



VIABILIDAD TÉCNICA DE UNA LÁMINA DE POLIPROPILENO RECICLADO PARA  
LA CONSTRUCCIÓN EN SISTEMAS DE ENCOFRADOS DE LOSAS.

FREDY ALEJANDRO CELIS FLOREZ  
EDUARDO A. GAMBOA NAVARRO  
CARMEN PAOLA PINEDA NARVAEZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
RECTORÍA  
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ  
2020

VIABILIDAD TÉCNICA DE UNA LÁMINA DE POLIPROPILENO RECICLADO  
PARA LA CONSTRUCCIÓN EN SISTEMAS DE ENCOFRADOS DE LOSAS.

FREDY ALEJANDRO CELIS FLOREZ ID 187545

EDUARDO A. GAMBOA NAVARRO ID 768035

CARMEN PAOLA PINEDA NARVAEZ ID 660771

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

ASESOR: NÉSTOR ALFONSO LOPEZ PINEROS  
P.h.D EN ANALISI DE PROBLEMAS SOCIALES ECONOMISTA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
RECTORÍA  
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ  
2020

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo de grado a nuestras familias, ya que son el motor para cada meta y logró que se adquiere a lo largo de nuestras vidas. Las bendiciones que cada uno de los integrantes, se ven reflejados en este logro que abunda en nuestro proyecto de vida y así ser mejores día a día.

### **Agradecimientos**

Agradecemos antes que nada a Dios por ser nuestro guía a todo nivel, a nuestros padres que con las bases de educación y su ejemplo hacen de cada uno de nosotros personas de bien que van a lograr emprender y ser excelentes profesionales. Nuestros hermanos quienes nos colaboran en nuestro aprendizaje, a nuestras parejas que son apoyo vital y son los que brinda animo, a cada uno de los profesionales que nos alentaron con su conocimiento, a la universidad por el ser el foco de luz, gracias en general a cada una de las personas que creyó en nuestro proyecto.

**Contenido**

Capítulo I Ante Proyecto .....15

    1.1. Delimitación del tema..... 15

    1.2. Componente gerencial..... 15

    1.3. Delimitación del problema.....15

    1.4. Alcance.....16

    1.5 Objetivos..... 17

        1.5.1. Objetivo General.....17

        1.5.2. Objetivo Específico..... 17

            1.5.2.1. objetivo específico uno..... 17

            1.5.2.2. Objetivo específico dos..... 17

            1.5.2.3 Objetivo específico tres..... 17

    1.6 Justificación..... 18

    1.7. Marco referenciales..... 18

        1.7.1 Estado del Arte. .... 18

        1.7.2. Marco teórico ..... 19

        1.7.3. Marco conceptual..... 20

        1.7.4. Marco referencial..... 21

    1.8. Diseño metodológico ..... 21

Capítulo II Diseño un prototipo de lámina que cumpla con las expectativas técnicas exigidas en el área de la construcción .....	24
2.1. Características.....	25
2.1.1. Resistencia.....	25
2.1.2. Durabilidad.....	25
Capítulo III Fabricación del prototipo de la lámina de polipropileno reciclado.....	30
3.1. Inspección inicial previa a la fabricación.....	30
3.2. Alistamiento de los materiales y herramientas.....	31
3.3. Proceso de fabricación.....	32
Capítulo IV Efectuar las pruebas requeridas para comprobar la viabilidad técnica .....	35
4.1. Inspección visual del proceso del producto terminado antes de pruebas.....	35
4.2.. Pruebas que se deben realizar.....	37
4.2.1. Pruebas de dimensión y peso.....	37
4.2.2. Prueba de carga máxima.....	38
4.2.3. Prueba de carga de flexión.....	38
Resultado y Discusión.....	39
Conclusión y Recomendaciones.....	45
Referencias Bibliográficas.....	48

**Lista de ilustraciones**

Ilustración No 1. Sistema encofrado de losa con lámina tricapa..... 55

Ilustración No 2. Matriz dofa.....56

Ilustración No 3. Matriz dofa paneles tricapa..... 56

Ilustración No 4. Plano de diseño - Prototipo. ....27

Ilustración No 5. Prueba en software.....27

Ilustración No 6. Proceso de la viabilidad técnica de una lámina de polipropileno reciclado para la construcción en sistema de encofrado de losa.....29

Ilustración No 7. Proceso de Fabricación ..... 32

Ilustración No 8. Molde 1.00 x 0.50..... 56

Ilustración No 9. Seis ( 6 ) kg polipropileno reciclado.....56

Ilustración No 10. Molde listo para horneado .....57

Ilustración No 11. Horno .....57

Ilustración No 12. Proceso de horneado.....58

Ilustración No 13. Proceso de aplicación de carga con prensa de 10 toneladas.....58

Ilustración No 14. Enfriado y desencofrado.....59

Ilustración No 15. producto final después de pulido y planeado.....59

**Lista de ilustraciones**

Ilustración No 16. Marco metálico 0.5 mts x 1 mts en perfiles metálicos.....	60
Ilustración No 17. Ensamble de marco y panel.....	60
Ilustración No 18. Panel Ensamblado listo para pintura.....	61
Ilustración No 19. Proceso de pintado del marco y el panel.....	61
Ilustración No 20. Panel de polipropileno reciclado listo para pruebas.....	62
Ilustración No 21. Tabla de carga máxima y curva de flexión... ..	36
Ilustración No 22. Ficha técnica de prueba .....	62



**Lista de tablas**

Tabla 1. Característica del prototipo de panel de polipropileno reciclado .....	26
Tabla No 2. Ficha Técnica de prueba.....	37
Tabla No 3. Resultados de prototipo lámina de polipropileno.....	40
Tabla No 4. Resultados Dimensión y peso.....	42
Tabla No 5 Formato de observación.....	48

**Lista de anexos**

Anexos No 1. Normas que se aplicaran para el diseño y fabricación.....	45
Anexos No 2. Formato de Observación.....	48
Anexos No 3. Ilustraciones de la 1 a la 22.....	51

## Resumen

El proyecto se enfoca en evaluar la viabilidad técnica de un panel de polipropileno reciclado, para ser usado en la construcción, esto basados en una necesidad del mercado actual, la cual hay que satisfacer. Tuvimos diferentes desafíos para conseguirlo, se realizó inicialmente un reconocimiento de materiales y posteriormente una selección del material correcto, para pasar a un diseño que cumpliera con todos los requisitos mínimos del mercado, esto llevó a un proceso a un más complejo el cual fue materializarlo.

En el presente trabajo se pueden encontrar los parámetros que se tuvieron en cuenta al momento del diseño, esto basado en modelos del mercado, todo esto buscando el cumplimiento de los objetivos planteados, estos objetivos están medidos por medio de varias pruebas, en donde la información recolectada fue analizada, dando resultado y varios hallazgos, dejando planteadas una serie de conclusiones que nos incentivan a continuar investigando acerca del tema planteado.

### Palabras claves

**Losa:** Conocido también como placa, es un elemento horizontal de hormigón reforzado, el cual reparte el peso y las cargas de la estructura sobre las vigas y columnas, este elemento será sostenido por las láminas de caucho reciclado durante su proceso de fraguado

**Reciclaje:** El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización, por medio de estos procesos podemos obtener los materiales para nuestro panel como lo son caucho granulado y polipropileno granulado.

**Lámina tricapa:** Lámina de madera de 0.5mts x 1mts x 0.027mts, que se fabrica de 3 capas de madera, usada en la construcción como camilla para fundir losas de concreto, la cual se quiere reemplazar del mercado por la lámina de caucho reciclado, un producto que supere todas sus cualidades.

**Camilla:** Comúnmente conocido como camilla de losa, se le llama de esta manera al sistema de encofrado de losa o soportaría, la cual es una estructura que sostiene la losa en su etapa de fraguado hasta que logre su resistencia, de este también depende su acabado estético, donde la lámina de caucho entrara a trabajar en conjunto con estos sistemas.

### **Abstract**

The project focuses on evaluating the technical feasibility of a recycled polypropylene panel, to be used in construction, based on a current market necessity, this market is not satisfied. We had different challenges to achieve this, initially we made a recognition of materials, and later a selection of the correct material, all this to make a design that met all the minimum requirements of the market, this led to a more complex process which was to materialize it.

In the present work, we can find the parameters that were taken to the final design, this based on market models, all this seeking the fulfillment of the proposed objectives, these objectives are measured by means of several tests, where the information collected was analyzed, giving results and several findings, leaving raised a series of conclusions that encourage us to continue investigating about the issue raised.

### **Keywords**

**Slab:** Also known as a plate, it is a horizontal element of reinforced concrete, which distributes the weight and loads of the structure on the beams and columns, this element will be supported by the recycled rubber sheets during its setting process

**Recycling:** Recycling is a process whose objective is to convert waste into new products or raw material for later use, through these processes we can obtain the materials for our panel such as granulated rubber and granulated polypropylene.

**Three-layer sheet:** Wooden sheet of 0.5mts x 1mts x 0.027mts, which is made of 3 layers of wood, used in construction as a stretcher to melt concrete slabs, which is to be replaced on the market by recycled rubber sheet, a product that exceeds all its qualities.

Stretcher: Commonly known as slab stretcher, the slab or support formwork system is called in this way, which is a structure that supports the slab in its setting stage until it achieves its resistance, its finish also depends on this aesthetic, where the rubber sheet will work in conjunction with these systems.

