

Trabajo de graduación previo a la obtención  
del título de Diseñador de Objetos

**“Experimentación de los plásticos HDPE y PP reciclados  
como materia prima para la generación de mobiliario.”**



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

Facultad de Diseño,  
Arquitectura y Arte

Cuenca  
2018

**Autor:** Jorge Luis  
Sinchi Guerrero

**Director:** Ing. José Luis  
Fajardo Seminario





---

## DEDICATORIA:

A mi **familia**, el pilar fundamental en mi vida. Les dedico este proyecto por todo el **sacrificio** y **apoyo incondicional** que me han brindado durante este proceso de formación.

---

---

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a la **Universidad de Azuay** y a todos mis **profesores** quienes con sus conocimientos han aportado para mi formación académica, a mi tutor **Ing. José Luis Fajardo**, también a la **Universidad Politécnica Salesiana** y el **Ing. Jorge Fajardo** por su asesoría durante este proyecto.

---

## ÍNDICE:

Dedicatoria	4	1.10.5 Enkador	35
Agradecimientos	5	1.10.6 Recicladora Barahona	35
Índice de imágenes	8	1.10.7 Uso de bloques de plástico reciclado para vivienda de interés social para el mejoramiento de su micro-clima, plan "Socio Vivienda" del cantón Guayaquil, provincia del Guayas	36
Índice de tablas	8	1.10.8 Experimentación con plástico PET para generar elementos expresivos en el espacio interior	37
Resumen	9	1.10.9 Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado	38
Abstract	10	1.10.10 Reciclaje de botellas PET para obtener fibra de poliéster	39
Problemática/Objetivos	11	1.10.11 Paneles prefabricados con el uso de PET reciclado	40
Introducción	12	1.11 Justificaciones	41
		1.12 Alcances	41
		1.13 Limitaciones	41
<b>CAPÍTULO 1 (Contextualización)</b>		<b>CAPÍTULO 2 (Planificación)</b>	
1.1 Contaminación ambiental	15	2 Planificación	45
1.2 Problemas específicos	16	2.1 Definición de la muestra	45
1.2.1 Producción industrial	17	2.2 Materiales compuestos	46
1.2.2. Generación de energía	17	2.2.1 Definición	46
1.2.3 El transporte	18	2.2.2 Tipos de composites:	47
1.2.4 La actividad agrícola	19	2.2.3 Orientación de los composites fibrosos:	47
1.3 Incidencia del plástico en la contaminación ambiental	20	2.3 Matriz	48
1.4 Problemas específicos del plástico	21	2.3.1 Definición de termoplásticos	48
1.4.1 Contaminación por plásticos a nivel mundial	21	2.3.2 Clasificación de los termoplásticos	48
1.4.2 Contaminación de plásticos a nivel nacional	22	2.3.3 Justificación de los plásticos a emplearse	50
1.4.3 Contaminación de plásticos a nivel local	22	2.3.3.1 Características HDPE (polietileno de alta densidad)	50
1.5 Reciclaje	23	2.3.3.2 Características PP (polipropileno)	53
1.5.1 Reciclaje a nivel mundial	23	2.4 Obtención de la materia prima	55
1.5.2 Reciclaje de plásticos a nivel nacional	23	2.4.1 Reciclaje mecánico:	55
1.5.3 Reciclaje de plásticos a nivel local	24	2.4.2 Sistemas de reciclaje alternativos	57
1.6 Objetivos de desarrollo sostenible	26	2.4.2.1 Reciclaje químico:	57
1.7 Diseño sostenible	28		
1.8 Eco Diseño	29		
1.9 Estrategias de Ecodiseño	29		
1.9.1 Estrategias de diseño para el empleo de materiales	30		
1.10 Homólogos	31		
1.10.1 XXX by The New Raw	31		
1.10.2 La Interminable by Dirk Vander Kooig	32		
1.10.3 Ecuaplastic	34		
1.10.4 Intercia	34		



2.4.2.2 Reciclaje para la recuperación de energía:	57	3.6 Procesamiento de la data	78
2.5 Refuerzo	57	3.7 Obtención del material compuesto	79
2.5.1 Definición	57	3.7.1 Obtención del material compuesto EXP. 5%	79
2.5.2 Clasificación	58	3.7.2 Obtención del material compuesto EXP. 5%	80
2.5.3 Justificación	58	3.7.3 Obtención del material compuesto EXP. 5%	81
2.5.4 Ventajas del material compuesto con fibra natural:	58	3.8 Obtención del material compuesto	82
2.5.5 Características de Cabuya: "Agave sisalana"	59	3.8.1 Obtención del material compuesto EXP. 17%	82
2.5.6 Características de Totora: "Schoenoplectus californicus"	60	3.8.2 Obtención del material compuesto EXP. 17%	83
2.5.7 Características de Toquilla: "Juncus arcticus"	61	3.8.3 Obtención del material compuesto EXP. 17%	84
2.6 Obtención de fibras	62	3.9 Obtención del material compuesto	85
2.6.1 Métodos alternativos para la obtención de fibras	62	3.9.1 Obtención del material compuesto EXP. 15%	85
2.7 Fabricación del material compuesto	62	3.9.2 Obtención del material compuesto EXP. 15%	86
2.7.1 Moldeo por compresión:	63	3.9.3 Obtención del material compuesto EXP. 15%	87
2.7.2 Sistemas de manufactura alternativos	66	3.9.4 Análisis de data	88
2.7.2.1 Inyección	66	3.9.4.1 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 5%	88
2.7.2.2 Moldeo por soplado	67	3.9.4.2 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 17%	88
2.7.2.3 Moldeo por transferencia	67	3.9.4.3 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 15%	89
2.7.2.4 Termoformado	68	3.10 Datos: resultados y conclusiones	90
2.7.2.5 Extrusión	68	3.10.1 HDPE (polietileno de alta densidad)	90
2.7.2.6 Calandrado	69	3.10.2 PP (polipropileno)	94
2.8 Definición de unidad de análisis	69	3.10.3 Conclusiones	98
<b>CAPÍTULO 3 (Experimentación)</b>		<b>CAPÍTULO 4 (Resultados)</b>	
3 Experimentación	73	4 Resultado	101
3.1 Recolección de data	73	4.1 Introducción	101
3.1.1 Materiales y tecnologías	73	4.2 Minimalismo	101
3.2 Procesamiento de la data	73	4.2.1 Silla	102
3.3 Obtención de lámina plástica	74	4.2.2 Escritorio	102
3.3.1 Obtención de lámina plástica EXP 9	74	4.3 Tecnología empleada	103
3.3.2 Obtención de lámina plástica EXP 15	75	4.3.1 Tecnología alternativa	104
3.3.3 Obtención de lámina plástica EXP 20	76	4.4 Propuesta	105
3.4 Análisis de la data	77	4.5 Ambientación	107
3.4.1 Análisis de la obtención de lámina plástica	77	4.6 Planos técnicos	110
3.5 Recolección de data	77	Bibliografía	114
3.5.1 Materiales y tecnologías	77	Bibliografía imágenes	115
		Anexos	117



## ÍNDICE DE IMÁGENES:

Figura 1 Contaminación ambiental	15
Figura 2 Problemas específicos	16
Figura 3 Producción industrial	17
Figura 4 generación de energía	17
Figura 5 el transporte	18
Figura 6 la actividad agrícola	19
Figura 7 Sectores de aplicación	20
Figura 8 Contaminación plásticos	21
Figura 9 Proceso de reciclaje	23
Figura 10 Recolección y reciclaje a nivel local	24
Figura 11 Datos reciclaje a nivel local	24
Figura 12 Objetivos de desarrollo sostenible	27
Figura 13 Diseño sostenible	28
Figura 14 XXX by The New Raw	31
Figura 15 Endless by Dirk Vander Kooig	32
Figura 16 Aplicación del reciclaje a nivel nacional	33
Figura 17 Mangueras	34
Figura 18 Botellas con material reciclado	34
Figura 19 Calcetines	35
Figura 20 Madera plástica	35
Figura 21 BPR	36
Figura 22 elementos expresivos	37
Figura 23 APR	38
Figura 24 fibra poliéster PET	39
Figura 25 paneles PET	40
Figura 26 Materiales compuestos	46
Figura 27 Orientación de componentes fibrosos	47
Figura 28 Clasificación de los termoplásticos	49
Figura 29 Fibra de cabuya	59
Figura 30 Fibra de totora	60
Figura 31 Fibra de toquilla	61
Figura 32 Moldeo por compresión	66
Figura 33 Inyección	66
Figura 34 Moldeo por soplado	67
Figura 35 Moldeo por transferencia	67
Figura 36 Termoformado	68
Figura 37 Extrusión	68
Figura 38 Calandrado	69
Figura 39 Router CNC	103

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 Ecodiseño	29
Tabla 2 Propiedades mecánicas HDPE	51
Tabla 3 Propiedades físicas HDPE	52
Tabla 4 Propiedades mecánicas PP	53
Tabla 5 Propiedades físicas PP	54
Tabla 6 Definición de unidad de análisis	69
Tabla 7 Materiales y tecnologías	73
Tabla 8 Materiales y tecnologías	77
Tabla 9 Materiales y tecnologías	78
Tabla 10 Materiales y tecnologías	78
Tabla 11 Resultados HDPE	90
Tabla 12 Resultados HDPE+cabuya	91
Tabla 13 Resultados HDPE+totora	92
Tabla 14 Resultados HDPE+toquilla	93
Tabla 15 Resultados PP	94
Tabla 16 Resultados PP+cabuya	95
Tabla 17 Resultados PP+totora	96
Tabla 18 Resultados PP+toquilla	97



## RESUMEN:

### “EXPERIMENTACIÓN DE LOS PLÁSTICOS HDPE Y PP RECICLADOS COMO MATERIA PRIMA PARA LA GENERACIÓN DE MOBILIARIO.”

Debido al alto porcentaje de residuos sólidos generados por plásticos en Ecuador y el impacto ambiental que conllevan, este proyecto busca la creación de alternativas viables para la elaboración de productos bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social a partir de la experimentación de plásticos reciclados como HDPE y PP, obtenidos mediante reciclaje mecánico. Se emplearon fibras naturales: cabuya, totora y toquilla como refuerzo para mejorar las características del material. El sistema de manufactura empleado fue el moldeo por compresión que nos permitió obtener láminas para su aplicación a un caso concreto de mobiliario.

**PALABRAS CLAVES:** sostenibilidad, medioambiente, fibras, tecnología, polímeros, compresión, investigación, ensayo.



# ABSTRACT:

## **Experimentation of the HDPE and PP recycled plastics as raw material for the manufacturing of furniture**

Due to the high percentage of solid waste generated from plastic in Ecuador and the impact that this waste causes on the environment, this project seeks the creation of feasible alternatives for the manufacturing of products under a viable and socially responsible criteria. To accomplish this goal, recycled plastics “HDPE and PP” obtained through mechanic recycling were tested. Natural fibers like cabuya, cattail, and straw were used to improve the characteristics of the material. The manufacturing system was compression molding which allowed the researchers to form sheets to use them in a particular type of furniture.

Key words: feasibility, environment, fibers, technologies, polymers, compression, investigation, trial.



## PROBLEMÁTICA:

Según la información del Ministerio de Ambiente (MAE) publicada en el 2014, en el país se genera alrededor de 4,1 millones de toneladas al año de residuos sólidos, de los cuales el 11% representa al plástico con el segundo porcentaje más alto después del material orgánico que representa el 61,4%.

En pro de esta información la tesis está dirigida a la generación de alternativas viables para la elaboración de productos bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social a partir del reciclado de plásticos como el HDPE y PP. Se llevará a cabo la experimentación de dichos materiales pasados a un estado de granulación, el cual ha sido abordado en diferentes instancias para la generación de bloques, materiales para construcción de viviendas, juguetes, entre otros. A partir del diseño se pretende generar propuestas de mobiliario utilizando este estado de granulación.

## OBJETIVOS:

### GENERAL:

Crear productos bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social mediante el uso de plásticos reciclados como HDPE y PP en la aplicación de mobiliario.

### ESPECÍFICOS:

1. Describir las características físicas que tienen el HDPE y PP reciclados como una alternativa de materia prima para el desarrollo de mobiliario.
2. Establecer las posibles aplicaciones que tienen el HDPE y PP reciclados.
3. Generación de mobiliario mediante el uso de HDPE y PP reciclados.



## INTRODUCCIÓN:

Debido al gran porcentaje de residuos plásticos generados a nivel nacional y el impacto ambiental que conllevan los mismos, este proyecto se sustenta en la elaboración de productos bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social mediante la implementación de plástico HDPE y PP reciclados como materia prima en la generación de mobiliario. Para el desarrollo de este proyecto, parámetros como el reciclaje mecánico y el moldeo por compresión nos permitirán obtener láminas. En la fase de experimentación se utilizarán fibras naturales empleadas como refuerzo. Para finalizar, se enviara probetas de cada uno de los ensayos realizados a la Universidad Politécnica Salesiana para dar paso al análisis de materiales y el que mejores características presente será empleado en la aplicación de mobiliario.





---

# CAPÍTULO 1

## CONTEXTUALIZACIÓN

---



# 1.1 Contaminación ambiental

La contaminación es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o radiactividad). Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental (Chicky Ticko, 2017).

Los niveles de contaminación son cada día aun mayor siendo el ser humano el responsable de esto. Cada día aparecen nuevas necesidades como resultado de la vida en sociedad trayendo como consecuencia el progresivo deterioro del medio ambiente generando alteración en los hábitats naturales, el resultado de esto es la muerte y extinción de diferentes especies, animales y plantas. Además el mismo provoca un deterioro generalizado en la calidad de vida de las poblaciones con menos recursos.

“Si no tomamos conciencia del desastre ecológico que el hombre ha desatado en nuestro planeta las consecuencias serán terribles. Todos debemos comprometernos a luchar sin descanso por la rehabilitación del aire, el agua y la tierra.” (Favaloro René, 2015)



Figura 1 Contaminación ambiental

## 1.2 Problemas específicos

Según estudios realizados por la Universidad de California en el 2014, la contaminación causa al año más muertes que el sida y la malaria. Además el número de víctimas directas o indirectas del aire contaminado podría duplicarse hasta el año 2050, mientras exista mayor aumento de población urbana.

Sotiris Vardoulakis, representante del Departamento de Salud Pública del Reino Unido advierte que "estamos ante el mayor riesgo ambiental para la salud, responsable del 5% de la mortalidad del país".

La OMS, informa que en 2012 murieron alrededor de 7 millones de personas, una de cada ocho del total de muertes en el mundo es consecuencia de la exposición a contaminación atmosférica, que constituye por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo. Si la contaminación ambiental disminuyera podrían salvarse millones de vidas

Según los informes de la Organización Mundial de Salud (OMS), la contaminación ambiental trae consigo consecuencias como la defunción de más de una cuarta parte de niños menores a cinco años.



Figura 2 Problemas específicos

Dentro de los factores más relevantes en cuanto a contaminación ambiental tenemos la producción industrial, generación de energía, el transporte, y la actividad agrícola dentro de los cuales se generan problemas como liberación de dióxido de carbono por parte de los vehículos y las industrias, la superpoblación, la extinción de animales, la deforestación y la pérdida de la biodiversidad.

## 1.2.1 Producción industrial

Según Gutiérrez K (2003) Las perturbaciones y efectos ocasionados por la contaminación industrial han llegado a alcanzar tales proporciones que en muchos sitios constituyen ya un grave peligro para la salud y el bienestar humano.

Considerada como la principal fuente de contaminación ambiental ya que para poner en marcha una producción industrial se necesita desde un terreno para el mismo, extracción de la materia prima hasta su disposición final generando algún tipo de contaminación ambiental en cada uno de las etapas.



Figura 3 Producción industrial



Figura 4 Generación de energía

## 1.2.2 Generación de energía

Es considerada una de las mayores productoras de contaminación ambiental, debido a que se emplean combustibles fósiles con frecuencia como el carbón, petróleo y gas natural para la generación de energía, sabiendo que tardan millones de años en formarse ya que son recursos naturales no renovables y posterior a la extracción no podremos localizarlos de donde lo hemos tomado.

Según la (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, n.d.) en el 2016 mencionan que la producción energética es la causante del 85% de la emisión de óxidos de azufre, nitrógeno y pequeñas partículas de materia, las mismas que decantan en la espectro del smog, gases de efecto invernadero y calentamiento global.

El consumo de fuentes de energía convencionales o comerciales y la producción, han estado asociados con la generación de efectos nocivos para la ecología, pero debido a su creciente uso, ha decantado en perturbaciones de efectos altamente negativos para la salud humana y convirtiéndose en una amenaza constante para la supervivencia de las especies vegetales y animales.

Según Leon Yvonne, Investigadora del IN FACES al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se le atribuye alrededor del 50% del recalentamiento global debido a que su fuente principal de energía radica en la quema de combustibles fósiles.

Además al metano se le atribuye alrededor del 19% del calentamiento global debido a sus emisiones y por último el óxido nitroso contribuye con el 4% del recalentamiento global del planeta.

## 1.2.3 El transporte

El transporte engloba a todos los medios que se emplea para movilizar personas o mercancía de un lado a otro, siendo el mismo un continuo generador de emisiones contaminantes generando un gran impacto en el ambiente.

Es uno de los mayores generadores de emisiones de gases efecto invernadero decantando en problemas de salud como afecciones respiratorias y cardiovasculares en personas generados por el monóxido de carbono, lluvia ácida entre otros.

Estimaciones del Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC), atribuyen al transporte con el 13% de emisiones globales de gases efecto invernadero (GEI). En el 2050 se prevea que esta cifra aumente a un 30% siendo esta, la contribución global del transporte a las emisiones del mismo. Para reducir los impactos ambientales generados por el GEI es necesario que los países industrializados generen actividades para reducir el impacto de los mismos ya que consume el 40% de la energía primaria.

Este sector presenta una escasa diversificación energética, puesto que los derivados del petróleo satisfacen más del 95% de todas sus necesidades. Es decir, el desarrollo socioeconómico mundial se basa, desde hace un siglo, en el uso intensivo de un bien natural, el petróleo, escaso y no renovable. Tres cuartas partes del consumo energético del sector del transporte en Europa corresponden a la movilidad rodada. Más de la mitad tiene lugar en zonas urbanas, y en recorridos inferiores a 6 km (Pizzinato Sara, 2009).



Figura 5 El transporte

## 1.2.4 La actividad agrícola

La actividad agrícola, conlleva una serie de aspectos que ocasionan problemas de contaminación ambiental desde su proceso de preparación de la tierra, fertilización, control de plagas y malezas, y sus riesgos de filtración entre otros, afectando de alguna manera la calidad del suelo.

Dichos factores se evidencian generando inundaciones, erosión de los suelos, la contaminación por pesticidas y fertilizantes, la salinización y la degradación de la calidad de agua a consecuencia de lixiviados tóxicos y los agroquímicos añadidos.

Debemos destacar, por ejemplo, la contaminación de suelos y aguas producida por unos productos que, a partir de la Segunda Guerra Mundial, produjeron una verdadera revolución, incrementando notablemente la producción agrícola. Nos referimos a los ferti-

lizantes químicos y a los pesticidas que junto a la gran maquinaria hicieron posible la agricultura intensiva, de efectos muy negativos a medio y largo plazo (Bovet et al., 2008).

