

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES DE POLIURETANO
TERMOESTABLE EN LA ELABORACIÓN DE PANELES PARA TERMINADOS
CONSTRUCTIVOS, A PARTIR DE PATENTE BRASILEÑA

JUAN SEBASTIÁN SÁNCHEZ ESTRADA

OSCAR DANIEL GONZALEZ GOMEZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
MODALIDAD DIURNA
BOGOTÁ DC.
2017

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES DE POLIURETANO
TERMOESTABLE EN LA ELABORACIÓN DE PANELES PARA TERMINADOS
CONSTRUCTIVOS, A PARTIR DE PATENTE BRASILEÑA

JUAN SEBASTIÁN SÁNCHEZ ESTRADA

OSCAR DANIEL GONZALEZ GOMEZ

Trabajo de Grado para optar al título de:
Ingeniero Civil

Director
CAMILO ALBERTO TORRES PARRA
Ingeniero civil

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
MODALIDAD DIURNA
BOGOTÁ DC.
2017

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá DC. XX, noviembre, 2017

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	9
1. Generalidades.....	9
1.1. Antecedentes	10
1.2. Planeamiento del problema	11
1.2.1. Descripción del problema.....	11
1.1.1. Formulación del problema.	12
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivo general	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Delimitación.....	15
1.4.1. Espacio	15
1.4.2. Tiempo	15
1.4.3. Contenido	15
1.4.4. Alcance	16
2. Marco de referencia	17
2.1. Marco teorico	17
2.1.1. Impacto ambiental.....	17
2.1.2. Definición y calcificación de los residuos sólidos.....	18
2.1.3. Reciclaje	21
2.1.3.1. Reducción en la fuente	22
2.1.3.2. Reutilización	23
2.1.3.3. Acondicionamiento	23
2.1.4. Poliuretano	24
2.1.4.1. Origen y obtención.....	24
2.1.4.2. Poliuretano termoestable.....	25
Resinas de poliéster	29
2.1.5. Resina de castor.....	30
2.1.5.1. Impactos sanitarios, económicos y sociales.....	31

2.1.5.2. Aceite de ricino.....	31
2.1.6. Paneles para la construcción en colombia.....	35
2.2. Marco conceptual.....	39
3. Metodología.....	40
3.1. Tipo de estudio.....	40
4. Objetivo 1: identificar los equipos, materiales y métodos empleados en la fabricación de paneles de poliuretano termoestable.....	43
4.1. Metodos.....	43
4.1.1. Método de reciclaje de residuos industriales (poliuretano).....	43
4.1.2. Método de clasificación de materiales.....	43
4.1.2.1. Por tamizado.....	43
4.1.2.2. Por potencial de contaminación.....	43
4.1.3. Ensayos de laboratorios empleados.....	44
4.2. Procedimiento de elaboración.....	44
4.3. Materiales.....	45
4.3.1. Poliuretano termoestable.....	45
4.3.2. Aceite de ricino.....	46
4.3.3. Fibra de vidrio.....	47
4.4. Equipos.....	48
4.4.2. Tamices granulares.....	49
4.4.3. Prensa de calor.....	49
4.4.4. Molde metálico.....	50
4.5. Tipologías de laminas.....	51
5. Objetivo 2: especificar los aspectos mecanicos y fisicos de la lámina de poliuretano termoestable.....	52
5.1. Prueba de tension, compresion y traccion punzante.....	52
5.1.1. Prueba de tensión.....	52
5.1.2. Prueba de flexión.....	53
5.1.3. Prueba de tracción punzante.....	53
5.2. Características propiedades físicas lamina poliuretano.....	54
5.2.1. Absorción de agua en lámina polimérica.....	54
5.2.2. Determinación de densidad en lámina polimérica.....	55

5.2.3.	Propiedades térmicas en lámina polimérica	55
5.2.4.	Prueba de inflamabilidad.....	56
5.3.	Durabilidad de la lámina de poliuretano	57
5.3.1.	Resistencia a la abrasión superficial.....	57
5.3.2.	Resistencia a la radiación ultravioleta y la exposición	58
5.3.2.1.	Características mecánicas de láminas sometidas a rayos uv	59
5.3.2.2.	Absorción del agua de láminas sometidas a rayos uv.....	60
5.3.2.3.	Densidad de láminas sometidas a rayos uv	61
6.	Objetivo 3: comparar propiedades mecánicas y físicas entre cuatro diferentes tipos de placas para cielo rasos empleados comúnmente en Colombia, contra la lámina de poliuretano termoestable a partir de normas técnicas brasileña y colombiana.	62
6.1.	Comparación con Superboard.....	62
6.2.	Comparación con placa ceiling board.....	63
6.3.	Comparación con placa de yeso extraliviana	64
6.4.	Comparación con lámina de yeso Toptec rf.....	65
7.	Análisis de resultados.....	66
8.	Conclusiones.....	67
8.1.	Objetivo específico 01.	¡Error! Marcador no definido.
8.2.	Objetivo específico 02.	¡Error! Marcador no definido.
8.3.	Objetivo específico 03.	¡Error! Marcador no definido.
8.4.	Objetivo general.	¡Error! Marcador no definido.
9.	Bibliografía.....	70
	Anexos.....	74

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Universidades de estudios	15
Ilustración 2 Planta de Higuerilla	30
Ilustración 3 Anatomía de higuerilla.....	31
Ilustración 4 Muestra de aceite de ricino	34
Ilustración 5 Láminas de Superboard	36
Ilustración 6 Lamina de ceiling board	37
Ilustración 7 Láminas de yeso extra liviano	38
Ilustración 8 Lamina de yeso resistente al fuego	38
Ilustración 12 Muestra de molienda de plástico	43
Ilustración 9 Residuos industriales de poliuretano en forma prevista por INPOL	45
Ilustración 10 Preparación de aceite de ricina	46
Ilustración 11 Muestra de Fibra de vidrio.....	48
Ilustración 13 Molino.....	49
Ilustración 14 Tamices granulométricos.	49
Ilustración 15 Presa de calor	50
<i>Ilustración 16 Molde metálico</i>	<i>50</i>
Ilustración 17 Equipo y montaje de ensayo a tensión.....	52
Ilustración 18 Ensayo de caja caliente para lamina polimérica.....	55
Ilustración 19 Prueba de inflamabilidad en lámina polimérica	56
Ilustración 20 Lámina polimérica despues de la prueba de inflamabilidad	57
Ilustración 21 Preparación para prueba de resistencia ante rayos ultra violetas	59
Ilustración 22 Resultados de prueba de exposición a rayos ultra violeta.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 7 Proceso de reducción en la fuente	23
Figura 1 Estructura química de poliuretano	25
Figura 2 Estructura química de resinas fenólicas	28
Figura 3 Estructura química de Resina melamina	29
Figura 4 Estructura química de resinas de poliéster.....	29
Figura 5 Estructura química de aceite de ricino.....	32
Figura 6 Proceso del aceite de ricino.....	33
Figura 8 Proceso de elaboración de placa polimérica	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción de polietileno en Latino América	11
Tabla 2 clasificación de residuo solido según origen.....	19
Tabla 3 Tipos de resinas fenólicas	28
Tabla 4 Características del aceite de ricino	33
Tabla 5 Composiciones de ácidos grasos de aceite de ricino y aceite de colza	34
Tabla 6 Pruebas de reciclaje	44
Tabla 7 Tipología de lámina de poliuretano	51
Tabla 8 Resultados de pruebas a tensión, flexión, cortante	53
Tabla 9 Resultados prueba de absorción de agua	54
Tabla 10 Resultados a Prueba de densidad.....	55
Tabla 11 Resultados conductividad térmica en lamina polimérica	56
Tabla 12 Resultado de prueba de inflamabilidad lamina polimérica.....	57
Tabla 13 Resultados a la prueba de abrasión superficial	58
Tabla 14 Determinación clase de abrasión.....	58
Tabla 15 Comparación entre los resultados de la caracterización mecánica de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV....	60
Tabla 16 Comparación entre los resultados de la absorción de agua de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV	60
Tabla 17 Comparación entre los resultados de la densidad de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV	61
Tabla 18 Comparación de placa de poliuretano vs Superboard colombiano.....	62
Tabla 19 Comparación de placa de poliuretano vs Placa Ceiling Board	63
Tabla 20 Comparación de placa de poliuretano vs placa de yeso ultraliviana...	64
Tabla 21 Comparación de placa de poliuretano vs lámina de yeso Toptec RF .	65

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	75
ANEXO 2	80
ANEXO 3	85
ANEXO 4	89

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el plástico ha tenido un crecimiento descontrolado, comenzando con la idea de un material ideal para reemplazar materias primas hasta llegar al punto donde este se ha proliferado a tal nivel que se realizan campañas para su minimización. (Ezquerro, 2013)

Los ingenieros civiles, encargados de los avances hacia una mejor calidad a los residuos sólidos en un determinado lugar, estamos en la obligación de dar el mejor uso al desecho de este material, el cual se encuentra en aumento debido a su gran producción en masa, provocando un uso excesivo de volumen en rellenos sanitarios, contaminando cuerpo de aguas, generando daños a poblaciones que residen en ellas.

En la presente década se ha buscado la manera de disminuir el uso de polímeros y que sus desechos no solo vayan a rellenos sanitarios, sino que también puedan ser empleados en diferentes usos; de este modo se buscará la implementación de este en la fabricación de láminas para terminados en la construcción en viviendas de bajo costo.

No obstante, desde el siglo pasado los problemas ambientales generados por el impacto de un determinado producto fueron considerados como problemas locales, ya que actualmente son mucho más evidentes las circunstancias y mucho más complejos los problemas que se relacionan con todas las fases del ciclo de vida de los productos desde la extracción de la materia prima hasta la disposición y reutilización de los desechos del producto y de los desechos generados en su proceso de producción. Es precisamente por estas razones que se busca la manera de implementar estos materiales a fines constructivos y poder tener una nueva alternativa en construcción.

El presente documento se basará en la entrega la monografía del viaje académico a la ciudad de Sao Carlos en las instalaciones de la Universidad de Sao Pablo, en donde se enfatizará en los laboratorios de materiales de dicha universidad, ya que en esta es en donde se procesa la ejecución de láminas en base de poliuretano termoestable y resina para obtener un material óptimo en la implementación de acabados en interiores.

En el siguiente documento describiremos la mezcla de polímeros junto con resinas naturales para la manufactura de láminas constructivas de bajo costo para actividades en la ingeniería civil, este es un material alternativo, el cual busca la disminución de costos en el momento de la construcción, y una resistencia igual o mayor al material de construcción convencional. También se encontrará con la comparación de este contra paneles de materiales convencionales en el aspecto económico y ambiental.

1.1. ANTECEDENTES

El uso de este polímero ya ha tenido un gran auge en países vecinos como lo es Brasil; confirmando estas investigaciones: “Desarrollo y caracterización de placas poliméricas producidas a partir del reciclaje de residuo industrial de poliuretano termo fija” (BALDAN, 2015).

Hay investigaciones asociadas a esta temática, las cuales son empleadas para viviendas prefabricadas, es donde se reconoce la alta resistencia de los polímeros, (Builes, 2014). Las cuales consiste en la modelación de paneles con el fin de hacer la terminación de una casa, la cual va a tener unos costos menores en comparación con materiales tradicionales.

Como también puede ser procedente el tablero de poliuretano reciclado prensado llamado taplast, el cual tiene una gran resistencia mecánica junto con características impermeabilizantes, ya que puede ser empleado en espacios de interiores, hasta usarlos en tablas para bancas públicas. (EcoInventos, 2015)

Por otra parte, también se ha venido estudiando adhesivos que puedan aportar algunas cualidades, respecto al campo de aplicación, en el caso del Manual técnico mexicano de la empresa METECNO, se encuentra que este material es usado comúnmente como panel aislante, este hace parte de una composición, la cual es, dos revestimientos de lámina de acero galvanizado unidos entre ellos por una capa de aislante de poliuretano; donde se incorpora en el uso de tejas para vivienda, dando excelentes propiedades térmicas, acústicas y estructurales. Además una característica fundamental, como lo es, resistencia al fuego; ya que posee una cualidad ejemplar de aislamiento térmico. (METECNO THE SPECIALIST, 2012)

Cabe resaltar que la propiedad destacada que aporta el poliuretano termoestable, es resistencia térmica, ya que se encuentran estudios que aprecian esta característica, otro documento que respalda esta propiedad, se encuentra en el país de Ecuador, donde generaron una investigación, que por medio de inyección de poliuretano se controla la temperatura en puntos críticos de máquinas fabricadoras de calzado; optimizando así la etapa de producción. (GARCÍA TERÁN, 2011)

Resaltando que en Latinoamérica se está implementado el poliuretano, aprovechando sus características mecánicas y físicas, es apropiado mencionar que en el país de Ecuador se realizaron investigaciones para la implementación de poliuretano para la fabricación de láminas impermeables, combinado con caucho reciclado de neumáticos, se genera una placa con características físicas y mecánicas óptimas, gracias a las características que aportan cada uno de estos compuestos. (SANTAMARÍA GARZÓN, 2013)

Es por lo anterior que como estudiantes de ingeniería, después de realizar la visita técnica internacional a la ciudad de Sao Carlos – Sao Pablo y junto con los conocimientos adquiridos respecto a los temas a tratar en este proyecto, se han incorporado estrategias con fin de dar a conocer a la población Colombiana de nuevos materiales en la construcción, los cuales serán de mayor accesibilidad para las comunidades vulnerables y un menor costo para las empresas constructoras, para que en un tiempo próximo la colectividad Colombiana tenga ideas de promover el reciclaje para un mejor futuro para nuevas generaciones.

1.2. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

El objeto primordial de este proyecto es la implementación del material de lámina de poliuretano y resinas naturales, con el fin de mitigar la alta cantidad de desechos del polímero, ya que la mala disposición por falta de conciencia de la población colombiana ha tenido como consecuencia la concentración de grandes volúmenes de este material en botaderos de basura; es tanta la demanda que incluso ha llegado a afectar el espacio público como lo son calles, parques, zonas turísticas entre otros lugares del país.

En los últimos años en todo latinoamérica ha habido altos crecimientos de producción de poliuretano en tasas de crecimiento aproximadamente de 4,1% en un tiempo de cinco años. En la siguiente tabla se encuentran valores de elaboración de estos polímeros en diferentes países sur americanos.

Tabla 1 Producción de polietileno en Latino América

	Espumas Flexibles			Espumas rígidas			Otros PU			Total, PU		
	2010	2015	Tasa	2010	2015	Tasa	2010	2015	Tasa	2010	2015	Tasa
Argentina	24.350	27.300	2,3	6.550	6.610	0,2	2.780	2.070	-5,7	33.680	35.980	1,3
Brasil	187.600	242.100	5,2	43.250	48.780	2,4	60.800	76.000	4,6	281.650	366.880	4,7
Chile	18.700	20.720	2,0	3.800	4.350	2,7	1.700	2.110	4,4	24.230	27.180	2,3
Colombia	17.880	21.840	4,1	1.600	1.860	3,1	1.880	1.880	0,0	21.360	25.580	4,7
México	84.500	104.300	4,3	38.950	47.900	4,2	32.630	38.630	3,5	155.940	190.830	4,1
Perú	10.500	13.570	5,3	2.400	2.820	3,3	400	450	2,4	13.300	16.840	4,8
Vene	14.580	15.50	1,2	1.230	1.400	2,6	6.250	5.90	-	22.06	22.80	0,7

zuela		0						0	1,1	0	0	
Otros	25.300	32.350	5,0	2.750	3.050	2,1	800	1.100	6,6	28.850	36.500	4,8
Total	383.440	477.680	4,5	100.530	116.770	3,0	107.100	36.500	3,7	591.070	722.590	4,1

Tomada de: (Poliuretanos, 2015)

En Colombia la producción de plástico ha llegado a lugares alarmantes, por ejemplo en el año 2019 se espera la producción y venta de 32.000 millones de unidades, las cuales solamente el 39% de esta producción pasa por debidos procesos de tratamiento para afectar a menor escala el medio ambiente, faltando un 76%, el cual ha sido desechado de la peor forma causando daños y cambios repentinos en la naturaleza, provocando estragos a comunidades en general, pero comúnmente estos estragos son de mayor afectación a comunidades donde sus viviendas no cumplen con las necesidades básicas, y muy fácilmente la estructura de su hogar puede ser derrumbada por no tener la accesibilidad tanto monetaria, técnica o profesional a estos materiales y a métodos de construcción favorables.

(Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", 2015)

En las construcciones actualmente se maneja una alta gama de variedades de materiales para determinada obra, pero muchas veces estos materiales causan impactos al medio ambiente. Estas consecuencias son dadas por el mal conducto posterior a su uso y muchas veces en su fabricación. Como se puede llegar a ver en la tabla 1, en todo Latinoamérica hay una alta producción de poliuretano, el cual no es reciclado de manera óptima, y Colombia no es ajeno a esto, el material empleado en las labores civiles con materiales empleados normalmente genera una alta cantidad de desechos industriales.

A partir de este planteamiento de la problemática social que se encuentra en el país, se generará un nuevo material desde nuevas tecnologías, ciencias, y conocimientos, con el fin de poder neutralizar y mitigar en parte las grandes cantidades de desechos industriales de poliuretano termoestable y garantizando un nuevo material, el cual pueda cumplir con especificaciones mecánicas a los materiales que comúnmente son empleados. Esto se puede llegar a hacer en el funcionamiento que los mismos colombianos logren con la implementación de estos nuevos elementos que contribuirán a un mejor ambiente y a un mejor costo de acuerdo a la construcción.

1.1.1. Formulación del problema.

Este problema requiere soluciones industrializadas y autosuficientes en el desarrollo de la arquitectura, las cuales deben generar respeto y conciencia del entorno natural y cultural determinado, procurando no alterar ni forzar las

condiciones para el desarrollo del material como lo es el Panel a base de Poliuretano termoestable.

Es por esto que se busca dar otro uso a ese 61% de plástico en Colombia, para poder tener nuevos materiales que cumplan con las necesidades de personas golpeadas por la pobreza u otras razones, para que junto con personal idóneo ellos puedan tener un hogar que les brinde la estabilidad básica que es derecho fundamental de toda persona, pero no solamente bienestar sino seguridad a la hora de algún desastre natural.

Al dar a conocer este proyecto, el ideal es de ayudar a promover la aplicación de planes y programas que permitan la producción de bienes y servicios con criterios sostenibles, por ende, haremos las siguientes interrogaciones:

- ¿Se podrá considerar los paneles producidos por residuos inorgánicos tipo poliuretano termoestable como un nuevo material en la construcción de terminados en la actualidad?
- ¿En qué métodos constructivos se es posible la implementación de paneles tipo poliuretano termoestable en la construcción?
- ¿Cómo aportaría este material en los acabados de obras civiles?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Proponer el material de Poliuretano termoestable en presentación de paneles, para usar en terminados en la construcción colombiana.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los equipos, materiales y métodos empleados en la fabricación de paneles de poliuretano termoestable.
- Especificar los aspectos mecánicos y físicos de la lámina de poliuretano termoestables.
- Comparar propiedades mecánicas y físicas entre cuatro diferentes tipos de placas para cielo rasos empleados comúnmente en Colombia, contra la Lámina de poliuretano termoestable a partir de normas técnicas brasilera y colombiana.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los materiales reciclables en la ingeniería son elementos comunes en la construcción actual, donde existen diferentes propuestas de materiales

innovadores y muy avanzados. Aún nosotros no tenemos la formación y la cultura del desarrollo, cuando se nos presenta materiales como los paneles de poliuretano termoestable, entre otros, seguimos convencidos que aquel material que tiene un bajo peso no cumple con las características adecuadas para generar construcciones con altas especificaciones de sismo-resistencia y durabilidad.

Este nuevo material se podrá emplear para poder disminuir el flujo de residuos que puede producir el desecho del poliuretano termoestable, ya que el reciclaje de este compuesto no ha tenido el auge que se espera en países en vía de desarrollo y finalmente poderse procesar y tener como terminado laminas resistentes de poliuretano junto con aceite de ricino; donde dichas laminas llegarán a emplearse como elementos empleados en la construcción civil que a comparación de materiales cotidianos este es de menor costo de producción.

