, se llevaron a cabo pruebas con cuatro conjuntos diferentes de tiempos de exposición y temperaturas. Las temperaturas se seleccionaron considerando su proximidad al punto de ignición del material. Se observó que la temperatura del panel aumentaba gradualmente en función del tiempo de exposición. Como se aprecia en la tabla, el porcentaje de aislamiento térmico disminuía a medida que el panel estaba expuesto al calor de la plancha.

Esta disminución se debe a que el panel ofrece resistencia al flujo de calor, lo que implica que el calor se acumula en su interior. Cuanto más tiempo permanece en contacto con la plancha caliente, más calor acumula. Con el tiempo, la temperatura de la placa de algodón se equilibra con la de la plancha, lo que resulta en una disminución del porcentaje de aislamiento térmico. Llegó a un mínimo del 39.15% de aislamiento térmico después de 20 minutos de exposición, con una temperatura máxima de 189.0 °C.

En lo que respecta al panel de poliéster, se determinó que era necesario aumentar la temperatura de la plancha, dado que el punto de ignición de este material era mayor. Esto condujo a la evaluación de temperaturas desde 180 °C hasta 210 °C. Al aplicar la ecuación del porcentaje de aislamiento, se observó que, en su temperatura máxima de exposición, el panel de poliéster lograba un porcentaje de aislamiento de 41.9%. Este material demostró un mejor rendimiento en términos de aislamiento térmico en comparación con el algodón, debido a la capacidad del poliéster como polímero termoplástico para soportar temperaturas más elevadas antes de sufrir deformación o degradación. En consecuencia, los paneles de poliéster presentan una ventaja inherente en términos de resistencia térmica respecto al algodón

Ecuación 1. Temperatura Final

$$\left(100 - \left(\frac{\text{Temperatura panel} * 100}{\text{Temperatura plancha}}\right)\right)$$

Fuente: Autores.

Posteriormente, se procedió a realizar la prueba de aislamiento acústico, utilizando un sonómetro para obtener los datos en unidades de decibeles. La primera prueba se llevó a cabo con

el panel de algodón, tomando 5 muestras como se muestra en la tabla 2. Con esta información, se calculó un promedio de sonido para evaluar el nivel de aislamiento proporcionado por la estructura construida con los paneles.

Los resultados obtenidos indicaron un promedio de 52.03 dB. Esto sugiere que el panel de algodón, junto con el bioaglomerante, forma un material eficaz para la absorción del sonido en lugar de reflejarlo. Además, esta combinación puede contribuir a reducir la transmisión del sonido a través de las paredes u otras superficies a las que se aplique. Esto se debe a su capacidad para absorber una parte del sonido antes de que se propague a otras áreas.

Tabla 3. Resultados Prueba Aislante Acústico.

Resultado ensayos comportamiento acústico para paneles con retazos de algodón.						
Sección/Toma	1	2	3	4	5	Sonido promedio
Hueco	49,70 dB	50,20 dB	58,20 dB	48,30 dB	53,74 dB	52,03 dB
Resultado ensayos comportamiento acústico para paneles con retazos de polyester.						
Sección/Toma	1	2	3	4	5	Sonido promedio
Hueco	92,10 dB	104,10 dB	93,00 dB	92,80 dB	93,30 dB	95,06 dB

Fuente: Autores.

Imagen 8. Prueba Aislante Acústico.



Fuente: Autores.

Por otro lado, el panel de poliéster, sometido a la misma prueba con las mismas condiciones de sonido ambiente, no logró aislar el sonido de la misma manera. Su promedio de sonido dentro de la caja fue de 95.05 dB. Esto indica que el algodón actúa como un aislante acústico más efectivo. Esto se debe a su porosidad, que le permite absorber el sonido con mayor eficacia, permitiendo que las ondas penetren en el material y se disipen en forma de calor.

Además, la densidad superficial del algodón es significativamente mayor que la del poliéster, lo que mejora su capacidad para absorber las ondas sonoras. El algodón también tiende a ser más pesado y menos rígido que el poliéster, lo que contribuye a su capacidad para reducir la transmisión del sonido a través de las superficies, un aspecto importante en el aislamiento acústico.

Ecuación 2. Porcentaje Aislamiento Acústico

$$\sum \text{Datos Obtenidos} / 5$$

Fuente: Autores.

Se realizó una siembra de 1 ml del bioaglomerante de yuca en agar PDA, luego de 5 días de estar encubado se sacó de la incubadora y se observó que no hubo crecimiento de ningún tipo de hongo.

6.2 FASE 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE COSTOS.

La evaluación económica de los paneles de residuos textiles con respecto a la drywall tradicional, se realizó comparando 3 aspectos importantes de cada uno de ellos. Estos fueron su costo en el mercado, sus dimensiones y el peso de este mismo; con esta información se realizó una comparación de costos.