La agricultura consume hasta el 85% de la producción mundial en cuanto se refiere al uso de plaguicidas, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos (Suarez, 2014).

El uso indiscriminado de plaguicidas ha generado numerosos problemas ambientales a nivel mundial, como lo es la destrucción de ecosistemas naturales, la infertilidad del suelo, pérdida de cultivos y la contaminación del agua (Hernández, 2011)



Figura 6 La actividad agrícola

## 1.3 Incidencia de plástico en la contaminación ambiental

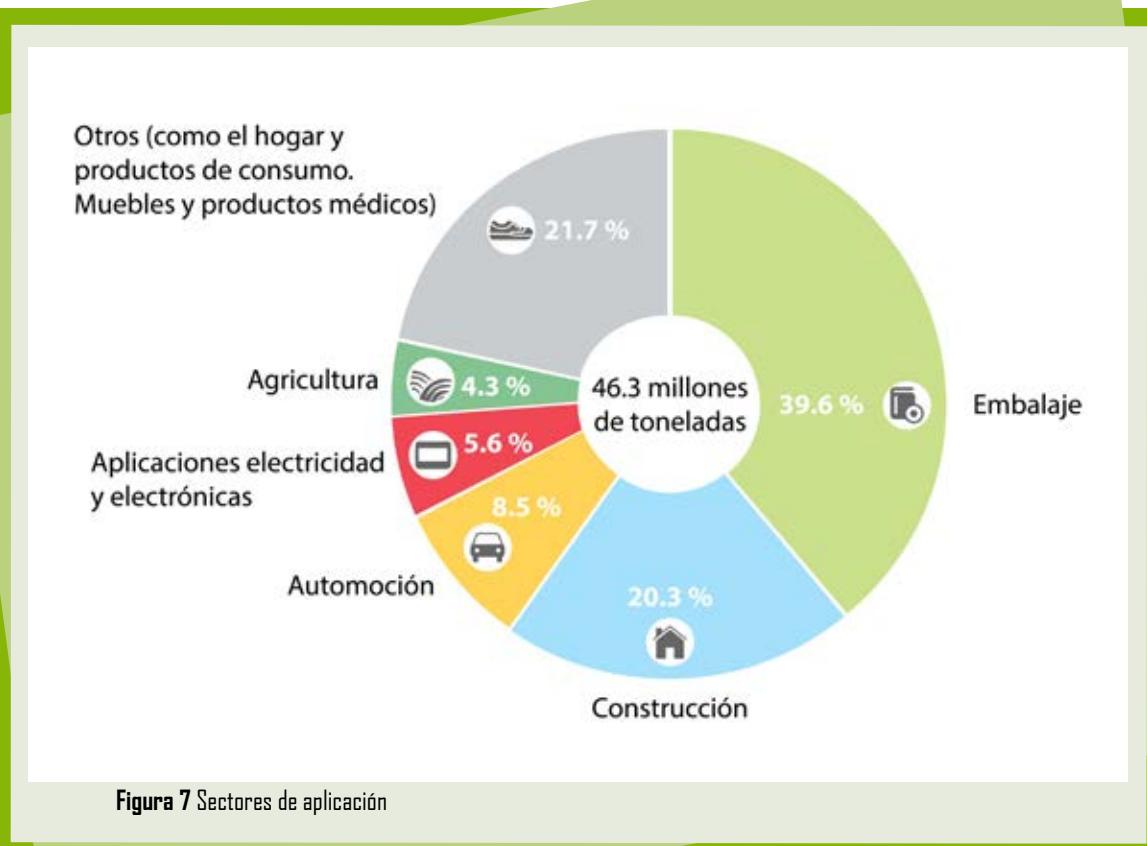
Mediante este caso de estudio se verá la incidencia que tiene el plástico en cada uno de los factores mencionados anteriormente.

En Europa los embalajes son el sector de aplicación que mayor porcentaje de plástico demanda. En el año 2013, sobre un consumo total de 46,3 millones de toneladas, el sector del embalaje acaparó el 39,6% del plástico.

En segundo lugar y con un 20,3% de aplicación del total de la demanda europea se encuentra el sector de la construcción.

La automoción es el tercer sector con un 8,5% de la demanda, lo que supone en total a 3,94 millones de toneladas de plástico destinadas a este sector.

Las aplicaciones eléctricas y electrónicas representan el 5,6% de la demanda de plástico, y está seguida de cerca por las aplicaciones en la industria de la agricultura, las cuales representan el 4,3%. Otros sectores de aplicación como son los electrodomésticos, el hogar y productos de consumo, muebles, y productos médicos representan en conjunto un 21,7% de la demanda de plásticos en Europa.



El plástico está inmerso en cada uno de los problemas específicos de la contaminación ambiental, de esta manera se puede dimensionar la versatilidad que tiene el material para adecuarse al sector que lo requiere, sabiendo que el espectro de aplicaciones es infinito, cumpliendo con los requerimientos de la sociedad mundial. Este material está tan saturado por las industrias ya que se encuentra presente en la cotidianidad de las personas convirtiéndose en un material muy contaminante ya que afecta de manera directa al ambiente en sus tres clasificaciones, suelo, agua y al aire generando graves problemas.

## 1.4 Problemas específicos del plástico

### 1.4.1 Contaminación por plásticos a nivel mundial

La producción masiva de plásticos se inició en la década de 1950 y ha aumentado exponencialmente de 1,5 millones de toneladas al año (AEMA, web) hasta niveles de 299 millones de toneladas en 2013 (Plastics Europe, 2015).

China comanda este sector con un 24,8 % de la producción total (299 millones de toneladas) y Europa en segundo lugar con una producción de 57 millones de toneladas de plástico convencional, lo que supuso un 20 % de la producción mundial (Plastics Europe, 2015).

#### LA CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN CIFRAS

- **8 millones de toneladas** de basura al año llegan a los mares y océanos.
- **Cada segundo más de 200 kilos** de basura van a parar a los océanos.
- Se estima que existe unos **5-50 billones de fragmentos de plástico** en los mares.
- El **80%** proviene de tierra.
- El **70%** queda en el fondo marino, **15%** en la columna de agua y el otro **15%** en la superficie.
- Hay **5 islas de basura** formadas en su gran mayoría por microplásticos algo similar a una "sopa": 2 en el Pacífico, 2 en el Atlántico y 1 en el Índico.
- Se estima que para el 2020 el ritmo de producción de plásticos aumentará en un **900%** con respecto a niveles de 1980 (más de **500 millones de toneladas anuales**).
- Cada día se abandonan **30 millones** de latas y botellas en España.
- En España, el **50%** de los plásticos que llegan a los sistemas de gestión de residuos terminan en los vertederos sin ser reciclados.

Figura 8 Contaminación plásticos

## 1.4.2 Contaminación de plásticos a nivel nacional

Según la información del Ministerio del Ambiente (MAE) en el 2017, en el país se generan alrededor de 4´139.512 toneladas al año, de los cuales el 11% corresponde al plástico siendo el porcentaje más alto después del material orgánico que corresponde al 61%.

La contaminación por plásticos según el Ministerio del Ambiente (MAE) causa afectaciones que van desde mutilación de miembros hasta la muerte de especies marinas por ingesta, toxicidad, asfixia o atrapamiento. “La contaminación interfiere con la estructura de las comunidades (...), los impactos se dan en toda la cadena trófica, desde los productos primarios hasta aquellas especies que se encuentran en el tope...”. Además este fenómeno ocasionaría impactos ecosistémicos, es decir, habría una modificación en la distribución de especies marinas, más desplazamientos de ciertas especies hacia otras zonas.

En el Ecuador se conoce que 100.000 animales marinos mueren cada año por culpa de los desechos plásticos, entre ellos, tortugas, ballenas y delfines. Se estima que por kilómetro cuadrado del océano hay más de 46.000 objetos plásticos. (Diario El Universo, 2014)

## 1.4.3 Contaminación de plásticos a nivel local

Según la información obtenida en la ciudad de Cuenca existen 4.676 Industrias, y existiendo así un número indeterminado de Industrias a las que no se realiza control alguno sobre el manejo de sus desechos gaseosos, sólidos y líquidos que causan la contaminación del Ambiente. Cada día esta ciudad se torna más contaminada por la acumulación de Industrias que elaboran químicos que emiten ciertas partículas que se dispersan en el aire como hidrocarburos, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, el gran desarrollo tecnológico e industrial ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza para restablecer el equilibrio natural alterado. (Angueta Angel, 2007)

El sector industrial en el cual están inmersas fábricas dedicadas a la elaboración de plásticos genera un 16% de huella de carbono en la ciudad de Cuenca según Leandra Díaz, quien es parte del equipo de consultores de Servicios Ambientales S.A.

En la ciudadela Calderón ubicada en Cuenca, se generan olores fuertes provocados por las fábricas cercanas al sector, sus moradores manifiestan que los efectos generados por la contaminación son graves ya que causan afecciones a la garganta, dolores de cabeza, gripes y catarros.



## 1.5 Reciclaje

El reciclaje es entendido como una práctica eco amigable en la cual el material reciclado es sometido a un proceso de transformación o fundición dando como resultado la reintegración del material en el ciclo de vida permitiendo el ahorro de energía, tiempo y dinero que serían necesarios para la extracción y obtención de nuevos recursos naturales.

A su vez, el reciclaje es una manera verde de gestionar o, directamente, de acabar con buena parte de los desechos humanos ya que permite usar los materiales varias veces para la realización de nuevos productos, en los cuales está inmerso el plástico, que será empleado como materia prima en el proyecto de graduación.

El reciclaje comprende una de las metodologías más usada para la generación de productos industriales ecológicos, en la cual incorpora criterios de reciclaje y reciclabilidad con la intención de obtener productos reciclados y reciclables decantando en la fabricación de productos a precios competitivos cuyo impacto ambiental, a lo largo de todo su ciclo vital, sea reducido.



Figura 9 Proceso de reciclaje

### 1.5.1 Reciclaje a nivel mundial

Según el Foro Económico Mundial y MacArthur Ellen revela que la con la acción concertada de la industria se podría alcanzar la reutilización y el reciclado del 70% de todos los envases de plástico mundial, muy por encima del índice de reciclaje actual, que solo es del 14%. Además señalaron que a este ritmo de liberación de desechos plásticos al mar, en el 2050 podría haber más plástico en los océanos que peces.

Se estima que se recupera o recicla a nivel mundial menos del 15% de los materiales plásticos residuales (Arandes, Bilbao, & Valerio, n.d.).

En Estados Unidos en 2008 se generó 33,6 millones de toneladas de residuos plásticos, de los cuales se recicló 4,8 millones de toneladas correspondientes al 14%, 2,2 millones de toneladas (6,3%) fueron reciclados como tal y 2,6 millones (7,7%) fueron quemados para producir energía.

En Europa se generaron aproximadamente 25,1 millones de toneladas de plástico, de las cuales se recuperaron el 59,1% (25,1% reciclado y 34,1 recuperado energéticamente).

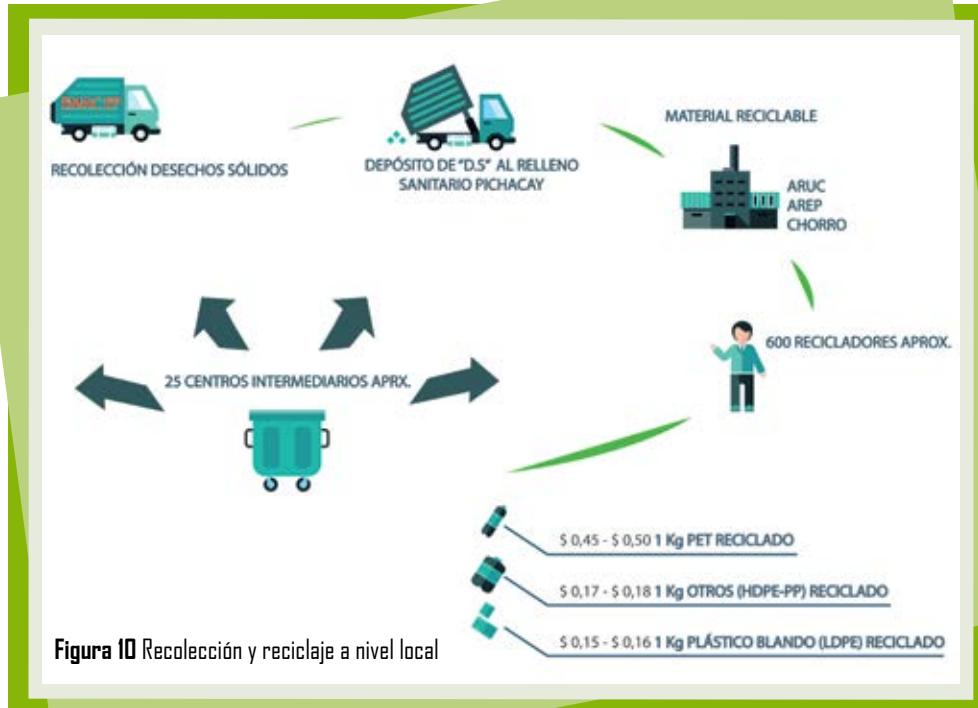
### 1.5.2 Reciclaje de plásticos a nivel nacional

El impuesto redimible de \$ 0,02 por botella plástica fue establecido por la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, publicada en del 24 de noviembre de 2011 "Con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental y estimular el proceso de reciclaje dando como resultado que en el 2011 la recolección sea del 30% y en 2012 haya aumentado a 80%.

En 2013 superó el 100% con 2.006,60 millones de botellas PET reciclado y en el 2014 se logró reciclar aproximadamente 244 924 toneladas de residuos entre papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra.

(CNN Español) afirma que el negocio del reciclaje genera unos 60 millones de dólares al año para la economía ecuatoriana.

## 1.5.3 Reciclaje de plásticos a nivel local



Cuenca cuenta con el relleno sanitario de Pichacay que según María José Murgueitio, directora de estadísticas agropecuarias y ambientales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), explicó que esos espacios son la forma más óptima para el depósito.

La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP, está a cargo de la recolección de los desechos y residuos sólidos del Cantón. Por su alta calidad en este servicio mantiene la certificación ISO 9001.

La cobertura de recolección en el cantón Cuenca es de 92% (base de cálculo de EMAC EP).

Actualmente la ciudad de Cuenca recicla 210 toneladas de plástico mensualmente de las cuales: 160 toneladas corresponde al plástico rígido de los cuales el:

70% PET

30% Otros

30 a 50 toneladas corresponde al plástico blando

El material plástico reciclado es separado y entregado a las asociaciones recicladores que mantienen convenios con la EMAC EP como los son ARUP, AREP, y El Chorro.

Existe 600 recicladores aproximadamente en la ciudad de Cuenca según el Técnico de Reciclaje de la EMAC Eugenio palacios.

Existen 25 centros intermediarios los cuales tienen la disposición final ya los recicladores independientes se acercan al intermediario más cercano el mismo que se encarga del acopio del material reciclado.

Un kilo de plástico PET reciclado vale \$0,45 a \$0,50

Un kilo de plástico PP Y HDPE reciclado vale \$0,18

Un kilo de plástico blando reciclado vale \$0,16

## 1.6 Objetivos de Desarrollo Sostenible:

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo.

Los ODS constituyen un compromiso audaz para finalizar lo que hemos iniciado y abordar los problemas más urgentes a los que hoy se enfrenta el mundo. Los 17 Objetivos están interrelacionados, lo que significa que el éxito de uno afecta el de otros. Responder a la amenaza del cambio climático repercute en la forma en que gestionamos nuestros frágiles recursos naturales. Lograr la igualdad de género o mejorar la salud ayuda a erradicar la pobreza; y fomentar la paz y sociedades inclusivas reducirá las desigualdades y contribuirá a que prosperen las economías. En suma, es una oportunidad sin igual en beneficio de la vida de las generaciones futuras.

Al generar productos con material plástico reciclado estamos cumpliendo con cuatro de los diecisiete objetivos que plantea la ODS

### Objetivo 12:

#### Producción y consumo responsable

La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, como asimismo apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030.

### Objetivo 13:

#### Acción por el clima

Con voluntad política y un amplio abanico de medidas tecnológicas, aún es posible limitar el aumento de la temperatura media global a 2°C respecto de los niveles pre-industriales. Para lograrlo, se requieren acciones colectivas urgentes.

### Objetivo 14:

#### Vida submarina

Los océanos del mundo, su temperatura, composición química, corrientes y vida son el motor de los sistemas globales que hacen que la Tierra sea un lugar habitable para los seres humanos. La forma en que gestionamos este recurso vital es fundamental para la humanidad y para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Los océanos también absorben alrededor del 30 por ciento del dióxido de carbón generado por las actividades humanas y se ha registrado un 26 por ciento de aumento en la acidificación de los mares desde el inicio de la revolución industrial. La contaminación marina, que proviene en su mayor parte de fuentes terrestres, ha llegado a niveles alarmantes: por cada kilómetro cuadrado de océano hay un promedio de 13.000 trozos de desechos plásticos.

### Objetivo 15:

#### Vida de ecosistemas terrestres

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible apuntan a conservar y recuperar el uso de ecosistemas terrestres como bosques, humedales, tierras áridas y montañas para 2020. Detener la deforestación también es de vital importancia para mitigar los impactos del cambio climático. Es urgente tomar medidas para reducir la pérdida de hábitats naturales y la biodiversidad, que son parte del patrimonio común de la humanidad.

La actual degradación del suelo no tiene precedentes y la pérdida de tierras cultivables es de 30 a 35 veces superior al ritmo histórico. Las sequías y la desertificación también aumentan todos los años: sus pérdidas equivalen a 12 millones de hectáreas y afectan a las comunidades pobres de todo el mundo. De las 8.300 especies conocidas de animales, el 8 por ciento ya está extinto y otro 22 por ciento corre el riesgo de desaparecer.

Los ODS son componentes que tienen como fin combatir los desafíos globales en todas sus fases, por ende es de suma importancia el hecho de trabajar y alcanzar uno o varios de estos, mientras se cumpla con más componentes, mayor será el aporte del proyecto, en nuestro caso la elaboración de mobiliario en el cual se emplea plástico PP y HDPE reciclados y fibras naturales, generando un composite cien por ciento sustentable.

La generación de proyectos de este tipo llegadas a su concreción se vinculan directamente con los ODS en varios componentes ya que son ejemplos en los cuales se evidencia la posibilidad de dar soluciones sostenibles a problemas que encontramos en nuestra cotidianidad que repercutirán positivamente a nivel local y nacional.



 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



Figura 12 Objetivos de Desarrollo Sostenible

## 1.7 Diseño sostenible

Según La comisión Brundtland (1987) "Sostenibilidad es satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Karl-Henrik Robèrt (2002) desarrolla esta definición mediante cuatro condiciones del sistema (Four System Conditions) que tienen como intención alcanzar dicha sostenibilidad :

- Disminución de la concentración de sustancias extraídas de la corteza terrestre.
- Disminución de la concentración de sustancias producidas por la sociedad.
- Disminución de la degradación por medios físicos.
- Cumplimiento de las necesidades humanas en todo el mundo.

La sostenibilidad engloba y se preocupa por 3 aspectos fundamentales que son lo económico, lo social y lo medioambiental dando como resultado un desarrollo equilibrado entre sus elementos.