La implementación de este material, derivado de Poliuretano producido por la mezcla entre polímeros y resina natural, para aumentar la construcción sostenible en diferentes procesos constructivos, tiene como fin poder disminuir los altos niveles de contaminación producidos por el mal manejo de estos desechos industriales.

Hay investigaciones asociadas a esta temática, las cuales son empleadas para viviendas prefabricadas, es donde se reconoce la alta resistencia de los polímeros, (Builes, 2014). Las cuales consisten en la modelación de paneles con el fin de hacer la terminación de una vivienda, la cual va a tener unos costos menores en comparación con materiales tradicionales.

Como estudiantes de ingeniería, después de realizar la visita técnica internacional a la ciudad de Sao Carlos – Sao Pablo y junto con los conocimientos adquiridos respecto a los temas a tratar en este proyecto, se han incorporado estrategias con fin de dar a conocer a la población Colombiana de nuevos materiales en la construcción, los cuales serán de mayor accesibilidad para las comunidades vulnerables y un menor costo para las empresas constructoras, para que en un tiempo próximo la colectividad Colombiana tenga ideas de promover el reciclaje para un mejor futuro para nuevas generaciones.

Gracias al método utilizado para la realización de este proyecto, el cual fue basada en la teoría fundamentada (TF) propuesta por Glaser y Strauss, se pudo generalizar la dirección de las ideas teóricas, subrayando el desarrollo de las teorías, cabe resaltar que esta teoría se implementa en proyectos los cuales no han sido totalmente desarrollados, es decir, la TF buscar adaptar los descubrimientos previos a las características específicas del panel de poliuretano termoestable.

Gracias a lo anterior el desarrollo de los objetivos fueron de manera adecuada, desarrollando cada una de las consultas pertenecientes a cada proceso, donde en cada uno parte de la investigación realizada por parte de la Universidad de Sao Paulo, en la sede de Sao Carlos. Donde se desarrolló todas las pruebas

pertinentes para la fabricación del panel de poliuretano optimo; esto nos llevó a realizar cada uno de los objetivos de manera adecuada, sintetizando la información que fue pertinente para el cumplimiento de estos procesos. Y así por ultimo realizar la comparación, para la implementación de este panel como acabado constructivo en Colombia.

1.4. DELIMITACIÓN

1.4.1. Espacio

La realización de este proyecto, se hará en instalaciones de la Universidad Católica de Colombia, y como es un documento netamente investigativo solamente se empleará espacios académicos tales como salones de clase, bibliotecas y bases de datos.

La información base para la elaboración de este fue obtenida tras la visita técnica internacional en la Universidad de Sao Pablo, donde este es el autor de la patente original de este documento.

Ilustración 1 Universidades de estudios



Tomada de páginas de las universidades

1.4.2. Tiempo

En el proceso de realización del presente documento se tendrán en cuenta las fechas estipuladas por la Universidad Católica de Colombia, de este modo un plazo máximo del documento es para el mes de noviembre del 2017, día que se hará la sustentación del presente trabajo de grado que otorgará el título de ingeniero civil.

1.4.3. Contenido

El documento será la redacción de una monografía, la cual es acerca de láminas vistas en los laboratorios de la USP (Universidad de Sao Pablo) basados en la recolección de desechos de polímeros tipo PU, Este trabajo escrito abarcará temas relacionados con poliuretano termoestable, paneles constructivos, aspectos

técnicos necesarios para la implementación de paneles en terminados constructivos.

1.4.4. Alcance

Para este trabajo de grado se tendrá un alcance únicamente hasta la comparación de la placa polimérica con un material que ha sido empleado de manera común en la construcción colombiana, ya que, si en sus propiedades físicas y mecánicas son similares o incluso mayores se podrá emplear como elemento constructivo para acabados en Colombia, y que podrá ser aceptado en proyectos de bajo costo y ayudará también con la mitigación de desechos industriales especializados en poliuretano.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Impacto ambiental

La amenaza que se ha generado sobre el planeta tierra por el irracional uso de los recursos naturales ha llevado al hombre a replantear su posición, más para poder sobrevivir que de disfrutar de los beneficios que le brinda ella y dentro de esta nueva perspectiva han aparecido nuevos términos relacionados con su entorno para ser más aplicados que conceptualizados, es así, que partiendo de lo general nos encontramos con términos como medio ambiente, el cual es definido como “el conjunto de factores naturales que influyen en el desarrollo de los organismos y con los cuales estos se relacionan a lo largo de toda su vida” (RODRIGUEZ, 2007).

La problemática ambiental en que se encuentra el ecosistema mundial como consecuencia del descontrolado crecimiento urbano es causada principalmente por la utilización inadecuada que ha hecho el ser humano del territorio y de sus recursos naturales, y que ha conducido a una crisis que pone de manifiesto la necesidad de reorientar hacia la conservación del medio para garantizar una buena calidad de vida y supervivencia al resto de la comunidad. (Espinoza, 2001)

En preocupación del hombre hacia las mejoras de esta problemática ambiental, el gobierno y así mismo la comunidad afectada ha realizado durante mucho tiempo una serie de propuestas con el fin generar herramientas que orienten un proceso de planificación con alternativas, para mejorar el uso y ocupación del territorio y así estabilizar la situación económica, social y ambiental.

Precisamente la problemática ambiental es un tema que toca a todos, y que debe de ser abordado no solamente desde el punto de vista de “satisfacer las necesidades” de cada quien sino de salvar y conservar los pocos recursos que nos ofrece el planeta tierra.

Los desechos o lo que en lenguaje común se denomina basura es todo el material que el hombre ha decidido deshacerse. Sin embargo, debe hablarse en un concepto más amplio de residuos sólidos. En un enfoque moderno los residuos

son materiales que no pueden ser usados para cumplir la función que tenían al ser creados. Sin embargo, tienen la capacidad de ser reutilizados o convertirse en materia prima para un nuevo producto. En cambio, la basura, son aquellos desechos que no pueden reusarse de ninguna forma luego de que cumplieron con su función y deben ser destinados a disposición final. (DefiniciónABC, 2007).

En función con la historia se puede afirmar que en la época romana se crea los acueductos y las cloacas, pero posteriormente estos conocimientos tecnológicos se pierden y es por tanto que la edad media sufre devastadoras epidemias. Luego cuando la revolución industrial se da; es cuando la necesidad de afrontar los desperdicios y desechos adquiere relevancia. Pero no es sino hasta décadas de los setenta que con el abuso de los plásticos se adquiere una mayor conciencia ambiental. (Alcaide Tur, 2011).

A partir de los años 90, después de las diferentes Cumbres mundiales de desarrollo y medioambiente de las Naciones Unidas (como las celebradas en Río de Janeiro en el 92, Protocolo de Kioto en el 97) y las sucesivas Estrategias Comunitarias para el Desarrollo Sostenible desarrolladas en la Unión Europea, es el propio modelo el que se cuestiona nuestro progreso se asienta sobre prácticas no sostenibles. (MINAMBIENTE, 2017).

La gestión adecuada de residuos sólidos es un tema que ha cobrado vital importancia en el mundo actual a nivel global, principalmente por la búsqueda continua de entornos sostenibles que permitan un desarrollo socioeconómico equitativo, viable y soportable que involucre al medio ambiente y a la sociedad. A nivel mundial se han desarrollado todo tipo de iniciativas ambientales en pro de un mundo más llevadero para las generaciones presentes y futuras, y a nivel de los distintos estados se han establecido regulaciones que contribuyen significativamente en el cambio que se requiere lograr (Puerto Echeverri). Colombia no es la excepción, en el país se han desarrollado un amplio número de leyes y normas encaminadas a la implementación de procesos que permitan generar entornos sostenibles, una de ellas está fundamentada en la gestión integral de residuos sólidos, que hoy en día se constituye como un eje imprescindible para el cuidado del medio ambiente.

2.1.2. Definición y calcificación de los residuos sólidos

Existe un gran seria de definiciones referente a la palabra “residuo” una de ella según (Bertolino, Fogwill, Chidiak, Cinquangelis, & Forgione, 2015) se le designa este nombre cuando un individuo o conjunto de personas toman la decisión de que ese objeto deja de tener utilidad o valor y por lo tanto quieren desecharlo. Por otra parte, también se define un residuo como todo sobrante o materia resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que se ha descuidado o que su dueño o productor tenga la necesidad de desechar el mismo.

Se encuentran diversas formas de clasificar a los residuos, en este caso se tratará aquellos que, por su estado de agregación, se denominan sólidos. Son residuos sólidos urbanos (RSU) los provenientes de distintas actividades en los corazones urbanos, incluyendo los de carácter doméstico como los que provienen de cualquier otra actividad. En la siguiente tabla se pueden observar la clasificación según los orígenes.

Tabla 2 clasificación de residuo sólido según origen.

ORIGEN	TIPOS DE RESIDUOS
Domiciliarios: Procedentes de las viviendas, limpieza de calles y veredas, zonas verdes y establecimientos industriales y comerciales, cuando son asimilables a los residuos domiciliarios.	Restos de comida, materiales plásticos, papeles, cartones, textiles, cuero, madera, goma, residuos de jardín, vidrio, aluminio, cerámica, metales, férreos, latas, y suciedad proveniente del barrido e higiene en general.
Voluminosos: Por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos en la recolección convencional.	Muebles, colchones, electrodomésticos.
Comerciales: Surgen de los circuitos de distribución de bienes de consumo.	Papel, cartón, plástico, restos de comida, metales, vidrios, latas, maderas.
Residuos sanitarios: Derivados de actividades sanitarias, procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis y establecimientos similares.	Material de cura, yesos, ropa, y materiales de un solo uso, cultivos, material contaminado, restos de tejidos humanos.
Construcción y demoliciones: Derivados de la construcción, reparación o ampliación de viviendas, vías de comunicación, empresas, etc.	Maderas, hormigón, acero, ladrillos, piedras, materiales para conexión de electricidad, gas y agua y escombros en general. Vidrios rotos, aceros de reforzamiento y plásticos.
Institucionales: Producidos en escuelas, hospitales, cárceles y dependencias gubernamentales.	Papel, cartón, plásticos, restos de comida, metales, vidrios, latas, maderas.
Servicios municipales: Son consecuencia del funcionamiento y mantenimiento de los centros municipales.	Producto de barrido de calles, residuos de poda del arbolado urbano, animales muertos y automóviles abandonados.
Industriales: Son derivados de actividades industriales y deben depositarse en recipientes adecuados.	Metales, plásticos, tejidos, fibras, maderas, vidrios, papel, cartones, chatarra, residuos de alimentos, cenizas, etc.

Universales: Representan un riesgo a la salud y el ambiente, y son generados en los hogares.	Pilas, baterías, tubos fluorescentes, cartuchos de impresora, tintas.
Agrícolas: Relacionados con actividades agrícolas, forestales o ganaderas y realizadas dentro del perímetro urbano.	Fertilizantes, productos agros sanitarios, residuos de cultivos, bidones con restos de agroquímicos.

Fuente: participación ciudadana y gestión integral de residuos

Dentro de la clasificación existen pautas las cuales se pueden contemplar en la norma INCONTEC más exactamente en la Norma Técnica GTC colombiana 24, donde el objetivo de esta es brindar las pautas para realizar la separación de los materiales que constituyen los residuos no peligrosos en las diferentes fuentes de generación: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Igualmente da orientaciones para facilitar la recolección selectiva en la fuente.

Para ello es pertinente definir algunos términos técnicos para el proceso de recolección de los desechos como Acopio o Almacenamiento Temporal, es la actividad del generador de ubicar temporalmente los residuos sólidos en recipientes, depósitos, contenedores retornables o desechables dentro de su establecimiento mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final. (Espinoza, 2001)

Dentro del término aprovechamiento se encuentra diferentes tipos en los cuales encontramos Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos; es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos. (Palma, 2009)

Otro tipo de Aprovechamiento es en el Marco del Servicio Público Domiciliario de Aseo; es el conjunto de actividades orientadas a realizar la recolección, transporte y separación de residuos sólidos, para posteriormente ser sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lumbricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.(Decreto 1505 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Los lugares en los cuales existe un almacenamiento transitorio son llamados Centros de Acopio, estos están ubicadas generalmente en las instalaciones del

generador, en estos lugares después de realizada la separación; se procede a una selección y/o acondicionamiento para facilitar su aprovechamiento, tratamiento o recolección selectiva.

2.1.3. Reciclaje

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima o insumo para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio¹, reutilización, transformación y comercialización. (NORMA TECNICA COLOMBIANA , 2009).

Existe un Procesos de tecnologías limpias que está directamente relacionado a la gestión integral de residuos industriales que involucra la reducción en origen, el beneficio (recuperación, reutilización y reciclado) encerrando el rescate de energía y, por último, los tratamientos de eliminación de esos residuos. Ante la directriz de que la deposición de residuos en vertederos se está volviendo en la opción menos indicada, la gestión integral de los residuos se presenta más como una necesidad que como una opción. La dimensión internacional y global que adquieren las cuestiones relacionadas al medioambiente en la industria, demanda un desarrollo tecnológico de procesos, de bienes y servicios que den resultados compensados tanto para la economía en general, el medioambiente y la industria en específico. (PROCORDOBA, 2011).

Dentro de las categorías que existen de los residuos sólidos, se diferencian dos los aprovechables, que es cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es idónea de incorporación a un proceso productivo; y los no aprovechables, que es todo material o sustancia de origen orgánico e inorgánico, que se pudre o no, que proviene de actividades domésticas, comerciales, industriales, de servicios, que no brinda ninguna posibilidad de aprovechamiento. Son residuos que no tiene ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costo de disposición. (NORMA TECNICA COLOMBIANA , 2009).

Entre la categoría de los residuos sólidos aprovechables tenemos el plástico, el cual tiene un proceso determinado por la Guía Técnica Colombiana en GTC 53-2 de 1998 donde se provee información que permite realizar una gestión integral de los residuos plásticos provenientes de la post-industria o del post-consumo, incluyendo lo relacionado con las etapas de separación en la fuente y la recolección selectiva.

¹ **CENTRO DE RECOLECCION SELECTIVA:** sitios de almacenamiento transitorio de residuos sólidos aprovechables.

Dado que el material a ser reciclado es un material plástico industrial, es necesario realizar un reciclaje mecánico posindustrial o primario, dado que, esta opción nos lleva a conservar el valor específico de los residuos plásticos. Este proceso se ejecuta normalmente mediante la rehabilitación al proceso de fabricación del material plástico recuperado, que admite conseguir un producto con desempeño similar al producto original. (INCONTEC, 2004)

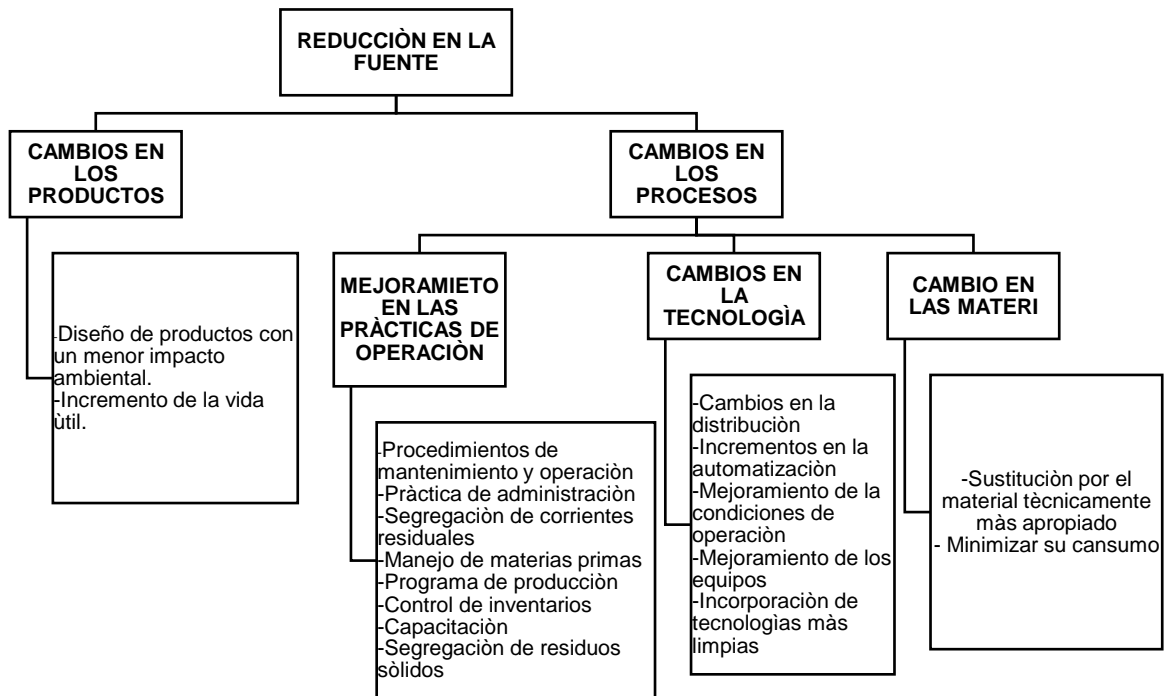
El tipo de plástico a reciclar dentro de la post-industria es también llamado “Torta” que es un residuo plástico que puede ser aprovechado a través de reciclaje mecánico, el cual consta de unas fases de manejo: minimización de su generación, separación en la fuente, adecuado almacenamiento, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

2.1.3.1. Reducción en la fuente

Proceso que como primera alternativa es de carácter preventivo y permite reducir las cantidades de residuos plásticos a través de variedad de acciones como cambios en el diseño de los productos, mejoramiento de los procesos tecnológicos, sustitución de materia prima.

Estos nuevos diseños admiten que se obtenga productos de mejor igual o mejor calidad, utilizando menos cantidad de material, con una vida útil más prolongada y disminución de contenido de sustancias tóxicas, que trae consigo un beneficio de reducción de los costos de producción, ahorro de recursos naturales y una baja de los costos de la gestión y así mismo en la disposición final de los residuos sólidos y de los impactos ambientales. (INCONTEC, 2004)

Figura 1 Proceso de reducción en la fuente



(Fuente GTC 53 – 2 Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos)

2.1.3.2. Reutilización

Este concepto se trata en usar repetidamente un producto plástico, en la misma aplicación original o en el caso del proyecto donde el poliuretano termoestable será utilizado para otra finalidad, después de exponerlo a un proceso de limpieza, desinfección y/o acondicionamiento. Después de que el material llega a un estado donde las propiedades mecánicas han tenido un desgaste considerable se quiebra el ciclo de reutilización y pasan a un proceso de reutilización diferente a la inicial. (INCONTEC, 2004)

Los materiales que has tenido algún tipo de contacto con productos tóxicos no pueden llegar a ser reutilizados para contener alimentos o estar dentro del rango de uso doméstico, pero en el caso de los paneles de poliuretano termoestable este no interfiere en su proceso de fabricación y posterior finalidad.

2.1.3.3. Acondicionamiento

Se basa en todo el conjunto de operaciones necesarias y convenientes a eliminar partes ajenas a los residuos plásticos que se está adecuando y así prepararlo para su posterior etapa de aprovechamiento.

Las actividades incluidas en esta etapa pueden contener, según se requiera:

- Eliminación de materiales ajenos. Por ejemplo: a los envases de bebidas se les debería retirar las tapas, los anillos de seguridad, las etiquetas y objetos que no son el mismo material de la botella.
- Rasgado, trozado (grueso)
- Lavado y secado
- Molido, crispeteado, aglutinado o triturado (fino)
- Micro selección

Esta última envuelve la separación de los residuos plásticos por tipos, es decir, después de pasar por el proceso de trituración o cortados en pequeños fragmentos de, aproximadamente, 3mm – 6mm de diámetro. Es pertinente utilizar técnicas micro selectivas en contextos donde las agrupaciones pequeñas de contaminantes pueden llegar afectar el proceso final de aplicación. (INCONTEC, 2004)

Cabe resaltar que en algunos casos los residuos plásticos no requieren de ningún tipo de acondicionamiento, como es, en la producción de madera plástica, asfaltos o aglomerados (INCONTEC, 2004). En el caso de la producción del panel de poliuretano termoestable es necesario pasar por un proceso de clasificación, separación y acondicionamiento por la incompatibilidad que pueden presentar los demás materiales.