Tabla 4. Costos Materiales Panel.

Molde	\$ 120.000
Residuos Textiles	\$ -
Bioaglomerante	\$ 20.000
Otros	\$ 15.000
Total	\$ 155.000

Fuente: Autores

Al analizar los costos de producción del panel fabricado a partir de residuos textiles, se consideraron los gastos relacionados con la adquisición de los materiales necesarios para construir los moldes, los residuos textiles, los insumos requeridos para la fabricación del bioaglomerante y otros costos de producción. Esto sumó un costo total de \$155,000 pesos colombianos. Cabe destacar que los moldes se mantuvieron intactos y pueden seguir utilizándose para crear otros paneles en el futuro. Además, se produjeron 4 litros de bioaglomerante, suficientes para fabricar los paneles utilizados en las pruebas.

Es importante mencionar que los residuos textiles se obtuvieron sin costo alguno, ya que la empresa que los suministró tenía un excedente de estos materiales en su almacén, ocupando espacio sin un uso aparente. Por lo tanto, algunos de estos costos se consideran inversiones iniciales, lo que reduce los costos de producción para futuros paneles. Por lo tanto, se estableció un precio aproximado en el mercado de \$15,600 pesos colombianos.

En lo que respecta a los costos de mercado, se puede observar en la tabla 5 que, en comparación con el drywall tradicional, el panel de residuos textiles es más económico. En cuanto a las dimensiones, el material tradicional se vende en dimensiones más grandes que las utilizadas en la construcción del panel de residuos textiles. Sin embargo, dado que el panel de residuos textiles es más asequible, es posible adquirir dos de ellos para lograr dimensiones equivalentes a

las del panel tradicional. Estas dimensiones se eligieron con el fin de optimizar la resistencia del panel.

Tabla 5. Características de los Paneles

I. Evaluación Económica			
Drywall Tradicional		Drywall Residuos Textiles	
Costos Mercado	\$ 35.800	Costo	\$ 18.600
Dimensiones	4mm 2,44 x 1,22 m	Dimensiones	4 mm 1 x 1 m
Peso	14,87 kg	Peso	1,2 kg

Fuente: Autores

En lo que respecta al peso, es evidente que el drywall, compuesto principalmente de yeso, un material denso y pesado, tiende a ser más pesado en comparación con un panel de residuos textiles. Los paneles de residuos textiles, al basarse en materiales textiles, suelen ser mucho más ligeros en comparación con el yeso. Además, el uso del bioaglomerante es un factor relevante, ya que, al ser una sustancia orgánica, proporciona cohesión sin añadir peso adicional.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se realizó una comparación entre los materiales seleccionados para la construcción de los paneles y el drywall tradicional. Se utilizó la ficha técnica del drywall tradicional para contrastar los datos obtenidos por los autores en las pruebas realizadas en los paneles de algodón y poliéster. Los resultados se presentan en la tabla 6 a continuación:

Tabla 6. Comparación Paneles.

Comparación entre los paneles			
Pruebas	Panel de Drywall	Panel de Poliéster.	Panel de Algodón.
Resistencia	343 newtons	2946 newtons	3483 newtons
Aislante Térmico	32°C	55,14 °C	54,99 °C
Aislante Acústico	89,08 dB	95,06 dB	52,03 dB
Temperatura Max	150 °C	300 °C	255 °C

Fuente: Autores.

Al analizar la tabla, es evidente que los paneles de poliéster y algodón exhiben una mayor resistencia en términos de fuerza aplicada. En lo que respecta al aislamiento térmico, los paneles fabricados por los autores logran un mayor aislamiento de temperatura en comparación con el panel de drywall. Esto se debe a que la temperatura máxima de resistencia del yeso es inferior a la de los paneles de poliéster y algodón, lo que resulta en un menor rendimiento en términos de aislamiento térmico. Además, como aislante acústico, el panel de drywall tiene una capacidad limitada para atenuar el ruido externo, ya que los paneles de residuos textiles con bioaglomerante a menudo se diseñan teniendo en cuenta la aislación acústica, lo que puede conducir a soluciones más efectivas en términos de reducción del ruido.

Teniendo en cuenta estos aspectos, desde una perspectiva de evaluación económica, se puede concluir que a pesar de que los paneles de residuos textiles poseen un área menor en comparación con el panel de drywall, en términos de resistencia, aislamiento térmico y acústico, los paneles de residuos textiles superan al drywall tradicional. Además, su costo de producción y venta es considerablemente inferior al del drywall. Por lo tanto, desde una perspectiva de viabilidad económica, es factible competir con los paneles de drywall con los paneles de residuos textiles.