Además según Simons (1994) para que un producto sea sustentable debería disminuir el uso de recursos no renovables y la producción de desperdicios durante su ciclo de vida, brindando como output del mismo un beneficio o utilidad al usuario Si además el producto brinda un beneficio social, entonces el criterio de sustentabilidad es alcanzado

Y como también señalan (Karlsson & Luttropp, 2006), se podría señalar que el adjetivo sostenible está llegando a ser sinónimo de inteligente, ya que se relaciona con un consumo y producción responsable, optimizando todos los recursos que intervienen en el desarrollo de un producto o servicio.



Figura 13 Diseño sostenible

## 1.8 Eco Diseño

Teniendo en cuenta la normativa ISO 14006, la cual integra criterios ambientales en el diseño de productos y servicios, consiguiendo una reducción de los impactos ambientales que producen a lo largo de todo su ciclo de vida, manteniendo o mejorando su funcionalidad.

El Eco diseño, estrechamente ligado al diseño sostenible, es una metodología que trata de identificar, desde el momento en el que se proyecta un producto o servicio, los impactos ambientales que pueden derivar de cada una de las fases de su ciclo de vida, con el fin de intentar reducirlos lo máximo posible y siempre sin menoscabar la calidad final, convirtiéndose así en un diseño donde la responsabilidad y la ética son fundamentales. Además es el principal medio a través del cual la sociedad en su conjunto contribuye al desarrollo sostenible

## 1.9 Estrategias de Ecodiseño

Según las ("Estrategias de Ecodiseño Al Introducción," n.d.) La Rueda de LiDS, mediante las diferentes estrategias, segmenta en los siguientes grupos:

- Selección de materiales de bajo impacto.
- Reducción de la cantidad de material usado.
- Selección de técnicas de producción ambientalmente eficientes.
- Selección de técnicas de distribución ambientalmente eficientes.
- Reducción del impacto ambiental en la fase de utilización.
- Optimización del Ciclo de Vida.
- Optimización del sistema de Fin de Vida.
- Optimizar la función (nuevas ideas de producto).

ETAPAS CICLO DE VIDA	ESTRATEGIAS
IDEACIÓN	1. Mejorar el concepto del producto
OBTENCIÓN DE LAS MATERIAS Y COMPONENTES	2. Selección de materiales de bajo impacto
	3. Reducción del uso de materiales
PRODUCCIÓN	4. Optimización de las técnicas de producción
DISTRIBUCIÓN	5. Optimización del sistema de distribución
USO	6. Reducción del impacto durante el uso
	7. Incremento de la vida útil del producto
FIN DE VIDA	8. Optimización al final de la vida útil del producto

Tabla 1 Ecodiseño

El proyecto basa su estudio principalmente en “**la selección de materiales sustentables**” ya que es el eje central del mismo, debido a que se está empleando plástico reciclado y fibras naturales para la generación de mobiliario, además, de esta manera estamos cumpliendo indirectamente con estrategias como lo es “**la reducción de la cantidad de material usado**”, este parámetro se ve apoyado gracias a la implementación del minimalismo como entrada de diseño, que tiene como objetivo la reducción de material recurriendo a un lenguaje sencillo, colores puros y líneas simples buscando con ello la mayor expresividad con los recursos mínimos donde todo se ajusta en armonía.

Tomando en cuenta estos aspectos se pretende generar mobiliario ya que esta estética permite el ahorro de energía en los procesos productivos debido a la anulación de elementos curvados en su producción.



## 1.9.1 Estrategia de diseño para el empleo de materiales

Al hablar del empleo de materiales como estrategia es importante recalcar que los mismos deben ser analizados ya que de este modo se podrá evidenciar “medir” en que parte se reduce el impacto ambiental o de qué manera contribuye este con el medio ambiente. Según Pineda T.S.U en Evaluación Ambiental, La conservación ambiental es la acción de la humanidad para cuidar, proteger y mantener todos los elementos de la naturaleza.

Esta conservación debe asegurar la explotación y uso racional de todos los recursos naturales como el aire, agua, suelo, plantas, animales, ríos, mares, lagos, océanos, espacios naturales, ecosistemas y todos los componentes que conforman y rodean el medio ambiente.

Por esta razón el diseño opta por “el empleo de materiales sostenibles” aquellos que pueden regenerarse antes del final de la vida útil del producto del que forman parte.”, evitando así la extensión del recurso utilizado, además no producen desperdicios o a su vez en cantidades reducidas.

Por ejemplo en el sector de la Construcción la selección de materiales es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados (Borsani & Silvia, 2011).



## 1.10 HOMÓLOGOS

### 1.10.1 XXX by The New Raw

El estudio de diseño e investigación The New Raw encabezado por los arquitectos Foteini Setaki y Panos Sakkas fueron los creadores de un mueble diseñado para espacios urbanos en Ámsterdam, Holanda que fue realizado mediante la impresión 3D empleando como materia prima las fundas plásticas recicladas, además pesa 53 kg, la cantidad de precisa que generar dos personas en dicha ciudad. Los creadores afirman que este mueble es 100% reciclable .



Figura 14 XXX by The New Raw

## 1.10.2 La Interminable by Dirk Vander Kooig

Es una silla generada por impresión 3D en Holanda por el Dis. Dirk Vander Kooig que utiliza plástico reciclado proveniente de partes de refrigeradoras como materia prima, además este proceso productivo permite generar modificaciones ya que con otros sistemas de producción o sería posible.

Se realizaron 54 prototipos anteriormente hasta llegar al producto final, por eso su nombre de la interminable.



Figura 15 Endless by Dirk Vander Kooig

# Aplicaciones del reciclaje de plásticos a nivel nacional

APLICACIÓN  
DEL RECICLAJE



Figura 16 Aplicación del reciclaje a nivel nacional

### 1.10.3 ECUAPLASTIC

Esta empresa quiteña se dedica a la fabricación de manguera de polietileno reciclado, obteniendo un producto de excelente calidad ya que trabajan bajo el Sistema de Gestión ISO 9001

Ecopak, una línea de productos ecológicos que puso en el mercado en 2012 tras haberse aliado con Tetra Pak generan macetas, sillas, mesas, pupitres, repisas, todo tipo de mobiliario; paredes, pisos, techos, cubiertas y tableros de polialuminio.



Figura 17 Mangueras



Figura 18 Botellas con material reciclado

### 1.10.4 INTERCIA

Empresa ubicada en la vía Daule que recicla al mes 1.000 toneladas de plásticos PET a partir de los cuales Coca-Cola fabrica nuevas botellas de su producto según Víctor Serrano. Además emplea el 25% de plástico PET reciclado en cada envase generado, es la apuesta de Arca Continental, la embotelladora de la bebida gaseosa Coca-Cola. Con ese objetivo solo en 2014 recuperó 10.800 toneladas métricas de botellas plásticas, es decir, 526 millones de envases de Coca-Cola de 400 ml.

## 1.10.5 ENKADOR

Empresa ubicada en Guayaquil dedicada a la elaboración de fibras sintéticas y textiles mediante el uso PET reciclado como materia prima, cabe recalcar que fue reconocida con un 'diploma verde' por parte del vicepresidente Jorge Glas y la ministra del Ambiente, Lorena Tapia.



Figura 19 Calcetines



Figura 20 Madera plástica

## 1.10.6 RECICLADORA BARAHONA

Empresa ubicada en Guayaquil se dedica a la elaboración de madera plástica reciclada para la generación de muebles, pérgolas entre otras.

El sistema productivo que utilizan es la extrusión por lo cual trituran el plástico reciclado.

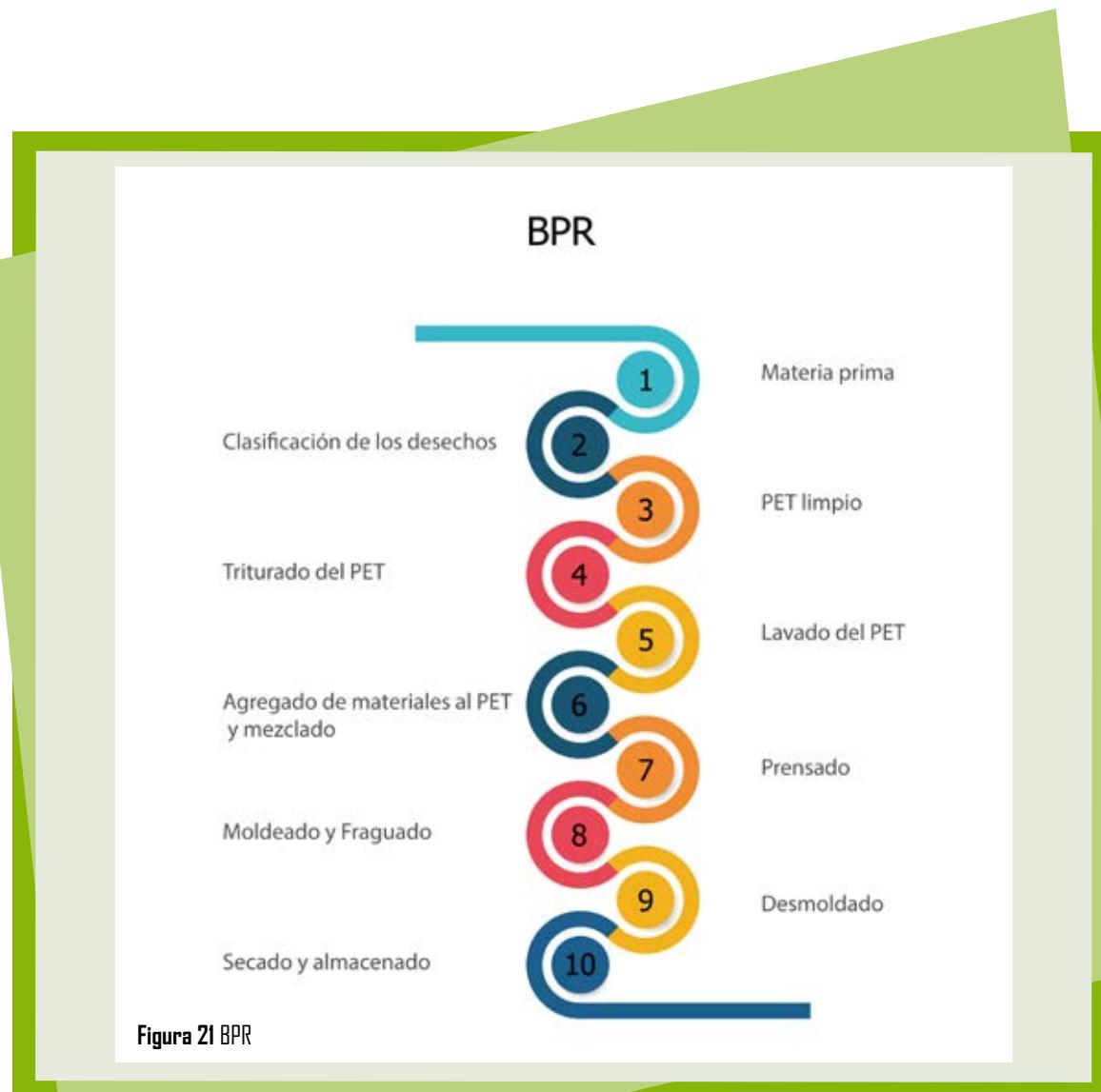
Además posee dos tipos de madera:

Wood plastic composite (WPC), que combina madera y plástico, y en algunos casos incluye mezclas de residuos orgánicos (tamo de arroz, cáscara de girasol, banano), aserrín y aditivos.

Plastic lumber, es la madera 100% plástica obtenida del reciclaje de polietileno de alta y baja densidad, y otros materiales termoplásticos (que se pueden fundir).

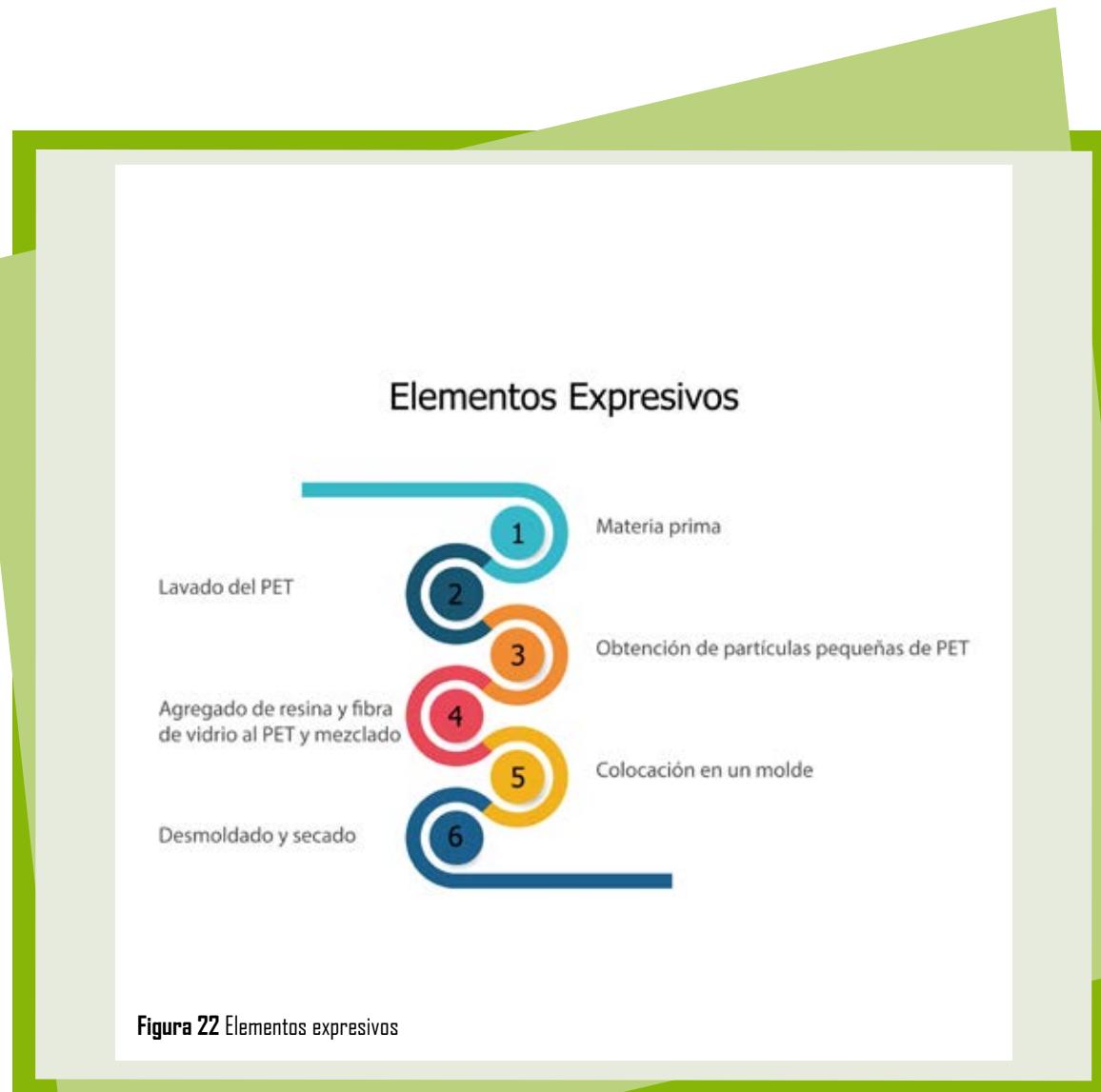
## 1.10.7 “Uso de bloques de plástico reciclado para vivienda de interés social para el mejoramiento de su micro-clima, plan “Socio Vivienda”, del cantón Guayaquil, provincia del Guayas”

Martha Clemencia Tolozano Zuñiga realizó su tesis enfocada en la elaboración de BPR (bloque de plástico reciclado) como solución innovadora, constructiva, ecológica y de bajo costo para el mercado nacional, siendo el PET reciclado el material con mayor cantidad en la mezcla. El BPR mejora las condiciones de confort en el espacio interior de una vivienda popular, por su efectividad como aislante térmico y acústico.



## 1.10.8 “Experimentación con plástico PET para generar elementos expresivos en el espacio interior”

Wilson Orellana realizó la tesis enfocada en la experimentación e investigación del plástico PET para la construcción de elementos expresivos que puedan ser empleados en panelería, cielo raso y revestimientos para distintos ambientes que exige el interiorismo actual generando así una nueva alternativa de materiales



## 1.10.9 “Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado”

Ayrtor Pastor Castillo, Jean Pierre Salazar Oliva, Ricardo Seminario Regalado, Andrés Tineo Camacho, Jean Carlo Zapata Valladolid realizaron una tesis que aborda el diseño de una planta para la producción de adoquines a base de cemento y plástico reciclado que pueda generar un impacto ambiental positivo en la provincia de Piura, ya que la misma no cuenta con un relleno sanitario. Se pretende obtener adoquines de aspecto ecológico que sean utilizados para la fabricación de vías públicas.