2.1.4. Poliuretano

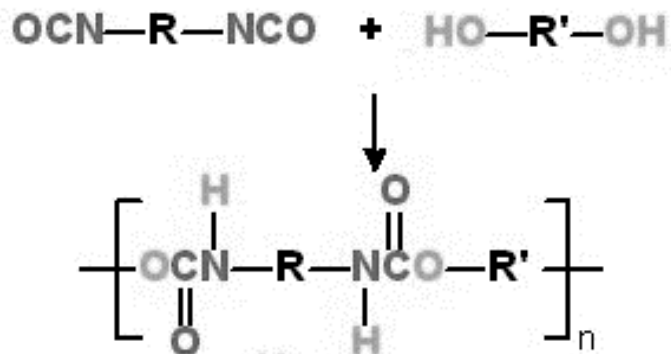
2.1.4.1. Origen y obtención

El poliuretano fue descubierto en el año 1937, por investigaciones de Otto Bayer (1902 – 1982) y comenzó la implementación durante la Segunda Guerra Mundial como un sustituto a los cartuchos que para ese entonces era más costoso y difícil su obtención. Y también se comenzó con nuevos usos como lo era el refuerzo en recubrimiento para aviones, batallones, hasta ropa resistente. (Polyurethanes, 2008).

Pero anteriormente, en el año de 1840 el científico francés Charles Adolphe Wurtz junto con su ayudante August Wilhelm von Hofmann mediante procesos básico, pero sus estudios fueron terminados por razones aún desconocidas.

“Las materias primas proceden de dos productos: el petróleo y el azúcar, para obtener, después de un proceso químico de transformación, dos componentes básicos, llamados genéricamente ISOCIANATO y POLIOL. La mezcla en las condiciones adecuadas de estos dos componentes nos proporcionará, según el tipo de cada uno de ellos y los aditivos que se incorporen, un material macizo o poroso, rígido o flexible, de celdas abiertas o cerradas, etc.” (Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado. (ATEPA), 2010)

Figura 2 Estructura química de poliuretano



(Fuente: Polyurethanes, Poliuretano)

2.1.4.2. Poliuretano termoestable

Este derivado de poliuretano, es un polímero estructurado por cadenas de unidades orgánicas, las cuales están unidas por enlaces de carbonato o también llamado uretano², por este último viene su nombre. (Villoria, 2010)

La estructura de estos primeros es más compleja que los poliuretanos termoplásticos, ya que estos tienen una organización de red con enlaces transversales. Por la anterior razón es que estos tienen una alta resistencia, rigidez, dureza porque las cadenas de enlaces están altamente cruzadas y no son capaces de girar ni deslizarse. Pero por esta misma cognición es que estos tienen una baja ductilidad.³ (Typical Properties and Processing Information, 2016).

Una de las principales características de este tipo de polímeros es que son blandos con propiedades plásticas únicamente al calentarse por primera vez, después de esta no pueden tomar una forma nueva. Los poliuretanos termoestables poseen varias características como, por ejemplo:

- Material compacto y duro

² Tipo de compuesto derivado del ácido carbónico, como también se pueden emplear cianatos y alcoholes.

³ Propiedad que presentan algunos materiales que cuando actúan contra una fuerza logran deformarse plásticamente sin romperse.

- Punto de fusión elevado, ya que la temperatura no afecta de gran manera este material
- Insoluble para la mayoría de los solventes

Generalidades de polímeros termoestables

Este polímero es uno de los más empleados por el consumo humano, ya que de este se derivan varias propiedades. Partiendo desde su obtención la cual es a partir de la condensación de bases hidroxílicas junto con isocianatos utilizando para su combinación enlaces de uretano.

Estos polímeros también cuentan con una amplia versatilidad en cuanto a sus aplicaciones, ya que con ellos pueden crear todo tipo de productos industriales ideales para el consumo seguro de ellos. (Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado. (ATEPA), 2010)

En la actualidad estos usos son domésticos y también industriales como por ejemplo la fabricación de varios elementos:

- Aislante para neveras y congeladores
- Productos aislantes para la construcción
- Acolchado para muebles
- Colchones
- Componentes de automóviles
- Adhesivos
- Pinturas
- Rodillos y ruedas
- Suelas
- Ropa deportiva

En la actualidad este tipo de polímeros se obtiene mediante la reactividad del enlace doble del grupo isocianato que adiciona de manera sencilla compuestos con hidrógenos activos en reacciones de condensación. Estos procesos hacen que los elementos en base de poliuretano tengan ciertas propiedades que el químico ofrece para que estos aparatos sean viables en la hora de utilizarlos. (BASF - We create chemistry, 2011)

El poliuretano brinda varias propiedades a estos elementos, por ejemplo:

- Buena tenacidad
- Buena resistencia química
- Alta resistencia al desgaste y a la abrasión
- Buena flexibilidad a la temperatura baja

- Flexibilidad, alta capacidad de alargamiento
- Dificulta el crecimiento de hongos y bacterias
- Resiste a: Ácidos diluidos fríos, álcalis débiles fríos, disolventes comunes
- Colorantes: Ácidos, básicos, cromados, directos, tina, naftoles, dispersos
- Punto de fusión de 225°C

Por todas estas características que posee el poliuretano, según ATEPA (Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado) quien en su libro informativo POLIURETANO PROYECTADO afirma que este material tiene una alta aplicación en la industria; entre tantas ventajas que puede llegar a tener este polímero, están unas pocas de ellas para tener en cuenta en la lectura del actual documento:

- Se puede aplicar tanto en obras nuevas como para trabajos secundarios
- Puede llegar a sellar fisuras, grietas y asegurar un sellado hermético.
- Actúa como amortiguador de vibraciones
- Elimina puentes térmicos
- Es impermeable
- Tiene un bajo peso, no tiene alteraciones sobre la estructura en construcciones
- No es comestible, por esta razón no es sujeto de acción para los roedores y plagas.
- El uso de elementos de poliuretano por lo general tiene costos más bajos en comparación con otros materiales que cumplen la misma función.

Después de ver las ventajas de este material se concluye que es un material apto para aplicaciones constructivas. Pero, como cualquier material habrá que evaluar las comparaciones entre sus pros y contras. Ventajas de utilizar este material son:

- Los poliuretanos en general son propensos a emitir olores y gases no notables, ya que el producto que son derivados del petróleo puede resaltar en problemas físicos, especialmente en elementos que son de uso común como bien lo puede ser el colchón y pinturas.
- En alguno de los usos del poliuretano producen gases de efecto invernadero, los cuales conllevan efectos negativos sobre el ambiente. Adicionalmente a esto, como son derivados de combustibles fósiles no renovables que pueden llegar a afectar negativamente el medio ambiente.

Clasificación de materiales termoestables.

Entre los poliuretanos termoestables hay una pequeña variedad de polímeros que son empleados cada uno en una característica diferente, y de tal manera también usos diferentes. Entre esa esta:

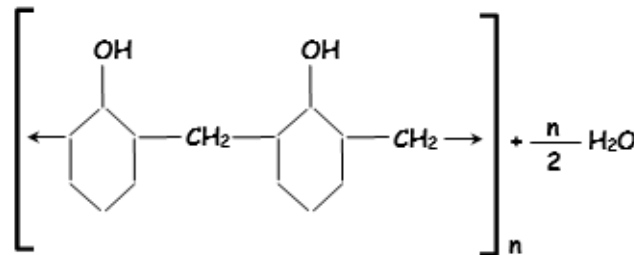
- Resinas fenólicas

- Resinas de melamina
- Resinas de poliéster

Resinas Fenólicas

Por lo general este tipo de polímero también es conocido como bakelitas, Son compuestas por poli condensación de fenoles (ácido fenico o fenol) y el estabilizante de la reacción el formaldehido o formol.

Figura 3 Estructura química de resinas fenólicas



(Fuente: CTB Resinas Fenólicas)

Aplicaciones y características generales.

- Aislante eléctrico ya que tiene una alta resistencia al impacto eléctrico y resistencia de pérdidas eléctricas.
- Resistencia al calor, la humedad, el cizallamiento y la tracción
- Incombustibles e infusible, ya que generalmente lo emplean en barnices y adhesivos.

Tipos de resinas fenólicas

Como tipos de resinas fenólicas tenemos tres tipos:

Tabla 3 Tipos de resinas fenólicas

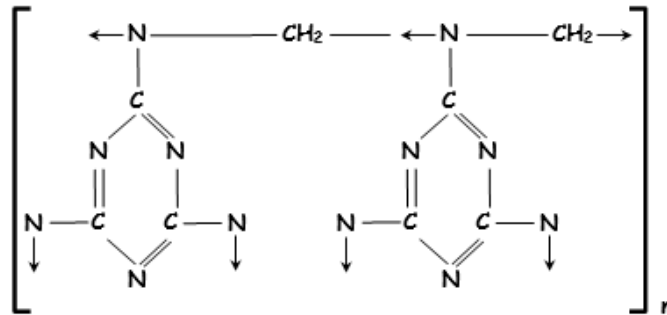
RESOL	RESITOL	RESITA
La reacción se detiene antes de los 50°C	Se detiene a temperatura intermedia de 50 a 180°C	Se obtiene calentando el resitol a 180 a 200°C
Puede ser líquida, viscosa o sólida	Sólida y desmenuzables	Dura y estable
Se utiliza como barniz aislante	Al calor se vuelve termoplástica	No es inflamable

(Fuente: Tecnología de los Plásticos)

Resinas Melamina

Este polímero se obtiene mediante por la poli condensación de la fenilamina y del formol.

Figura 4 Estructura química de Resina melamina



(Fuente: Curso de Ciencias de los Materiales, Polímeros)

Características y propiedades generales

- Color rojizo o castaño
- Alto punto de reblandecimiento
- Poco Fluidez
- Poco factor de pérdidas a alta frecuencia

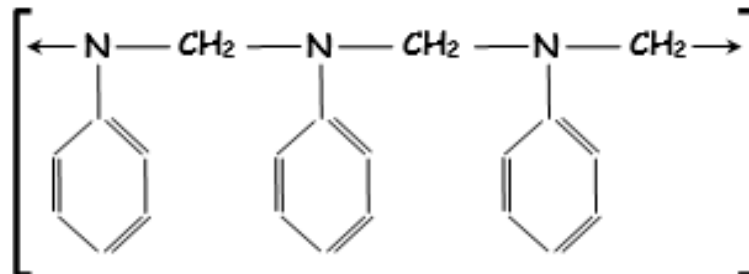
Aplicaciones

Por la propiedad de escasas de factor a alta frecuencia, estas resinas son empleadas en su mayoría en el campo de comunicaciones como materiales en los equipos de radiofonía, componentes para televisores y demás usos.

Resinas de Poliéster

Las resinas de poliéster es una de las más empleadas en el grupo de los polímeros termoestables, estas se obtienen mediante poliesterificación de poliácidos con polialcoholes.

Figura 5 Estructura química de resinas de poliéster



(Fuente: Curso de Ciencias de los Materiales, Polímeros)

Características y aplicaciones

- Alta rigidez eléctrica
- Buena resistencia a las corrientes de fuga superficiales
- Buena resistencia a la humedad
- Excelente estabilidad dimensional

2.1.5. RESINA DE CASTOR

Usualmente conocida en castellano como Tartaguera, ricino o higuera es una especie que por lo general se presenta en varios lugares del mundo, generalmente en lugares tropicales. Es una planta de origen afroasiático, y puede ser clasificada en la industria por el alto nivel de usos de su aceite y grasa. (Cangemi & SANTOS, 2006)

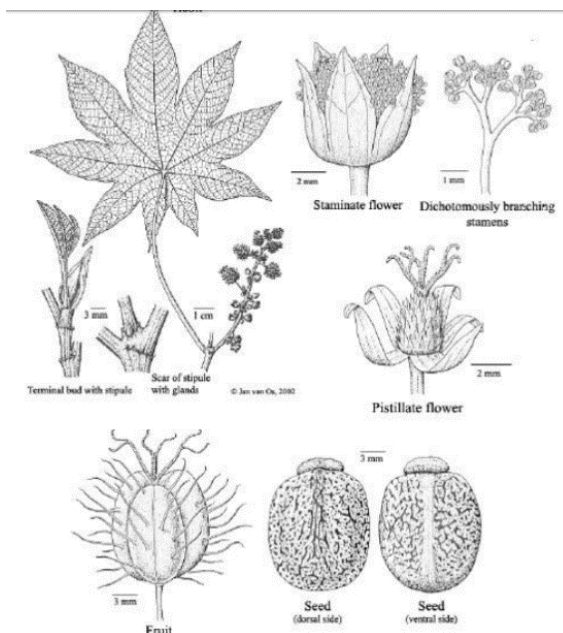
Ilustración 2 Planta de Higuera



(Fuente: Teinteresa.es Higuera)

La planta tiene una altura aproximadamente de 8 a 10 metros y en algunas veces tiene una forma arbustiva de color verde claro a azul grisáceo y en otras ocasiones rojiza.

Ilustración 3 Anatomía de higuera



(Fuente: (García, 2012))

El tartaguero comienza a florecer a los 6 meses de haberlo cultivado y las plantas ya maduras pueden florecer todo el año consecutivo, según la temperatura en la que se labora, ya que para que se dé debe estar en temperaturas altas. (García, 2012)

2.1.5.1. Impactos sanitarios, económicos y sociales

Esta especie se caracteriza por ser tóxicas, es por esta razón que los procesos que incluyan esta planta deben ser con todas las medidas de seguridad, las sustancias que esta mata contiene son toxoalbúmina, alcaloides, etc.

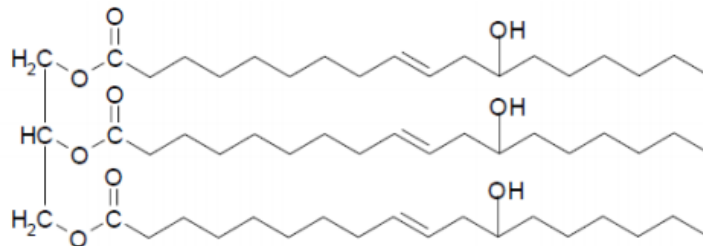
La planta más allá de sus condiciones tóxicas tienen un alto nivel de usos cotidianos sin afectar la vida de sus ocupantes, por ejemplo, el vegetal es materia prima para hacer papel, y como elementos médicos, también es utilizado como lubricante técnico para la realización de jabones y tinturas. (Elizabeth Ojeda Land, 2010)

El aceite de ricino extraído de su semilla, presenta en su composición de ácidos ricinoleico e hidroxilo. Este último es el componente que brinda las propiedades de alcohol en el petróleo. Hay que resaltar que el aceite puede ser estable de acuerdo a las condiciones en que se esté como la temperatura y la presión.

2.1.5.2. Aceite de ricino

El aceite de ricino o también llamado aceite de castor, su principal componente es el ácido ricinoleico, el cual se encuentra formado por triglicérido simple llamado triricinoleina, donde su concentración en porcentaje por peso es aproximadamente al 90%. Triglicérido del aceite de ricino. (Textos Científicos, 2009)

Figura 6 Estructura química de aceite de ricino



(Fuente: Textos Científicos, ácido ricinoleico)

Una de las características que hace que el aceite de ricino sea más empleado en comparación con otros aceites naturales es por su estructura química permite ser usado en la fabricación de biodiesel, plásticos, fibras sintéticas, resinas, lubricantes y en el campo de la medicina como biopolímeros que disponible en la fabricación de órganos artificiales (prótesis) del cuerpo humano. (Santos, 2006)

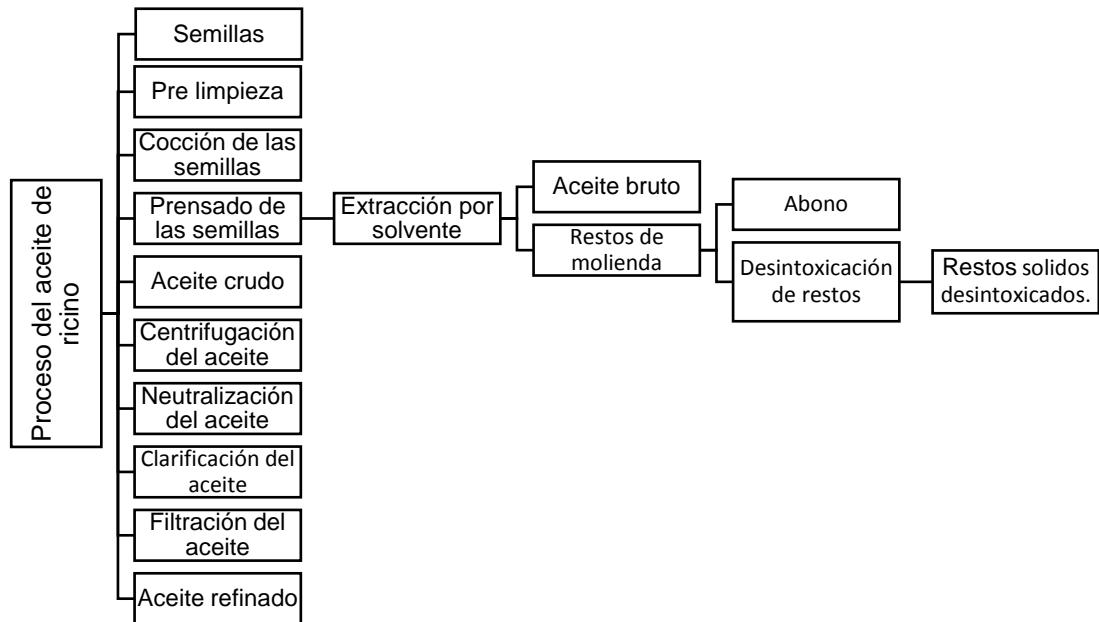
Extracción del aceite de ricino

La extracción del aceite de ricino de la planta puede ser hecha de dos maneras: con la semilla sin pelar y con la semilla completa, o simplemente las semillas descortezada⁴, conocido también como baya.

Después de los procesos ya mencionados y por la involucración de la presión se tritura con disolvente y parar a través de nuevos procedimientos de calentamiento y se exprime para poder extraer el aceite completamente. (Center, 2009)

⁴ Termino indicado a la extracción de la corteza o protección exterior que se tenga de algún elemento.

Figura 7 Proceso del aceite de ricino



(Fuente: PG estudiar la incorporación de aceite de ricino en PVC Flexible)

Propiedades

El aceite de ricino, como cualquier elemento natural y compuesto tiene unas determinadas propiedades tanto físicas como químicas en función del método de extracción. (OGUNNIYI, 2006). Las propiedades típicas son dadas en la tabla 4

Tabla 4 Características del aceite de ricino

Propiedades	Aceite prensado en frio	Aceite extraído por solvente	Aceite deshidratado
Gravedad especifica	0.961 - 0.963	0.957 - 0.963	0.926 - 0.937
Valor ácido	3	10	6
Valor de yodo	82 – 88	80 – 88	125 – 188
Valor saponificación	179 – 185	177 – 182	185 – 188

(Fuente: (OGUNNIYI, 2006))

Propiedades físicas

El aceite producido por la planta higuera es un aceite inodoro, viscoso y no secante, que en su estado natural tiene un sabor suave y después desagradable; es de color amarillo – verde a amarillo – marrón.

Ilustración 4 Muestra de aceite de ricino



(Fuente: Mejorconsalud.com)

En diferencia con otros aceites naturales se caracteriza por su in-digestibilidad, solubilidad en alcoholes y una limitada solubilidad en disolventes alifáticos de petróleo, alta viscosidad, teniendo también un índice de yodo inferior a 90 como bien lo dice en la tabla 4.

Una de las desventajas del aceite de ricino es que su viscosidad es mucho más alta a temperatura inferiores a 50°C y así mismo es con la compresibilidad, estas dos propiedades son en comparación a otros aceites vegetales.