## **1. Capítulo I Ante proyecto**

Viabilidad técnica de una lámina de Polipropileno reciclado para la construcción en sistemas de encofrados de losas.

### **1.1 Delimitación del tema: Sistemas de encofrados para la construcción**

Objeto: Lámina de Polipropileno reciclado.

Sujeto: Viabilidad técnica del prototipo

Espacio: Fábrica caucho Bogotá.

Tiempo: Mayo 2020– hasta Diciembre 2020

### **1.2 Componente Gerencial**

Estudio Técnico para la fabricación del prototipo de lámina polipropileno reciclado que va a utilizar para la construcción de estructuras como camilla o cama para soportar losas de concreto en su etapa de fundición

### **1.3 Delimitación del problema**

En Bogotá para el área de la construcción se utilizan en la actualidad láminas de madera tricapa, compuesto por un tablero de madera maciza y por tres capas pegadas, para conseguir una mayor estabilidad y resistencia a la flexión, está laminada se debe importar en su mayoría y su durabilidad es baja. Como sucede en la empresa Equinorte, tiene una gran demanda de estas láminas debe importar por lo menos dos container cada dos meses, con una capacidad de cuatro mil metros cuadrados, demorando sus tiempos de entrega al consumidor final, ya que el proceso de estas importaciones demoran al rededor de tres meses, aumentando costos por fletes e impuestos.

Sten, empresa española, que fabrica laminas tricapa de madera material, que se ha demostrado no tiene gran vida útil, afectando el medio ambiente es de esto que surge la necesidad de crear una lámina en Bogotá, que sea en un material durable y amigable con el medio ambiente. La demanda en Bogotá de las construcciones residenciales se ha incrementado por la gran densidad de población nacional y la población migrante, lo cual ha generado una gran demanda de maquinaria de construcción, constructoras, insumos y equipos para la construcción donde encontramos las láminas tricapa.

Por lo anterior el problema del presente anteproyecto se define como: la falta de un producto fabricado en Bogotá que sea amigable con el medio ambiente, que cumpla las características técnicas y ofrezca un mejor costo para que reemplace la lámina tricapa importada en Bogotá.

¿Cómo diseñar la lámina de polipropileno reciclado para que apruebe la viabilidad técnica para ser fabricada en Bogotá-Fábrica durante mayo 2020-diciembre 2020?

¿Cuándo podemos poner a prueba la lámina de polipropileno reciclado y su viabilidad técnica en Bogotá-Fábrica durante mayo 2020-diciembre 2020?

¿Existe algún producto parecido a la lámina de polipropileno reciclado que cumpla la viabilidad técnica en Bogotá-Fábrica durante mayo 2020-diciembre 2020?.

**1.4 Alcance:** El presente proyecto es el primer paso para llegar a futuro a una empresa de emprendimiento, el proyecto se centra en el diseño, fabricación y pruebas de comparativas de prototipo versus una lámina homóloga existente en el mercado, buscando que cumpla las exigencias técnicas requeridas para ser usada en la construcción, esto incluye:

En primer lugar diseñar la lámina de polipropileno reciclado teniendo en cuenta materiales, método de fabricación, refuerzos, dimensiones, generando una entrega final de un



plano constructivo. En segundo lugar llevar a cabo su fabricación siguiendo su diseño para obtener un prototipo que podamos someter a pruebas. Por último someter el prototipo a pruebas de flexión y carga máxima hasta donde se generará su falla, punto donde tendremos su resistencia máxima, para realizar una comparación con los datos existentes del panel estándar de madera tricapa que se encuentra en el mercado. Con todo esto estaremos verificando la viabilidad técnica de la lámina de polipropileno reciclado y con estos resultados estaríamos dando pie a un futuro proyecto de emprendimiento.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Por lo anterior, el grupo de trabajo ha definido para el presente proyecto el objetivo general como:

“Evaluar la viabilidad técnica de una lámina polipropileno reciclado para la construcción en sistemas de losa”..

### **1.5.2 Objetivo específico**

**1.5.2.1** Diseñar un prototipo de lámina que cumpla con las expectativas técnicas exigidas en el área de la construcción

**1.5.2.2.** Fabricar el prototipo de la lámina de polipropileno reciclado.

**1.5.2.3** Efectuar las pruebas requeridas para comprobar la viabilidad técnica.

## **1.6 Justificación:**

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de lograr la viabilidad técnica de una nueva lámina de polipropileno reciclado que reemplace la actual lamina de madera tricapa, para que exista una producción local (Bogotá), que tiene como beneficio abastecer la demanda de las constructoras existentes y al mismo tiempo dicho material al ser reciclable disminuirá el impacto al medio ambiente, a futuro este podría ser un proyecto de emprendimiento, para generar una fuente de empleo y de ingreso.

## **1.7 Marco Referenciales**

### **1.7.1 Estado del arte**

Este Estudio permitió analizar las propiedades físicas, químicas y reológicas del Polipropileno reciclado, se realizaron una serie de ensayos donde se tomaron muestras de Polipropileno transparente y de color, porque se preveía que habría una demanda más significativa para Polipropilenos transparentes que de color, se utilizó el reciclaje mecánico y adicionalmente se sometió a procesos minuciosos de lavado, para que este material pudiera estar en contacto con los productos alimenticios. Se concluyó que para que el Polipropileno reciclado sirva de empaque a diferentes tipos de alimentos se necesitarán diferentes temperaturas para su procesamiento y efectivamente el Polipropileno transparente es el más apetecido en la industria alimenticia porque permite ver en qué condiciones se encuentra el alimento. Proyectos como este no entregan una ficha técnica establecida, sino que nombra las condiciones de procesamiento para trabajar con Polipropileno destinado a la producción de empaques alimenticios (Kosior, 2012).

## **Reciclado de polipropileno**

Ventajas de este material: el polipropileno reciclado es capaz de resistir muchísimos años a la intemperie. El Polipropileno tiene muchas ventajas: es barato, utilizable en la industria alimentaria (es inodoro y no tóxico), muy resistente a la fatiga y flexión, muy denso, químicamente inerte, esterilizable y reciclable. Es un excelente aislante eléctrico. Los usos que se le da al polipropileno una vez reciclado:

Material de oficina, maceteros y materiales para la jardinería, juguetes, vasos de plástico, recipientes, ropa y electrodomésticos, fibras, sacacorchos, alfombras, bolsas y bolsos, piezas de automóviles (defensas, los pedales, las cubiertas de la batería, tapicería interior, lámparas, ventiladores, sopladores y otras varias piezas). Los métodos más utilizados para el reciclaje del polipropileno son la extrusión y la inyección.

El polipropileno reciclado proveniente de tapas, empaques de papas fritas, rafia y vasos plásticos. Es importante destacar que los materiales plásticos no se pueden someter a reciclaje de forma ilimitada, ya que la granza que se va obteniendo va siendo de menor calidad. El reciclado químico es una alternativa en la cual se somete el residuo plástico (polipropileno) a diversos procesos químicos, esto logra que se descomponen en componentes más sencillos.

### **1.7.2 Marco Teórico**

“En el caso de los procesos de trituración, los gránulos de caucho se comercializan en diferentes tamaños para que el cliente final seleccione el que sea más adecuado a sus necesidades. Si bien en la mayoría de las aplicaciones las propiedades del caucho reciclado triturado no logran igualar las propiedades del caucho virgen, el uso del primero presenta las

siguientes ventajas respecto al caucho virgen, adicionalmente a la ya mencionada disminución del impacto ambiental cuando el caucho es reciclado ”Ramarad, S., Khalid, M., Ratnam, C., Chuah, A., & Rashmi, W. (2015). Waste tire rubber in polymer blends: A review on the evolution, properties and future. *Progress in Material Science*, 72, pp. 100-140. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.02.004>

“Existe una tendencia a través del tiempo donde los materiales convencionales han sido reemplazados por el desarrollo de materiales compuestos de matriz polimérica y polímeros funcionales”. (AL-Oqila et al., 2015; Kang, et al., 2015; Brenner, 2000)

“Hoy en día el uso de las fibras y material particulado se ha posicionado como un eficiente método de refuerzo con altos módulos de elasticidad y resistencia mecánica” (Pouzet et al., 2015; Bledzki et al., 2015; Van Vuure et al., 2015; Kuo, 2009).

### 1.7.3 Marco conceptual:

**Losa:** Conocido también como placa, es un elemento horizontal de hormigón reforzado, el cual reparte el peso y las cargas de la estructura sobre las vigas y columnas, este elemento será sostenido por las láminas de caucho reciclado durante su proceso de fraguado

**Reciclaje:** El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización, por medio de estos procesos podemos obtener los materiales para nuestro panel como lo son caucho granulado y polipropileno granulado.

**Lámina tricapa:** Lámina de madera de 0.5mts x 1mts x 0.027mts, que se fabrica de 3 capas de madera, usada en la construcción como camilla para fundir losas de concreto, la cual se quiere reemplazar del mercado por la lámina de caucho reciclado, un producto que supere todas sus cualidades.

**Camilla:** Comúnmente conocido como camilla de losa, se le llama de esta manera al sistema de encofrado de losa o soportería, la cual es una estructura que sostiene la losa en su etapa de fraguado hasta que logre su resistencia, de este también depende su acabado estético, donde la lámina de caucho entrara a trabajar en conjunto con estos sistemas.