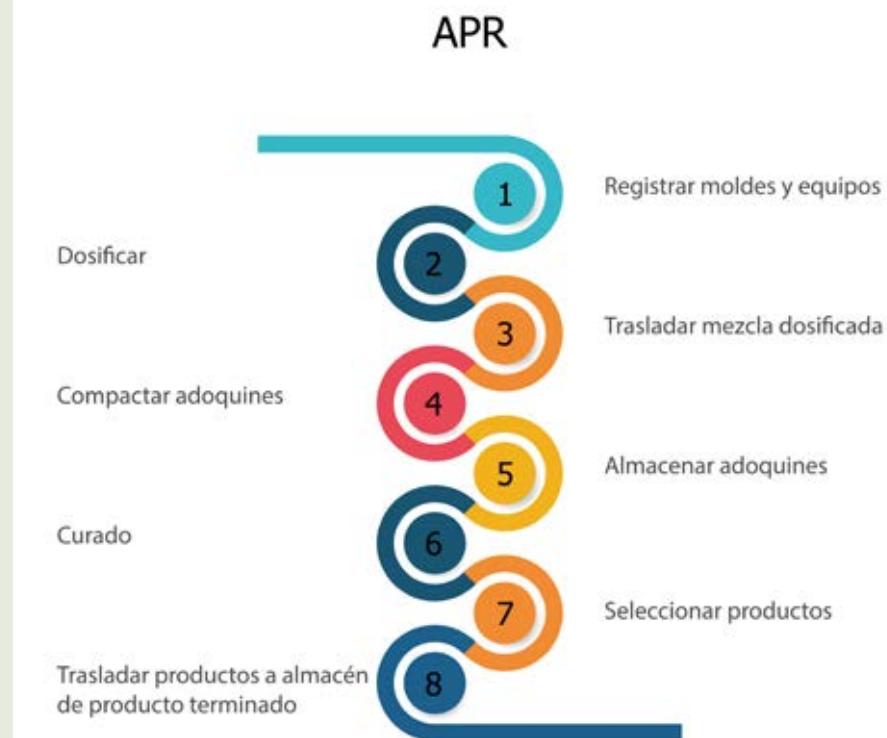
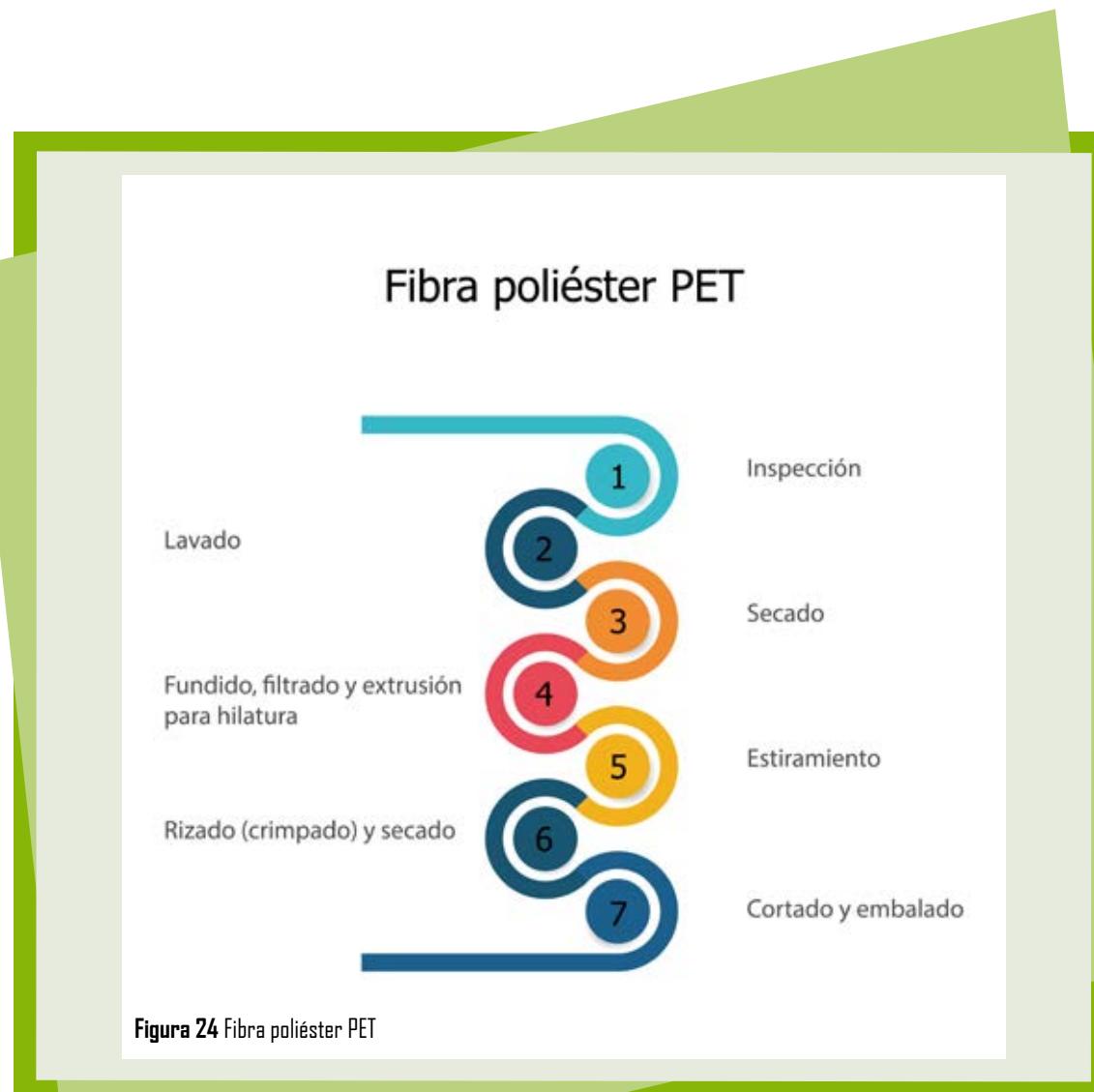


Figura 23 APR

## 1.10.10 Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster

Laura Mansilla Pérez, Marcos Ruiz Ruiz realizaron una tesis que se desarrolla con un enfoque en la industria textil, en la cual se aborda la implementación de PET reciclado para la obtención de fibra de poliéster que siendo combinado con otras fibras en proporciones pertinentes, puede usarse para la fabricación de ropa, relleno de cojines, alfombras, cortinas, etcétera. Reciclar PET es reintegrar este polímero en un nuevo ciclo productivo como materia prima.



## 1.10.11 Paneles prefabricados con el uso de PET reciclado

Jorge Fernando Pacheco Juca en la tesis se centra en el desarrollo de un panel prefabricado de hormigón, reduciendo sus agregados con PET reciclado debido a su alta durabilidad como material para posteriormente aplicarlo en una vivienda de crecimiento progresivo siguiendo criterios de modulación que se adapten a dichos paneles, además estos paneles se pueden aplicar como recubrimiento exterior e interior de una edificación.

La implementación de paneles prefabricados con PET reciclado, generan una alternativa viable reduciendo el impacto ambiental que generan estos plásticos, además cumple con los estándares de calidad necesarios para implementarlos en el mercado local.



## 1.11 JUSTIFICACIONES

Luego de comprender la problemática que se ha desarrollado en torno al plástico, este proyecto de graduación tiene como objetivo la revalorización de los plásticos post consumo, brindando una solución al mismo que desde su concepción implica grandes aportes a nivel local y nacional, ya que de esta manera se está gestionando con gran parte los residuos sólidos con respecto a nuestro contexto. Además se brinda una solución al que hacer con los desechos plásticos ya que los mismos no poseen ningún tipo de aplicación en el mercado local, siendo estos enviados a ciudades como Quito y Guayaquil para ser procesados y transformados en nuevos productos que muy poco tienen que ver con el diseño.

La aplicación de un material sostenible al diseño genera efectos positivos e innovadores ya que pueden ser tomados como ejemplo para la aplicación de infinidad de productos. En el proyecto se desarrolla un material compuesto sustentable, el mismo que cuenta con la implementación de plástico reciclado y fibras vegetales, esta última reemplazando la fibra de vidrio ya que esta se utiliza en el 95% de los casos para reforzar termoplásticos. Las investigaciones actuales muestran que en ciertas aplicaciones compuestas, las fibras naturales demuestran el rendimiento competitivo de las fibras de vidrio. (Mohanty, 2005)



## 1.13 LIMITACIONES

Debido al no contar con una tecnología asequible se plantea generar una propia, adaptación del moldeo por compresión con el uso de equipos y maquinas por separado para poder así de esta manera cumplir el proceso de manufactura, que mediante el desarrollo del proyecto se realizaron adaptaciones constantemente para el cumplimiento de cada parámetro

Otra limitación, el comprender la tecnología ya que no se tratan de máquinas estandarizadas sino de equipos adaptados, por lo cual se tuvo que realizar en primera instancia 20 experimentaciones para llegar a la obtención de la lámina plástica como tal, generando variaciones tiempos de calentamiento, de prensado, de temperatura entre otros.



## 1.12 ALCANCES

Los alcances de este proyecto de investigación se evidencian principalmente en las mejoras que tienen los plásticos reciclados con la implementación de fibras vegetales como refuerzo. Además se aplicaran principios de sostenibilidad dentro de todo el proceso de diseño, desde la recolección de la materia prima hasta llegar a su concreción final. Poder gestionar los remanentes para su reutilización generados en todo el proceso para la obtención de la lámina plástica es otro factor mediante el cual podremos evidenciar principios de sostenibilidad.







---

# CAPÍTULO 2

## PLANIFICACIÓN

---



## 2 PLANIFICACIÓN

En esta etapa se manifestaran cada uno de los procesos que se llevaran a cabo durante la experimentación, así como las particularidades de cada material a emplearse, con la finalidad de aclarar con respecto a la implementación de los materiales, la experimentación de los mismos y como se ejecutaran para el desarrollo de un caso concreto de mobiliario. Esta fase contara con dos etapas:

Definición de la muestra

Definición de unidades de análisis



### 2.1 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Para definir la muestra se realiza un trabajo intenso desde el reciclaje de la materia prima hasta su proceso final "producción del material" el cual tiene como objetivo, ser un material bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social "el material establecido es elaborado a base de una matriz polimérica reciclada y reforzada con fibras vegetales".

Los FRP (fibre reinforced polymers) han comenzado a utilizarse como materiales de construcción debido a que poseen ciertas propiedades que hacen que su uso pueda resultar potencialmente ventajoso frente a materiales tradicionales como el hormigón o el acero. Entre estas propiedades pueden citarse: Gran ligereza y buenas características mecánicas, Resistencia a la corrosión y al ataque de agentes ambientales, Poseen una baja conductividad térmica, Presentan gran libertad de formas y diseños, y existe la posibilidad de moldeo en grandes piezas, por lo que en ocasiones de difícil ejecución con materiales tradicionales, se puede contemplar su utilización sin ningún tipo de limitaciones desde el punto de vista de proceso de fabricación. Eligiendo el tipo de fibra y la matriz, el porcentaje de refuerzo y la orientación de las fibras, puede diseñarse el material con las características que requiera cada aplicación. (Borsani & Silvia, 2011)

Su aplicación en el ámbito de la construcción ha permitido sustituir de forma progresiva a los materiales tradicionales y con ellos se han eliminado muchas de las barreras que se encontraban los diseñadores a la hora de llevar a cabo sus proyectos. (AIMPLAS, 2013)

## 2.2 MATERIALES COMPUESTOS

### 2.2.1 Definición

Se entiende por material compuesto aquel formado a partir de dos o más materiales y que se caracteriza por poseer unas propiedades mejores que las de los materiales constituyentes por separado. Los materiales compuestos son identificables físicamente existiendo una interfaz entre ellos, en este trabajo se utiliza el término material compuesto para referirse a los polímeros armados con fibras (fibre reinforced polymers, FRP). Se trata de un material formado por dos fases: fibras y matriz. En general las fibras son las responsables de las propiedades resistentes del material compuesto, mientras que la matriz envuelve a las fibras configurando geoméricamente el elemento, transmite los esfuerzos entre las fibras y las protege de posibles daños mecánicos o ambientales. (Villalón, Jiménez, Iriarte, & Hombrados, n.d.)

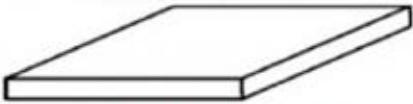
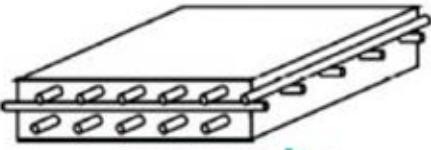
 <b>Hilo de refuerzo</b>	<b>Elevada resistencia</b> <b>Elevada rigidez</b> <b>Baja densidad</b>
 <b>+ matriz de unión</b>	<b>Buenas propiedades a cortante</b> <b>Baja densidad</b> <b>Fabricabilidad</b>
 <b>=composite</b>	<b>Resistencia &gt;&gt; matriz</b> <b>Rigidez &gt;&gt; matriz</b> <b>Densidad &lt; matriz</b>

Figura 26 Materiales compuestos

## 2.2.2 Tipos de composites:

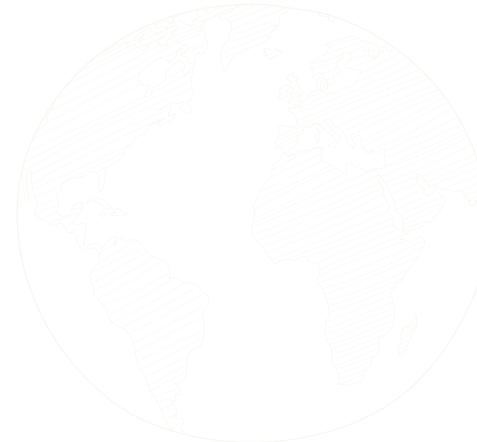
Composites particulados

Composites laminados

Composites fibrosos: llamados así cuando el material de refuerzo está formado por fibras.

Es uno de los más utilizados, ya que por su abundancia y la utilización que ha tenido desde hace mucho tiempo lo hace tan apetecible en las industrias para refuerzos en materiales compuestos por su resistencia y ayuda al medio ambiente. (TIXE Joffre & VISTIN Jhonatan, 2015)

Son los más importantes ya que la mayoría de estos materiales se utilizan como refuerzo, alcanzan una mejor resistencia a la rigidez, fatiga y relación resistencia- peso. (ASKE-LAND, 1998)



## 2.2.3 Orientación de los composites fibrosos:

- a) De forma unidireccional (fibras largas)
- b) De manera aleatoria (fibras cortas)
- c) Con disposición ortogonal (mallas ortogonales)
- d) En varias capas alternadas (capas)

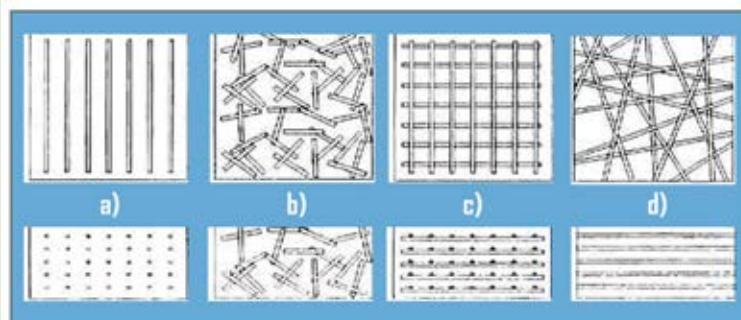


Figura 27 Orientación de compositores fibrosos

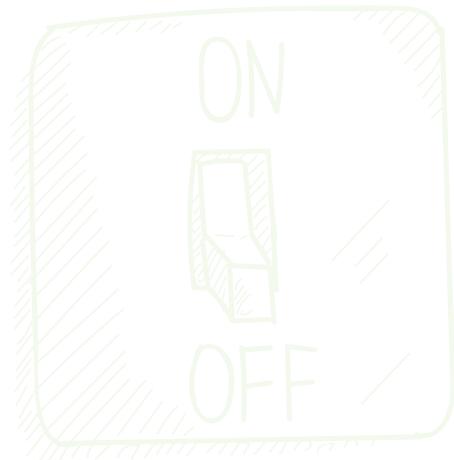
Las fibras continuas y colocadas paralelas y unidireccionalmente, originan la estructura más resistente, cuando las cargas se aplican paralelas a las fibras, aunque con el problema de una fuerte anisotropía (Rovings). Por ello, se utiliza también la colocación de fibras en disposición ortogonal cruzadas en una o varias capas, sacrificando las máximas resistencias posibles en aras de una mayor uniformidad estructural del composite (tejidos). (Olivares Santiago, Galán Marín, Roa Fernández, & Fernández, 2003)



## 2.3.1 Definición de termoplásticos

Los termoplásticos son polímeros lineales, que pueden estar ramificados o no. Puesto que se encuentran entrecruzados son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos, son capaces de fundir y son, por tanto, reciclables. Si los comparamos con los demás tipos de plásticos, los termoplásticos se fabrican y emplean en cantidades muy grandes y entre ellos los más frecuentes son PE, PP, PS y PVC. De hecho más de la mitad de la cifra total de plásticos procesados corresponde a los cuatro plásticos citados.

Por lo general los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar y bastante económicos. (Beltrán M y Marcilla A., n.d.)



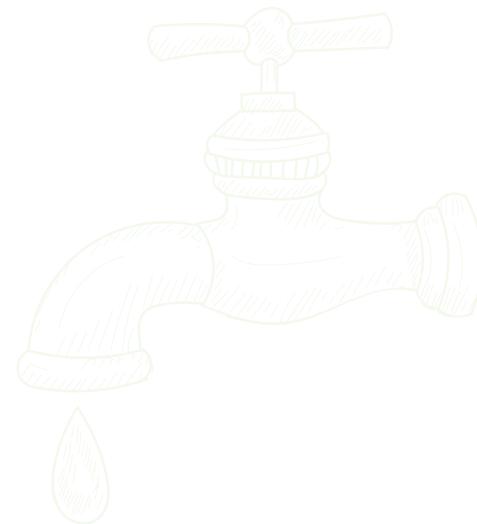
## 2.3 MATRIZ

Se empleara una matriz orgánica o polimérica que se clasifica en:

Termoestables

Elastómeros

Termoplásticos



## 2.3.2 Clasificación de los termoplásticos

Este tipo de polímero permite calentar, moldear y enfriar en un número de veces indefinidas y se clasifican en 7 grupos que son:

SÍMBOLO	TIPO DE PLÁSTICO	PROPIEDADES	USOS COMUNES
 PET	PET PolietilenoTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
 HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
 PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
 LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, traslucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio,
 PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, traslucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empaquetar, envases para uso veterinario y farmacéutico
 PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por las grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
 PS-E	PS Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas.	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil.
 OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Figura 28 Clasificación de los termoplásticos

## 2.3.3 Justificación de los plásticos a emplearse

Para la delimitación de los tipos de plásticos a emplearse en la generación del proyecto de graduación se tuvieron en cuenta dos factores importantes.

El primero radica en el bajo costo que tienen estos plásticos reciclados, ya que según el Técnico de Reciclaje de la EMAC Eugenio Palacios, un kilo de plástico PP y HDPE reciclado tiene un valor de \$ 0,18 en comparación a un kilo de plástico PET que oscila entre los \$0,45 y \$0,50

Debido a la poca aplicación de plásticos reciclados como el HDPE y PP para la generación de productos a nivel local y nacional, es necesario revalorizar estas materias primas para generar nuevas aplicaciones, en nuestro caso el mobiliario, brindando así una variedad de alternativas para su ejecución.

### 2.3.3.1 Características HDPE (polietileno de alta densidad)

Es un polímero termoplástico formado por unidades de etileno y se utiliza para bolsas industriales, botellas, detergentes, contenedores, tubos.

A continuación se darán unas breves definiciones de los parámetros que emplean para el estudio de las propiedades mecánicas y físicas del HDPE y PP

#### DEFINICIONES PROPIEDADES MECÁNICAS:

##### Módulo de elasticidad o Young:

Se entiende como un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza.

##### Coefficiente de Poisson:

Este parámetro es un indicador de la contracción transversal cuando la probeta se alarga longitudinalmente. Evalúa la relación entre la contracción relativa de una sección transversal y el alargamiento relativo de la sección longitudinal.

##### Resistencia a la compresión:

Este parámetro es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable.

##### Resistencia a la flexión:

Definida como la máxima tensión que un material puede soportar bajo tensión antes de que su sección transversal se contraiga de manera significativa.

##### Resistencia a la tracción:

Definido como el máximo esfuerzo de tracción que un cuerpo puede soportar antes de romperse.

##### Tenacidad a la fractura:

Este parámetro se relaciona con el comportamiento de materiales con fisura o pequeños defectos, producto de una fuerza externa aplicada.

##### Dureza:

Es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones físicas como la penetración, la abrasión y el rayado.



## DEFINICIONES PROPIEDADES MECÁNICAS:

### Absorción de agua:

Definida como el cociente entre el peso de agua que absorbe y su propio peso cuando está seco. Se expresa en tantos por ciento.

### Densidad:

La densidad es una propiedad intensiva de la materia definida como la relación de la masa de un objeto dividida por su volumen. Las unidades comunes usadas para expresar la densidad son gramos por mililitros (g/ml) y gramos por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>).

### Resistencia a la radiación:

Es la capacidad que tiene un material para soportar radiaciones electromagnéticas de alta energía.

### Resistencia al ultra violeta:

Es la capacidad que tiene un material para soportar radiaciones UV, mientras más corta es la longitud de onda de la radiación, más susceptible al daño será el material.