Propiedades y composición químicas

Como todos los aceites naturales que son triglicérido de diversos ácidos grasos y también contienen un 10% de glicerina. La mayoría de los ácidos grasos tienen una porción aproximada de 80% a 90% de ácido ricinoleico, 3% a 6% de ácido linoleico, 2% a 4% de ácido oleico y 1% a 5% de ácidos grasos como lo pueden ser ácido esteárico, palmítico, dihidroxiesteárico y eicosanoico.

La razón por la cual el aceite tenga tanto ácido ricinoleico es para que el valor versátil del aceite en la tecnología ya que la presencia de grupos de hidroxilo y los dobles enlaces provoque que el aceite sea adecuado para varias modificaciones. En la tabla 4 se mostrará la composición de ácidos que contrae el aceite de ricino. (SCHOLZ, 2008)

Tabla 5 Composiciones de ácidos grasos de aceite de ricino y aceite de colza

ÁCIDO GRASO	PROPORCION	
	Aceite de higuera	Aceite de

		colza		
		Según DIN 55939 (%)	Según Bockisch (%)	Según Schuter (%)
Ácido ricinoleico	C 18:1-OH	86-92	82-90	0
Ácido linoleico	C 18:2	2.8-6	3-6	15-30
Ácido oleico	C 18:1	2.5-4	2-4	50-65
Ácido palmítico	C 16:0	1-1.5	1-1.5	1-5
Ácido esteárico	C 18:0	0.5-1.5	-	0.5-2
Ácido linolénico	C 18:3	0.2-0.8	0.2-0.6	5-13

(Fuente: (SCHOLZ, 2008))

Únicamente en el aceite de girasol se pueden encontrar una proporción alta de ácidos. En vez del aceite de ricino su único ácido graso es el ácido ricinoleico con una función hidroxilo en el carbono 12 que aparece en los aceites vegetales naturales. Es por este que una de las propiedades del aceite de higuera es tan viscosa, por su presencia en el grupo de hidroxilo.

2.1.6. Paneles para la construcción en Colombia

Los paneles constructivos a partir de un tiempo se ha proliferado su empleo, por su fácil manejo en la hora de la fabricación de estos prefabricados y su fácil instalación en el campo de la obra. Es por esto que muchos constructores prefieren emplear estos modelos geométricos. Los paneles son empleados tanto en la estructura de la construcción ya sea por paneles a porticados o no porticados. Es por esto que muchos aspectos estructurales pueden ser reemplazados por paneles como lo pueden llegar a ser la propia fachada de la construcción. (Prada, 2009)

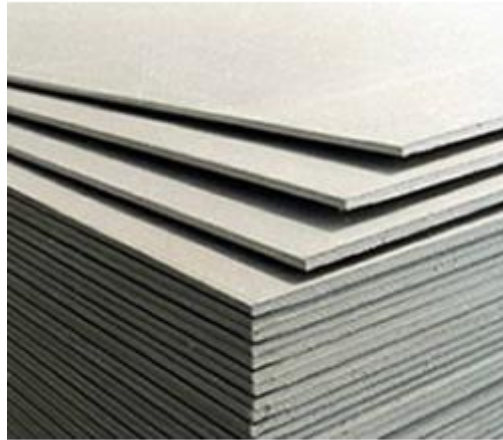
En la actualidad hay una alta variedad de materiales de implementación en paneles constructivos. Por ejemplo, en Colombia uno de los materiales más empleados para la implementación de cielo rasos es el Superboard y variedades de este como ya lo puede ser el drywall u otros similares.

2.1.6.1. Superboard para cielo rasos.

El Superboard es una placa de cemento fraguada mediante procesos de alta presión, humedad y alta temperatura, lo que con la adición de materias primas de cemento, refuerzos orgánicos y agregados naturales que no incorporarán fibras de asbesto permiten a la placa alcanzar un alto nivel de resistencia. (Skinco, 2015)

Su resistencia mecánica se deriva desde la escogencia de las materias primas como el proceso de fraguado, el cual es de suma importancia en su proceso de fabricación, permitiendo que la placa pueda alcanzar una gran resistencia a la flexión y tener un módulo de elasticidad muy elevado, lo que garantiza que las aplicaciones tengan un buen comportamiento. (Sistema Gyplac S.A., 2010)

Ilustración 5 Láminas de Superboard



Tomada de: Maderwil S.A.

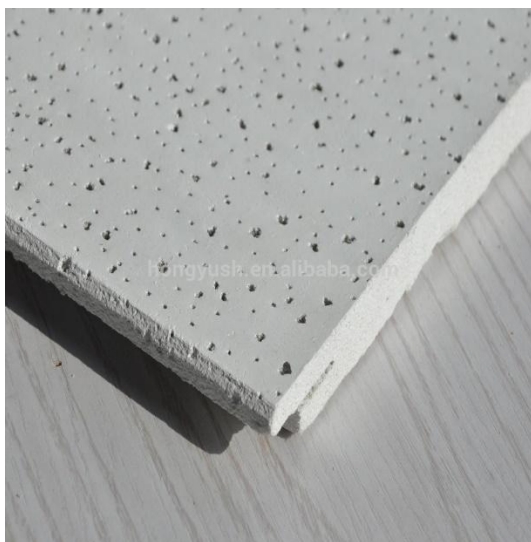
2.1.6.2. Ceiling Board

Esta placa para acabados está conformada en base a yeso, es fabricada bajo los más estándares de calidad internacional, cumpliendo las especificaciones para placas de yeso descritas en la norma ASTM C 1296.

Esta placa está compuesta por un núcleo de roca yeso di hidratado y aditivos que se combinan entre sí; las caras están revestidas con un papel de varias capas de celulosa especial reciclado. La unión de yeso y celulosa se produce cuando el sulfato de calcio (yeso) desarrolla sus cristales dentro de las fibras de papel. (Sistema Gyplac S.A., 2010).

El papel de la cara vista cubre los bordes longitudinales de la placa, lo que le brinda una gran fortaleza y protección al núcleo de yeso de la misma. Los extremos de la placa son rectificadas y cuidadosamente escuadrados en corte cuadrado con el núcleo de yeso a la vista. (Sistema Gyplac S.A., 2010)

Ilustración 6 Lamina de ceiling board



Tomada de: SuperTec ceiling

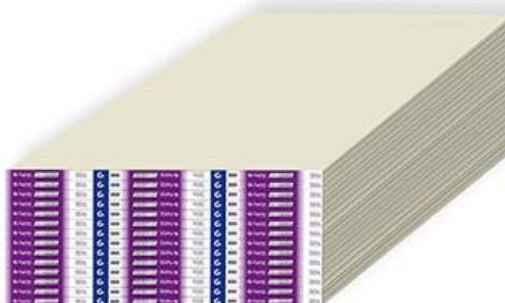
2.1.6.3. Placa de yeso extra liviana

La placa de yeso es un elemento constructivo que se compone de un núcleo de yeso con aditivos especiales de alta calidad, cuyas caras se encuentran revestidas con papel de celulosa altamente resistente.

La placa está compuesta por un núcleo de roca yeso di hidratado y aditivos que se combinan entre sí. Las caras están revestidas con un papel de varias capas de celulosa especial reciclado. La unión de yeso y celulosa se produce por la cristalización que ocurre con el sulfato de calcio haciendo combinaciones entre las propiedades de los materiales empleados. (Gyplac S.A., 2017)

Las placas de yeso se presentan como un material agradable al tacto, cálido, no inflamable, resistente, de fácil manipulación que permite el atornillado y recibir cualquier tipo de decoración tradicional como lo son pinturas de todo tipo o incluso papel tapiz. (Gyplac S.A., 2017)

Ilustración 7 Láminas de yeso extra liviano



Tomada de: (Gyplac S.A., 2017)

2.1.6.4. Yeso resistente al fuego

La placa de yeso resistente al fuego, es fabricada bajo los estándares de calidad internacional cumpliendo con las especificaciones para placas de yeso descritas en la norma ASTM C 1396, C36.

La placa está compuesta por un núcleo incombustible de roca yeso si hidratado, reforzado con fibras resistentes a temperaturas elevadas y aditivos especiales que se combinan entre sí para proporcionar una mayor resistencia y un óptimo desempeño ante la acción del fuego. (TOPTEC, 2015)

El papel en la cara visible es de color rosado, cubre los bordes longitudinales de la placa, lo que le brinda una gran fortaleza de protección al núcleo de yeso de la misma. (TOPTEC, 2015)

Ilustración 8 Lamina de yeso resistente al fuego



Tomada de: (TOPTEC, 2015)

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Ciclo de vida:** Es el proceso que nos permite evaluar las Vargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad o proceso, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. (ambiente, 2014)
- **Construcción sostenible:** Se entiende por el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía. (VIVIENDA, 2015).
- **Extrusión:** Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.
- **Lamina:** Plancha delgada u objeto delgado, cuya superficie es superior es espesor, es posible encontrar láminas de diversos materiales.
- **Oxidación:** Es un fenómeno en el cual un elemento o compuesto se une con el oxígeno, aunque rigurosamente hablando, la oxidación como tal se refiere al proceso químico que implica la pérdida de electrones por parte de una molécula, átomo o ion. Cuando esto ocurre, decimos que la sustancia ha aumentado su estado de oxidación. (Significados, 2014)
- **Reciclaje de poliuretano:** Hay tres maneras de aprovechar los envases de PU una vez que terminó su vida útil: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía. (Mariano, 2011)
- **Resina:** Es una sustancia pastosa, la cual se obtiene de material natural a partir de una secreción orgánica de ciertas plantas. Son empleadas para fabricación de adhesivos, barnices entre otros.

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Esta es una investigación descriptiva, debido a que esta describe los equipos y materiales empleados en la fabricación de paneles con agregado principal de poliuretano termoestable (PU), así como la descripción de los aspectos técnicos en la implementación de los paneles en terminados de construcción, y analiza el uso de polímeros (PU) en la fabricación de paneles a partir de estudios realizados en Brasil, para el fomento de la construcción a bajo costo. Estando así basada en la teoría fundamentada (TF) (Grounded Theory) propuesta por Glaser y Strauss en 1967 que tiende “a generalizar en la dirección de las ideas teóricas, subrayando el desarrollo de teorías más que la prueba de una teoría” (Hunt & Ropo, 1995). Esta teoría aborda temas que han sido poco tratados y como consecuencia no se dispone de teorías formales o sustanciales, es decir, que, cambiando el orden usual de la revisión de la literatura y la recolección de datos, la TF busca adaptar los descubrimientos previos a las características específicas del fenómeno en estudio (Páramo Morales, 2015). A través de la metodología se realiza la descripción, registro y análisis e interpretación del problema ambiental causado por este tipo de desecho de la familia de los plásticos como lo es el (PU); causado por su inadecuado manejo.

Además, en el desarrollo de la investigación, analizamos las causas y las consecuencias acerca de los efectos del manejo del poliuretano termoestable (PU), de igual forma el beneficio que conlleva este nuevo material en la incursión en el medio constructivo. Por tal motivo también es explicativa. Para ello, en primero lugar se recurrió a la información bibliográfica existente al respecto, posteriormente el procesamiento de la información obtenida y por último al análisis de los datos que permiten determinar las conclusiones y recomendaciones de esta investigación. El enfoque metodológico empleado para realizar esta investigación es el basado en los métodos cualitativos enfocándose a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva del participante en un ambiente natural y en relación con el contexto. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010)

El método cualitativo ofrece una diversidad de caminos en el campo de la investigación y brinda herramientas que permiten comprender los actores de su realidad. Por lo tanto, la primera tarea es explorar el contexto del poliuretano termoestable. Lo que significa adentrarnos y evaluar el producto para cerciorarnos que sus cualidades son positivas para el contexto en que se va a implementar. Incluso para cerciorarnos de la relación que existe entre la construcción y la incursión de este nuevo producto (Panel). Es por eso que se cuenta con información previa de los pineros de este producto y procedimientos en cuanto a cómo manejan los residuos de PU. Para tratar de identificar la naturaleza del

porque se escoge este producto como aditivo para la realización de paneles en acabado constructivos, así como identificar sus características y capacidades.

Específicamente para el segundo objetivo se realizó la evaluación del de los aspectos técnicos que posee el producto final (panel a base de PU) para implementarlo en terminados en la construcción. Basándonos en la información recolectada en Brasil con la experiencia de los fabricantes principales más exactamente en la universidad de Sao Carlos. Para este trabajo se realizó un análisis cualitativo basado en el descrito en el libro “Metodología de la investigación” de la editorial Mc Graw Hill, el cual nos permitió llevar un procedimiento ordenado.

En el último objetivo se realizó una comparación, en la cual se identificaron las características de cada uno de los paneles utilizados en la industria colombiana en aplicación de acabados constructivos, es decir, en cielo rasos o muros no estructurales. Partiendo de estos datos se comparó con las características técnicas del panel de poliuretano termoestable, dándonos la facilidad de un posterior análisis cuantitativo. Para así ratificar la necesidad que surge de la aplicación de nuevos materiales en la industria colombiana.

Para llegar a estos objetivos fue necesario realizar una serie de actividades, las cuales nos llevaron al cumplimiento de cada uno de los ítems, que a su vez nos sirvieron como procesos dentro de la realización de este proyecto.

Para esto, el primer procedimiento como en todo proyecto partió en la recopilación de datos, donde escogido el tema de placas de poliuretano termoestable (PU), gracias a la visita técnica realizada en el país de Brasil, en la Universidad de Sao Paulo en la sede ubicada en Sao Carlos. Donde se contó con la presencia del creador de este material innovador “*Víctor Dos Santos*” quien nos proporcionó en primera mano, la información pertinente de este proyecto y su alcance, dejándonos la idea clara del propósito de este nuevo material. Después y gracias a que se obtuvo los documentos de este proyecto fue posible continuar en la recopilación de la información relacionada con generación de nuevos materiales.

Partiendo de los datos obtenidos en el proceso anterior se continuó con un planteamiento del proyecto de tesis, donde se recopiló información necesaria para comprender cada uno de los componentes que hacen parte del panel PU, es decir, definiendo cada característica y generación de estos residuos; ya que los compuestos en su mayoría sino son todos, son de la categoría reciclable. Para esto fue necesario consultar, en primera parte, los residuos de plástico PU que se generan en el país de origen del proyecto (Brasil), para luego tener un punto de partida en la consulta de la generación del poliuretano termoestable en la industria colombiana. Seguido se evaluó dentro del primer planteamiento las consecuencias que pueden llegar a generar estos desechos industriales, para justificar la

necesidad que poseen los países desarrollados y subdesarrollados en la innovación con materiales amigables con el planeta.

Siguiendo el orden se comenzó con el desarrollo del primer proceso (objetivo) del proyecto, donde, se reconocieron los materiales utilizados como lo son el poliuretano termoestable, aceite de ricina de castor y fibra de vidrio; la cantidad de los mismos, su proceso de reciclaje y acondicionamiento para su posterior implementación en la fabricación de los paneles. Para ello también se recopiló información de la maquinaria utilizada en los procesos anteriores y lugares donde se realizó el panel de poliuretano termoestable. De igual forma se informa dentro de este apartado la metodología utilizada en el proceso de fabricación del panel PU. Todo esto fue posible por los documentos obtenidos por parte del poseedor de la patente. Y por último se organizó la información de manera que fuera coherente y de fácil comprensión para el lector.

El siguiente objetivo donde se pretendía dar a conocer los aspectos técnicos que posee el panel, tanto mecánico como físico. En primera instancia se definieron los ensayos de laboratorio que se realizaron en las instalaciones de la universidad de Sao Paulo (Sao Carlos) con la normativa brasilera pertinente y cercana a las características que posee la placa, ya que no existe una norma definida para este tipo de material por motivo de ser nuevo en la industria de acabados en la construcción; en este proceso se obtuvo el panel PU con las características y comportamientos ideales para el campo en el que se va a ver incursionado. A continuación fue posible obtener a partir de lo anterior, un cuadro con el comportamiento mecánico como resistencia a la Tensión, flexión y tracción punzante en condiciones críticas, para poseer una caracterización del panel de poliuretano termoestable; después se logró gracias a estos ensayos, recopilar información de las características físicas tales como porcentaje de absorción de agua, densidad, resistencia al fuego, y en general a la durabilidad que puede tener en el transcurso del tiempo y resistencia de agentes externos.

Gracias al proceso realizado al final el tercer objetivo, se facilitó la realización de las comparaciones con algunos materiales aplicados y destacados a la industria de acabados en la construcción, reconociendo así los aspectos positivos que posee este material, tratado como tema principal del documento (panel de poliuretano termoestable). Concluyendo así con un buen sustento, para demostrar que este material este a la vanguardia en los acabados para construcciones en todo el mundo, dejando una huella ecológica muy significativa.

4. OBJETIVO 1: IDENTIFICAR LOS EQUIPOS, MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIURETANO TERMOESTABLE.

4.1. METODOS

4.1.1. Método de reciclaje de residuos industriales (Poliuretano)

La transformación de residuos de poliuretano en materia prima para esta lamina fue posible a través de la molienda, posterior a ello tiene que tener un proceso de limpieza y de extracción de materiales aledaños que el poliuretano pueda contener como bien lo pueden llegar a ser laminas, envolturas, cintas de seguridad u otro elemento que pueda alcanzar a modificar las características físicas de la lámina de poliuretano termoestable.

Ilustración 9 Muestra de molienda de plástico



Fuente: PerspectivaPronatura.word

4.1.2. Método de clasificación de materiales

4.1.2.1. Por tamizado.

Este se basa en la recopilación de una alta cantidad de muestra de material de poliuretano para que después pueda ser evaluado y clasificado por tamaño, para este fue necesario el empleo de elementos de laboratorio como lo son tamices de diferentes tamaños 05 y 10, respectivamente (Según serie de tamices de EEUU).

4.1.2.2. Por potencial de contaminación

Para este método se empleó procesos como lo son lixiviación y de disolución para poder determinar la cantidad de poliuretano ácido en la muestra de reciclaje.

4.1.3. Ensayos de laboratorios empleados

En la formulación de los materiales empleados de esta placa de poliuretano y para obtener ciertas propiedades físicas realizaron una serie de ensayos de laboratorio para encontrar el tamaño correcto de las partículas de molienda, un valor determinado de solubilidad y de lixiviados. Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

Tabla 6 Pruebas de reciclaje

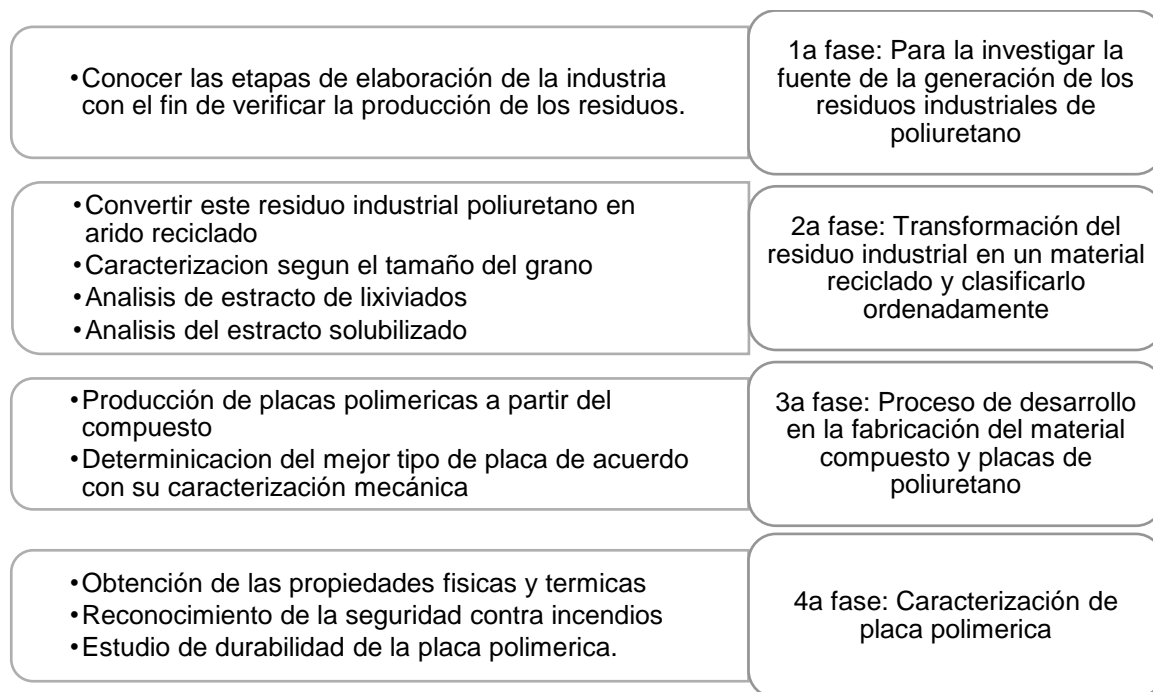
Pruebas	Descripción
Determinación de tamaño de partículas	Definición de los tamaños de partícula de cada árido reciclado, con el fin de establecer sus características físicas.
Análisis de extracto de lixiviados	Ensayo para encontrar la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran en los residuos de poliuretanos.
Análisis de extracto de solubilizado	El estudio de las componentes que contribuyen el material para el agua limpia.