#### **1.7.4 Marco de referencial:**

Con base en las experiencias laborales en las diferentes empresas de renta de equipos de construcción y la participación de proyectos residenciales y de infraestructura, se pudo evidenciar la alta demanda de las láminas tricapa, la ausencia de proveedores a nivel nacional y la necesidad de importarlos, la poca durabilidad, el riesgo de retrasar las obras por su escasez, los altos costos por reposición por fletes y cantidades.

Laborando la fabricación de elementos de acrílico se pudo evidenciar las diferentes maneras de convertir materia prima en productos útiles, de ahí surge la posibilidad de transformar elementos reciclados en un producto nuevo que ayudan con la mejora del medio ambiente, ya que al conocer los procesos se puede llevar a cabo la fabricación de este prototipo. (ver anexo No 1. Normas que se aplicaran para el diseño y fabricación )

#### **1.8 Diseño Metodológico**

Los instrumentos para la recolección de datos cuantitativos para la viabilidad técnica de la lámina son la fuente de investigación primaria instrumentos mecánicos o eléctricos y la observación directa, test de pruebas. y secundaria es el conocimiento propio del grupo, la experiencia en obra, en las cuales se realiza el uso de estos equipos y se puede evidenciar su comportamiento técnico.

Se realizará una validación cuantitativa de la información suministrada por las pruebas, comparando los datos técnicos que se observan en el panel tricapa que es usado actualmente en

las obras, contra las observaciones obtenidas en las pruebas aplicadas al prototipo (ver anexo No 2 Tabla 5: formato de observación), con base en estos datos podremos analizar debilidades, oportunidades, amenazas y fortalezas mediante una matriz DOFA, esto guiará el proyecto teniendo ideas claras para desarrollar los objetivos específicos y por ende llegar al objetivo general. (ver Anexo 3 *Ilustración No 1*: Sistema encofrado de losa con lámina tricapa.)

**Ilustración No 2: Matriz dofa**



Fuente: elaboración propia

Se realizará un diseño aplicando conocimientos de ingeniería y dibujo por medio de software de versión libre Autodesk fusión education licence, para obtener como producto final los planos de fabricación, estos describen sus componentes y correcta ubicación, seguido se procederá a la fabricación aplicando procesos de manipulación de materiales para su conformación como lámina, en donde se aplicara calor y presión para manipular el polipropileno, de esta manera conformar un nuevo elemento, una vez fabricado el prototipo de lámina se realizarán pruebas.

El prototipo de lámina se someterá a ensayos para medir sus resultados, como lo son verificar medidas del elemento, verificar peso, carga máxima, flexión, datos que se registraran en la ficha técnica de pruebas página 38, estos datos serán confrontados con los datos de control, obtenidos de la lámina de madera tricapa la cual se busca reemplazar, así se evaluará la viabilidad técnica, confrontando los datos se obtendrán resultados verídicos y cuantificables que permitan dar un dictamen final.

**2. Capítulo II Diseño un prototipo de lámina que cumpla con las expectativas técnicas exigidas en el área de la construcción.**

Se realizará un diseño de prototipo, el cual se diseñará de acuerdo a la información obtenida en la matriz DOFA de los paneles existentes, también en la NSR 2010 Capítulo 6 Cimbras y encofrados, la cual está basada En “Guide to Formwork for Concrete” presentado por el Comité ACI 347 C.6.1, (Instructivo para contratistas, ingenieros y arquitectos siguiendo las guías establecidas en ACI 347. Se analiza la planificación, construcción y uso de las cimbras y encofrados, incluyendo tablas, diagramas y fórmulas para las cargas de diseño de las cimbras y encofrados.). (ver anexo No 1)

El prototipo se basará en un diseño de tal manera que cumpla con los requerimientos técnicos. Para lograrlo se contará con el apoyo de la herramienta AutoCAD la cual nos dará como resultado el plano del prototipo que reemplazará los paneles hasta hoy utilizados

**Ilustración No 3: Matriz dofa paneles tricapa**



Fuente: elaboración propia



## **2.1 Características**

El panel de polipropileno reciclado es muy versátil, puede utilizarse en la construcción de losas con equipos españoles, es muy resistente a la carga y presenta una alta rigidez. Por lo que es ideal para usos de fundidas estructurales, su superficie lisa es ideal para los acabados, esta lámina se deja colocar puntillas, lo cual permite realizar anclaje en bordes de losa.

### **2..1.1 Resistencia**

El tablero está soportado sobre perfiles metálicos, formando un marco que da una rigidez, evitando flexiones y deformaciones. Este marco es reutilizable, ya que al dañarse la lámina de polipropileno, esta se reemplaza, creando un nuevo panel.

### **2.1.2 Durabilidad**

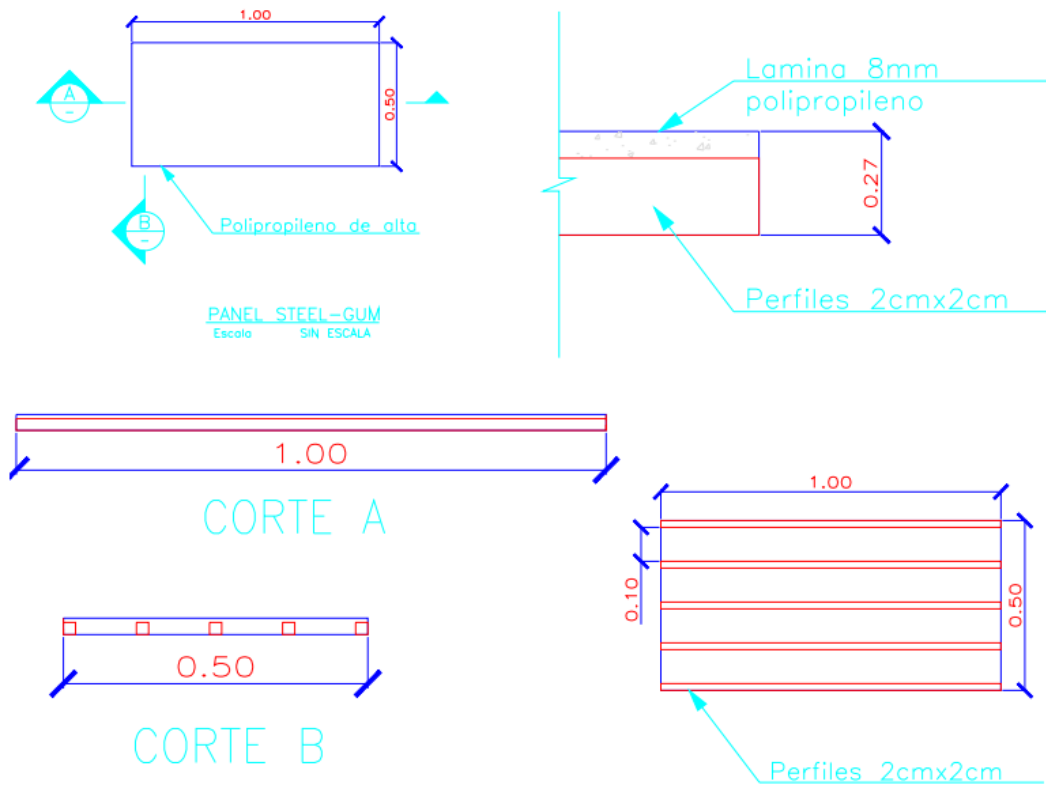
El polipropileno tiene una gran resistencia y permite ser reparado, debido a su diseño puede ser usado en 400 veces antes de ser reemplazado.

**Tabla No 1 : Característica del prototipo de panel de polipropileno reciclado**

Producto	Panel polipropileno MV2	
Material panel	Polipropileno de alta densidad	
Reforzamiento	Marco en perfiles de acero	
Dimensiones	longitud	1 metro
	Ancho	0.5 metros
	Espesor	0.027 metros
Peso	7 Kg Unidad	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Acabado la vista</li> <li>❖ marco de refuerzo recuperable</li> <li>❖ panel de contacto reparable</li> <li>❖ se puede colocar puntillas</li> </ul>	
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Panel resistente a la carga</li> <li>❖ medidas seguras</li> </ul>	
Servicio	Construcción de losas en sistemas españoles	

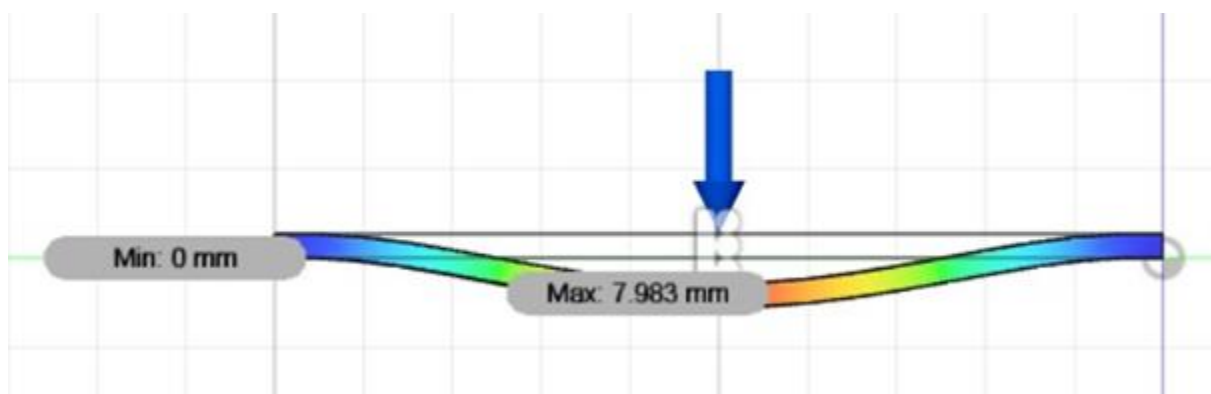
*Fuente: elaboración propia*

**Ilustración No 4 : Plano de diseño - prototipo**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 5: Prueba en software**