### Coefficiente de expansión lineal:

Es el cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente cambian de temperatura provocando una dilatación térmica

### Grado de cristalinidad:

El grado de cristalinidad tiene una gran influencia en la dureza, la densidad, la transparencia y la difusión

PROPIEDADES MECÁNICAS HDPE	
Módulo elástico	1.07 - 1.09 GPa
Coefficiencia de poisson	0.41 - 0.427
Resistencia mecánica a la compresión	18.6 - 24.8 MPa
Resistencia mecánica a la flexión	30.9 - 43.4 MPa
Resistencia mecánica a la tracción	22.1 - 31 MPa
Tenacidad a fractura (K <sub>Ic</sub> ) MPa·m <sup>1/2</sup>	1.52 - 1.82
Comportamiento a tracción: temp, T <sub>amb</sub>	tiene un alargamiento de 10 a 120%
Dureza: Temp, T <sub>amb</sub>	con un vikers de 7,9 9,9 HV

Tabla 2 Propiedades mecánicas HDPE



## PROPIEDADES FÍSICAS HDPE

Absorción de agua en 24h (%)	< 0,01
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.94 - 0.97
Índice radioactivo	1,54
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia al ultra violeta	Mala
Coefficiente de expansión lineal (K-1)	2 x 10 <sup>-4</sup>
Grado de cristalinidad (%)	60 - 80

Tabla 3 Propiedades físicas HDPE

### PRINCIPALES PROPIEDADES HDPE

- Alta resistencia química y térmica.
- Resistencia a los impactos.
- Sólido, incoloro.
- Facilidad de procesar.
- Flexible, pero con rigidez.
- Ligero.
- Impermeable e higiénico.
- Resistente al agua, a ácidos y a varios disolventes.

## 2.3.3.2 Características PP (Polipropileno)

Es un polímero termoplástico obtenido gracias a la polimerización del propileno y se utiliza para cajas múltiples, transporte de envases, sillas, textiles, juguetes.

PROPIEDADES MECÁNICAS PP	
Módulo elástico	0.896 - 1.55 GPa
Coefficiencia de poisson	0.405 - 0.427
Resistencia mecánica a la compresión	0.405 - 0.427
Resistencia mecánica a la tracción	27.6 - 41.4 MPa
Tenacidad a fractura (K <sub>Ic</sub> )	3 - 4.5 MPa·m <sup>1/2</sup>
Comportamiento a tracción: temp, T <sub>amb</sub>	tiene un alargamiento de 100 a 600%
Dureza: Temp, T <sub>amb</sub>	con un vikers de 6.2 - 11.2 HV

Tabla 4 Propiedades mecánicas PP

<b>PROPIEDADES FÍSICAS PP</b>	
Absorción de agua - equilibrio (%)	<b>0,03</b>
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	<b>0,9</b>
Índice de oxígeno límite (%)	<b>18</b>
Índice refractivo	<b>1,49</b>
Inflamabilidad	<b>HB</b>
Resistencia a la radiación	<b>Aceptable</b>
Resistencia a los ultravioletas	<b>Mala</b>

**Tabla 5** Propiedades físicas PP

#### PRINCIPALES PROPIEDADES PP

- Resistente al uso.
- Resistencia a los agentes químicos.
- Resistente al agua hirviendo.
- Resistencia a las cargas.
- Resistencia a los detergentes.
- Bajo coste, fácil de moldear y colorear.
- Buena estabilidad térmica.

## 2.4 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

### 2.4.1 Reciclaje mecánico:

Se trata de un proceso físico-mecánico por el cual el plástico post-consumo es restablecido a la industria, permitiendo su posterior utilización.

Consiste en la recuperación de plásticos post-consumo que por medio de calor y presión se encargan de generar nuevos productos o parecidos a los iniciales gracias a la variedad de sistemas de producción de plásticos.

Por ello sólo se aplica a los termoplásticos, ya que estos materiales son reciclables por naturaleza.

Cada vez que se repite el proceso de reciclado (fusión y solidificación) el plástico tiende a perder entre el 5 y 10% de sus propiedades mecánicas, tales como elongación, tenacidad y resistencia al impacto. Por esta razón, es importante la implementación de refuerzos. (Távora, 2004)

- Clasificación de los residuos plásticos:
- Lavado.
- Secado.
- Molido del plástico en pequeños trozos (scraps).
- Procesado final (extrusión, inyección, soplado, etc).



### Clasificación

Esta es la primera etapa del reciclado mecánico en la cual se inicia con la clasificación de los residuos, siendo esta etapa fundamental debido a la incompatibilidad de los plásticos y su dificultad para separarlos. Este proceso puede ser de forma manual o mecanizado.

#### Manual:

Los recicladores son los ejecutores de la clasificación y selección de los residuos plásticos, además utilizan una indumentaria especial para protegerse de las sustancias tóxicas a las que se exponen

#### Mecanizado:

En este proceso se emplean sistemas automáticos para clasificar y seleccionar los plásticos post-consumo que son colocados en bandas transportadoras que además poseen sensores térmicos, espectroscopios infrarrojos, entre otros

#### Por el tipo de polímero:

Según la nomenclatura de la Sociedad de Industria del Plástico (SPI).

#### Por el proceso de manufactura:

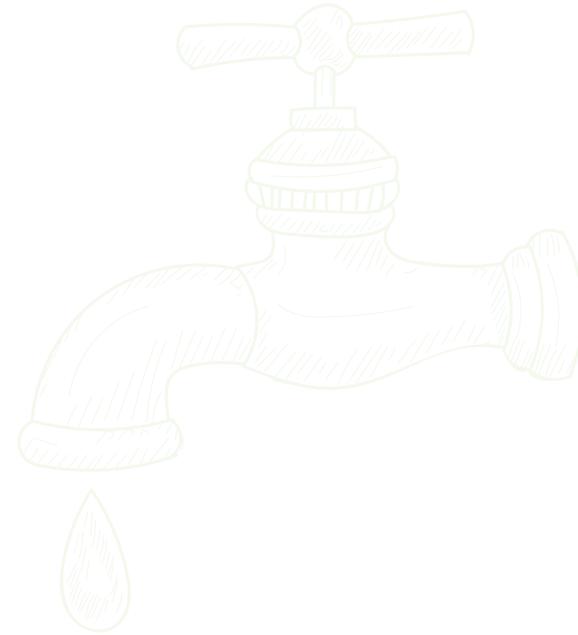
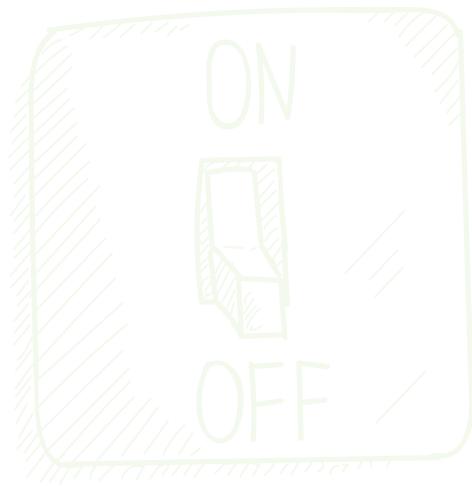
Consiste en la separación de los residuos plásticos mediante la identificación visual del proceso productivo por el cual han sido elaborados, soplado o inyección (generalmente serán los de polietileno y polipropileno).

#### Por colores:

En esta etapa generalmente se dividen por tonalidades de colores ya que al no separarlos su cotización en el mercado será menor ya que no se encuentran colores específicos sino mezclas

## Lavado

Para esta etapa se procede a la separación de algunos residuos (orgánicos, tierra, restos de etiquetas, etc) del plástico post consumo., El mismo que se lava empleando agua, detergente industrial y soda cáustica en una proporción 50/50. El agua y detergente se encargan de eliminar grasas y otros elementos físicos (etiquetas, pegamento, etc) mientras que la soda cáustica se encargara de eliminar restos orgánicos si existiesen.



## Secado

Con el plástico post consumo limpio se procede al secado con la intención de eliminar restos de humedad.

Para este proceso se emplean secadores industriales o de manera casera se los expone al sol, además la humedad recomendada es de 0.5 .

## Molido del plástico en pequeños trozos (scraps)

En esta etapa el material plástico reciclado es molido o triturado teniendo como resultado partículas pequeñas de se reduce el tamaño de los plásticos post consumo obteniendo un material homogéneo, del mismo tamaño y con una forma similar entre sus partículas. El cortado puede ser realizado de dos maneras:

**Manualmente:** usando herramientas caseras como machetes o cizallas, esto se realiza cuando la productividad es baja.

**Mecánicamente:** usando una máquina que se compone de una entrada relativamente grande permitiendo la entrada de piezas de plástico post consumo, un rotor que posee en su estructura varias cuchillas que funcionan con un motor, el mismo que genera la potencia y velocidad necesaria de giro para cortar y triturar las piezas de plástico.



## 2.4.2 Sistemas de reciclaje alternativos

### 2.4.2.1 Reciclaje químico:

Se trata de la recuperación de materiales plásticos reciclados mediante la descomposición de los mismos a sus componentes más sencillos que son los monómeros dando como resultado la reincorporación como materia prima a la industria productora. La solvólisis o descomposición química, se puede realizar por diferentes vías: metanolisis, glicolisis, hidrolisis y aminolisis. (Dawans, 1992)

A partir del reciclaje químico se pueden tratar plásticos de composición compleja y polímeros termoestables. La inversión que conlleva el reciclaje químico es sumamente alto en comparación al reciclaje mecánico debido a los procesos complejos que conlleva el mismo.



## 2.5 REFUERZO

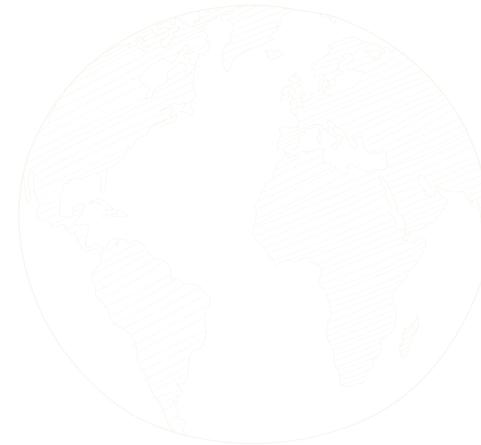
Fibras naturales (cabuya, totora, toquilla, yute, abacá entre otros):

### 2.4.2.2 Reciclaje para la recuperación de energía

El objetivo del reciclaje para la recuperación de energía deriva en el calentamiento del plástico post consumo con la intención de utilizar la energía térmica liberada en este proceso para emplearlo en otros procesos, en síntesis el plástico es usado como combustible para reciclar energía. Este proceso genera ventajas como la reducción del espacio en los rellenos sanitarios, recuperación de metales y el manejo de diferentes desechos. Sin embargo, algunas de las desventajas es la generación de contaminantes gaseosos. (Perez, F., 1995)

### 2.5.1 Definición

Se tratan de filamentos lignocelulósicos compuestos por células largas y delgadas siendo parte de las plantas y animales cumpliendo funciones específicas dentro de ellas.



## 2.5.2 Clasificación

**Fibras blandas:** Ubicados en los tallos de las plantas (totora, toquilla, lino, yute, cáñamo).

**Fibras duras:** Ubicados en las hojas (cabuya, abacá).

**Fibras de superficie:** Corresponden a los pelos de las semillas (algodón).



## 2.5.4 Ventajas del material compuesto con fibra natural:

- Sostenibilidad.
- Generación de consumo bajo de CO<sub>2</sub>.
- Biodegradables.
- Bajo consumo de energía.
- Cero residuos tóxicos al quemarlas.
- Poseen una baja densidad.
- Buenas propiedades mecánicas.
- No son tóxicas ni abrasivas.
- Bajo costo.

## 2.5.3 Justificación

Ecuador tiene en este campo, cerca de 25 mil especies de plantas vasculares, de las cuales, tan solo son 25 las especies producidas y utilizadas comercialmente. Entre ellas se cuentan a la cabuya, totora, abacá, paja toquilla, algodón, seda, bambú, y mimbre. (GUERRERO V.H. et al., 2011)

Para la elección de las fibras naturales se tuvo en consideración dos aspectos fundamentalmente, el primero, tanto la cabuya, como la totora y la toquilla constituyen un refuerzo interesante para ser empleados en elementos cargados a tracción y flexión la ser fibras largas, además tienen antecedentes que los vinculan como fibras textiles, refuerzos de materiales compuestos, elementos constructivos. El segundo aspecto que deriva la elección de las fibras mencionadas anteriormente radica en que las mismas son comercializadas a nivel local y nacional, evitando de esta manera la extracción de la fibra desde su inicio, ayudando de esta manera a agilizar el proyecto de graduación.



## 2.5.5 Características de Cabuya: "Agave sisalana"

En el Ecuador esta planta crece a lo largo del callejón interandino, es aprovechada en el país para la obtención de fibras textiles por su alta resistencia y durabilidad por lo que se lo considera una fibra de gran potencial para la utilización en refuerzos de materiales compuestos. (TIXE Joffre & VISTIN Jhonatan, 2015)

La cabuya posee buena resistencia mecánica, son livianas por lo que son muy utilizadas para la aplicación en distintas industrias por lo que ahorra energía. La cabuya está dentro de la familia de las fibras duras por lo que se utiliza en general en cordelería, sogas, tapetes, papel, filtros, colchones, tapicería y para refuerzo en materiales compuestos con matriz plástica como en partes, autopartes de automóviles. (MACIAS, 2006).



**Figura 29** Fibra de cabuya

## 2.5.6 Características de Totora: “Schoenoplectus californicus”

La fibra de totora al ser larga constituye un refuerzo interesante para ser empleados en elementos cargados a tracción y flexión. Esta fibra tiene como hábitat los humedales, la zona lacustre andina, tierras salinas y empantanadas.

La totora que tienen presencia en Cañar, Pichincha, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja y Tungurahua tienen como posibles aplicaciones en rellenos de cámaras, agregado de bloques en muros o pisos aislantes, paneles tejidos para cielos rasos y techumbres.

Debido a la resistencia de su fibra natural sirve para la construcción de botes rudimentarios. El Arq. Juan Fernando Hidalgo menciona que la totora tiene propiedades térmicas favorables para ser un aislante térmico de bajo costo en sistemas de construcción como muros y cubiertas.

Para citar un ejemplo en la isla de los Uros, en el lago Titicaca, este material ha sido empleado para la construcción de islas flotantes, casas, embarcaciones y artículos de uso doméstico.

Además muestra una respuesta favorable ante el fuego logrando evitar la inflamación de la fibra ya que se auto-extingue.

Se pudo evidenciar en ensayos la capacidad de absorción de la totora, que por efectos de la presión de amarre. La absorción iba disminuyendo según aumentaba la presión aplicada.



Figura 30 Fibra de totora

## 2.5.7 Características de Toquilla: “Juncus arcticus”

La fibra de toquilla al ser larga constituye un refuerzo interesante para ser empleados en elementos cargados a tracción y flexión. Esta fibra tiene como habitat los humedales y la zona lacustre andina.

La toquilla que tienen presencia en Cañar, Pichincha, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja y Tungurahua tienen como posibles aplicaciones en rellenos de cámaras, agregado de bloques en muros o pisos aislantes y paneles tejidos para cielos rasos.

Hollen (2010) menciona algunas propiedades de la paja toquilla como la resistencia a la abrasión, poco nivel de absorbencia de humedad, alta capacidad de cohesión, no tiene mucha densidad por lo cual le hace una fibra liviana, alta resiliencia por la rigidez que posee, buena capacidad de soportar el calor y carece de conductividad térmica.

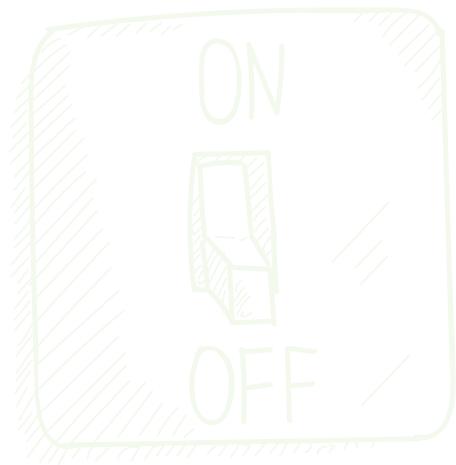


Figura 31 Fibra de toquilla

## 2.6 Obtención de fibras

El método empleado para la obtención de las fibras de cabuya, totora y toquilla será el método artesanal, el cual consiste en la separación de las fibras colocando los tallos o las hojas de las plantas en agua por un tiempo determinado según la especie.

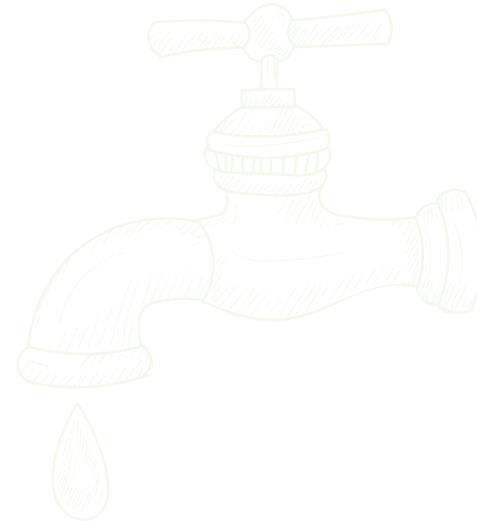
Posterior a esto se procede a un método mecánico, el cual consiste en separar las fibras mediante trituración usando maderas o piedras que mediante golpes se separan las fibras de la corteza, igualmente se utiliza un cepillo de madera o de acero con el cual se peinan las fibras. La aplicación de otro método para la obtención de las fibras se debe a la compatibilidad que tiene el mismo con el anterior, siendo este la segunda fase o su continuación. (Montenegro Erika, 2017)



## 2.7 FABRICACIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO

Para la generación del material compuesto se requiere de un sistema de manufactura, el cual se encargara de transformar la materia prima en láminas plásticas para la elaboración de mobiliario.

En un sentido estricto la manufactura es la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material en un sistema de producción; los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran: la combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo; los cuales deben de ser homologados a través de indicadores con el propósito de tener un control en los procesos; esto se puede ejecutar bajo un enfoque técnico o interdisciplinario. (Perez Oscar, 2009)



### 2.6.1 Métodos alternativos para la obtención de fibras

El método químico consiste en utilizar una solución alcalina o ácidos para separar las fibras entre sí. Es similar al método artesanal puesto que se deja las hojas o los tallos en la solución química durante un tiempo determinado según el tipo de fibra.



## 2.7.1 Moldeo por compresión:

### Definición

desarrollarse en el siglo XIX. Este proceso consiste en el precalentamiento del material dentro de un molde que luego será prensado obteniendo la forma del molde interior. En este proceso es fundamental la aplicación de presión y calor.

El moldeo por compresión se usa normalmente para materiales termoestables aunque en el campo automotriz se está empleando fuertemente materiales termoplásticos, con este proceso se pueden obtener componentes de gran tamaño y buenas propiedades mecánicas, esto se debe a que las fibras empleadas como refuerzos conservan su longitud y orientación inicial.