VII. CONCLUSIONES.

Requerimientos y Especificaciones Técnicas de los Paneles:

1. Se determinaron las especificaciones técnicas necesarias para la elaboración de los paneles de residuos textiles como altura del panel, grosor, ancho y materiales a utilizar. El proceso de fabricación requería el uso de moldes para dar forma a los paneles y asegurar la correcta distribución del bioaglomerante. La incorporación de una base de madera para evitar la flexión del material durante las pruebas de resistencia fue un ajuste clave. Esto aseguró que los paneles cumplieran con los requisitos de elaboración y mantuvieran una calidad consistente.

Propiedades Físicas y Mecánicas de los Paneles:

2. En las pruebas de resistencia, se observó que el panel de algodón exhibió una mayor capacidad para soportar fuerzas en comparación con el panel de poliéster. Esto se atribuye a la compactación y la unión eficaz del bioaglomerante en el panel de algodón, que fortaleció las fibras y mejoró su resistencia. En contraste, el panel de poliéster mostró una resistencia menor debido a la falta de compactación y adhesión sólida entre sus fibras. El panel de algodón resistió una fuerza de 3483 Newtons, equivalente al peso de dos adultos de 80 kg cada uno, mientras que el panel de poliéster resistió 2946 Newtons, aproximadamente el peso de un adulto de 60 kg y un niño de 30 kg.

Evaluación Económica en Comparación con Drywall Tradicional:

3. En la fase de evaluación económica, se compararon tres aspectos clave entre los paneles de residuos textiles y el drywall tradicional: costo en el mercado, dimensiones y peso. Los paneles de residuos textiles resultaron más económicos, a pesar de sus dimensiones más pequeñas. Dado su menor costo, era posible adquirir dos paneles de residuos textiles para lograr dimensiones equivalentes al panel de drywall. Además, los paneles de residuos textiles superaron al drywall en términos de resistencia, aislamiento térmico y acústico. A pesar de su menor tamaño, los paneles de residuos textiles se mostraron económicamente competitivos, lo que sugiere su viabilidad como alternativa al drywall tradicional en diversas aplicaciones.

VIII. PROPUESTAS PARA OTROS PROYECTOS.

Con el objetivo de mejorar futuros proyectos similares al realizado, es relevante considerar las siguientes recomendaciones:

1. Ampliar el espectro de residuos textiles a analizar para obtener una visión más completa sobre qué tipo de material podría resultar óptimo en la construcción de paneles de residuos textiles. Explorar diversas opciones permitirá identificar las características más adecuadas para este propósito.
2. Realizar pruebas con paneles de diferentes espesores con el fin de determinar si existen diferencias significativas en sus propiedades. Esto ayudará a identificar el espesor óptimo teniendo en cuenta factores como costos, resistencia y otras variables relevantes para el estudio.
3. Considerar el lijado de los paneles al final del proceso. Dado que los residuos textiles en combinación con el bioaglomerante y el proceso de secado pueden dejar una textura rugosa

en la superficie, el lijado puede suavizar la textura, proporcionando un resultado más agradable al tacto.

4. Aplicar un recubrimiento con pintura ignífuga en los paneles fabricados con residuos textiles. Dado que estos residuos textiles tienen un punto de ignición más bajo en comparación con otros materiales, la aplicación de una pintura ignífuga contribuirá a aumentar el punto de ignición y a reforzar la resistencia al fuego. Estas pinturas suelen estar compuestas principalmente por agua o bases acuosas, lo que proporciona una mayor resistencia al fuego en caso de emergencia.

Estas recomendaciones permitirán mejorar la calidad y la seguridad de los paneles de residuos textiles en proyectos futuros, así como explorar opciones más amplias de materiales y especificaciones para su producción.