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.2. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN

A partir de los materiales y equipos ya mencionados anteriormente, se efectuaron unos procesos para la generación de las placas de poliuretano termoestable. En la siguiente figura se encontrará las fases necesarias para llegar a tal fin.

Figura 8 Proceso de elaboración de placa polimérica



Fuente: (Dos Santos Balda, 2015)

4.3. MATERIALES

4.3.1. Poliuretano termoestable

Mediante la elaboración de esta investigación se pudo deducir que la obtención de poliuretano se genera por diversos procesos industriales, ya que este material es utilizado en una alta gama de elementos, de empresas como lo pueden ser MEMOTIVA empresa colombiana, INPOL situada en Novo Hamburgo SP - BRASIL (productora de la materia prima para la primera investigación de este material); estas son solo algunas de las muchas entidades que en sus procesos son productores de estos desechos.

Ilustración 10 Residuos industriales de poliuretano en forma prevista por INPOL



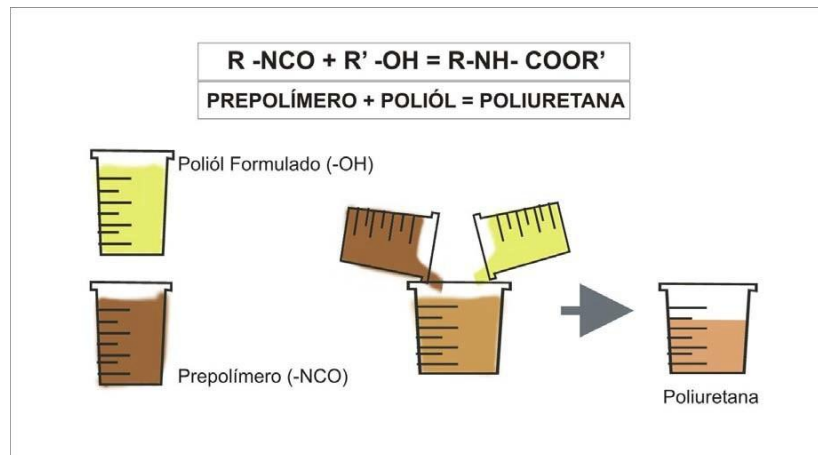
Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.3.2. Aceite de Ricino

La resina de castor, empleada en el desarrollo de esta investigación es un material generado u obtenido en base a productos naturales, renovables, bi-componente llamado prepolimero.⁵

Su tipo de mezclado para la composición química entre el poliuretano y el aceite de ricino fue obtenido mediante proceso experimental experimentado por la universidad de Sao Pablo, donde se determinó que la proporción óptima es de 2:1, esto quiere decir, que por cada dos partes de prepolimero debe ser agregado una parte de poliól. Esta es la representación de la función adhesiva del compuesto desarrollado.

Ilustración 11 Preparación de aceite de ricina



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Por medio de la investigación realizada se lograron obtener los siguientes datos técnicos del aceite de ricino:

- Densidad: 1,06 g/cm³
- Consistencia: Fluido

⁵ Macro molécula química, cuya propiedad principal es la adhesión entre partículas.

- Resistencia al calor: Muestra la pérdida de masa después de los 210°C
- Tiempo de aplicación después de la mezcla de tiempo/curado: 10 a 20 minutos, Seco al tacto después de 50 a 180 minutos dependiendo de la temperatura ambiente.
- Temperatura de curado: 50 a 100°C
- Tiempo total de curado: 24 Horas, dependiendo de la temperatura ambiente, es decir que en un clima cálido la curación es pronta.

De acuerdo a datos recolectados de “DESARROLLO Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS POLYMER PRODUCIDOS A PARTIR DE RECICLAJE DE RESIDUOS INDUSTRIALES TERMOESTABLE DE POLIURETANO” se encontró que es un compuesto con funciones de aglutinante empleado para procesos con fibra, tal como se emplean en esta investigación.

4.3.3. Fibra de vidrio

Partiendo de la investigación realizada, se ha encontrado que, para poder aumentar la rigidez de la lámina, se agregó fibra de vidrio, donde por medio de ensayos se concluyó la que la implantación de la fibra desarrolla las propiedades mecánicas de la lámina de poliuretano. Lo anterior fue manifestado por estudio previo de este nuevo material. de VICTOR JOSE DOS SANTOS.

Actualmente estas fibras pueden ser encontradas fácilmente en el comercio por empresas como lo son Fibratore s.a.⁶

De acuerdo con la información recolectada se identificó que las propiedades óptimas para que el compuesto tenga un comportamiento ideal son las siguientes:

- Diámetro de fibra: 15 micras
- Espesor de la fibra: 0,53 mm
- Resistencia mecánica: entre 1200 y 2000 Mpa
- Módulo elástico: 80000 Mpa
- Densidad: 2,72 kg/m³
- # fibra/ kg: 255 millones

También se puede deducir que la fibra de vidrio tiene una mezcla heterogénea entre los demás compuestos para la fabricación final de la lámina de poliuretanos, tampoco presenta una rugosidad en la superficie, es un material inorgánico el cual no presenta combustión, no se oxida y revela una alta resistencia química

⁶ Empresa colombiana número uno en producción de fibra de vidrio.

Ilustración 12 Muestra de Fibra de vidrio



Fuente: EcuRed – Tratamiento de fibra de vidrio

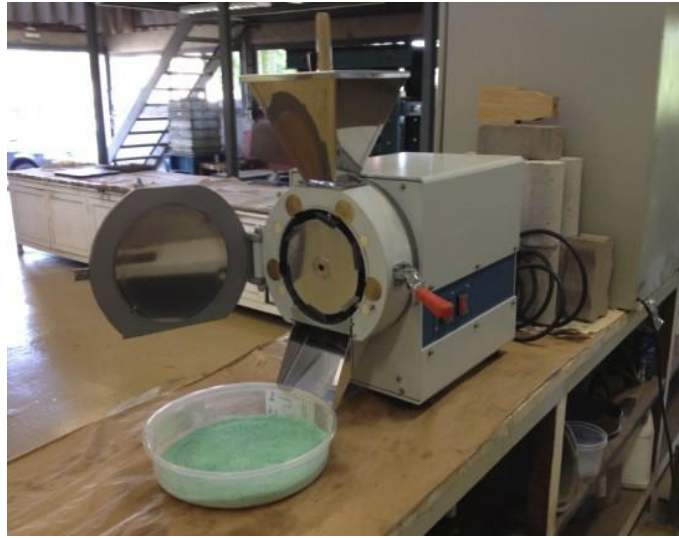
4.4. EQUIPOS

Para el procedimiento de confección de placas de poliuretano desarrollado en esta investigación se basa en la investigación de “DESARROLLO Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS POLYMER PRODUCIDOS A PARTIR DE RECICLAJE DE RESIDUOS INDUSTRIALES TERMOESTABLE DE POLIURETANO” de VICTOR JOSE DOS SANTOS, Se encontró las fases correctas para la realización de la placa.

4.4.1. Molino

Este molino es un implemento necesario para poder determinar el tamaño ideal de las partículas para que la lámina de poliuretano pueda tener sus mejores características propias, este equipo cuenta con tres cuchillas de corte interna que sirven para la molienda de plástico y de madera.

Ilustración 13 Molino

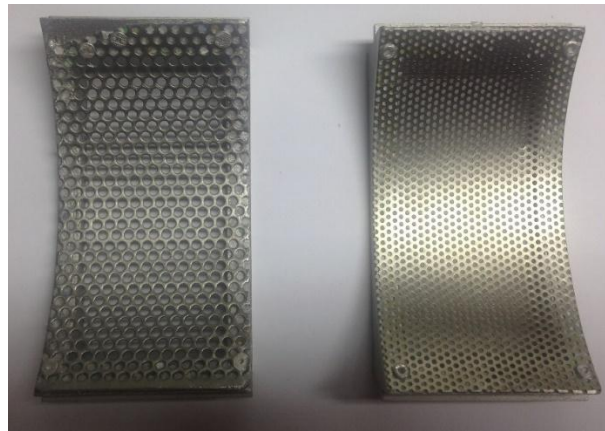


Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.4.2. Tamices granulares

Se implementaron tamices rectangulares con el fin de determinar el tamaño ideal de las partículas para la mezcla óptima. Estos tamices son de acero térmico y de varios tamaños como bien lo son el AG 05 y AG 10, esta identificación esa relacionada con especificaciones Meshe.

Ilustración 14 Tamices granulométricos.



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.4.3. Prensa de calor

La prensa de calor permite controlar temperaturas que varían entre 0° a 250°C, y es capaz de tener una presión de 5 toneladas. Agrupando los componentes dentro de un molde metálico para poder dar forma y rigidez a las placas de

polímeros. Para la temperatura empleada fue variante entre 50°C a 100°C durante una hora.

Ilustración 15 Presa de calor

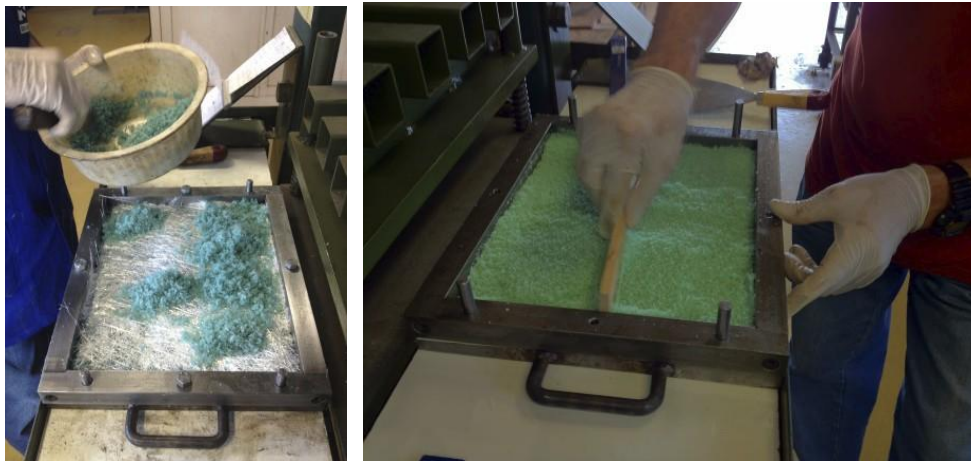


Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.4.4. Molde metálico

Este molde fue el implemento donde se colocó la mezcla previamente realizada con los materiales ya especificados en este trabajo de investigación, este está compuesto por láminas de acero inoxidable y térmico, el cual se presta la función de aplanamiento a través de la prensa termina.

Ilustración 16 Molde metálico



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

4.5. TIPOLOGIAS DE LAMINAS

Con el fin de elaborar una mejor lamina de poliuretano, de igual forma para que sus propiedades mecánicas sean optimas, se realizó siete diferentes mezclas, en donde cada una de ellas se incrementó o disminuyó las cantidades de cada uno de sus compuestos. En la tabla 7, se muestra las cuantías de los materiales para la realización de láminas poliméricas.

Tabla 7 Tipología de lámina de poliuretano

Tipología	Espesor (mm)	Agregado		Resina		Mantas de fibra de vidrio	Tiempo de prensa (min)
		AG 05 (gr)	AG 10 (gr)	Pre (gr)	Poliol (gr)		
01	5	410	0	46	23	0	60
02	5	0	410	46	23	0	60
03	5	205	205	46	23	0	60
04	9	255	255	70	35	1	60
05	9	255	255	70	35	0	60
06	9	255	255	70	35	2	60
07	9	255	255	70	35	2	15

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5. OBJETIVO 2: ESPECIFICAR LOS ASPECTOS MECANICOS Y FISICOS DE LA LÁMINA DE POLIURETANO TERMOESTABLE.

A partir del respectivo proceso de elaboración de la lámina de polímeros, posterior a ello fue sometida a una sucesión de caracterización mecánica para así obtener sus valores determinados de capacidades físicas sometidas a esfuerzos con ensayos de tracción, flexión y cortante.

También obteniendo resistencia térmica y de durabilidad en condiciones críticas, como no existe una regulación para las pruebas realizadas en este estudio se adoptaron las normas cercanas a cada situación; en este caso fue aplicada bajo la norma brasilera, ya que fue el país originario de patente.

Para estos ensayos se realizaron 7 tipos de láminas en las cuales sus dimensiones varían para poder encontrar el tamaño óptimo entre estas. En

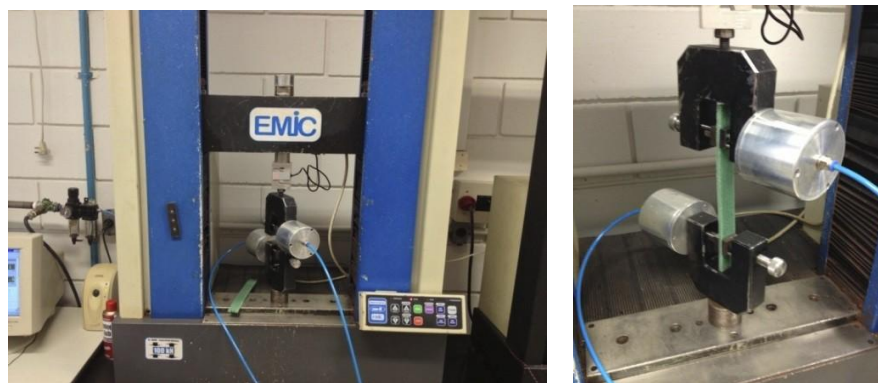
5.1. PRUEBA DE TENSION, COMPRESION Y TRACCION PUNZANTE

5.1.1. Prueba de tensión

Se realizo esta prueba para determinar la resistencia a tensión de la lámina de polímero cuando es sometida a una carga constante hasta llegar al punto de falla o ruptura. La norma aplicada a este ensayo fue la NBR 12824⁷.

Este ensayo fue realizado en el laboratorio geo-sintético del departamento de geotecnia, Escuela de Ingeniería de Sao Carlos de la Universidad de Sao Paulo.

Ilustración 17 Equipo y montaje de ensayo a tensión.



Fuente: (Dos Santos Balcan, 2015)

⁷ Norma brasilera basada en la determinación de la resistencia a la tracción no confinada - Ensayo de tracción de banda ancha.

5.1.2. Prueba de flexión

Esta prueba tiene como objetivo estudiar el comportamiento de un cuerpo con pruebas realizadas a flexión en tres puntos de la longitud de la lámina. Este ensayo fue bajo la norma brasilera NBR 14810-3⁸.

Este ensayo se realizó en el laboratorio de construcción, arquitectura e instituto de planificación urbana – Universidad de Sao Paulo

5.1.3. Prueba de tracción punzante

Esta prueba fue importante para simular el comportamiento de las placas cuando se somete a una carga puntal, es decir, su resistencia a la perforación. La norma con la que se ejecutó este ensayo fue la NBR 13359⁹.

Este ensayo fue realizado en el laboratorio geo-sintético del departamento de geotecnia, Escuela de Ingeniería de Sao Carlos de la Universidad de Sao Paulo.

Los resultados fueron registrados en una hoja de cálculo, la cual hizo posible el análisis, en la siguiente tabla se mostrará el punto de falla de la lámina en función a la temperatura y la tipología de la placa.

Tabla 8 Resultados de pruebas a tensión, flexión, cortante

TIPOLOGIA	TEMP. (°c)	TENSIÓN (N)	FLEXIÓN (N)	TRACCION PUNZANTE (N)
1	25	674.5	299.5	452.5
	50	702.5	304.5	499.5
2	25	348.5	321.2	452.5
	50	362.4	327.5	499.5
3	25	704.5	368.5	534.5
	50	753.3	378.5	541.5
4	25	759.5	515.0	674.5
	50	789.4	528.5	683.5
5	25	733.5	408.5	555.5
	50	765.4	413.5	561.5
6	25	996.5	798.5	808.5
	50	1012.5	822.5	818.0
7	25	990.8	792.6	803.6

⁸ Norma brasilera basada en la determinación de la resistencia a la flexión de materiales aglomerados.

⁹ Norma brasilera basada en la determinación de la resistencia al punzonado estático, ensayo con pistón tipo CBR.

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Debido a los anteriores resultados se determinó seguir con los estudios próximos con el tipo de lámina número 04, ya que este elemento es el que mejor comportamiento mecánico tiene en comparación con las demás tipologías. También resaltando la cantidad de material empleado en su proceso de fabricación, es decir, que se utilizó menos láminas de fibra de vidrio y así llego a excelentes resultados en las pruebas ya mencionadas.

5.2. CARACTERISTICAS PROPIEDADES FISICAS LAMINA POLIURETANO

5.2.1. Absorción de agua en lámina polimérica.

El objetivo de este ensayo es determinar la capacidad de absorción de agua de la placa polimérica. Dado que en el país de origen de la patente no existe una regulación para pruebas de absorción en polímeros, se empleó la metodología propuesta por el estudio original “DESARROLLO Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS POLYMER PRODUCIDOS A PARTIR DE RECICLAJE DE RESIDUOS INDUSTRIALES TERMOESTABLE DE POLIURETANO.”

Este ensayo se realizó en el laboratorio de construcción, arquitectura e instituto de planificación urbana – Universidad de Sao Paulo.

Tabla 9 Resultados prueba de absorción de agua

Número de placas 04	Masa inicial (gr)	Masa 2 horas (gr)	Masa 24 horas (gr)	Absorción 2 horas (%)	Absorción 24 horas (%)
1	35,1	35,45	35,81	1,0	2.0
2	35.3	35.55	35.87	0.7	1.6
3	35.3	35.59	38.98	0.8	1.9
4	35.0	35.50	35.81	1.4	2.3
5	35.4	35.83	36.19	1.2	2.2
6	35.3	35.62	36.01	0.8	2.0
7	35.6	35.88	36.25	0.8	1.8
8	35.2	35,61	35.91	1.1	2.0
9	35.0	35,40	35.78	1.1	2.2
10	35.1	35.39	35.74	0.8	1.8
PROMEDIO	35.23	35.58	35.94	1.0	2.0

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5.2.2. Determinación de densidad en lámina polimérica.

Este ensayo se basa en la determinación de la densidad de la placa polimérica, con el fin poder ubicarla en una escala de regulación baja, media o alta densidad. Este ensayo se realizó bajo la norma brasilera NBR 14810-3. Este ensayo se realizó en el laboratorio de construcción, arquitectura e instituto de planificación urbana – Universidad de Sao Paulo.