### Justificación

Debido a la factibilidad de una experimentación continua y a la versatilidad de elementos "piezas" con un bajo grado de complejidad el moldeo por compresión en comparación a otros sistemas de manufactura se presenta como una técnica que permite el acoplamiento de elementos para generar su proceso, que consiste básicamente en precalentar el material y prensar, además permite que el ciclo de procesamiento sea corto debido a que no existe reacción química, lo que permite utilizar estos materiales para métodos de producción de gran volumen.

### Aplicaciones principales

Industria de componentes eléctricos, vajilla, y engranajes, además se producen botones, hebillas, perillas o manijas, carcasas de aparatos eléctricos y grandes contenedores aunque para los termoplásticos se limita su aplicación debido que nos permite generar únicamente piezas relativamente simples, planos y de gran de tamaño que generalmente tienen espesores constantes.

### Descripción de la técnica

Preparación de las materias primas (matriz termoplástica y fibra de refuerzo), esta última es cortada de acuerdo al tamaño, forma, cantidad y orientación requerida, esta mezcla de materias primas es conocida como "prepregs".

Aplicación de un agente que facilite la remoción de la parte una vez moldeada.

Aplicación del prepreg en un molde metálico .

Fase de precalentamiento, en la cual el molde metálico con el prepreg o carga en su interior es ubicado entre dos placas calefactoras que se encargan de suministrar el calor, en esta etapa existen otras alternativas de precalentar el material, ya sea con resistencias eléctricas, con vapor sobrecalentado o con hornos.

Fase de prensado, en esta etapa se aplica presión con la ayuda de una prensa hidráulica para cerrar las placas (molde y contramolde) dando lugar a una pieza que tendrá la forma del molde en su interior.

Posterior a la fase de prensado, el molde se remueve y se coloca en una zona de enfriamiento, en la cual la presión se puede mantener durante todo el proceso o hasta que solidifica completamente la parte. Algunos equipos de moldeo por compresión poseen un sistema de enfriamiento integrado, por lo cual es posible que el enfriamiento del molde se realice en la misma prensa en la que se moldeó (prensa calefactora), sin que exista un desplazamiento del mismo. Después del enfriamiento, se abre el molde y la parte es retirada. (Cogswell, 1992; Rojas, 2003)

# Parámetros del moldeo por compresión

## Prensa

Esta máquina consta de dos columnas o más que se encuentran en sentido vertical, además contiene dos placas (molde y contramolde) las cuales están sujetas en la máquina. Este proceso tiene dos tipos de actuación:

Carrera ascendente de la placa inferior o carrera descendente de la placa superior que es la que por defecto se usa, las placas son accionadas por un cilindro hidráulico que generalmente acciona las placas, el mismo que puede suministrar fuerzas de sujeción de cientos de toneladas, según lo requiera la aplicación que se le vaya a dar. Las prensas pueden generar presiones que van desde 300 a 4.000 toneladas.

## Parámetros de prensado:

- Temperatura.
- Presión.
- Tiempo.

## Temperatura

En el procesamiento de compuestos (prepregs), las fibras no se funden por lo tanto el calor es requerido para un apropiado precalentamiento de la matriz en el cual el material se encuentra en su punto de fusión.

Los termoplásticos tienen temperaturas de fusión en el rango de 100 a 350°C, esto quiere decir que frente al acero y aluminio requieren menor flujo de calor y presión. Estas temperaturas de procesamiento de moldeo por se encuentran normalmente en un rango de alrededor de 30°C por encima de las temperaturas de uso continuo.

## Presión

En este punto la presión que se necesita para el procesamiento de polímeros depende del tipo de material. Además no existe una presión establecida para cada material, pero existe un rango establecido de las comúnmente utilizadas para procesamiento de termoplásticos y de termoestables

## Tiempo

Este parámetro tiene una relación inversa con la temperatura. Esto es, a mayores temperaturas se requieren menores tiempos de prensado. Los rangos de variación de tiempo son amplios y pueden durar algunos minutos.

## Moldes

Los moldes que se emplean en este proceso de manufactura son más simples que los que se necesitan para el moldeo por inyección debido a que no existen vertederos o sistemas de alimentación, además se procesan partes de formas más simples ya que los materiales termofijos tienen flujos más bajos. Se requiere de métodos para calentar el molde que se mencionaran anteriormente.

## Materias primas

Las principales materias primas usadas en este proceso son los preimpregnados termoplásticos (prepregs) hechos con fibras unidireccionales. Además se pueden utilizar plásticos tales como el polipropileno, polietileno de alta y baja densidad, el nylon, el PVC, entre otros.

Dichas materias primas pueden estar en forma de preformas, líquido, polvo, pellets, en estado sólido o semisólido.



## Existen seis factores que se deben tomar en cuenta en el moldeo por compresión:

- Definir la cantidad óptima de material.
- Definir la cantidad mínima de energía que se necesita para precalentar el material.
- Definir el tiempo mínimo para precalentar el material.
- Definir la técnica de calefacción óptima.
- Conjeturar la fuerza necesaria para que el material adquiriera la forma adecuada.
- Diseño de un molde para un enfriamiento óptimo.

## Ventajas del moldeo por compresión en termoplásticos

- El ciclo de procesamiento es corto debido a que no existe reacción química, lo que permite utilizar estos materiales para métodos de producción de gran volumen.
- Los compuestos termoplásticos pueden ser reprocesados con la aplicación de presión y calor.
- Fluido en pequeñas distancias: menores tensiones internas.
- Bajo costo de mantenimiento y de fabricación de moldes.
- Diseño sencillo de moldes, al no haber entrada y canales.
- Permite moldeo de piezas complejas.
- Buen acabado superficial (en general).
- Desechos de materiales relativamente bajo.



## Desventajas del moldeo por compresión

Generalmente se necesita maquinaria robusta para su procesamiento.

No es aconsejable moldear piezas con formas muy complicadas como piezas con resaltes, entradas o taladros pequeños.

No es aconsejable moldear artículos de paredes gruesas (1 cm o más).

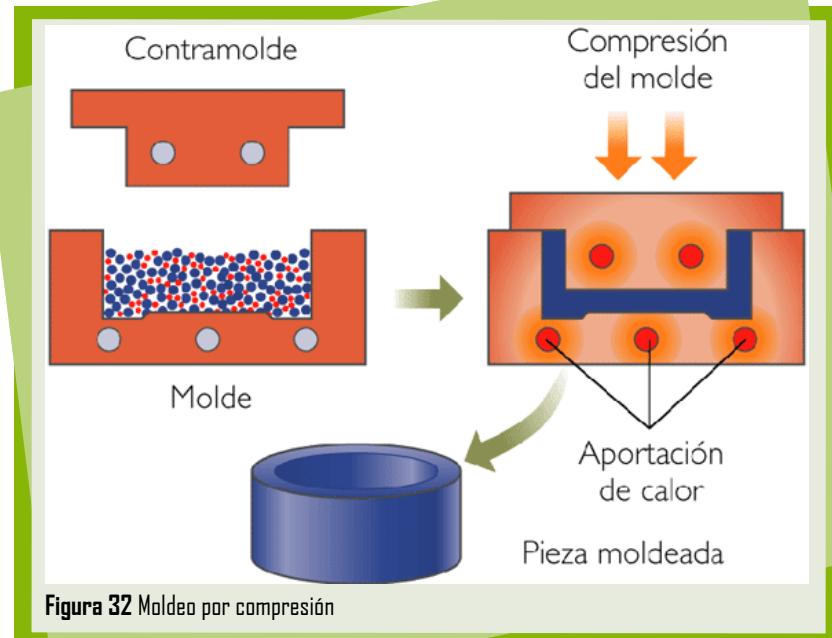


Figura 32 Moldeo por compresión

## 2.7.2 SISTEMAS DE MANUFACTURA ALTERNATIVOS

### 2.7.2.1 Inyección

El moldeo por inyección es uno de los procesos más conocidos y utilizados en la industria del plástico debido a que brinda una gran versatilidad de piezas que pueden fabricarse, además de generar altos niveles de producción y bajos costos, geometrías muy complejas que no se los podría fabricar con otros procesos y generalmente sus piezas tienen un buen acabado. Este proceso consiste en fundir un material plástico para ser introducido en las cavidades de un molde, donde el mismo se enfría para que la pieza pueda extraerse sin sufrir deformaciones.

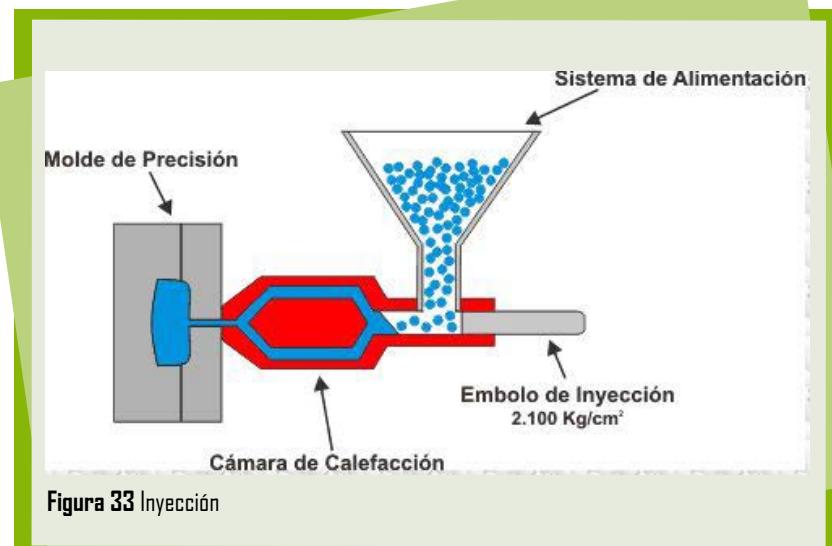


Figura 33 Inyección

## 2.7.2.2 Moldeo por soplado

El moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma, si se trata de inyección-soplado, o del párison, si se habla de extrusión-soplado. (Díaz, 2012)

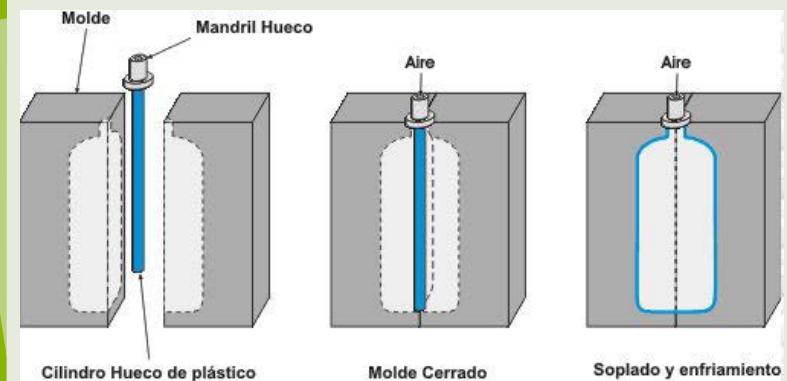


Figura 34 Moldeo por soplado

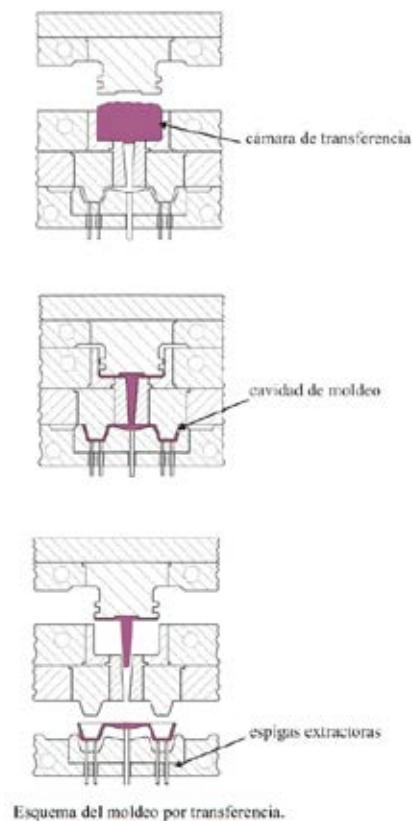


Figura 35 Moldeo por transferencia

## 2.7.2.3 Moldeo por transferencia

El moldeo por transferencia es un proceso intermedio entre el moldeo por inyección y el moldeo por compresión. Este proceso se recomienda si se quiere moldear muchas cavidades o cuando el llenado del molde con el material resulte dificultoso, esto se da cuando los moldes son muy planos, cuando hay inserciones metálicas, cuando el material no es el adecuado entre otros problemas. El moldeo por transferencia suele tener un ciclo corto.

## 2.7.2.4 Termoformado

El termoformado es un proceso secundario el cual consiste en dar forma a una lámina de un termoplástico por medio de dos factores principales, calentamiento y formado. El calentamiento se realiza para reblandecer a la lámina mientras que el formado se encarga de generar una pieza y sus métodos son los siguientes:

- Termoformado mecánico.
- Termoformado al vacío.
- Termoformado a presión.

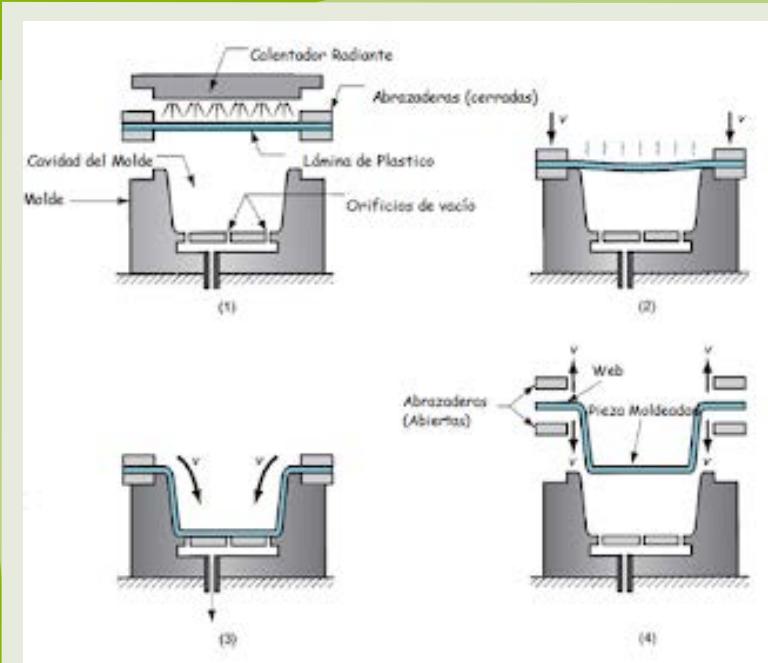


Figura 36 Termoformado

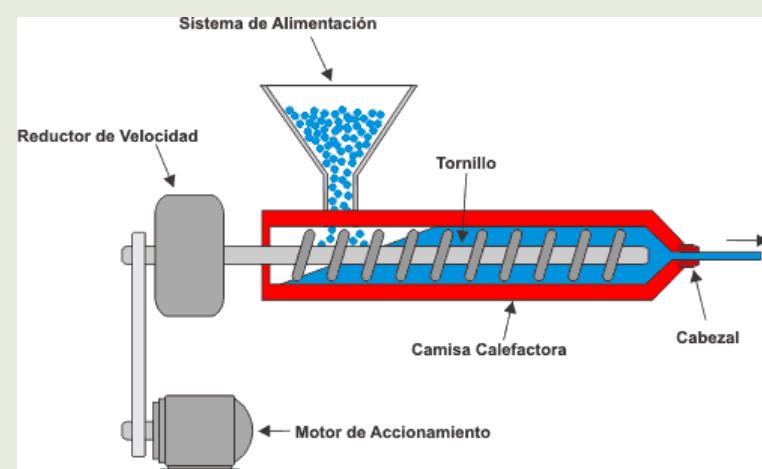


Figura 37 Extrusión

## 2.7.2.5 Extrusión

Mediante este proceso se pueden obtener piezas acabadas o semiacabadas en régimen continuo. Para este proceso se necesitan equipos para fundir, homogenizar y forzar al polímero a pasar a través de una matriz que tendrá una forma definida, además se necesitará de equipos auxiliares como, soldadura, conformación entre otros. Las aplicaciones que tiene este proceso en la industria son varias como tubos, películas, chapas, perfiles, bidones, frascos

## 2.7.2.6 Calandrado

El calandrado es un proceso de transformación de termoplásticos para la elaboración de láminas flexibles o semirígidas de espesor reducido. Consiste en hacer pasar el material plastificado por dos o tres cilindros dispuestos por sus ejes paralelos, proporcionando una lámina cuyas características se ajustan a una serie de cilindros de calibración, enfriamiento acabado y recogida. (Díaz, 2012)

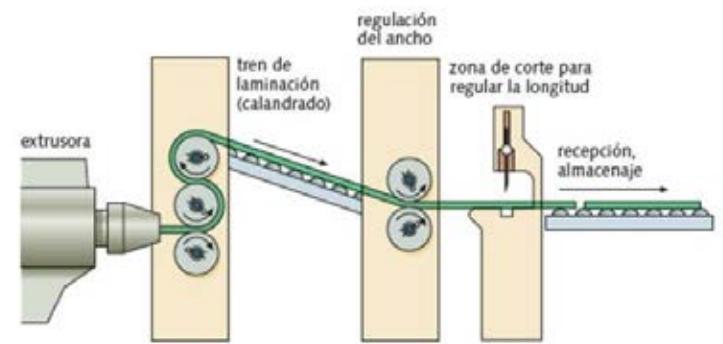


Figura 38 Calandrado

## 2.8 Definición de unidad de análisis

MATERIAL COMPUESTO		ORIENTACIÓN DE FIBRAS	TECNOLOGÍA
MATRIZ	REFUERZO		
PP	Cabuya	Unidireccional Ortogonal	Moldeo por compresión
	Tотора		
	Toquilla		
HDPE	Cabuya	Unidireccional Ortogonal	Moldeo por compresión
	Tотора		
	Toquilla		

Tabla 6 Definición de unidad de análisis





---

# CAPÍTULO 3

## EXPERIMENTACIÓN

---



# 3 Experimentación

## 3.1 Recolección de data

Para esta fase tomamos como referencia la información descrita en el capítulo anterior, como las materias primas a emplearse, materiales compuestos, tecnologías entre otros.

### 3.1.1 Materiales y tecnologías

Se define dos materias primas, por consiguiente para la experimentación se hace uso de una tecnología, establecido de la siguiente manera:

MATERIA PRIMA	TECNOLOGÍA
PP reciclado	Moldeo por compresión
HDPE reciclado	Moldeo por compresión

Tabla 7 Materiales y tecnologías

## 3.2 Procesamiento de la data

Para el procesamiento de la data, se utiliza la experimentación del comportamiento del material con el uso de una tecnología aplicada, con la recolección de esta información se establecerán fichas técnicas, en las que se especifica cada una de las características y parámetros de cada uno.

Para la obtención de la lámina plástica como tal se realizaron 20 fichas técnicas que corresponden a cada experimentación realizada, de las cuales se mostrarán 3 fichas para dar un mejor entendimiento de como se ha modificado desde sus primeras experimentaciones hasta la concreción de la lámina plástica como tal, existiendo una mejora en cada experimentación.

En la parte de anexos se muestran las demás fichas técnicas.