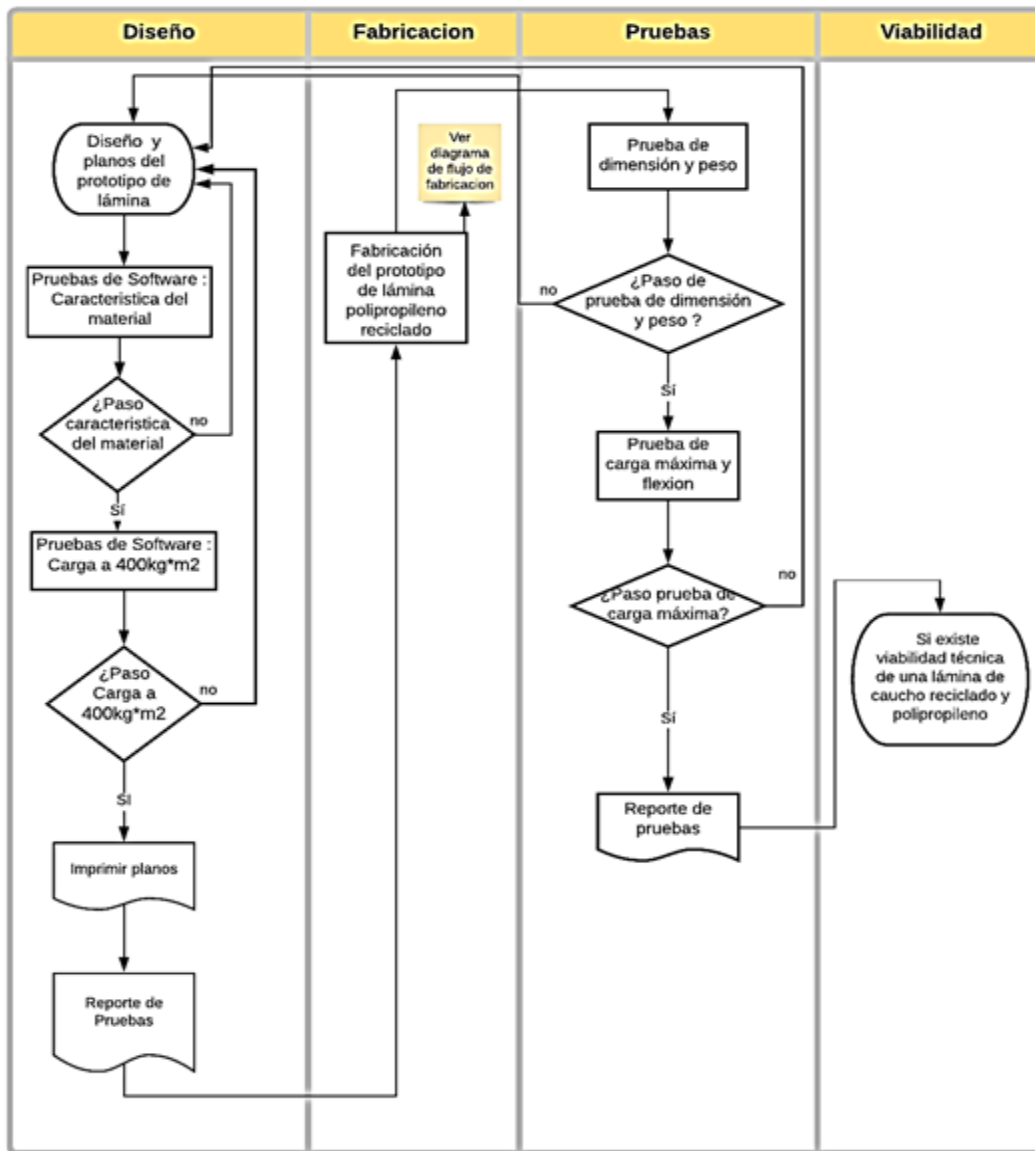


Fuente: elaboración propia

Para esta prueba se montó el diseño del panel en el software de versión libre Autodesk fusion education licence, donde se determinaron las mismas características del material, se simuló su posición de trabajo normal donde se encuentra simplemente apoyado a una distancia de 1 metro, se le aplicó una carga puntual de 400 kg dando como resultado una deflexión de 7.893mm.

Este resultado demuestra que el prototipo está dentro del rango aceptable del mercado, ya que los paneles similares con una carga de 400 kg presentan una deflexión de 8mm, por lo cual podemos proceder a su fabricación.

Ilustración No 6 : Proceso de la viabilidad técnica de la lámina



Fuente: elaboración propia

El diagrama de flujo nos indica el método de diseño prueba y error que se aplicará hasta conseguir el diseño correcto.

### **3. Capítulo III Fabricación del prototipo de la lámina de polipropileno reciclado**

#### **3.1 Inspección inicial previa a la fabricación**

Paso 1: Se verifica la pureza del material reciclado, se tamiza con una malla para sacar las posibles impurezas de polvo, papel o algunas otras impurezas que pueda dañar la calidad.

Paso 2: Se revisa la limpieza del molde metálico, verificando que no tenga posibles residuos de usos anteriores, de ser así se limpiará con una pulidora usando una copa de grata metálica y también se aplica parafina a todo el molde para facilitar el desmolde.

Paso 3: Revisión de la limpieza del horno, en donde se barre internamente y se raspa con espátula los posibles residuos, también se chequea la conexión de gas propano para evitar posibles fugas.

Paso 4: Se ubica la prensa y la tapa en la posición correcta, la cual tiene que estar a 2 mts del horno para facilitar el movimiento del molde, como el prensado rápido no debe existir pérdida de temperatura.

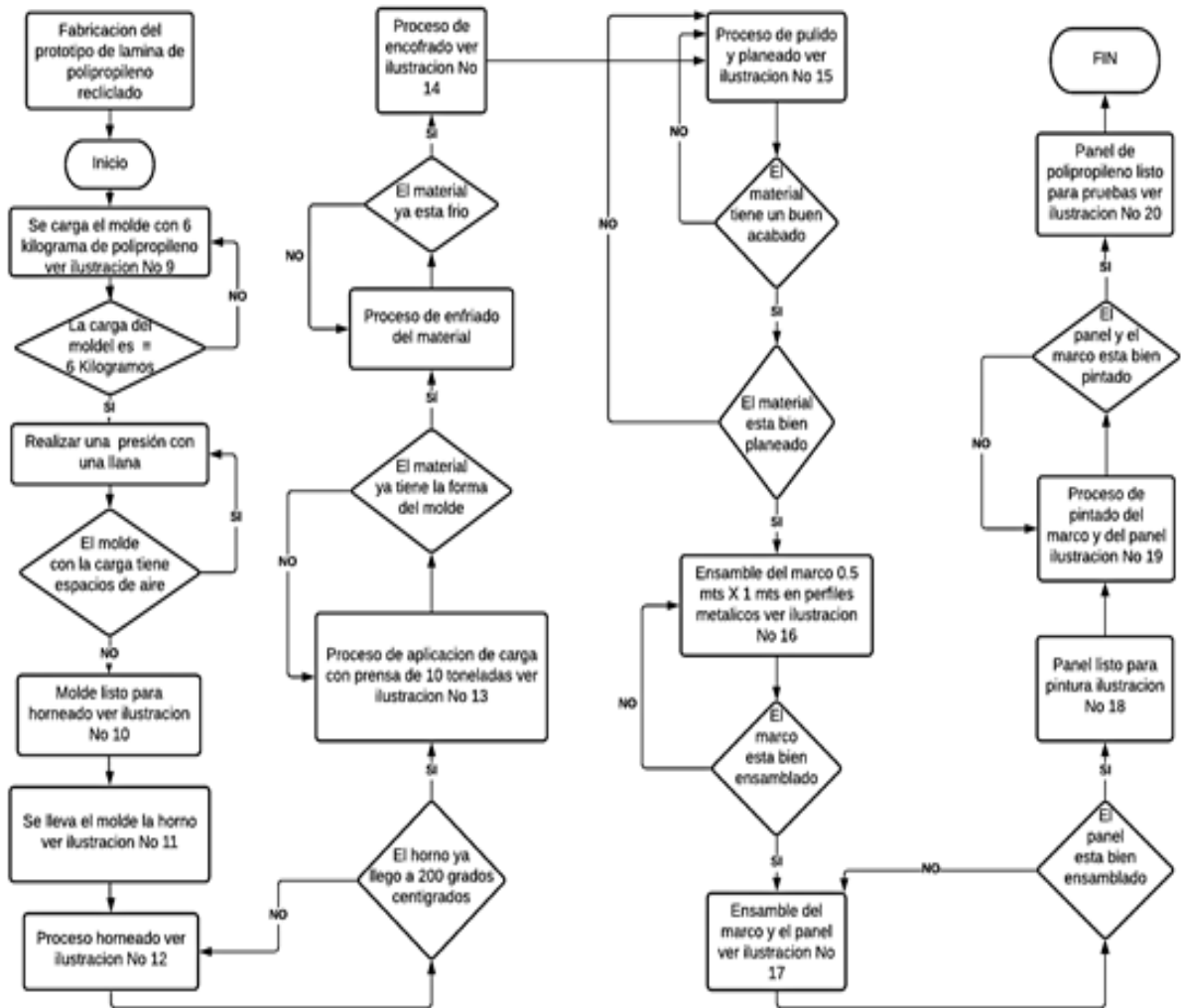
Paso 5: Se verifica que todas las herramientas menores y elementos de protección estén completos antes de proceder a iniciar el proceso de la fabricación, elementos tales como: martillo, destornilladores, llana, llaves, guantes, careta protectora, gato hidráulico, barras de acero, espátulas, pulidora, remachadora, remaches, disco de desgaste, compresor, pintura y anticorrosivo.