Tabla 10 Resultados a Prueba de densidad

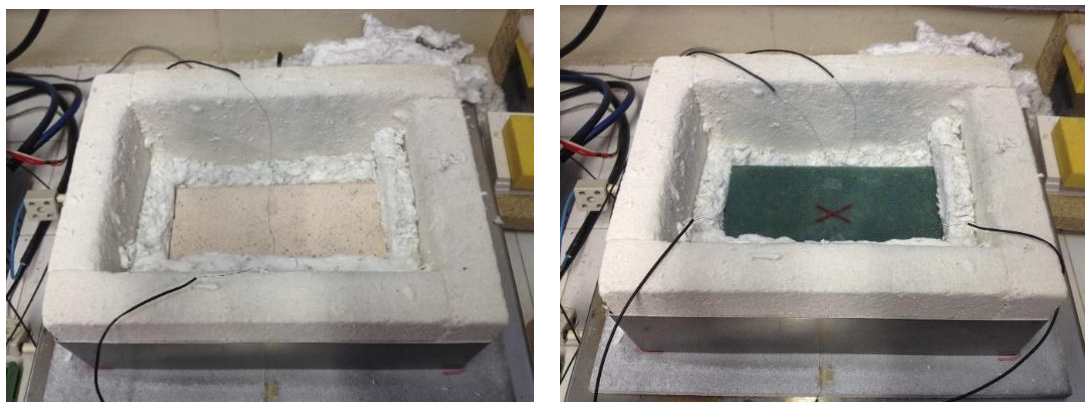
Número de placa 04	Masa inicial (gr)	Volumen (mm3)	Densidad (Kg/m3)
1	25.5	22.5	1133.33
2	25.7	22.5	1142.22
3	25.4	22.5	1128.89
4	25.3	22.5	1124.44
5	25.5	22.5	1133.33
6	25.9	22.5	1151.11
7	25.6	22.5	1137.78
8	25.5	22.5	1133.33
9	25.5	22.5	1133.33
10	25.6	22.5	1137.78
PROMEDIO			1135.55

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5.2.3. Propiedades térmicas en lámina polimérica.

Este ensayo fue realizado con el fin de determinar la conductibilidad térmica y calórica en la placa de poliuretano termoestable, de acuerdo con la metodología CAJA CALIENTE, bajo la norma brasilera NBR 6488 para la conductividad térmica.

Ilustración 18 Ensayo de caja caliente para lamina polimérica.



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Este ensayo se realizó en las instalaciones del departamento de ingeniería de materiales de la Universidad Federal de Sao Carlos.

Tabla 11 Resultados conductividad térmica en lamina polimérica

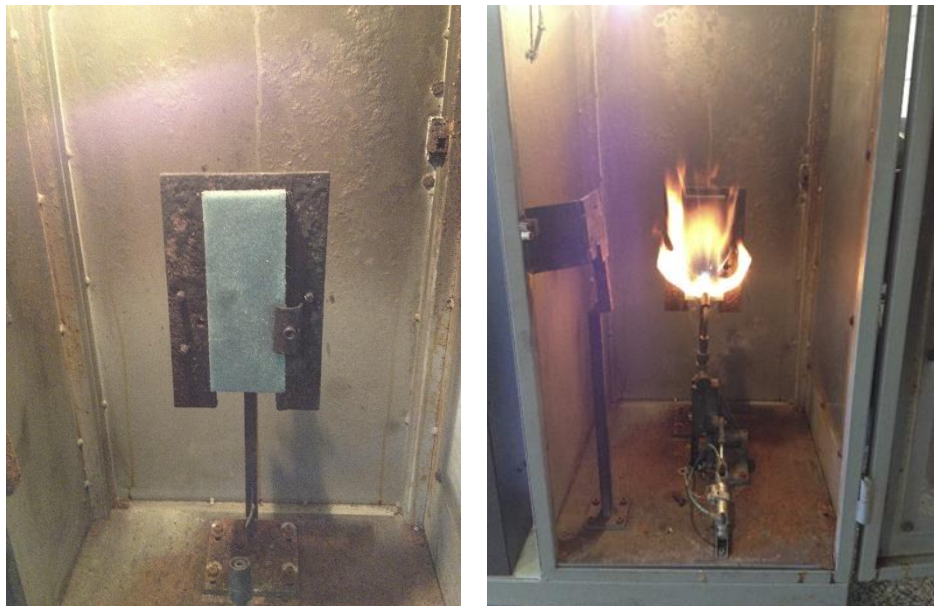
Material	Densidad (Kg/m3)	Conductividad térmica (W/mK)
Lamina de poliuretano termoestable tipo 04	1135.55	0.17

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5.2.4. Prueba de inflamabilidad

Esta prueba determina las propiedades de combustión que posee la placa polimérica, es decir, mide la velocidad en que la placa sufre la combustión determinando así su característica inflamable o auto extinguiible. Utilizando la norma específica para determinar la combustión en plásticos UL – 94V.

Ilustración 19 Prueba de inflamabilidad en lámina polimérica



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

La prueba fue realizada en el laboratorio de geo sintéticos en el departamento de geotecnia, Escuela ingeniería de Sao Carlos, Universidad de Sao Paulo.

Tabla 12 Resultado de prueba de inflamabilidad lamina polimérica

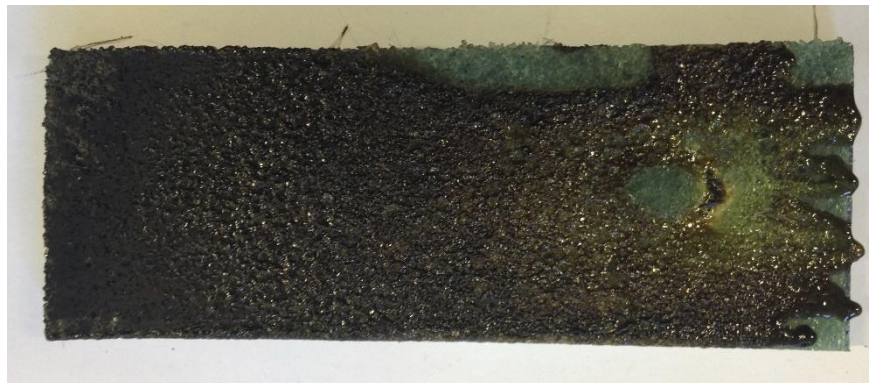
Criterio analizado	Resultado
Tiempo máximo de ardor cada espécimen (s)	11
Tiempo total de la quema en promedio a 5 muestras (s)	38
Tiempo de extinción de la llama	7
Quemaduras de algodón o goteo	no

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente es posible afirmar que la placa polimérica se clasifica en los materiales auto extingüibles ya que la llama se extingüió en poco relativamente pequeño que puede ser inmediato.

También es importante señalar que al no causar goteo en la hora de quema no va a causar propagación de inflamabilidad hacia otros materiales.

Ilustración 20 Lámina polimérica después de la prueba de inflamabilidad



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5.3. DURABILIDAD DE LA LÁMINA DE POLIURETANO

5.3.1. Resistencia a la abrasión superficial

Se realizó este ensayo con el fin de determinar la resistencia al desgaste causado por la abrasión en función al tránsito de personas sobre la superficie de este material ya que la suela de los zapatos es capaz de generar debilidad en la lámina polimérica. Este ensayo fue realizado bajo la norma brasileña NBR 13818 en el anexo D de esta, y fue realizado en el Centro de Caracterización y Desarrollo de Ingeniería de Materiales de la Universidad Federal de Sao Carlos.

Tabla 13 Resultados a la prueba de abrasión superficial

Nombre	Resultado
Etapa abrasión (ciclos)	1500

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Tabla 14 Determinación clase de abrasión

Etapa abrasión/ Numero de ciclos para la visualización	Clase de abrasión
100	0
150	1
600	2
750-1.500	3
2.100 – 12.000	4
Mas de 12.000	5

Fuente: NBR 13818 - Anexo D (ABNT, 2007a)

En la tabla número 12 muestra el resultado del ensayo de abrasión superficial en la lámina de poliuretano dando un dato de 1500 ciclos, el cual procederemos a clasificar en la tabla 13 para poder leer la clase de abrasión donde orienta a una clase de abrasión tipo 3.

La lamina polimérica por haber estado clasificada en una clase tipo 3, quiere decir que su resistencia a la abrasión superficial es medio alta, es decir, que sus componentes son de bajo desgaste con el tiempo.

5.3.2. Resistencia a la radiación ultravioleta y la exposición

Para este ensayo se tomaron 3 tipos de láminas, las cuales fueron expuestas a condiciones críticas de radiación ultravioleta y a la exposición climática. Las láminas fueron sometidas a un tiempo de exposición de 500 horas, 1000 horas y 1500 horas simulando respectivamente 1, 2 y 3 años de exposición, y para tomar un valor de referencia se partió de la lámina polimérica 04 ya que esta no ha tenido ningún tipo de exposición a los rayos ultra violeta. La metodología empleada para este ensayo fue en base a ASTM G 154 del 2008.

El ensayo fue realizado en laboratorio Geo sintéticos, Departamento de Geotecnia, Escuela Ingeniería de São Carlos, Universidad de San Carlos.

Ilustración 21 Preparación para prueba de resistencia ante rayos ultra violetas



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Después de la exposición de las 3 láminas de poliuretano a los rayos ultravioleta se procederá a realizar los ensayos para determinar su resistencia mecánica y propiedades físicas de estas, para finalmente tener el valor del grado del material por su trabajo en la intemperie.

Ilustración 22 Resultados de prueba de exposición a rayos ultra violeta



Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

De izquierda a derecha se muestra las láminas que fueron sometidas a exposición de 1, 2 y 3 años respectivamente.

5.3.2.1. Características mecánicas de láminas sometidas a rayos UV

Para este ensayo se tomó las láminas sometidas a la exposición de rayos ultravioleta y nuevamente se ejecutaron a ensayos de tensión, flexión y cortante

basándose en las pruebas de laboratorio anteriores y junto con las mismas normas ya empleadas.

Los resultados son recopilados en la siguiente tabla, donde se logra observar la degradación producido por su exposición.

Tabla 15 Comparación entre los resultados de la caracterización mecánica de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV

	Tensión (N)	Flexión (N)	Tracción punzante (N)
Estándar	990.80	782.60	803.60
500 horas	987.00	789.50	799.00
1000 horas	984,50	784.00	789.50
1500 horas	982.00	778,50	786.00

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

5.3.2.2. Absorción del agua de láminas sometidas a rayos UV

Este ensayo fue realizado con el fin de determinar la cantidad de peso que puede llegar a incrementar con la absorción de agua en las láminas que pueden llevar un determinado tiempo en su instalación

El ensayo se sometió bajo las normas brasileras ya nombradas para la prueba de absorción de agua para las láminas estándar.

Tabla 16 Comparación entre los resultados de la absorción de agua de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV

	Absorción media 2 horas (%)	Absorción media 24 horas (%)
Estándar	1.00	2.00
500 horas	1.11	2.52
1000 horas	1.60	2.70
1500 horas	1.70	2.70

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

En los resultados de este ensayo de laboratorio se puede observar que tanto para la absorción de 2 horas y de 24 horas, en todos los casos evaluados el incremento de este es del 1%. Lo que demuestra que en el caso crítico de 3 años para 1500 horas la absorción media aumento, pero aun así sigue siendo baja.

5.3.2.3. Densidad de láminas sometidas a rayos UV

En este ensayo se muestra el cambio de la densidad en función del envejecimiento que puede llegar a tener la lámina de poliuretano con la exposición de rayos UV.

El ensayo se sometió bajo las normas brasileras ya nombradas para la prueba de absorción de agua para las láminas estándar.

Tabla 17 Comparación entre los resultados de la densidad de la placa polimérica sin exposición junto con las placas sometidas a los rayos UV

	Estándar	500 horas	1000 horas	1500 horas
Densidad promedio	1135.55	1129.78	1114.67	1095.11

Fuente: (Dos Santos Baldan, 2015)

Según las normas brasileras NBR 14810-2 las densidades de todas las placas degradadas deben de estar por encima de 750 kg/m³ de densidad, las láminas de poliuretanos degradada a 1500 horas o a 3 años tiene valores de 1095,11 kg/m³, es decir, que las placas de polímeros aun por su degradación con los rayos UV sigue cumpliendo con este estatuto.

6. OBJETIVO 3: COMPARAR PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS ENTRE CUATRO DIFERENTES TIPOS DE PLACAS PARA CIELO RASOS EMPLEADOS COMÚNMENTE EN COLOMBIA, CONTRA LA LÁMINA DE POLIURETANO TERMOESTABLE A PARTIR DE NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRA Y COLOMBIANA.

La placa de poliuretano tiene ciertas propiedades tanto mecánicas como físicas, las cuales han sido explicadas en el anterior ítem, pero para tener la certeza de su funcionamiento, se comparó en las mismas características con materiales de su misma función, ya que, estos elementos en la construcción colombiana han sido relevantes y se han empleado no solo en el tema de acabados constructivos si no también como muros o fachadas.

6.1. COMPARACIÓN CON SUPERBOARD

El Superboard es una placa de cemento fraguada mediante procesos de alta presión, humedad y alta temperatura, lo que adicional a esto, sus materiales como, lo son refuerzos orgánicos, permiten que este tipo de elementos alcancen un buen nivel de estabilidad y resistencia (Skinco COLOMBIT, 2011). Se adjunta a este documento la ficha técnica del material Superboard de la empresa colombiana SKINCO, COLOMBIT en el ANEXO 1

Se comparó las propiedades en común entre la placa de poliuretano termoestable con la ficha técnica de Superboard, la cual fue recopilada en la tabla 17 en donde se especifica la propiedad de cada material respectivamente.

Tabla 18 Comparación de placa de poliuretano vs Superboard colombiano

PROPIEDAD	SUPERBOARD, MATERIAL COLOMBIANO			PLACA DE POLIURETANO TERMOESTABLE Y RICINO		
	VALOR	UNIDAD	ENSAYO	VALOR	UNIDAD	ENSAYO
Densidad	1,25	gr/cm ³	NTC 4373	1,135	gr/cm ³	NBR 14810-3
Absorción	32	%	NTC 4373	2	%	-
Resistencia a la flexión:						
Seco al ambiente, sentido débil	8			5,15		NBR 14810-3
Seco al ambiente sentido fuerte	15	Mpa	NTC 4373		Mpa	
Saturado, sentido débil	5,5					
Saturado,	9,5					

sentido fuerte						
Conductividad térmica	0,263	W/mK	ASTM D1037	0,17	W/mK	NBR 6488
Resistencia a la tracción del clavo		kg	ASTM D1037		kg	
En húmedo	32					
En seco	64,7			68,78		NBR 13359
Resistencia a la tracción	5,18	Mpa	ISO 8336	7,60	Mpa	NBR 12824
Índice de expansión de la llama	No	-	ASTM E84	No	-	ASTM E84

Fuente: Catalogo de Superboard Skinco Colombit

6.2. COMPARACIÓN CON PLACA CEILING BOARD

La placa de Ceiling Board es producida por la marca GYPLAC y se fabrica en Colombia por Gyplas S.A. Este material es una placa para cielo rasos, la cual este diseñada para tener una mayor resistencia a la deflexión.

Esta lamina está fabricada bajo la norma ASTM C 1396, C36. Está compuesta por un núcleo de roca yeso di-hidratado y aditivos que se combinan entre sí, en sus paredes esta revestida con papel de varias capas de celulosa especial 100% reciclado. (Sistema Gyplac S.A., 2010). Se adjunta a este documento la ficha técnica del material de la empresa colombiana GYPLAC en el ANEXO 2

Se comparó las propiedades en común entre la placa de poliuretano termoestable con la ficha técnica de Superboard, la cual fue recopilada en la tabla 18 en donde se especifica la propiedad de cada material respectivamente.

Tabla 19 Comparación de placa de poliuretano vs Placa Ceiling Board

PROPIEDAD	SUPERBOARD, MATERIAL COLOMBIANO			PLACA DE POLIURETANO TERMOESTABLE Y RICINO		
	VALOR	UNIDAD	ENSAYO	VALOR	UNIDAD	ENSAYO
Resistencia perpendicular	180	N	ASTM C 1396	515	N	NBR 14810-3
Resistencia paralela	450	N	ASTM C 1396	759,5	N	NBR 12824
Nail Pull	296	N	ASTM C 1396	674,5	N	NBR 13359
Espesos Nominal	10,95	mm	ASTM C 1396	9	mm	

Profundidad de bisel	1,1	mm	ASTM C 1396	-	mm
Longitud	2440	mm	ASTM C 1396	-	mm
Cuadratura	3,89	mm;°	ASTM C 1396	-	mm;°

Fuente: Catálogo de Placa Ceiling Board fabricada por Gyplas S.A

6.3. COMPARACION CON PLACA DE YESO EXTRALIVIANA

La placa de yeso-Cartón del sistema de Gyplac es un elemento constructivo que se compone de un núcleo de yeso con aditivos especiales de alta calidad, cuyas caras se encuentran revestidas con papel de celulosa altamente resistente. Esta placa fue elaborada bajo la norma peruana NTP 334.185. (Gyplac S.A., 2017)

Se tomó la información relacionada entre la placa de poliuretano con las propiedades de la placa de yeso extra liviana, esta indagación se encuentra en la tabla 19. También se adjunta a este documento la ficha técnica del material de la empresa colombiana GYPLAC en el ANEXO 3

Se comparó las propiedades en común entre la placa de poliuretano termoestable con la ficha técnica de Superboard, la cual fue recopilada en la tabla 19 en donde se especifica la propiedad de cada material respectivamente.

Tabla 20 Comparación de placa de poliuretano vs placa de yeso ultraliviana

PROPIEDAD	SUPERBOARD, MATERIAL COLOMBIANO			PLACA DE POLIURETANO TERMOESTABLE Y RICINO		
	VALOR	UNIDAD	ENSAYO	VALOR	UNIDAD	ENSAYO
ESPESOR PROMEDIO	12,5	mm	NTP 334.185	9	mm	
DIMENSIONES						
Largo	2440	mm	NTP 334.185	-	mm	
Ancho	1220	mm	NTP 334.185	-	mm	
Cuadratura	1	mm	NTP 334.185	-	mm	
Ancho de rebajo	55	mm	NTP 334.185	-	mm	
PROPIEDADES MECANICAS						
Resistencia a la flexión	670	N	NTP	759,5	N	NBR

longitudinal			334.185			12824
Resistencia a la flexión paralela	230	N	NTP 334.185	515	N	NBR 14810-3

Fuente: Catálogo de Placa Ceiling Board fabricada por Gyplas S.A

6.4. COMPARACIÓN CON LÁMINA DE YESO TOPTec RF

Las láminas de yesos RF (resistente al Fuego), están fabricadas bajo los estándares de la norma ASTM C1396 Método B, estas placas están diseñadas con el objetivo de un desempeño óptimo en situaciones de fuego durante un incendio. Este material es fabricado por la empresa colombiana TOPTec, y las condiciones térmicas han sido elaboradas bajo la norma ASTM E84. (TOPTec, 2015).

Se comparó las propiedades en común entre la placa de poliuretano termoestable con la ficha técnica de Superboard, la cual fue recopilada en la tabla 20 en donde se especifica la propiedad de cada material respectivamente. También se adjunta a este documento la ficha técnica del material de la empresa colombiana GYPLAC en el ANEXO 4

Tabla 21 Comparación de placa de poliuretano vs lámina de yeso Toptec RF

PROPIEDAD	SUPERBOARD, MATERIAL COLOMBIANO			PLACA DE POLIURETANO TERMOESTABLE Y RICINO		
	VALOR	UNIDAD	ENSAYO	VALOR	UNIDAD	ENSAYO
Resistencia flexión paralela	226	N	ASTM C1396	515	N	NBR 12824
Resistencia flexión perpendicular	654	N	ASTM C1396	759.5	N	NBR 14810-3
Resistencia nail pull	458	N	ASTM C1396	674,5	N	NBR 13359

Fuente: Catalogo de lámina de yeso TOPTec RF

7. ANALISIS DE RESULTADOS

En la elaboración de este documento y en la realización de los objetivos entre describir sus componentes, tener conocimiento de sus propiedades físicas y mecánicas y en la comparación de este con un elemento que se emplee comúnmente en Colombia, se ha llegado al desenlace de que este material es un innovador en la industria de la construcción.