## 3.3 Obtención de lámina plástica

### 3.3.1 Obtención de lámina plástica EXP 9

Ficha Técnica Materiales		
Exp 9	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY  D I S E Ñ O	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.	
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD
Material plástico	PP	300 g.
Material refuerza	-----	-----
Orientación de fibra	-----	-----
Molde	Pequeño	150 x 300 mm
Desmoldante	Removedor de pintura	-----
Tiempo precalentamiento	5 minutos	-----
Temperatura	-----	-----
Tiempo calentamiento	22 minutos	-----
Tiempo prensado	8 minutos	-----
Espesor Inicial	20 mm	145 x 295 mm
Espesor Final	7 mm	145 x 295 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a la compactación en la superficie de la lámina pero en su interior las partículas no se compactaron, obteniendo una lámina frágil.	
		

## 3.3.2 Obtención de lámina plástica EXP 15

Ficha Técnica Materiales		
Exp 15	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY  D I S E Ñ O <small>FACULTAD</small>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.	
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD
Material plástico	PP	375 g.
Material refuerza	-----	-----
Orientación de fibra	-----	-----
Molde	Pequeño	150 x 300 mm
Desmoldante	Removedor de pintura	-----
Tiempo precalentamiento	13 minutos	-----
Temperatura	225° C	-----
Tiempo calentamiento	20 minutos	-----
Tiempo prensado	15 minutos	-----
Espesor Inicial	20 mm	145 x 295 mm
Espesor Final	9 mm	145 x 295 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que no se logró compactar en su totalidad presentando una lámina con deficiencia.	
		

### 3.3.3 Obtención de lámina plástica EXP 20

Ficha Técnica Materiales		
Exp 20	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	 D I S E Ñ O FABRICAS
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.	
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD
Material plástico	PP	384 g.
Material refuerza	-----	-----
Orientación de fibra	-----	-----
Molde	Pequeño	150 x 300 mm
Desmoldante	WD - 40	-----
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----
Temperatura	285° C	-----
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----
Tiempo prensado	19 minutos	-----
Espesor Inicial	21 mm	145 x 295 mm
Espesor Final	9 mm	145 x 295 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, además presenta una lámina compacta, sin genera espacios en su interior.	
		

## 3.4 Análisis de la data

### 3.4.1 Análisis de la obtención de lámina plástica

En la experimentación #9 se puede evidenciar que no existe una concreción como tal de una lámina ya que su compactación fue a nivel de superficie, mas no en su interior, debido a que las partículas no se soldaron, dando como resultado una lámina frágil.

En la experimentación #15 mediante una serie de modificaciones en cuanto a tiempos de calentamiento del material, prensado entre otros parámetros se puede evidenciar la concreción de la lámina como tal pero no se logró soldar en su totalidad presentando una lámina con deficiencia.

En la experimentación #20 de igual manera, mediante una serie de modificaciones en sus parámetros, con el fin de obtener mejores resultados se puede evidenciar ya la concreción de la lámina plástica siendo ésta experimentación la que presenta homogeneidad en su totalidad.

De esta manera obtenida ya los parámetros necesarios para la concreción de la lámina plástica como tal, se utilizaran los mismos como referencia para la segunda fase de la experimentación que conlleva el uso de fibras naturales empleadas como refuerzo, generando un material compuesto.

## 3.5 Recolección de data

### 3.5.1 Materiales y tecnologías

Se definen dos materiales para la matriz, tres materiales para el refuerzo., por consiguiente para la experimentación se hace uso de una tecnología, establecido de la siguiente manera:

MATERIAL COMPUESTO		EXP. 5%	
MATRIZ	REFUERZO	ORIENTACIÓN FIBRA	TECNOLOGÍA
PP	CABUYA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
HDPE	CABUYA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
PP	TOTORA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
HDPE	TOTORA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
PP	TOQUILLA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
HDPE	TOQUILLA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	

Tabla 8 Materiales y tecnologías

MATERIAL COMPUESTO		EXP. 17%	
MATRIZ	REFUERZO	ORIENTACIÓN FIBRA	TECNOLOGÍA
PP	CABUYA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
HDPE	TOTORA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	
PP	TOQUILLA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
		ORTOGONAL	

Tabla 9 Materiales y tecnologías

MATERIAL COMPUESTO		EXP. 15%	
MATRIZ	REFUERZO	ORIENTACIÓN FIBRA	TECNOLOGÍA
PP	CABUYA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
HDPE	CABUYA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
PP	TOTORA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
HDPE	TOTORA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
PP	TOQUILLA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN
HDPE	TOQUILLA	UNIDIRECCIONAL	MOLDEO POR COMPRESIÓN

Tabla 10 Materiales y tecnologías

## 3.6 Procesamiento de la data

Para el desarrollo de esta, se emplea la experimentación del comportamiento del material compuesto con el uso de una tecnología aplicada, con la información procesada se elaborarán fichas técnicas de materiales en las cuales se especifiquen cada uno de los parámetros y unidades de análisis empleadas.

## 3.7 Obtención del material compuesto

### 3.7.1 Obtención del material compuesto EXP. 5%

Ficha Técnica Materiales			
Exp I	UNIVERSIDAD DEL AZUAY DISEÑO EXPERIMENTAL		
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	182.4 g.	95%
Material refuerza	CABUYA	9.6 g.	5%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm	
Espesor Final	7 mm	145 x 145 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de cabuya se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa.		



## 3.7.2 Obtención del material compuesto EXP. 5%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 4.1		UNIVERSIDAD DEL AZUAY DISEÑO	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	182.4 g.	95%
Material refuerza	TOTORA	9.6 g.	5%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm	
Espesor Final	7 mm	145 x 145 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de totora se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa.		
			

### 3.7.3 Obtención del material compuesto EXP. 5%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 6		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	182.4 g.	95%
Material refuerza	TOQUILLA	9.6 g.	5%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm	
Espesor Final	7 mm	145 x 145 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de toquilla se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa.		
			

## 3.8 Obtención del material compuesto

### 3.8.1 Obtención del material compuesto EXP. 17%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 1.1	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	 D I S E Ñ O FACULTAD	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	159.4 g.	83%
Material refuerza	CABUYA	32.6 g.	17%
Orientación de fibra	Ortogonal	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm	
Espesor Final	9 mm	145 x 145 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA ya que las fibras de cabuya no se sueldan de manera correcta con la matriz plástica, dando como resultado el desprendimiento de capas debido a un exceso de fibra (acumulación de fibra en ciertas partes de una lámina).		
			

## 3.8.2 Obtención del material compuesto EXP. 17%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 2		 UNIVERSIDAD DEL AZUAY  D I S E Ñ O TEXTIL	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HOPE	159.4 g.	83%
Material refuerza	TOTORA	32.6 g.	17%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm	
Espesor Final	9 mm	145 x 145 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA ya que las fibras de totora no se sueldan de manera correcta con la matriz plástica, dando como resultado el desprendimiento de capas debido a un exceso de fibra (acumulación de fibra en cada capa).		
			

## 3.8.3 Obtención del material compuesto EXP. 17%

Ficha Técnica Materiales		
Exp 3.1	 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>  <b>D I S E Ñ O PATILLAS</b>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.	
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD
Material plástico	HDPE	159.4 g. 83%
Material refuerza	TOQUILLA	32.6 g. 17%
Orientación de fibra	Ortogonal	-----
Molde	Pequeño	150 x 300 mm
Desmoldante	WD - 40	-----
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----
Temperatura	285° C	-----
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----
Tiempo prensado	19 minutos	-----
Espesor Inicial	21 mm	145 x 145 mm
Espesor Final	9 mm	145 x 145 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA ya que la lámina no presenta homogeneidad en sus capas, debido a un exceso de fibra de toquilla (acumulación de fibra en cada capa).	
		

## 3.9 Obtención del material compuesto

### 3.9.1 Obtención del material compuesto EXP. 15%

Ficha Técnica Materiales			
Exp I	 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	 D I S E Ñ O	
MÉTODO	Moldeo por compresión.		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	360.6 g.	85%
Material refuerza	CABUYA	44.3 g.	15%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 295 mm	
Espesor Final	9 mm	145 x 295 mm	
OBSERVACIONES	LÁMINA VÁLIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se suelde de manera óptima a la matriz plástica.		
			

## 3.9.2 Obtención del material compuesto EXP. 15%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 4			
UNIVERSIDAD DEL AZUAY DISEÑO			
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	347.2 g.	85%
Material refuerza	TOTORA	32 g.	15%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 295 mm	
Espesor Final	9 mm	145 x 295 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se suelde de manera óptima a la matriz plástica.		
			

## 3.9.3 Obtención del material compuesto EXP. 15%

Ficha Técnica Materiales			
Exp 6		UNIVERSIDAD DEL AZUAY DISEÑO	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión.		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U.		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	347.2 g.	85%
Material refuerza	TOQUILLA	44.3 g.	15%
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 x 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
Tiempo precalentamiento	10 minutos	-----	
Temperatura	285° C	-----	
Tiempo calentamiento	45 minutos	-----	
Tiempo prensado	19 minutos	-----	
Espesor Inicial	21 mm	145 x 295 mm	
Espesor Final	9 mm	145 x 295 mm	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se suelde de manera óptima a la matriz plástica.		
			

## 3.9.4 Análisis de data

### 3.9.4.1 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 5%

Inicialmente se colocó el 5% de fibras naturales empleadas como refuerzo, siendo su matriz polimérica, el HDPE y PP reciclados con el 95%, conformando así de esa manera un composite.

La pretensión de este porcentaje empleado era analizar principalmente la interacción de la fibra con la matriz, saber si estas se sueldan de manera óptima o se generan vacíos, astillamiento de la lámina entre otros factores. Para esto se generaron doce experimentaciones, cada una cuenta con las combinaciones planteadas en la tabla # (AHÍ VES LA TABLA Q DIGA 5% EN EL PUNTO 3.5.1), de cada lámina se obtienen dos experimentaciones, cada una con su tipo de orientación específica.

Como resultado general de las doce experimentaciones, en las cuales se empleó el 5% de fibra natural como refuerzo se concluye que las mismas (cabuya, totora y toquilla) se

sueldan de manera óptima a la matriz plástica, siendo esta consideración la más importante, debido a que la lámina se presenta homogeneidad.

Un aspecto a tomar en consideración en esta fase fue la generación de distintos espesores en la lámina plástica debido a problemas relacionados con el equipo, específicamente con la prensa.

Es importante mencionar que el método empleado para la implementación del porcentaje de fibra y matriz fue realizado por peso.

### 3.9.4.2 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 17%

Habiendo generado ya las diferentes experimentaciones con el porcentaje empleado en la fase anterior, se obtuvo un primer acercamiento al comportamiento de las mismas logrando excelentes resultados por lo cual en esta fase es trascendente comprender que el mayor porcentaje de las fibras incrementa la resistencia y rigidez del composite; pero no debe olvidarse que el porcentaje máximo deberá estar limitado para asegurar así que la totalidad de la superficie de las fibras quede recubierta con el material tenaz de la matriz. (Olivares Santiago, Galán Marín, Roa Fernández, & Fernández, 2003)

En pro de esta información se empleó el 17% de fibra natural como refuerzo, para lo cual se generaron seis experimentaciones, cada una cuenta con las combinaciones planteadas en la tabla # (AHÍ VES LA TABLA Q DIGA 17% EN EL PUNTO 3.5.1), de cada lámina se obtienen dos experimentaciones, cada una con su tipo de orientación específica, dando como resultado general una lámina plástica defectuosa ya que las fibras no se sueldan

de manera óptima con la matriz plástica, siendo el resultado el desprendimiento de las capas debido a un exceso de fibra en cada una, esto en el caso de la totora y cabuya., en el caso de la toquilla no se genera un desprendimiento de las capas pero la lámina plástica presenta irregularidades en su superficie debido a la exceso de fibras en ciertas partes de las capas.

Es importante mencionar que el método empleado para la implementación del porcentaje de fibra y matriz fue realizado por peso.



### 3.9.4.3 Análisis de obtención del material compuesto EXP. 15%

Para la realización de esta fase es importante conocer los resultados de la anterior siendo esta fase la continuación, teniendo en cuenta que la implementación del 17% de fibra natural como refuerzo evidenció un exceso de fibra decantando en el desprendimiento de las capas, en pro de esta información es importante el re direccionamiento del porcentaje de fibra empleada, teniendo como objetivo reducir la menor cantidad de fibra posible ya que al realizar este proceso, estamos reduciendo las posibles mejoras al composite. Es por esta razón que en esta fase se implementó el 15 % de fibra natural como refuerzo teniendo como resultado la generación de una lámina plástica válida ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado es el adecuado permitiendo que se suelde de manera óptima a la matriz plástica.

Mediante una decisión conjunta con el Ing. Jorge Fajardo, el cual desempeña su labor en el departamento de Ingeniería de Materiales en la Universidad Politécnica Salesiana, se decidió eliminar la orientación ortogonal, ya que la misma no cumple con sus parámetros, tratándose esta de un efecto espejo, el cual radica en la simetría de sus capas, es decir misma cantidad de capas de matriz tanto como de refuerzo, que en la composición de lámina desarrollada no se cumplen con dichos parámetros ya que existen tres capas de refuerzo y cuatro de matriz, restringiendo el uso de la orientación unidireccional para esta fase.

Con los resultados obtenidos en esta experimentación, se concluyó que el porcentaje de fibra natural empleado como refuerzo en el composite será del 15%, mientras que para la matriz polimérica se empleará el 85%.

Para la generación de los porcentajes tanto de matriz como de refuerzo se implementó el método por volúmenes de materiales siendo una mejor alternativa al método por pesos, que calcula la cantidad de material en gramos que se empleará en el molde, posterior a esto se define los porcentajes tanto para la matriz como para el refuerzo, teniendo como resultado un peso determinado en gramos, el cual representaría el porcentaje establecido.

El método por volúmenes genera un paso adicional en su inicio con relación al método por pesos que radica en generar una relación peso-volumen ya que cada material posee una densidad determinada, parámetro mediante el cual podremos hacer nuestro estudio

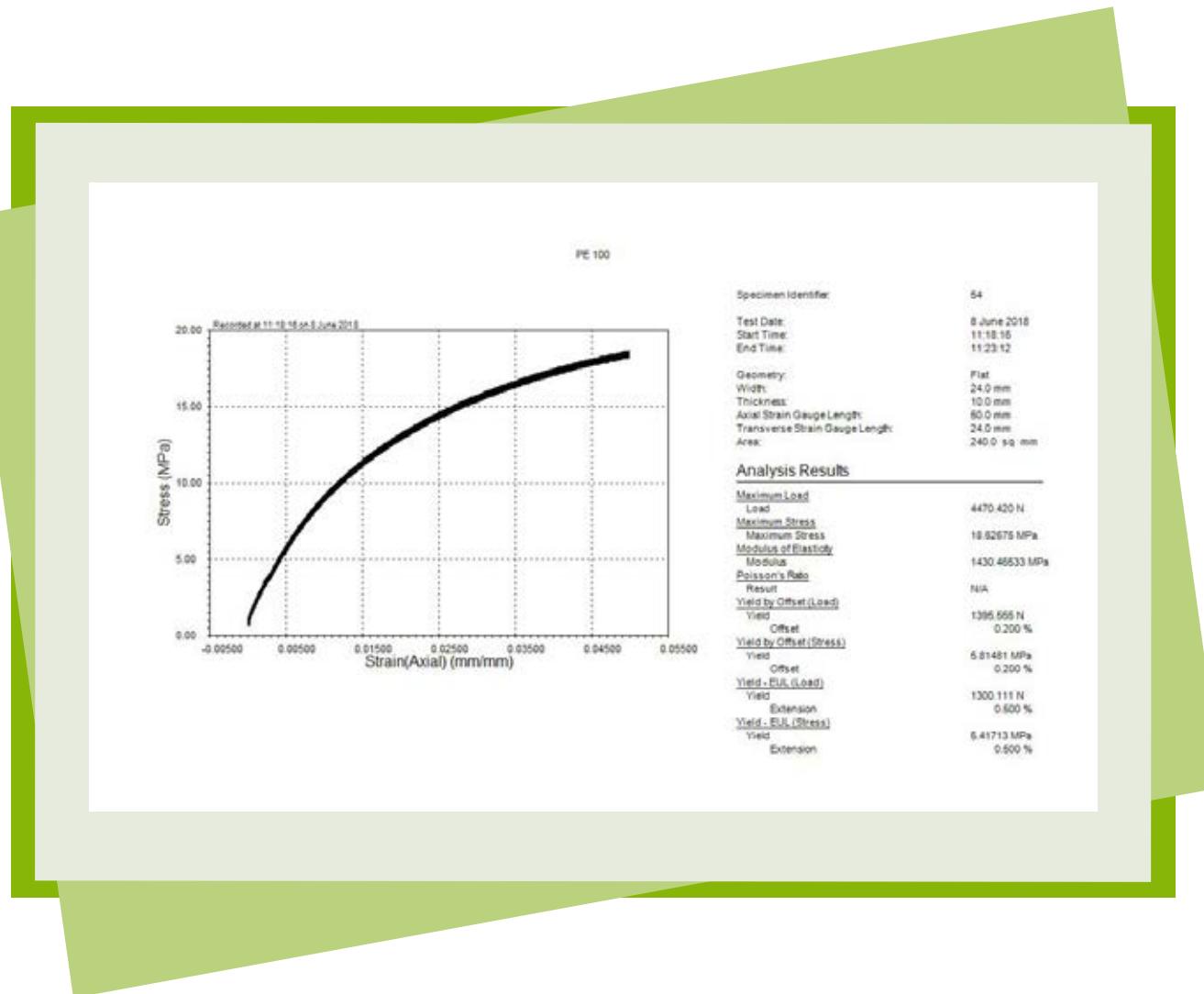
por volúmenes, siendo su fórmula  $VOLUMEN = MASA / DENSIDAD$ , dando como resultado un peso en gramos correspondiente al porcentaje tanto para la matriz como para el refuerzo. Como punto final, establecidos ya los porcentajes tanto para la matriz como para el refuerzo en la aplicación del composite, se llevarán a cabo la realización de las probetas, que consisten en obtener un formato de 2500x50.

Posterior a la obtención de las probetas, estas se llevarán a la Universidad Politécnica Salesiana donde se harán ensayos a tracción de compuestos en base a matriz termoplástica reciclada reforzados con fibras vegetales, teniendo este proceso como fin analizar las mejoras que presenta cada fibra con la relación a la probeta de plástico reciclado.