IX. PRESUPUESTO FINAL.

Tabla 7. Presupuesto Final

PRESUPUESTO PROYECTO									
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	FINANCIACIÓN		CONTRAPARTIDA (\$)		SUBTOTAL	I.V.A.	TOTAL
			PROPIOS	EXTERNOS	DINERO	ESPECIE			
1	NOMINA								
1.1	Tutor de tesis		\$ 200.000,00			x			\$ 5.000.000
1.2	asesor		\$ 100.000,00			x			\$ 2.500.000
1.3	Tesista		\$ 50.000,00			x			\$ 1.250.000
1.4	Otros								
	SUBTOTAL NOMINA								\$ 8.750.000
2	MATERIALES E INSUMOS								
2.1	Guantes de Nitrilo	Cant. 20 pares	\$ 2.000,00			x			\$ 40.000
2.2	Cofias	Cant. 20	\$ 1.000,00			x			\$ 20.000
2.3	Overol	Cant. 2	\$ 80.000,00			x			\$ 160.000
2.4	Gafas de Protección	Cant. 2	\$ 10.000,00			x			\$ 20.000
2.5	Residuos Textiles	-----	-					\$ -	
2.6	Residuos Bioaglomerante	3 Kg de residuos	\$ 35.000,00			x		\$ 35.000	
2.7	Licencia Office	Cant. 2	-						
2.8	Molde	Cant. 8	\$ 10.000,00			x		\$ 80.000,00	
	SUBTOTAL MATERIALES E INSUMOS								\$ 355.000
3	EQUIPOS								
3.1	Portátil		\$ 3.000.000,00			x			\$ 6.000.000
3.2	Beaker		\$ 22.000,00			x			\$ 22.000
3.3	Mortero		\$ 50.000,00			x			\$ 50.000
3.4	Espátula		\$ 30.000,00			x			\$ 30.000
3.5	Embudo		\$ 40.000,00			x			\$ 40.000
3.6	Agitador Magnético		\$ 360.000,00			x			\$ 360.000
3.7	Sonómetro		\$ 150.000,00			x			\$ 150.000
	SUBTOTAL EQUIPOS								\$ 6.652.000
4	INFRAESTRUCTURA								
4.1	Laboratorio CTAS		\$ 650.000,00			x			\$ 650.000
4.2	Laboratorio de Materiales		\$ 948.480,00			x			\$ 948.480
	SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA								\$ 1.598.480
5	OTROS								
5.1	Viáticos		-						
5.2	Hotel		-						
5.3	Transporte		\$ 133.750,00			x		\$ 133.750,00	
5.4	Pasajes aéreos		-						
	SUBTOTAL OTROS							\$	\$ 133.750,00
TOTAL DEL PRESUPUESTO									\$ 17.489.230

Fuente: Autores

X. REFERENCIAS.

Castro Pérez, V. K. (Dic de 2018). MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL SECTOR TEXTIL EN COLOMBIA BASADO EN EL MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021) Informe sectorial de la actividad de aprovechamiento 2020. Bogotá D.C. <https://bit.ly/3yu8vuQ>

BBC. (12 de marzo de 2017). BBC Mundo: ¿Sabes cuál es la industria más contaminante después de la del petróleo? Obtenido de BBC : <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39194215>

Banks, I. (2017). A NEW TEXTILES ECONOMY: REDESIGNING FASHION'S FUTURE. Obtenido de ELLEN MACARTHUR FOUNDATION: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ANew-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf

De Vera, B. (8 de Agosto de 2018). ¿Por qué la industria textil es la más contaminante después del sector petrolero? Obtenido de El Espectador: Medio Ambiente: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/por-que-la-industriatextil-es-la-mas-contaminante-despues-del-sector-petrolero-articulo-805061>

Quintero, D. (2022). Aporte a la economía circular de la industria de la moda en Colombia, a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes, Bogotá.

Generación Vitnik. (2018). La industria textil y la problemática ambiental. <https://bit.ly/3y5s9M1>

Cabello, C., Caicedo–Cano, C., Melo–López, L., Andrade–Guel, M., Cruz–Delgado, V. J., Ávila–Orta, C. A. (2019). Revisión de métodos para la obtención de textiles técnicos. Textiles técnicos y su obtención. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20(3), 105-117.

Caicedo, C. E. (2021). Realidad del sector textil colombiano. [Trabajo de grado, Universidad del Rosario, Bogotá D.C].

Orozco Mazo, A. (2022). Diagnóstico de la gestión y manejo de residuos textiles en Medellín con el fin de establecer estrategias de aprovechamiento a Empresas Varias de Medellín SA ESP.

Plazola Cisneros, A. y Plazola Anguiano, A. (1976). Normas y costos de construcción. México: Limusa.

Crespo Escobar, Santiago “Materiales construcción para edificación y obra civil”. Editorial ECU. Enero del 2013.

Xicota, E. (15 de febrero de 2018). 4 impactos de la industria textil en el cambio climático. Obtenido de Ester Xicota: <https://www.esterxicota.com/4-impactos-ropa-en-cambioclimatico>

Cambridge, U. o. (2006). Well dressed? The present and future sustainability of. Mill Lane, Cambridge: University of Cambridge Institute for.

Ferrández García, C. E., Ferrández García, M. T., Ferrández Villena, M., Andreu Rodríguez, J., & García Ortuño, T. (2016). Estudio de los usos del almidón en la construcción. *Universidad Miguel Hernández de Elche-España*.

Vergara, A., Hernández, M., & Ramírez-Díaz, R. (2018). Evaluación de la adhesión de un pegante realizado con almidón nativo de yuca (*Manihot sculenta* Crantz) variedad M-Tai. *Revista de Investigación*, 11(1), 89-95.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible,» Viceministerio de Ambiente, Bogotá, Colombia, 2010.