La adquisición de los compuestos por el cual la lámina de poliuretano fue realizada se dio mediante compañías brasileñas especializadas en la producción de poliuretano, las cuales, mediante proceso de reciclaje de molido lo brinda para su nueva implementación. Así también el aceite de ricino tuvo un previo proceso para que sus propiedades sean justas para la mezcla posterior. Y finalmente la incorporación de fibra de vidrio le da a la mezcla propiedades unificadoras, es decir, la fibra hace que sus materiales funcionen en forma compuesta para poder tener un rendimiento óptimo en sus propiedades mecánicas y físicas.

Para su elaboración se tuvo que realizar varios modelos con diferentes cantidades en sus compuestos que lo generan, en donde cada uno de estos fue involucrado en ensayos de laboratorio para poder determinar qué modelo es el que tiene mayor resistencia y de este modo establecer la mezcla ideal para este material.

Tras los resultados de los ensayos realizados en la placa de poliuretano está bien afirmar que este material está en condiciones ideales para su funcionalidad en tareas como de acabados en cielo raso, pero para tener referencia, se realizó la respectiva comparación cuantitativa entre este material y otros que generalmente se emplean.

Los resultados de las comparaciones con Superboard, Placa Ceiling Board, Placa de Yeso Extra-liviana y Lamina de Yeso Resistente al Fuego están mostrados en las tablas 18, 19, 20 y 21 respectivamente, en donde se encuentran valores similares entre la lámina de poliuretano contra el material de referencia, y en ocasiones el material reciclable muestra una mejor resistencia a ensayos puntuales.

Por lo anterior da a entender que la placa de poliuretano termoestable está en condiciones ideales para cumplir la función de cielo raso en construcciones civiles, ya que cuenta con las características mecánicas y físicas para cumplir con esta función específica y así mismo pueda tener un auge en innovación y construcciones verdes para el país.

8. CONCLUSIONES

Con base en el análisis y discusión de los resultados presentados en esta tesis, fue posible extraer las siguientes conclusiones con los objetivos propuestos:

- El método que se empleó en el proceso de producción del panel de poliuretano termoestable, comenzó reconociendo la industria generadora de plásticos y desechos de PU, siendo el caso de Colombia, empresa MEMOTIVA, una de las productoras del plástico PU, donde, se puede obtener esta materia prima. Siguiendo el orden hallado, el procedimiento a seguir, es transformar el poliuretano en árido reciclado, para una sucesiva clasificación según su tamaño y características físicas. Finalmente se obtuvo 7 tipos de placas de poliuretano termoestable y se evaluó cuál de estas tiene un comportamiento adecuado a esfuerzos de tensión, compresión y carga punzante. Eligiendo la placa optima, se procede como último paso a caracterizar la placa tipología 04 de PU física y mecánicamente. En consecuencia, a lo anterior obtuvimos su ficha técnica según la normativa NBR Y ASTM (revisar sección 5.2).
- Para la fabricación de la placa de poliuretano termoestable se necesitó una gama de materiales, los cuales son de fuentes de materia prima natural y reciclable. Se identificó las cantidades unitarias de cada elemento para hacer una mezcla optima que pueda tener comportamientos idóneos para su funcionalidad.
- En la elaboración de placas de poliuretano termoestables se utilizaron elementos: la fibra de vidrio, resina de castor y molienda de tamiz 05 y 10 de poliuretano termoestable en diferentes cantidades, donde en primera instancia se generan siete tipos de paneles variando sus cuantías y agregados.
- Gracias a la recopilación de los ensayos realizados en Brasil, se logró determinar los aspectos mecánicos que posee cada tipología, dando así características del rendimiento del panel de poliuretano termoestable sometido a esfuerzos críticos.
- Se logro identificar el panel PU con la tipología óptima para la aplicación en el campo de acabados de la construcción, guiándose de ensayos cercanos al tipo de material tratado, concluyendo así con la obtención de las características mecánicas que posee la placa, que según el análisis se encontró que es la tipología 04 por su destacado comportamiento a los esfuerzos de tensión, flexión y tensión punzante donde sus resultados fueron 759.5N, 515.0N y 674.5N respectivamente.

- El panel polimérico es un material el cual puede ser empleado para acabados en regiones calientes, ya que sus propiedades térmicas son influyentes a trabajar en estas condiciones, y en riesgos de incendio el panel no prolongara la llama, por el contrario, este panel intentara ahogar el fuego siendo así un material para construcciones en altas temperaturas.
- En las pruebas físicas para la caracterización de este elemento para acabados constructivos, se realizaron ensayos que determinaron sus propiedades en función al tiempo de uso y de agentes externos como bien lo puede ser la radiación de rayos UV. Los resultados de este fueron ideales ya que el elemento fue simulado a una duración de 3 años (1500 horas), donde se afirmo que las propiedades mecánicas y físicas no van a degradarse en el transcurso del tiempo de su empleo.
- Al hacer el análisis comparativo entre la placa PU y los materiales constructivos, se pudo evidenciar que la placa PU, está a la vanguardia y sobrepasa las expectativas, gracias a su característica de resistencia mecánica, propiedades físicas, las cuales hacen del panel PU un material competitivo dentro de la industria de acabados constructivos; resaltando su comportamiento amigable con el planeta. Dejando claro que se trata de un producto, que está pensado en las competencias propuestas por grandes países desarrollados.
- En su comparación con la lámina de yeso resistente al fuego, la placa de polímero tuvo resultados similares en el ítem de índice de propagación de llamas, es por esto que cabe resaltar que este elemento de poliuretano tiene propiedades
- Cuando la lámina de poliuretano se comparó con el Superboard no aligerado, la placa de PU tuvo comportamientos inferiores en sus propiedades mecánicas, pero al ser comparado con el Superboard extra liviano estas propiedades fueron superiores, es por esto que este material es posible emplearlo como acabado constructivo en proyectos de bajo costo, ya que la lámina de poliuretano tiene comportamientos óptimos para acabados de bajas proporciones.
- Se llega a la conclusión, donde la placa de poliuretano termoestable cumple con los requisitos de la norma NBR Y ASTM, para ser implementada como acabados constructivos en cielo raso. Es por esto, que, entra a competir en la gran industria de acabados y además gracias a sus cualidades ecológicas. Siendo así un producto amigable con el medio ambiente, teniendo características biodegradables.

9. RECOMENDACIONES

A partir del desarrollo de este documento como monografía de pregrado. En la culminación de los presentes objetivos propuestos y con la comparación de este material con elementos para acabados constructivos usados comúnmente en Colombia, se recomienda lo siguiente para un próximo documento:

- Analizar características físicas y técnicas para posibles usos de la placa de poliuretano no mencionados en el presente trabajo escrito, como bien lo pueden ser: en fachadas, en muros no estructurales, baldosas, entre otros.
- La elaboración de costos de obtención, producción y ensayos en la fabricación de la placa polimérica, y su respectiva comparación con los costos de materiales existentes dentro de la industria de acabados.
- Analizar la absorción de sonido de las placas polímero desarrolladas en esta investigación dirigida a la aplicación en la construcción.
- Para analizar la absorción térmica, acústica y durabilidad de placas poliméricas analizadas en este estudio, después de la exposición a los rayos ultravioleta y tiempo;
- A partir de la metodología desarrollada en este documento, hacer, caracterización e identificar posibles aplicaciones para placas poliméricos desarrollados a partir de otros tipos de residuos (por ejemplo, PET, polipropileno y poliestireno expandido), otros tipos de resinas.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaide Tur, A. (2011). *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS UNA CONSECUENCIA DE LA VIDA*. Castellón de la Plana (ESPAÑA): uNIVERSITAT JAUME I.
- ambiente, I. s. (2014). *Análisis de ciclo de vida: conceptos y metodologías*. ISMA.
- Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado. (ATEPA). (2010). *Poliuretano Proyectoado: Guía de ventajas y soluciones de espuma rígida de poliuretano proyectado para aislamiento termico, acustico e impermeabilizacion, conforme al CTE*. Madrid: ATEPA. Recuperado el 08 de 08 de 2017, de <http://www.atepa.org/documentos/PUR.pdf>
- BASF - We create chemistry. (2011). *Elastómeros de poliuretano termoplastico*. PU Solutions Elastogran. Recuperado el 14 de 07 de 2017
- Bertolino, R., Fogwill, E., Chidiak, M., Cinquangelis, s., & Forgiione, M. N. (2015). *PARTICIPACION CIUDADANA Y GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS*. ARGENTINA: UNICEF.
- Cangemi, J., & SANTOS. (2006). *Estudio de la La biodegradación del polímero derivado de aceite de ricino por microscopía electrónica de barrido, espectroscopia infrarroja y termogravimetría*. Sao Pablo: Polymer Science and Technology. Recuperado el 25 de 08 de 2017
- Center, P. S. (2009). *PG Estudiar la incorporación de aceite de ricino en PVC flexible*. Sao Pablo. Recuperado el 26 de 08 de 2017
- DefiniciónABC. (01 de 01 de 2007). *DefiniciónABC* . Obtenido de <https://www.definicionabc.com/social/desechos.php>
- Diez, D. A. (2014). *PANELES ESTRUCTURALES DE POLIESTIRENO*. Barcelona: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA. Recuperado el 18 de 07 de 2017
- Dos Santos Balcan, V. J. (2015). *DESARROLLO Y PLACAS DE CARACTERISTICAS POLYMER producidos a partir de reciclaje de residuos industriales termoestables de poliuretano*. Sao Carlos: Universidad de Sao Carlos SP BRASIL. Recuperado el 19 de 09 de 2017
- Douglas Dreher. (2010). *Guadua y Bambu Colombia*. Bogotá. Recuperado el 20 de 07 de 2017

- Elizabeth Ojeda Land, R. M. (2010). *Ricinus communis L., Tartaguera, Castor bean*. Canarias: GesPlan. Recuperado el 26 de 08 de 2017, de <http://www.interreg-bionatura.com/especies/pdf/Ricinus%20communis.pdf>
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID. Recuperado el 15 de 09 de 2017
- Ezquerro, M. C. (25 de 11 de 2013). *En la era del plástico*. Obtenido de Ciencia Viva EL BLOG DE LA ASOCIACIÓN CIENCIA VIVA: <https://cienviva.wordpress.com/2013/11/25/en-la-era-del-plastico/>
- García, V. M. (2012). *Evaluación de 10 cultivares promisorios de higuera*. Santa Ana- Manabí - Ecuador. Recuperado el 23 de 07 de 2017
- Gyplac S.A. (2017). *Ficha técnica placa de yeso extraliviana*. Bogotá. Recuperado el 01 de 10 de 2017
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill. Recuperado el 13 de 07 de 2017
- Hunt, J. G., & Ropo, A. (1995). *Grounded theory and mainstream theory applied to the case of general motors*. Leadership Quarterly.
- INCONTEC. (2004). *GTC 53-2 de 1998 GESTIÓN AMBIENTAL. RESIDUOS SÓLIDOS. GUÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS*. BOGOTÁ D.C.: INCONTEC.
- Mahecha, C. E. (2013). *PANELES DE PLÁSTICO RECICLADO PARA MUROS DIVISORIOS EN VIVIENDAS MODULARES PREFABRICADAS*. Lima. Recuperado el 19 de 07 de 2017
- Mariano. (30 de Mayo de 2011). *Tecnología de los plásticos*. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
- MINAMBIENTE. (31 de 07 de 2017). *MINAMBIENTE*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambio-climatico-14>
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA , GTC 24 (20 de 05 de 2009).
- OGUNNIYI, D. S. (2006). *Castor oil: A vital industrial raw material*. Bioresource. Recuperado el 26 de 08 de 2017

- Palma, M. I. (2009). *ELABOREMOS UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL*. Recuperado el 16 de 09 de 2017
- Páramo Morales, D. (2015). *La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica*. Barranquilla: SCIELO.
- Pérez Marín, A. F. (2005). *APLICACIÓN DE NUEVOS MATERIALES A SOLUCIONES DE VIVIENDA EN COLOMBIA*. BOGOTÀ, D.C.
- Poliuretanos. (7 de 07 de 2015). *Poliuretanos Brasil*. Recuperado el 12 de 09 de 2017, de <http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/11mercado.htm>
- Polyurethanes. (16 de 04 de 2008). *Polyurethenes*. Recuperado el 08 de 08 de 2017, de <http://www.polyurethanes.org/es/que-es/historia>
- Prada, I. E. (2009). *Contrucción con paneles prefabricados en concreto*. Recuperado el 19 de 07 de 2017
- PROCORDOBA. (2011). *PROCORDOBA*. Obtenido de <http://www.procordoba.org/tecnologias-limpias-tratamiento-reciclaje-desechos-solidos-industriales-1816.html>
- Puerto Echeverri, S. M. (s.f.). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos. págs. 15-21.
- QuimiNet.com. (14 de Mayo de 2010). *QuimiNet.com*. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-polietileno-tereftalato-pet-42703.htm>
- Rodríguez, I. E. (2011). *Construcción con paneles prefabricados en concreto*. Mexico DF. Recuperado el 05 de 07 de 2017
- RODRIGUEZ, O. (2007). *Legislacion ambiental, Centro Nacional de Capacitacion Docente Ltda*. BOGOTA: Proiser Editores.
- Santos, C. J. (2006). *La biodegradación del polímero derivado de aceite de ricino por microscopía electrónica de barrido, espectroscopia infrarroja y termogravimetría*. . Polymer Science and Technology.
- SCHOLZ, V. N. (2008). *Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel*. Biomass and Energy. Recuperado el 27 de 08 de 2017
- Significados. (02 de 09 de 2014). *Significados.com*. Recuperado el 05 de 08 de 2017, de <https://www.significados.com/oxidacion/>
- Sistema Gyplac S.A. (2010). *Ficha tecnica PLACA CEILING BOARD*. Bogota. Recuperado el 01 de 10 de 2017

- Skinco COLOMBIT. (2011). *Placa de cemento Superboard*. Bogota. Recuperado el 01 de 10 de 2017
- Textos Científicos. (04 de 09 de 2005). *TextosCientíficos.com*. Recuperado el 18 de 06 de 2017, de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/pet>
- Textos Científicos. (21 de 07 de 2009). *Textos Científicos.com*. Recuperado el 22 de 07 de 2017, de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliuretanos-biogenerados>
- TOPTEC. (2015). *Ficha técnica lámina de yeso Toptec Resistente al Fuego*. Bogota. Recuperado el 01 de 10 de 2017
- Typical Properties and Processing Information. (26 de 07 de 2016). *Prospector*. Recuperado el 28 de 07 de 2017, de <https://plastics.ulprospector.com/es/generics/54/poliuretano-termoplastico-tpu>
- Villoria, L. S. (2010). *Conocimiento de Materiales II - Ingeniería Electromecánica*. Buenos Aires: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. Recuperado el 25 de 08 de 2017
- VIVIENDA, M. D. (2015). *MInvivienda*. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>

ANEXOS

ANEXO 1

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**FICHA TÉCNICA SUPERBOARD****PLACA DE CEMENTO SUPERBOARD[®]****DESCRIPCIÓN**

Superboard es una placa plana de cemento fraguada mediante proceso de AUTOCLAVE (alta presión, humedad y alta temperatura), lo que sumado a una especial selección de materias primas (mezcla homogénea de cemento, refuerzos orgánicos y agregados naturales que no incorporan fibras de asbesto) permiten a la placa alcanzar un inigualable nivel de estabilidad y resistencia.

RESISTENCIA MECÁNICA

Tanto la escogencia de las materias primas como el proceso de fraguado en AUTOCLAVE permiten a la placa alcanzar una gran resistencia a la flexión y tener un módulo de elasticidad muy elevado, lo que garantiza que las aplicaciones de mayor exigencia como entresijos, bases para techos y fachadas tengan un excelente comportamiento.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL

Gracias al proceso de fraguado en AUTOCLAVE, las placas se comportan de manera especialmente estable cuando son utilizadas tanto en interiores como en exteriores, pues los movimientos hídricos y térmicos son mínimos permitiendo que las uniones entre placas y su superficie se comporten satisfactoriamente.

Las placas SUPERBOARD[®] con un proceso de instalación apropiado, no presenta los pandeos y deformaciones que pueden presentar otras placas que no son estabilizadas mediante el proceso de fraguado en AUTOCLAVE.

VENTAJAS

- Resistencia a la humedad. Amplia gama de espesores y aplicaciones.
- No propaga la llama ni genera humo.
- Muy económica.
- Estable dimensionalmente. No se deforma.
- Resistente a la flexión.
- Fácil de trabajar.
- Resistencia al impacto.
- Soporta fácilmente cualquier acabado.
- Resistente a las placas y roedores.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

PROPIEDADES FÍSICA Y MECÁNICAS.

PROPIEDAD	VALOR*	UNIDAD	ENSAYO
Absorción	32	%	NTC 4373
Densidad	1,25	g/cm ³	NTC 4373
Contenido de humedad	10	%	NTC 4373
Movimientos higricos (T° constante a 25°C)			
Dilataciones con variación de humedad de 30% a 90% - Sentido fuerte	0,53		
Dilataciones con variación de humedad de 30% a 90% - Sentido débil	0,41	mm/m	ISO 8336
Contracciones con variación de humedad de 90% a 30% - Sentido fuerte	0,35		
Contracciones con variación de humedad de 90% a 30% - Sentido débil	0,35		
Movimientos térmicos (Humedad constante a 30%)			
Con variación de 10°C a 40°C - Sentido fuerte	1,23	mm/m	ISO 8336
Con variación de 10°C a 40°C - Sentido débil	0,12		
Módulo de elasticidad (E)			
Seco - Sentido débil	6.044		
Seco - Sentido fuerte	7.102	MPa	ISO 8336
Saturado - Sentido débil	4.009		
Saturado - Sentido fuerte	5.169		
Resistencia a la flexión (MOR):			
Seco al ambiente - Sentido débil	8,0		
Seco al ambiente - Sentido fuerte	15,0	MPa	NTC 4373
Saturado - Sentido débil	5,5		
Saturado - Sentido fuerte	9,5		
Conductividad térmica	0,263	W/mK	ASTM D1031
Resistencia a la tracción del clavo			
En húmedo	32	kg	ASTM D1031
En seco	64,7		
Resistencia a la tracción			
Paralelo al plano, seco al aire - Sentido fuerte	5,18		
Paralelo al plano, seco al aire, Sentido débil	3,47		
Paralelo al plano, 95% humedad, Sentido fuerte	4,37	Mpa	ISO 8336
Paralelo al plano, 95% humedad, Sentido débil	2,42		
Perpendicular al plano, seco al horno	0,68		
Resistencia al cortante			
Perpendicular al plano, seco al horno, Sentido fuerte	8,4		
Perpendicular al plano, seco al horno, Sentido débil	5,3	MPa	ISO 8336
Paralelo al plano, seco al horno, Sentido fuerte	1,57		
Paralelo al plano, seco al horno, Sentido débil	1,53		
Resistencia al impacto (Charpy)			
Seco al horno, Sentido fuerte	1,7	MPa	ISO 8336
Seco al horno, Sentido débil	1,25		
Índice de expansión de la llama	0		
Índice de propagación de humo			ASTM E84

*VALORES PROMEDIO

MPa = MEGAPASCALES kJ = KILIOJULIOS W = VARIOS K = GRADOS KELVIN

- Según la norma NTC 4373 las placas Superboard® son un material tipo B:
- "Las placas tipo B no están sujetas a los ensayos tipo (véase el numeral 5) y se fabrican para aplicaciones internas y externas donde no están sujetas a la acción directa del sol y la lluvia. Estas placas se clasifican posteriormente en 5 categorías de acuerdo a su módulo de rotura [...] Nota: si las placas tipo B se usan en aplicaciones al exterior donde están directamente expuestas a la intemperie pero están protegidas (por ejemplo por pintura o impregnación), la resistencia del producto a los agentes está determinada por la

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

calidad de la protección. Las especificaciones de esta protección y los métodos de control y ensayo están fuera de objeto de esta norma”.