### 3.2 Alistamiento de los materiales y herramientas

- Los 6 kg de polipropileno de alta densidad, limpio y en gránulos de máximo 5mm.
- El molde de 1.00 mts de largo x 0.50 mts de ancho y altura 2.7mm en acero cold roll que resista temperaturas superiores a 300° C sin deformarse.
- La prensa de 10 toneladas hidráulicas, la cual se fabrica para manipulación manual usando un gato hidráulico para vehículos.
- El horno de gas de medidas internas de 1.25mts de largo x 0.65mts de ancho, que garantice la entrada del molde de 1.00 mts de largo x 0.50 mts de ancho y altura 2.7mm, que alcance temperaturas mayores a 200°C, este horno funcionará con gas propano, el cual se suministra con un cilindro de 80 libras.
- Revisar que herramientas menores y elementos de protección estén completos antes de proceder a iniciar el proceso de la fabricación, elementos tales como , martillo, destornilladores, llana, llaves, guantes, careta protectora, gato hidráulico, barras de acero, espátulas, pulidora, remachadora, remaches, disco de desgaste, compresor,
- pintura, anticorrosivo.

3.3 Proceso de Fabricación

Ilustración No 7: Flujoograma del proceso de fabricación



Fuente: elaboración propia

Los pasos del proceso de fabricación de la lámina de polipropileno reciclado son:

Paso 1: Se carga el molde limpio y aislado con parafina, con 6 kilogramos de polipropileno previamente limpio, se empareja y se realiza una presión con una llana para disminuir espacios, evitando posibles cámaras de aire.



Paso 2: El molde es llevado al horno, el cual iniciará desde 0 ° C y se elevará a 200° C, hasta que el material llegue a 160°C, punto en donde el polipropileno se puede prensar.

Paso 3: Se realizará tomas de temperatura con una termocupla adaptada a un multímetro cada 10 minutos al material y al horno , después de 40 minutos se espera que el horno llegue a 200 ° C, en donde el material ya este a 160°C, por último se toma las últimas medidas al material en 3 puntos, tercio inicial del molde, zona media, y tercio final del molde, para verificar que todo el material esté a la misma temperatura igual o menor de 160 °C.

Paso 4: Una vez verificada la temperatura, se apaga el horno, se retira el molde caliente y se ubica en la prensa en donde se le aplica una presión con una carga de 10 toneladas en la tapa superior usando el gato hidráulico de vehículo, de esta manera se obliga al material a formarse, en este punto habrá desperdicio del material debido a la presión. Este desperdicio indica que hay buena presión y significa que el aire salió por completo.

Paso 5: El material se deja enfriar a temperatura ambiente por tres horas, en pruebas anteriores se intentó enfriar con agua, pero esto generó deformaciones muy grandes, ya que las fibras exteriores del panel se enfrían más rápido que las interiores, ocasionando que se contraiga la capa externa, en cambio la capa interna al conservar el calor mantiene su tamaño por lo cual se genera un pandeo, lo mejor es enfriar a temperatura ambiente garantizando que todo el elemento disminuya a una temperatura uniformemente.

Paso 6: El panel se desmolda obteniendo una lámina lista para el proceso de pulido y planeado, se cortan los excesos, se le da la medida necesaria en una mesa de madera; estas son de 0.5mts de ancho x 1 mts, de alto. Se planea la lámina para buscar una superficie adecuada y un espesor de 8mm, para esto se usa una pulidora con un disco de desgaste.

Paso 7: Una vez listo el panel, llega el momento de unirlo al marco metálico que le dará la resistencia y rigidez. Estos marcos son fabricados por un tercero (F&F encofrados), hechos en perfiles de 2cmx2cm de acero cold roll ( Ver Plano pg 30 ), se usará una remachadora para unirlos, este proceso es de sumo cuidado ya que tiene que unirse perfectamente con 12 remaches repartidos adecuadamente.

Paso 8: Luego procedemos a pintar el marco y el panel de polipropileno reciclado, al marco se le aplicará un anticorrosivo, ya que el acero se verá afectado por la lluvia y tendrá posibles oxidaciones, este anticorrosivo alargará su vida útil, el panel de polipropileno recibirá una capa de pintura de aceite para su protección.

Paso 9: Una vez la pintura se seca el panel está listo para las pruebas. (ver anexo 3: Proceso de fabricación, *ilustración 8 a la 20.*)

#### **4. Capítulo IV Efectuar las pruebas requeridas para comprobar la viabilidad técnica**

##### **4.1 Inspección visual del producto terminado antes de las pruebas**

Paso 1: Se verifica la lamina no esta rayada o con alguna impurezas

Paso 2: Se revisa que la lámina no tenga cámaras de aire o burbujas

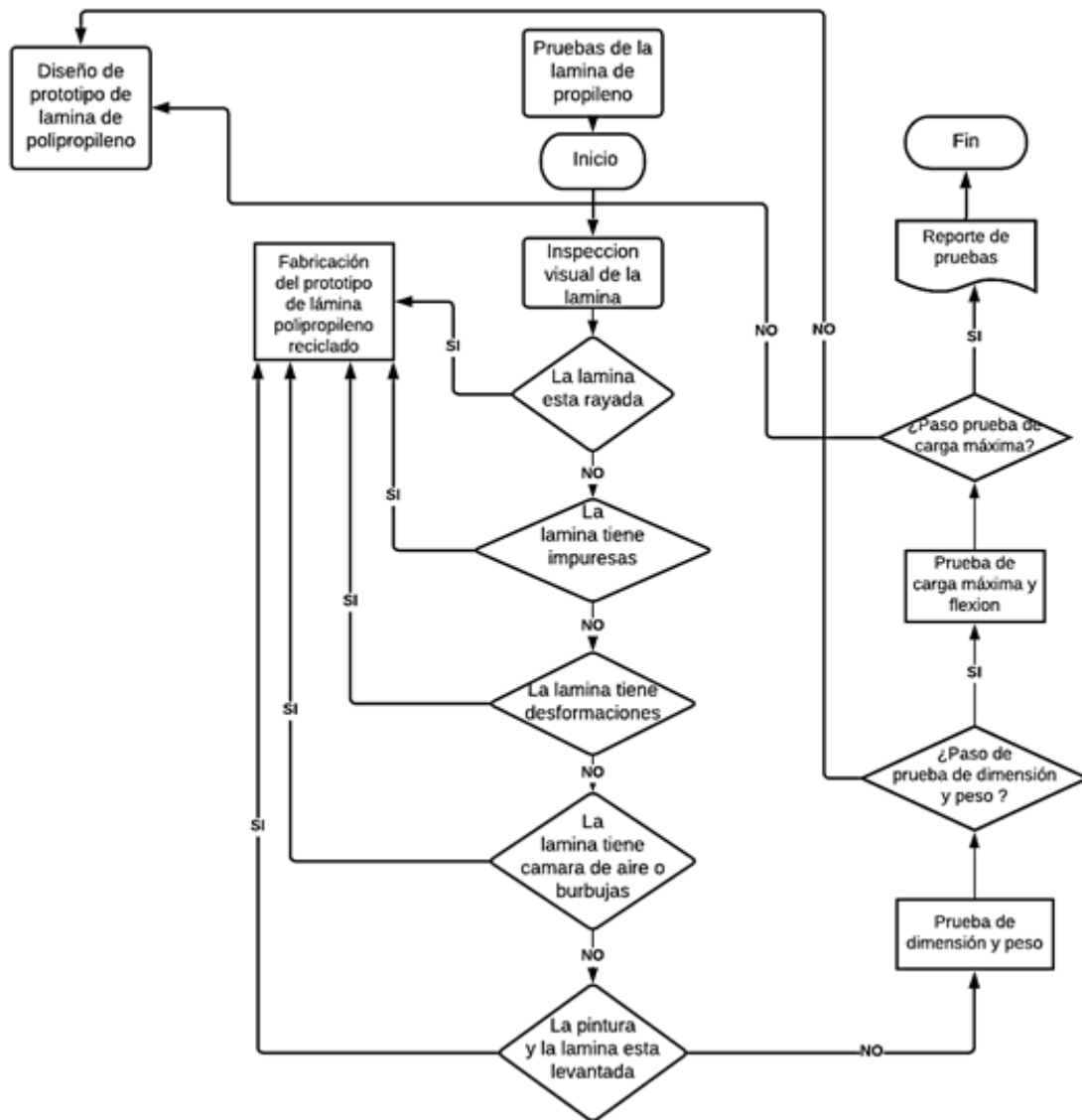
Paso 3: Se revisa que la lámina no tenga deformaciones

Paso 4: Se revisa que la pintura de la lámina y el marco no esté levantada

El prototipo de lámina se someterá a ensayos para medir sus resultados, como lo son verificar medidas del elemento, verificar peso, carga máxima, flexión, estos datos serán confrontados con la ficha técnica de prueba, la cual está basada en datos del panel de la competencia, tablero pvc tecnotable 100 , estos serán los de datos control , si alguno no cumple o no está dentro del rango se debe modificar el diseño.

Si todos los datos del prototipo de lámina cumplen y están dentro del rango de la ficha técnica de prueba, estaremos verificando la viabilidad técnica de la lámina de polipropileno reciclado, y con estos resultados estaríamos dando pie a un futuro proyecto de emprendimiento.

Ilustración No 21: Flujograma de pruebas de la lámina de polipropileno



Fuente: elaboración propia

**Tabla No 2: Ficha Técnica de prueba**

Dimensiones	longitud	1 metro	Rango 0,99 mts-1.01mts
	Ancho	0.5 metros	Rango 0,49 mts-0.51mts
	Espesor	0.027 metros	Rango 0,026mts-0.028mts
Peso máx	8 Kg Unidad		Rango 5 kg -8kg
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Acabado la vista</li> <li>❖ marco de refuerzo recuperable</li> <li>❖ panel de contacto reparable</li> <li>❖ se puede colocar puntillas</li> </ul>		<b>Verificar si cumple lo solicitado</b>
Carga	Carga mínima 800kg*m2		Rango mínimo 800kgm2-
Servicio	Se adapta en sistemas de losa españoles		<b>Verificar si cumple lo solicitado</b>

Fuente: elaboración propia

## 4.2 Pruebas que se deben realizar

### 4.2.1 Prueba de dimensión y peso

En esta etapa se procede a realizar la medición del elemento para verificar que esté dentro de los rangos de medida, para lo cual se utilizara un flexómetro, estos datos se comparan con la ficha técnica de prueba.

Seguidamente se procederá a realizar el pesaje del panel, se verificará que el elemento ya terminado posea todas sus piezas, marco, lámina polipropileno, remaches, así se procederá por medio de una balanza bascula a determinar el peso exacto del elemento en conjunto, este dato se compara con la ficha técnica de prueba.

Si los datos anteriores están dentro de los rangos aceptables se procederá a la prueba de carga máxima y flexión, de lo contrario tendrá que ser reevaluado el diseño.

#### **4.2.2 Prueba de carga máxima**

Se realiza prueba de carga máxima, en donde se somete el elemento a una carga distribuida la cual aumenta gradualmente, el objetivo de esta prueba es determinar la flexión máxima a medida que aumenta la carga, hallando la carga máxima al llegar a la deflexión de 8 mm.

Para esta prueba se utilizará una máquina universal para prueba de materiales, La máquina consiste de dos partes esenciales: Una estructura superior y una inferior. En la estructura superior se realizan las diferentes pruebas y se encuentra el reloj para observar la carga aplicada mientras que la estructura inferior se encarga de soportar el peso de la máquina (peso muerto) y servir de alojamiento para los distintos aditamentos que se utilizan en las pruebas, las cuales se realizan gracias a la fuerza generada por un gato hidráulico de operación manual con la capacidad suficiente para desarrollar las pruebas.

#### **4.2.3 Prueba de Flexión:**

Esta prueba permite obtener una medida de la rigidez del material el cual es un valor calculado que expresa la proporcionalidad entre carga y deflexión (Módulo de Elasticidad).

El módulo de elasticidad es inherente de cada material y se mantiene constante por lo que generalmente puede encontrarse en tablas. También es llamado Modulo de Young y esta prueba muestra la correlación entre el módulo y rigidez del material midiendo las deformaciones que corresponden a cada incremento en la carga.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el siguiente adjunto se expondrá la información recolectada en las pruebas, donde evidenciamos los avances logrados, utilizaremos una metodología de gráficos y tablas para una mejor interpretación, realizaremos un análisis de cada etapa de resultados basados en los objetivos específicos iniciales del proyecto.

Encontrarán descritos cada uno de los hallazgos que resultaron del diseño, mediante el software de versión libre Autodesk fusion education licence, fabricación y la práctica de pruebas físicas y resistencia. para poder.

**Tabla No 3 Resultados de prototipo lámina de polipropileno.**

<p><b>Diseñar un prototipo de lámina que cumpla con las expectativas técnicas exigidas en el área de la construcción.</b></p>	<p><b>Fabricar el prototipo de la lámina de polipropileno reciclado.</b></p>	<p><b>Efectuar las pruebas requeridas para comprobar la viabilidad técnica.</b></p>
<p>Para esta prueba se montó el diseño del panel en el software de versión libre Autodesk fusion education licence, donde se determinaron las mismas características del material, se simuló su posición de trabajo normal donde se encuentra simplemente apoyado a una distancia de 1 metro, se le aplicó una carga puntual de 400 kg dando como resultado una deflexión de 7.893mm. Este resultado demuestra que el prototipo está dentro del rango aceptable del mercado, ya que los paneles similares con una carga de 400 kg presentan una deflexión de 8mm, por lo cual podemos proceder a su fabricación.</p>	<p>En el proceso de horneado se presentaron problemas en las primeras pruebas, las láminas estaban saliendo quemadas, se realizaron pruebas elevando el molde dentro del horno para evitar el contacto directo de la llama contra el molde, lo cual soluciono el problema de la sobre exposición al calor y se logró una lámina uniforme y compacta.</p>	<p>En el proceso de verificación de las dimensiones del panel, se puede evidenciar que hay pequeñas diferencias en los espesores, de 1mm o menores a 1 mm, las cuales son despreciables, es muy difícil corregirlos ya que la contracción del material no es siempre la misma.</p>
<p>El diseño inicial se pensó en fabricar una lámina únicamente de plástico la cual soporta las cargas, en las pruebas se presentó una flexión de 20 cm lo cual es muy alta, por lo cual se rediseñó y se resolvió adicionar un armado metálico interno, por lo cual se generó una versión número 2.</p>	<p>El proceso de prensado en sus pruebas iniciales se estuvo aplicando 10 toneladas por m<sup>2</sup> al material para formarlo, lo que produjo una pérdida del material, se salió del molde, lo cual nos indico que la presión era excesiva, se siguió usando el gato de 10 toneladas pero aplicando solo la mitad de la presión 5 toneladas m<sup>2</sup>, lo cual funciona perfectamente para formar el material</p>	<p>El peso del panel es variable dependiendo el método de sujeción, ya sean tornillos, remaches, puntilla, se seleccionó remaches por su facilidad de instalación y ligereza.</p>



<p>El diseño inicial se tuvo en cuenta realizar una mezcla de polipropileno con caucho reciclado de llantas usadas, en la pruebas iniciales se vio que estos dos materiales no son compatibles, generando fracturas, debido a que no hay una unión estable entre estos, por lo cual se tomó la decisión de realizarlo únicamente de polipropileno.</p>	<p>Se evidencio que al material plástico polipropileno no puede acelerarse el tiempo de enfriamiento con agua, ya que esta se deforma, por lo cual se hicieron pruebas dejándolo enfriar en temperatura ambiente, en donde las deformaciones no se hicieron presente.</p>	<p>En el mercado se encuentran diferentes tipos de calibre del perfil 2x2, están desde 1mm, 1.5mm, 2mm, para realizar la selección se tuvo en cuenta no solo la capacidad, también se tuvo en cuenta la que permitiera soldar más fácil sin deformarse.</p>
	<p>En el proceso de desmolde inicial el panel se adhiera al molde, por lo cual se partía al tratar de sacarlo, se probaron diferentes tipos de desmoldantes para separarlos, pero todos se quemaban por la exposición a la alta temperatura, al final se resolvió aplicando parafina al molde, lo cual soporta altas temperaturas y por su contenido graso logra la separación entre el material y el molde, esto evita la adhesión.</p>	<p>En la prueba de carga, la lámina se flexionó al tiempo con el marco, se esperaba que se rompiera en las uniones realizadas con los remaches, pero la flexión del plástico permitió que recuperara su forma sin quebrarse.</p>

Fuente: Elaboración propia

El hallazgo más representativo en el proceso fue el evidenciado al momento de la prueba de carga, inicialmente se propuso usar un panel únicamente de polipropileno, para el cual se realizó un diseño donde se figuraban vigas de refuerzo, lucía muy resistente, al poner carga este se flexiono 20 cm en su punto medio, lo cual es crítico, esto nos obligó a modificar el diseño, cambiar los moldes y el método constructivo, se rescataron algunos hallazgos del método anterior, lo cual fue de utilidad en el nuevo proceso, se retomó la investigación acerca de refuerzos en barras y perfiles de acero, se tomó la decisión de fabricar un marco de perfil de acero 2cmx2cm, lo cual en costos es similar al valor del polipropileno reemplazado, pero su resistencia a la flexión subió entre un 200% y 300%.

**Resultado de Dimensión y peso**

**Tabla No 4 Resultados Dimensión y peso**

Verificar	Unidades	Medidas	Rangos	Datos	Cumple
Dimensiones	longitud	1 metro	Rango 0,99 mts-1.01mts	1mts	Cumple
	Ancho	0.5 metros	Rango 0,49 mts-0.51mts	0,505 mts	Cumple
	Espesor	0.027 metros	Rango 0,026mts-0.028mts	0,0265 mts	Cumple
Peso máx	8 Kg Unidad		Rango 5 kg -8kg	7 kg	Cumple
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Acabado la vista</li> <li>❖ marco de refuerzo recuperable</li> <li>❖ panel de contacto reparable</li> <li>❖ se puede colocar puntillas</li> </ul>		Verificar si cumple lo solicitado	Se evidencian las ventajas	Cumple

Fuente: elaboración propia

La prueba de dimensiones es muy importante, ya que el panel va ser montado en sistemas españoles para fundir losas de concreto, estos sistemas tienen medidas estándar, por lo cual si las medidas del panel no son las correctas no podrá ser utilizado. Como podemos ver en la ilustración No 25 Anexo 3, el perfil porta panel tiene una figura de cruz, donde su parte superior tiene una sección de rectángulo de 27 mm de altura, tiene dos alas de 30mm para apoyar el panel, la altura del panel debe ser de 27mm para que quede ala misma altura del perfil y mantenga una superficie plana en todo el armado de la camilla.