- Nota: la norma NTC 4373 tiene como referencia la norma ISO 8336.
- Según la norma NTC 4373, en cuanto a la resistencia a la flexión (módulo de rotura), las placas Superboard[®] se clasifican en categoría 3.
- Las placas Superboard[®] pueden presentar cambios de tonalidad en su apariencia normales entre lotes de producción.
- Tolerancias: según la norma “NTC 4373 Ingeniería Civil y Arquitectura, Placas planas de cemento”, las siguientes son las tolerancias permitidas dentro de las cuales se encuentra el producto de alta calidad que entrega Colombit. Además, la gama Superboard[®] ofrece placas rectificadas dimensionalmente.
- Dependiendo de cada proyecto y la especificación de la placa a utilizar, las tolerancias dimensionales y de terminación varían, como se indica en la descripción de cada tipo de placa a continuación.

En longitud y ancho (l)

L < 1000 mm: +/- 5 mm

1000 mm < l < 1600 mm: +/- 0.5%

l > 1600 mm: +/- 8 mm

En espesor:

<= 6 mm: +/- 0.6 mm

> 6 mm: +/- 10%

ANEXO 2



Sistema

Gyplac



Ficha técnica **PLACA CEILING BOARD**

**PLACA ESPECIAL
PARA CIELOS RASOS**
NUEVA TECNOLOGÍA Y FORMULACIÓN

La placa Ceiling Board marca Gyplac se fabrica en Colombia por Gyplac S.A., resuelve los más variados requerimientos de la construcción, brindando óptimas respuestas en cielos rasos. Esta placa es desarrollada con una NUEVA FORMULACIÓN Y TECNOLOGÍA, que la hacen más resistente a la deflexión. Elaborada para mantener la estabilidad dimensional al ser instalada en soportes espaciados cada 61 cm. Esta combinación reduce los costos de instalación

DESCRIPCIÓN

La placa de yeso Gyplac CEILING BOARD es fabricada, bajo los más estrictos controles y estándares de calidad internacional, cumpliendo con las especificaciones para placas de yeso descritas en la norma ASTM C 1396, C36.

La placa está compuesta por un núcleo de roca yeso dihidratado y aditivos que se combinan entre sí con una NUEVA FORMULACIÓN Y TECNOLOGÍA, las caras están revestidas con un papel de varias capas de celulosa especial 100% reciclado. La unión de yeso y celulosa se produce cuando el sulfato de calcio (yeso) desarrolla sus cristales dentro de las fibras de papel, surgiendo de la combinación de estos materiales las propiedades esenciales de la misma.

El papel de la cara vista cubre los bordes longitudinales de la placa, lo que le brinda una gran fortaleza y protección al núcleo de yeso de la misma. Los extremos de la placa son rectificadas y cuidadosamente escuadrados en corte cuadrado con el núcleo de yeso a la vista. La placa Gyplac CEILING BOARD estándar se ofrece en una gran variedad de longitudes, para su aplicación en cielos rasos en el sistema liviano de construcción en seco.

PRESENTACIÓN

Las placas de yeso Gyplac, se presentan como un material agradable al tacto, cálido, no inflamable, resistente y aislante, de fácil manipulación, que permite el atomillado y recibir cualquier tipo de decoración tradicionalmente utilizadas: pintura de todo tipo. Están unidas de a pares, con las caras visibles (papel crema) encontradas, para que no sufran malos tratos y se protejan de la suciedad. Se unen con una cinta protectora de bordes que se coloca en cada par de placas en los extremos transversales, estas cintas se quitan con facilidad y tienen como función proteger los cantos vivos de las mismas y a la vez para identificación de cada tipo de placa. Presentan sus bordes rebajados (challanes) en el sentido longitudinal y rectos y escuadra en el sentido transversal. Los bordes rebajados (challanes) están especialmente diseñados para alojar las cintas de papel en cada unión y para facilitar el proceso de acabado de las juntas de las placas Gyplac.

Placa de 11 mm Recomendada para cielos rasos especialmente.

ESPOSOR	ANCHO	LONGITUD
11 mm	1.220 mm	1.830 mm - 3.660 mm

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

- Las placas de yeso en fábrica son transportadas desde el final de la línea de producción hasta su almacenamiento con montacargas. Idealmente se recomienda que el mismo manejo sea aplicado en las bodegas, almacenes o depósitos y preferentemente en obras, tanto en la carga como en la descarga del material.
- Cuando se deba realizar en forma manual, la carga, descarga o el acarreo en obras y bodegas, siempre deberá hacerse con dos operarios, de a uno, las placas se deben transportar siempre en forma vertical, nunca en forma plana, el manejo debe hacerse con dos operarios, ambos del mismo lado y a unos 60 cm cada uno de un extremo de la placa.
- Se deben almacenar en depósitos cerrados y protegidos de temperaturas extremas o humedad incluso cuando las obras estén en proceso de construcción. Las placas de yeso no generan ni propician el crecimiento de moho y hongos cuando son transportadas, almacenadas, manejadas, instaladas y mantenidas adecuadamente. La placa siempre debe estar seca para prevenir el desarrollo de cualquier microorganismo. El piso donde se almacenen debe estar totalmente seco y nivelado, liso y limpio.
- Siempre se les debe almacenar en forma horizontal. Los arumes de las placas de yeso, siempre deben estar separados del piso, sobre plataformas de madera o sobre fajas del mismo material (placas), se deben colocar las fajas necesarias para evitar el pandeo de las mismas, la distancia máxima sugerida entre fajas es de 45 cm, la separación del piso debe ser de 7,5 cm como mínimo.
- Tanto en bodegas como en los almacenajes de obras, se podrán colocar hasta 7 pallets por cada arume, siempre entre pallets se deben colocar separadores (fajas), alinearlos y en correspondencia con las de los pallets inferiores, con el fin de repartir bien las cargas y evitar que las placas de yeso resulten dañadas. Nunca las almacene sobre terreno natural (tierra), ni a cielo abierto, aunque estén cubiertas con carpas o plástico.
- Durante su transporte las placas deben ser cubiertas y protegidas con algún tipo de revestimiento en buenas condiciones, la misma debe ser retirada de inmediato al llegar a destino para ser arumadas en su sitio de almacenaje. El transporte generalmente se debe realizar en camiones, siempre ubicadas en posición horizontal. La plataforma de los camiones debe ser plana y estanca, si tiene cierras laterales deberán ser abatibles, así permitir que los pallets sean cargados y descargados lateralmente. Los pallets no se pueden apoyar directamente sobre plataforma de los camiones, siempre se deben colocar sobre separadores y hasta dos pallets por arume. Se debe tener especial cuidado de no dañar o maltratar los bordes de las placas de yeso.

PRÁCTICAS ADECUADAS DE INSTALACIÓN

- El corte de las placas de yeso deberá ser perfecto, para esto, una vez realizado el mismo, se deberá pulir con una escofina especial para placas de yeso.
- La unión entre placas debe ser cerrada, bien a tope, esto facilitará el proceso de tratamiento de juntas.
- Donde se unen dos placas, el primer tornillo se debe colocar como mínimo a 1 cm del borde de la placa.
- Las placas de yeso siempre deben colocarse traslapadas, nunca bajo ningún concepto se deben justar cuatro vértices de placas en un mismo punto.
- Los tornillos que fijan las placas de yeso sobre las estructuras, no deben romper el papel (hundirse en el yeso), ni tampoco quedar con las cabezas por fuera del papel.
- Se debe EXIGIR siempre el uso de atornilladores aptos para el sistema, al fijar los tornillos, nunca se permitirá el uso de ningún tipo de taladros con adaptadores para tal operación. Esto garantiza que no sufran daño agresivo, ni las placas de yeso ni las estructuras que conforman el basidor.
- La unión entre placas de yeso debe quedar invisible e imperceptible al tacto, para ello es necesario realizar un tratamiento de juntas con cintas de papel microporada de alta resistencia a la tensión y masillas especiales para el sistema, estas últimas, pueden ser en pasta (listas para usar) o en polvo (fraguado rápido).
- Nunca utilice cintas mallas para el tratamiento de juntas de placas de yeso.
- Cuando utilice masillas listas para usar en pasta, NO agregue ningún componente extraño a la pasta, para evitar dañar las masillas y quitarle sus propiedades originales.
- La temperatura de las obras deberá mantenerse a no menos de 10°C cuando se están aplicando masillas, elementos de terminación o decoración. Se deberá mantener ventilada el área de trabajo de forma natural.
- Para el acabado final, es muy importante que el profesional de la obra, el proyectista residente y el propietario de cada obra consulte los niveles de acabados deseados en el boletín de la Gypsum Association GA-214-97 "Recommended Levels of Gypsum Board Finish"; con el fin de poder seleccionar el nivel apropiado de acabado y obtener el resultado deseado. Antes de aplicar las masillas, las superficies deberán estar limpias, secas y libres de polvo y grasa. Para igualar la porosidad entre la textura del papel y el área masillado, la superficie deberá ser sellada antes del acabado final.

RESISTENCIA AL FUEGO

El desempeño de las placas de yeso ante la acción del fuego es óptimo, el yeso en su estado natural posee dos moléculas de agua en suspensión, en el proceso de fabricación se le extrae una molécula y media, que luego se le vuelve a incorporar para formar la pasta de yeso que quedará contenida dentro las dos láminas de papel de varias capas que constituyen la placa de yeso, por lo tanto se trata de un yeso dihidratado, vale decir que el yeso que forma el núcleo de la placa se encuentra en su estado original con sus dos moléculas de agua en suspensión, que hará que la placa de yeso contribuya con buen desempeño de resistencia al fuego.

Los diseños de soluciones resistentes al fuego se establecen por medio de pruebas realizadas en laboratorios especializados que cuentan con hornos de pruebas para tal fin. De estos ensayos surgen los diseños de cada solución constructiva para cada necesidad.

Estos diseños están conformados por materiales específicos, bajo una especificación precisa. Cuando se eligen diseños para cumplir con ciertos estándares de desempeño contra el fuego, asegúrese que cada componente del diseño seleccionado es el especificado, que está en un todo coincidente con lo especificado en el ensayo y que todo el sistema ha sido construido de acuerdo a los requerimientos del ensayo.

DATOS DE LA PLACA DE YESO Gyplac CEILING BOARD

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	NORMA	
		ASTM C 1396	11 mm
Peso	Kg	N.E.	22.75 +/- 0.15
Resistencia Perpendicular	N	N.E.	180
Resistencia Paralela	N	N.E.	450
Nail Pull	N	N.E.	296
Dureza de Núcleo	N	49	100
Espesor Nominal	mm	+ / - 4	10.95 +/- 0.15
Profundidad de bisel (Max-Min)	mm	0.51 - 2.29	1.1
Longitud	mm	+ / - 6	2440 +/- 5
Cuadratura	mm; °	3; N.E.	3; 89 +/- 4

Fábrica

Km 1 Variante Mamonal - Gambote
Cartagena, Bolívar
Teléfono: (57) (5) 677 8600
Fax: (57) (5) 673 4285
servicio@gyplac.com.co
contacto@gyplac.com.co
exportaciones@gyplac.com.co

Centro de Construcción Liviana en Seco

Carrera 14 # 98 - 34
Bogotá D.C.
Teléfono: (57) (1) 256 2043
Fax: (57) (1) 218 7702

Regional Eje Cafetero

Parque Industrial Juanchito
Manizales, Caldas
Teléfono: (57) (6) 874 7747
Fax: (57) (6) 874 5933
gyplaceje@gyplac.com.co

Regional Norte

Vía 40 # 85 - 470 Bodega 13
Barranquilla, Atlántico
Teléfono: (57) (5) 377 3328
Fax: (57) (5) 377 3324
gyplacbar@gyplac.com.co

Regional Oriente

Calle 19 # 1 - 178 Bello Horizonte
Madrid, Cundinamarca
Teléfono: (57) (1) 825 0612 / 825 1137
Fax: (57) (1) 825 0570
gyplacbog@gyplac.com.co

Regional Centro

Carrera 50 # 25 - 119 Autopista Sur
Medellín, Antioquia
Teléfono: (57) (4) 351 6568 / 265 7107
Fax: (57) (4) 351 3500
gyplacmed@gyplac.com.co

Regional Occidente

Av. Roosevelt # 52 A - 45 Local 2B
C.C. Súper Rápido del Sur
Cali, Valle
Teléfono: (57) (2) 513 1460
Fax: (57) (2) 513 1466
gyplaccal@gyplac.com.co

www.gyplac.com.co

Octubre 2010

Nota :

La información contenida en esta ficha técnica se considera actualizada hasta el día de su publicación; a partir de dicha fecha, pueden realizarse modificaciones. Para verificar si el contenido del presente documento está vigente, puede consultar a nuestro Departamento Técnico Comercial.



Gyplac

SISTEMAS DRYWALL

ANEXO 3

PLACA DE YESO
EXTRALIVIANA

 Gyplac



Ficha Técnica Placa De Yeso Extraliviana

Placa STD 12.7mm.

La Placa de Yeso-Cartón del Sistema Gyplac es un elemento constructivo que se compone de un núcleo de yeso con aditivos especiales de alta calidad, cuyas caras se encuentran revestidas con papel de celulosa altamente resistente. De la combinación de estos materiales, surgen las propiedades esenciales de ésta.

Descripción

La nueva Placa de yeso **Gyplac Extra Liviana** ofrece todas las ventajas de una placa tradicional de yeso, es fabricada bajo los más estrictos controles y estándares de calidad internacional, cumpliendo con las especificaciones para placas de yeso descritas en la norma Peruana NTP 334.185, pero con la ventaja de una reducción de peso considerable que permite una mayor versatilidad y productividad en obra:

- Más agilidad y versatilidad.
- Facilidad y precisión en el corte.
- Menor desgaste físico.
- Mayor productividad.

La placa está compuesta por un núcleo de roca yeso dihidratado y aditivos que se combinan entre sí, las caras están revestidas con un papel de varias capas de celulosa especial, 100% reciclado. La unión de yeso y celulosa se produce cuando el sulfato de calcio (yeso) desarrolla sus cristales dentro de las fibras de papel, surgiendo de la combinación de estos materiales las propiedades esenciales de la misma.

El papel de la cara visible cubre los bordes longitudinales de la placa, lo que le brinda una gran fortaleza y protección al núcleo de yeso de la misma. Los extremos de la placa son rectificadas y cuidadosamente escuadradas en corte cuadrado con el núcleo de yeso a la vista. La placa Gyplac estándar cuenta con una variedad de espesores, para su aplicación en el sistema liviano de construcción en seco. El Sistema Gyplac brinda múltiples ventajas, es más económico, brinda mayor rapidez, funciona como aislante térmico y acústico, es incombustible, no emite gases tóxicos, es más liviano y limpio, es antisísmico y cuenta con un excelente nivel de acabado.

Presentación

Las placas de yeso Gyplac, se presentan como un material agradable al tacto, cálido, no inflamable, resistente y aislante, de fácil manipulación, que permite el atornillado y recibir cualquier tipo de decoración tradicionalmente utilizada: pintura de todo tipo, papel de colgadura, etc. Cuenta con bordes rebajados en el sentido longitudinal, y rectos y escuadra en el sentido transversal. Los bordes rebajados están especialmente diseñados para alojar las cintas de papel en cada unión y para facilitar el proceso de acabado de las juntas de las placas Gyplac.

Están disponibles en medidas estándar de 1.22 m X 2.44 m y en espesores estándar de 12.7 mm (1/2").

Aplicaciones y consideraciones básicas

La placa de yeso Gyplac es utilizada en la ejecución de todo tipo de paredes interiores, cielos rasos y revestimientos de muros interiores, en todo tipo de construcciones, nuevas o de remodelación, por ser un material apto para la decoración, de versatilidad, liviano, que proporcionan superficies lisas y continuas.

La placa de 12.7 mm. (1/2") de espesor Es generalmente la más utilizada, su uso es recomendado

principalmente en paredes divisorias, también se recomienda en cielos rasos y en revoque seco o recubrimiento. Si bien es rígida, también permite ser curvada previamente.

Esta placa de yeso Gyplac de la línea estándar están diseñadas para ser utilizadas únicamente en interiores. No se recomienda exponerlas a temperaturas mayores a 50°C, como en zonas adyacentes a estufas y hornos, entre otras. Se debe evitar principalmente la exposición a la humedad excesiva o continua, antes, durante y después de ser instaladas. Se recomienda consultar cualquier duda con el Departamento Técnico Eternit.

Datos Placa De Yeso Gyplac

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 12.7 mm	12.7 mm
Peso específico	kg/m ²	No Aplica	6.80
Peso total	kg	No Aplica	20.24
ESPESOR PROMEDIO	mm	12.7; +/- 0.5 mm	12.5
DIMENSIONES			
Largo	mm	2400; -5 +0 mm	2440
Ancho		1200; -4 +0 mm	1220
Cuadratura	mm	0; +/- 5 mm	1
Ancho de rebaje	mm	40 - 80 mm	55
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Resistencia a la flexión longitudinal	N	≥ 301 N	670
Resistencia a la flexión paralela	N	≥ 118 N	230
Dureza de bordes	N	≥ 49 N	105
Impacto	mm	≥ 20 mm	18

Marzo 2017

Nota:

La información contenida en esta ficha técnica se considera actualizada hasta el día de su publicación, a partir de dicha fecha pueden realizarse modificaciones.

Para verificar si el contenido del presente documento está vigente, puede consultar a nuestro Departamento Técnico Comercial.

Fabrica Peruana Eternit

Lotización Industrial Huachipa Este MzB 3
Distrito de San Antonio de Huarochiri.- Lima

Teléfono:

511 604-0530

Contacto

Clozano@eternit.com.pe
Jcoronel@eternit.com.pe

ANEXO 4

FICHA TÉCNICA LÁMINA DE YESO TOPTEC RF

Las láminas de yeso TOPTEC RF (Resistente al Fuego), están fabricadas bajo estándares de calidad internacionales y cumplen con las especificaciones de la norma ASTM C1396 Método B; están cuidadosamente diseñadas y formuladas para un óptimo desempeño en situaciones de fuego durante un incendio.

(M) En su interior posee un núcleo de yeso preparado químicamente con materiales de muy alta calidad que le confieren propiedades especiales resistentes al fuego; presentan estabilidad volumétrica en condiciones de alta temperatura, y no producen humos ni gases tóxicos. Las características de quemado superficial de las placas TOPTEC RF han sido testeadas bajo la norma ASTM E84, siendo clasificadas como clase A, esto es una garantía de una baja expansión de llama en caso de incendio.

El estuco o yeso calcinado, al hidratarse de nuevo en el proceso de formación de la placa, debe adquirir 1.5 moléculas de agua, para llegar a su estado original más estable, que es la roca de yeso. Se necesita por lo tanto una gran energía térmica para convertirlo de nuevo en hemihidrato y posteriormente en anhidrita. Por este motivo la placa tiene un excelente comportamiento al fuego, al disipar parte de esta energía en la evaporación del agua de cristalización y se potencializa aún mas, con la adición al núcleo de yeso de silicatos de hierro y magnesio que se dilatan para contrarrestar la pérdida de volumen y evitar el agrietamiento de la placa. Finalmente se complementa su óptimo desempeño, con la adición de fibra resistente a altas temperaturas, que contrarresta la acción devastadora del fuego.

Las dos caras de la placa están revestidas con papel especial 100% reciclado; el papel superior de color rosado se dobla alrededor de los bordes longitudinales para fortalecerlos y proteger el núcleo del yeso.

PROPIEDADES	RF 12.7 mm		RF 15.9 mm	
	ESPECIFICACIONES ASTM C1396	PROMEDIO PANELTEC	ESPECIFICACIONES ASTM C1396	PROMEDIO PANELTEC
RESISTENCIA FLEXION PARALELA (N)	160	226	205	447
RESISTENCIA FLEXION PERPENDICULAR (N)	476	654	654	1097
RESISTENCIA NAIL PULL (N)	343	458	387	548
DUREZA DE BORDES (N)	49	224	49	158
DUREZA DE NUCLEO (N)	49	167	49	200
DUREZA DE EXTREMOS (N)	49	197	49	173
ENSAYO COMPRESION (psi)	N.E	553	N.E	650
PESO (Kg)	N.E	27.4+/-0.3	N.E	34.0+/-0.6

FECHA ELABORACIÓN 18/04/2012	FECHA REVISIÓN 2013/04/15	CODIGO TCCFP-31	VERSION 1
--	-------------------------------------	---------------------------	---------------------