Los perfiles portapaneles esta ubicados cada metro de distancia como se puede ver en la ilustración No 25 Anexo 3, es por esto que la longitud debe ser de 1 metro, ya que si es mas

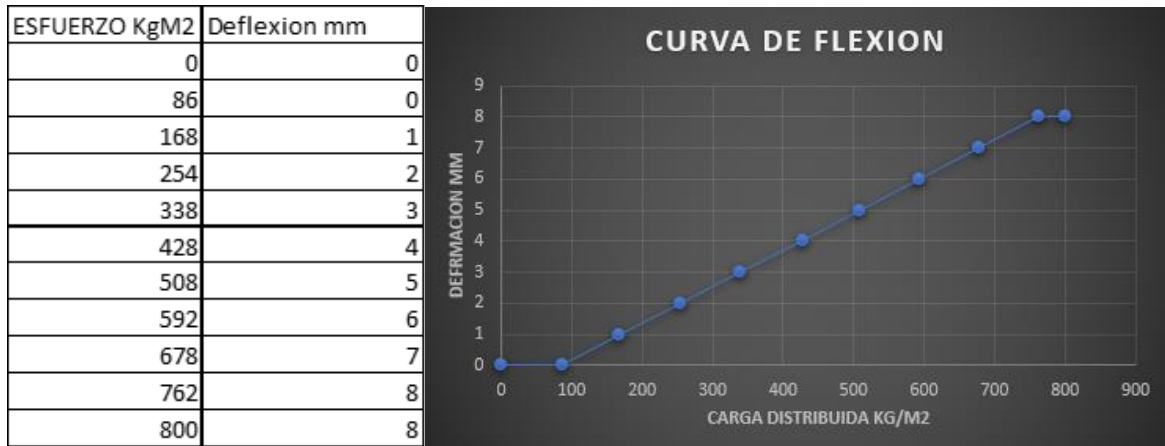
larga no entraría y si es más corta se caería, su ancho debe ser de 0.50mts, ya que de esta manera su peso se mantiene entre 7 kg y 8 kg, lo que lo hace manportable, esto es importante para los obreros ya que les facilita el trabajo al poderlos manipular manualmente, los 0.50 mts también son importantes ya que al hacer el armado, estas medidas facilitan esquivar las columnas al no pasar por encima de ellas, esto hace el equipo muy versátil.

El peso de los paneles es un dato importante, ya que estos están montados en una estructura diseñada para soportar el peso del concreto más el peso propio de la estructura incluido el panel, más la carga viva la cual es ejercida por los obreros, si los paneles son muy pesados pueden restar restando capacidad de carga al sistema.

Los paneles del mercado por lo general son de madera, estos están en un peso de 5 kg a 6 kg, pero su vida útil es corta, existen los paneles de PVC los cuales tienen un peso de 8 kg, estos tienen un vida útil larga, al tener el panel de polipropileno un peso de 7 kg como se evidencio en la prueba, es una ventaja ya que el sistema tendrá 2 kg menos por m<sup>2</sup>, lo que beneficiará a la seguridad del sistema ya que podrá soportar más peso de concreto y carga viva.

**Resultados Carga máxima y flexión**

*Ilustración No 26: Tabla de carga máxima y curva de flexión*



Fuente: elaboración propia

La resistencia del panel es la capacidad de carga que puede resistir hasta llegar a la deformación máxima de 8 mm, este límite de deformación es tomado de la ficha técnica del panel PVC tecno-panel 100, de esto depende la seguridad en el trabajo, ya que estos paneles soportan una gran carga y la transmiten a los perfiles porta panel y estos le transmiten a los parales o puntales para transportarla al suelo, si los paneles fallan y se parten o pandean demasiado se puede producir el colapso de toda la estructura.

**Ecuación de esfuerzo**

$V = P/A$

P= Presión (Kg)

V= Esfuerzo (Kg/m2)

A= Área (m2)

Area panel = 1mts x 0.5 mts = 0.5 m2

Según la prueba de carga y flexión realizada, se aplicará la fórmula del esfuerzo, donde el panel tendrá un área de 0.5 m<sup>2</sup>, al aplicar la carga distribuida sobre esta área tendremos el esfuerzo, el fin de la prueba es llegar a aplicar 400kg lo cual sería en esfuerzo sobre esta área 800 Kg/m<sup>2</sup>, durante la prueba se pudo observar un comportamiento de deflexión de 1 mm cada 80 kg/m<sup>2</sup>, iniciando a los 160 kg/m<sup>2</sup> la primera flexión.

Se registró el seguimiento a cada aplicación de carga, se realizó una tabla donde se graficó su comportamiento progresivo, evidenciando que su carga máxima al llegar a los 8 mm de deflexión es de 800kg/m<sup>2</sup>, este dato es de suma importancia ya que se cumplió la meta planteada, aprobando el diseño planteado.

### CONCLUSIONES

El presente proyecto se enfocó en evaluar la viabilidad técnica de un panel de polipropileno reciclado, para ser usado en la construcción, esto basados en una necesidad del mercado actual, la cual hay que satisfacer. Tuvimos diferentes desafíos para conseguirlo, se realizó inicialmente un reconocimiento de materiales y posteriormente una selección del material correcto, para pasar a un diseño que cumpliera con todos los requisitos mínimos del mercado, esto llevó a un proceso a un más complejo el cual fue materializarlo.

Aprendiendo de manejo de plásticos, procesos de fabricación, en donde del ensayo y error se ajustó un proceso que cumple para llegar a un producto final, se procedió a las pruebas definitivas de laboratorio, las cuales son las cúspide del proyecto, en donde se verificó su viabilidad, se obtuvo un producto que cumplió los objetivos planteados y para lo cual fue concebido.

Los instrumentos de recolección de datos cuantitativos para la viabilidad técnica de la lámina fueron la fuente de investigación primaria instrumentos mecánicos o eléctricos y la

observación directa, test de pruebas. y secundaria es el conocimiento propio del grupo, la experiencia en obra, en las cuales se realizó el uso de estos equipos y se puede evidenciar su comportamiento técnico.

Para cerrar el tema podemos decir que cumplimos con los objetivos propuestos, demostrando que es posible llevar a la realidad una idea y volverla una oportunidad para el bien común, ningún proyecto, cualquiera que sea su propósito, va llegar a la perfección en un periodo corto, pero estos se van ajustando a medida que se dedique más tiempo para hallar sus debilidades y seguir orientando este hacia lo planeado, nunca se llegará a la perfección ya que siempre existirán nuevas necesidades, pero la dedicación nos acercará cada vez más a ella.

### **RECOMENDACIONES**

El panel a un esta en desarrollo, a pesar de tener una pieza que cumple con los requisitos mínimos y es aceptable para el mercado, es posible su mejora de diseño, usando nuevas configuraciones para mejorar su peso, tal vez el uso de otro tipo de plástico que mejore su resistencia, el proceso de fabricación y su línea de producción puede ser mejorada o reconfigurada, ya que para el desarrollo del presente trabajo se realizó un proceso muy rudimentario pero no industrializado, lo cual es necesario para una producción masiva y satisfacer la demanda de un gran mercado.

Durante el diseño se presentaron inconvenientes debido al desconocimiento de los materiales, para futuras investigaciones, se recomienda una previa preparación sobre características de materiales plásticos.

Los materiales plásticos, al ser sometidos a carga mientras están apoyados en distancias largas, no son resistentes a la flexión, es necesario reforzarlos con algún tipo de estructura rígida.

Si se piensa en su fabricación industrializada es necesario una mejora en el proceso de fabricación, ya que en este proyecto se realizó un método empírico de mucho trabajo manual.

### Bibliografía

Cortese A. Técnicas de estudio investigación. Recuperado de <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion5.htm>.

Recursos financieros. Recuperado de Enciclopedia Económica (<https://enciclopediaeconomica.com/recursos-financieros/>).

Pérez C.(2010). Propiedad Intelectual. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CarlosPrezGarzn/propiedad-industrial-en-colombia>.

Concepto Definición de Redacción. (Última edición:9 de septiembre del 2019). Definición de Recursos Humanos. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/recursos-humanos>.

"Recursos". En: *Significados.com*.(2019, 28,11). Recuperado en: <https://www.significados.com/recursos>.

(Pineda et al 1994[1] :108) Twining, William *globalización y derecho*, Bogotá: siglo del hombre, 2003.

Hernández G, 8 de marzo de 2015. El Marco de Referencia en los trabajos de investigación académica, recuperado <http://gerardoahernandezm.blogspot.com/2015/03/el-marco-de-referencia-en-los-trabajos.html>.

Vallejo, Trujillo, César (2018) Revista Ingeniería de Construcción RIC vol. 33 No 3 página 249 - 250).recuperado de <https://scielo.conicy.l/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-241.pdf>.

Tafur (2008). Metodología de la investigación pautas para hacer Tesis. Recuperado de <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/definicion-del-marco-conceptual.html>).

Superintendencia de industria y comercio 2020, [www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co).

Ocampo M. (2018). Materiales de ingeniería, Maquina universal para prueba de resistencia de materiales, Recuperado de <https://materialesingenieria.wordpress.com/maquina-universal-para-pruebas-de-resistencia-de-materiale>.



Aguilar M (2016). Saber Metodología- introducción de un proyecto de investigación.

Recuperado de.

<https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/03/06/introduccion-proyecto-de-investigacionpdf>.

## ANEXOS No 1

NSR 10 -Titulo C- Concreto estructural

Capítulo C.6 Cimbras y encofrados, embebidos y juntas de construcción

C.6.1. Diseño de cimbras y encofrados

“ CR6.1 — Diseño de cimbras y encofrados

En el Capítulo C.6 se especifican solamente los requisitos mínimos de desempeño de las cimbras y encofrados, necesarios para la seguridad y la salud pública. Las cimbras y encofrados para el concreto, incluyendo su diseño, construcción y remoción exigen el mejor criterio y una acertada.

Planificación, con el fin de lograr cimbras y encofrados que sean tanto económicos como seguros. En “Guide to Formwork for Concrete” presentado por el Comité ACI 347 C.6.1, se da información detallada acerca de las cimbras y encofrados para el concreto. (Presenta recomendaciones para el diseño, la construcción y los materiales de las cimbras y encofrados para estructuras especiales y cimbras y encofrados para métodos especiales de construcción. Aunque están dirigidos principalmente a los contratistas, los criterios sugeridos sirven de ayuda en la preparación de las especificaciones de la obra.) “Formwork for Concrete” C.6.2 preparado bajo la dirección del Comité ACI 347. (Instructivo para contratistas, ingenieros y arquitectos siguiendo las guías establecidas en ACI 347. Se analiza la planificación, construcción y uso de las cimbras y encofrados, incluyendo tablas, diagramas y fórmulas para las cargas de diseño de las cimbras y encofrados.)

### C.6.1 — Diseño de cimbras y encofrados

C.6.1.1 — El objeto de las cimbras y encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.

C.6.1.2 — Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.

C.6.1.3 — Las cimbras y encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma.

C.6.1.4 — Las cimbras y encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.

C.6.1.5 — El diseño de las cimbras y encofrados debe tener en cuenta los siguientes factores:

(a) Velocidad y método de colocación del concreto;

(b) Cargas de construcción, incluyendo verticales, horizontales y de impacto; (c)

Requisitos especiales de las cimbras y encofrados para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos similares;

C.6.1.6 — Las cimbras y encofrados para elementos de concreto preesforzado deben estar diseñadas y construidas de tal manera que permitan desplazamientos del elemento sin causar daños durante la aplicación de la fuerza de preesforzado.”( NSR 2010, P C85)

### C.6.2-Descimbrado y puntales de reapuntalamiento

#### C.6.2.1. Descimbrado

#### C.6.2.2. Retiro de puntales de reapuntalamiento.

**ANEXOS No 2**

**Tabla No 5 Formato de observación**

<b>FECHA</b>	17-08-2020	19-08-2020	12-09-2020
<b>HORA</b>	11 :00 am	9:00 am	8.00 am
<b>OBJETIVO</b>	Diseño de prototipo de lámina reciclada	Diseño de prototipo de lámina reciclada	Proceso de horneado de la lámina
<b>OBSERVACIONES</b>	Se presentó una flexión de 20 cm	En las pruebas iniciales se vio que estos dos materiales no son compatibles	Se presentaron problemas en las primeras pruebas, las láminas estaban saliendo quemadas
<b>ACTIVIDAD REALIZADA</b>	Diseño	Diseño	Horneado
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS OBSERVADO</b>	En las pruebas al realizar la medición se presentó una flexión de 20 cm	El diseño inicial se tuvo en cuenta realizar una mezcla de polipropileno con caucho reciclado de llantas usadas, en las pruebas iniciales se vio que estos dos materiales no son compatibles	En el proceso de horneado se presentaron problemas en las primeras pruebas, las láminas estaban saliendo quemadas
<b>INTERPRETACIÓN DE LO OBSERVADO</b>	El diseño es muy débil para el objetivo planeado.	La mezcla de caucho y polipropileno no es una buena opción.	El exceso de calor directo afecta el plástico en sus capas exteriores, no se está distribuyendo correctamente.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA NOVEDAD</b>	En las pruebas se presentó una flexión de 20 cm, lo cual no es aceptable.	En las pruebas iniciales se vio que estos dos materiales no son compatibles,	En el proceso de horneado se presentaron problemas en las primeras pruebas, las láminas

		generando fracturas,	estaban saliendo quemada
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES</b>	Se rediseñó y se resolvió adicionar un armado metálico interno	Debido a que no hay una unión estable entre estos, por lo cual se tomó la decisión de realizarlo únicamente de polipropileno	Se realizaron pruebas elevando el molde dentro del horno para evitar el contacto directo de la llama contra el molde, lo cual soluciono el problema de la sobre exposición al calor y se logró una lámina uniforme y compacta

**Tabla No 2 Formato de observación**

<b>FECHA</b>	20-09-2020	21-09-2020	22-09-2020
<b>HORA</b>	9:00 am	10.00 am	12:00 am
<b>OBJETIVO</b>	El proceso de prensado de la lámina reciclada en sus pruebas iniciales	Enfriamiento de la lámina reciclada una vez se haya retirado del horno	En el proceso de desmolde
<b>OBSERVACIONES</b>	Se produjo una pérdida del material, se salió del molde, lo cual nos indicó que la presión era excesiva,	Se evidencio que al material plástico polipropileno no puede acelerarse el tiempo de enfriamiento con agua	En el proceso de desmolde inicial el panel se adhiere al molde, por lo cual se partía al tratar de sacarlo
<b>ACTIVIDAD REALIZADA</b>	Prensado	Enfriamiento	Desmolde
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS OBSERVADO</b>	El proceso de prensado en sus pruebas iniciales se estuvo aplicando 10	Se evidencio que al material plástico polipropileno no	En el proceso de desmolde inicial el panel plástico se adhiere al molde,

	toneladas por m2 al material para formarlo, lo que produjo una pérdida del material, se salió del molde.	puede acelerarse el tiempo de enfriamiento con agua, ya que esta se deforma,	por lo cual se partía al tratar de sacarlo
<b>INTERPRETACIÓN DE LO OBSERVADO</b>	Se produjo una pérdida de material por presión excesiva	Se evidencio que el material plástico polipropileno no se deforma al acelerar su enfriado bruscamente.	Al no realizarse la aplicación de desmoldante se produce la adhesión del panel contra el molde.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA NOVEDAD</b>	Se produjo una pérdida del material, se salió del molde	El material se deforma cuando se realiza el enfriamiento con el agua.	El panel se adhería al molde, por lo cual se partía al tratar de sacarlo.
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES</b>	Se siguió usando el gato de 10 toneladas pero aplicando solo la mitad de la presión 5 toneladas m2, lo cual funciona perfectamente para formar el material.	Se hicieron pruebas dejándolo enfriar en temperatura ambiente, en donde las deformaciones no se hicieron presentes.	Se resolvió aplicando parafina al molde, lo cual soporta altas temperaturas y por su contenido graso logra la separación entre el material y el molde, esto evita la adhesión.

**ANEXOS No 3**

***Ilustración No 1 : Sistema encofrado de losa con lámina tricapa***



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 8 Molde 1.00 x 0.50**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 9 Seis ( 6 ) kg polipropileno reciclado**



Fuente: elaboración propia



**Ilustración No 10 Molde listo para horneado**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 11 Horno**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 12 Proceso de horneado**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 13 Proceso de aplicación de carga con prensa de 10 toneladas**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 14 Enfriado y desencofrado**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 15 producto final después de pulido y planeado.**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 16 Marco metalico 0.5 mts x 1 mts en perfiles metálicos**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 17 Ensamble de marco y panel**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 18 Panel Ensamblado listo para pintura**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 19 Proceso de pintado del marco y el panel**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 20 Panel de polipropileno reciclado listo para pruebas**



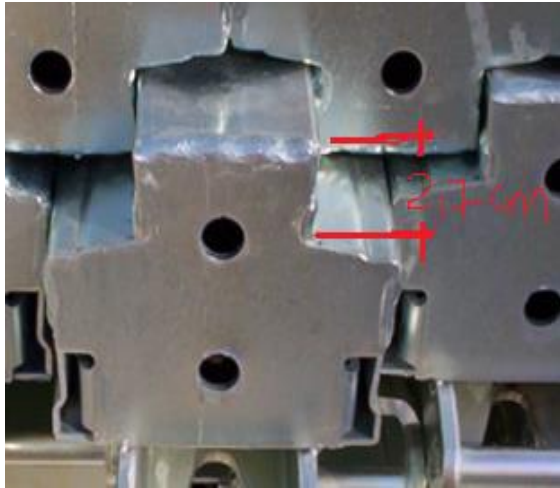
Fuente: elaboración propia

***Ilustración No 22: Dimensiones***



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 23 : Plano perfil portapanel**



Fuente: elaboración propia

**Ilustración No 25: Prueba peso**



Fuente: elaboración propia

***Ilustración No 24:*** Plano ubicación de paneles sobre perfil portapanel



Fuente: elaboración propia