## 3.10 Datos: resultados y conclusiones

### 3.10.1 HDPE (polietileno de alta densidad)

HDPE: Ensayo de tracción



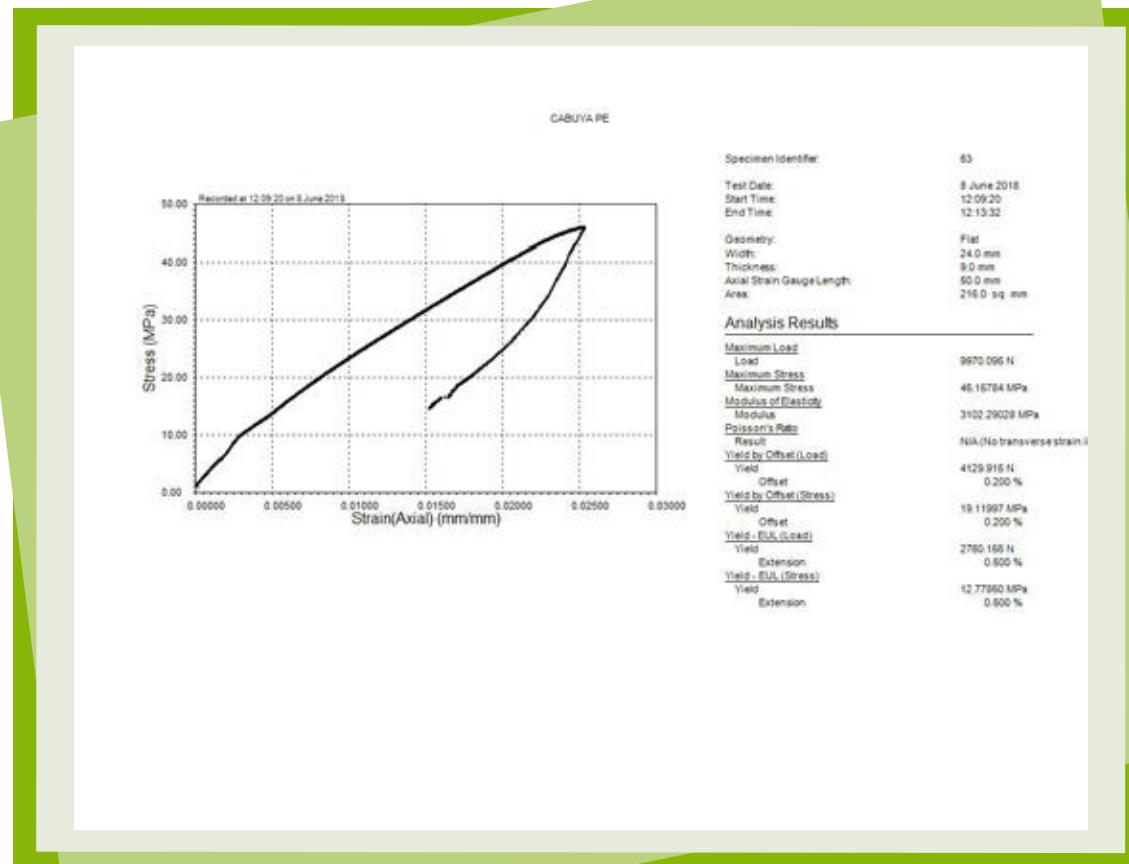
## TABLA RESULTADOS HDPE

Compuestos HDPE + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
PP	18.7		1.4		5.81	

Tabla II Resultados HDPE



# HDPE + CABUYA: Ensayo de tracción



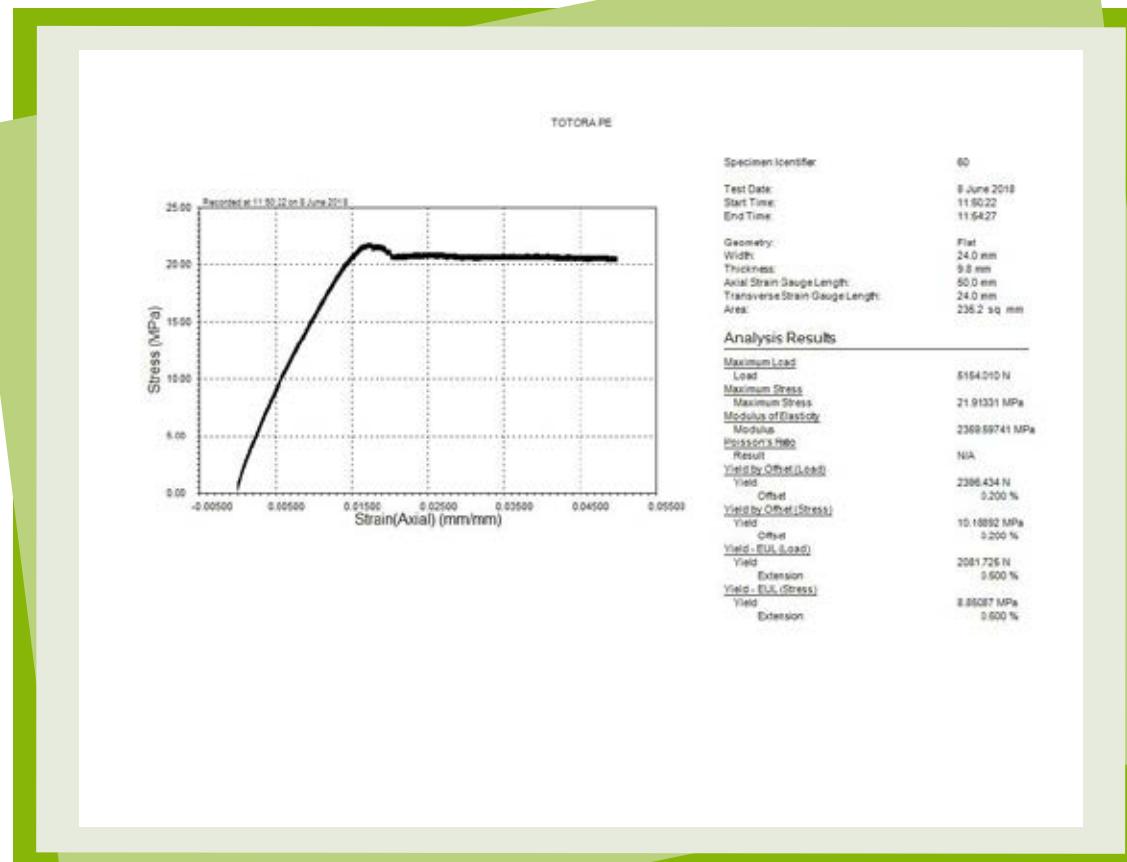
## TABLA RESULTADOS HDPE + CABUYA

Compuestos HDPE + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
<b>PE+30 cabuya</b>	<b>46.2</b>	<b>147%</b>	<b>3.1</b>	<b>121%</b>	<b>19.1</b>	<b>229%</b>

Tabla 12 Resultados HDPE+cabuya



# HDPE + CABUYA: Ensayo de tracción

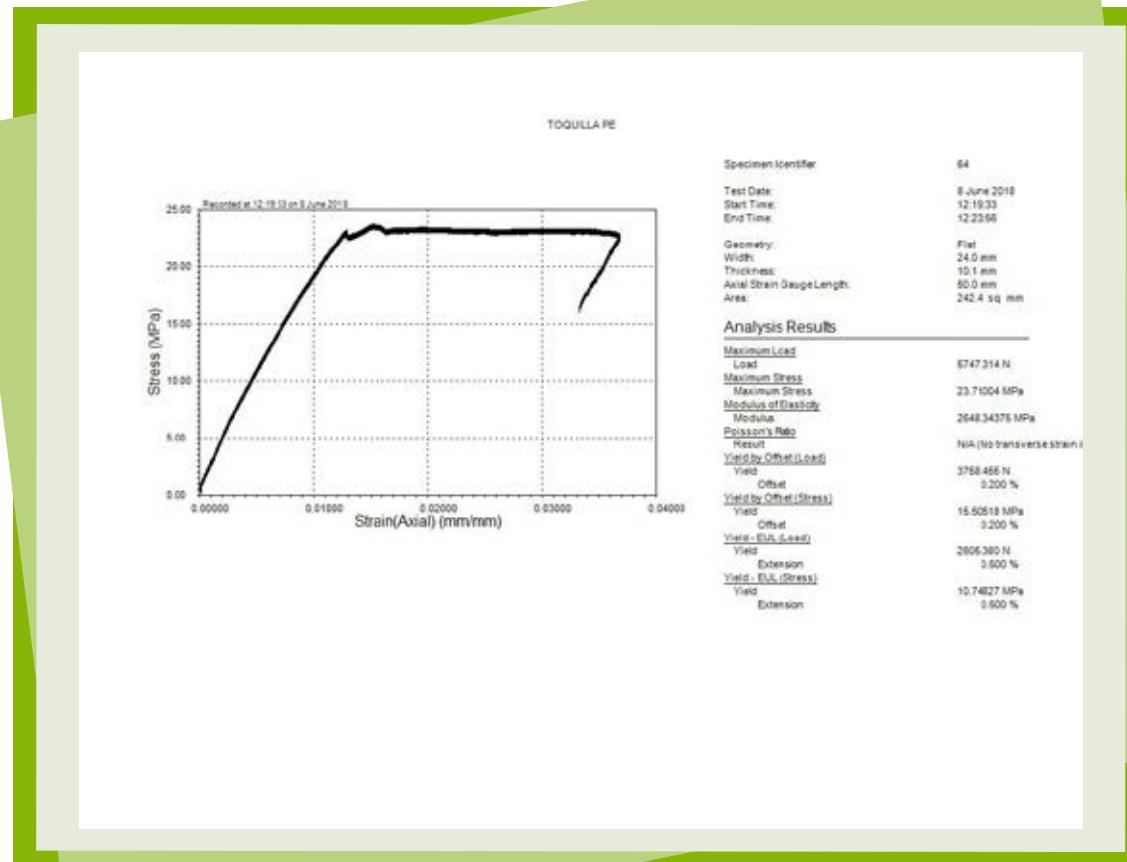


## TABLA RESULTADOS HDPE + TOTORA

Compuestos HDPE + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
<b>PE+30 totora</b>	<b>21.91</b>	<b>17%</b>	<b>2.3</b>	<b>64%</b>	<b>10.2</b>	<b>76%</b>

Tabla 13 Resultados HDPE+totora

# HDPE + TOQUILLA: Ensayo de tracción



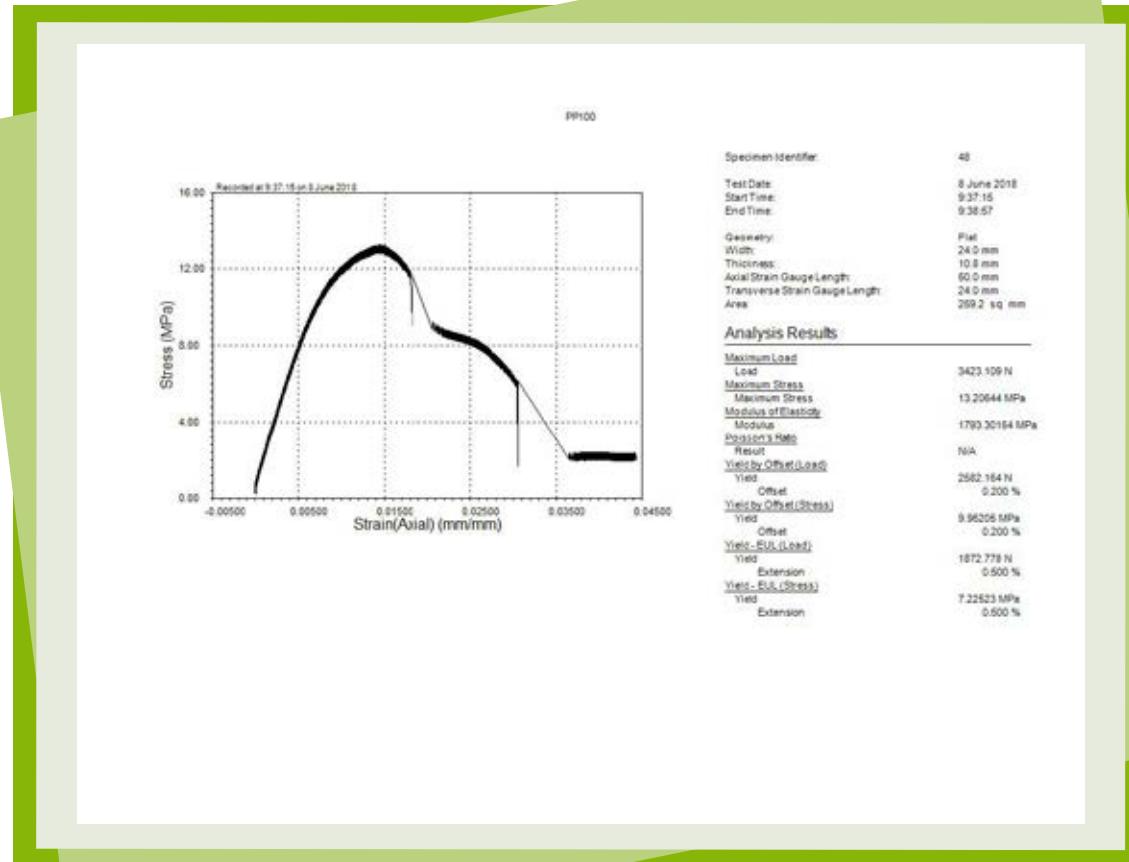
## TABLA RESULTADOS HDPE + TOQUILLA

Compuestos HDPE + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
PE+30 toquilla	23.7	27%	2.6	86%	15.5	167%

Tabla 14 Resultados HDPE+toquilla

## 3.10.2 PP (polipropileno)

PP: Ensayo de tracción

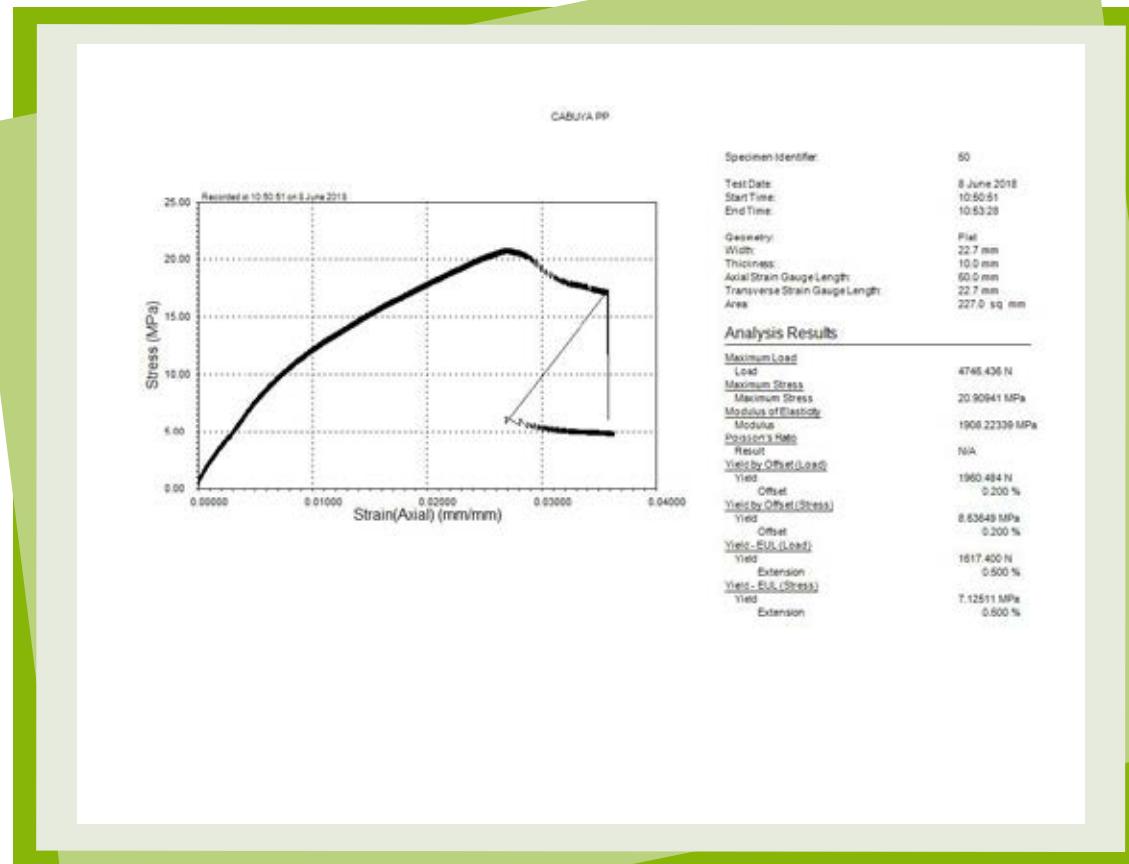


## TABLA RESULTADOS PP

Compuestos PPr + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
<b>PP</b>	<b>13.2</b>		<b>1.8</b>		<b>9.9</b>	

Tabla 15 Resultados PP

# PP + CABUYA: Ensayo de tracción



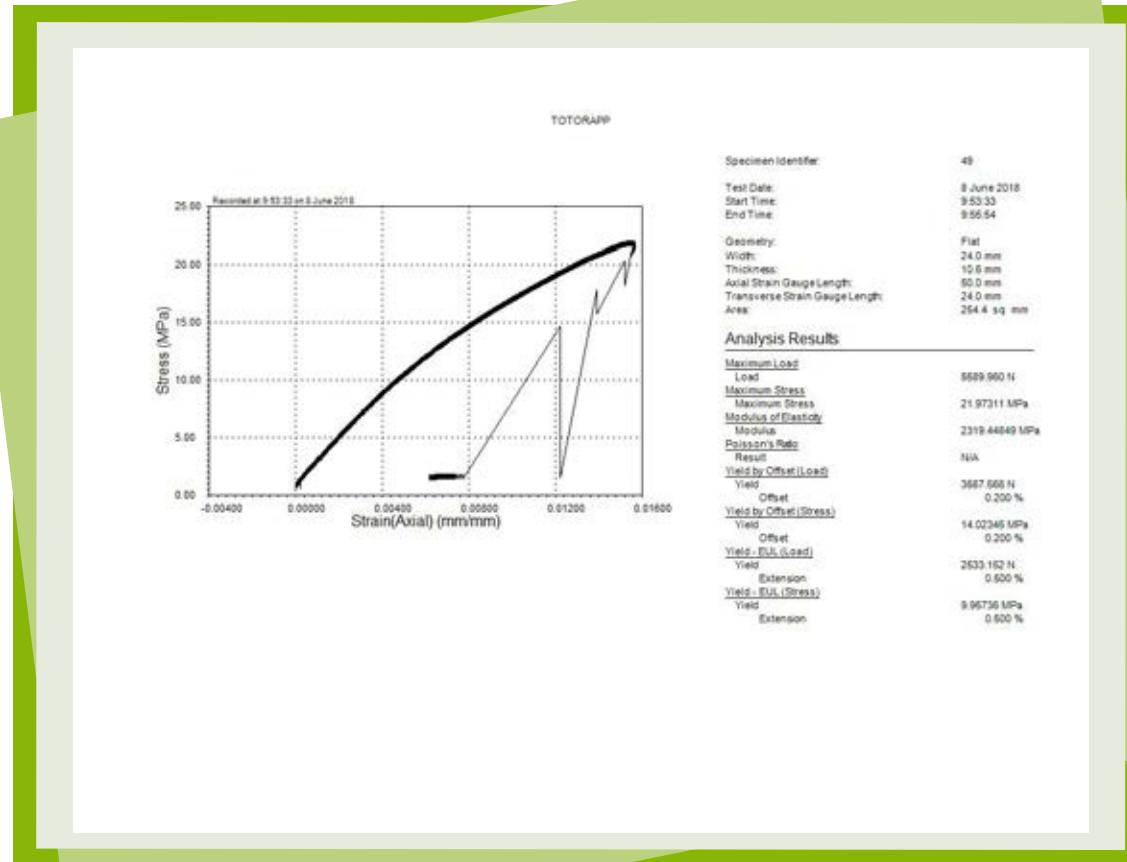
## TABLA RESULTADOS PP + CABUYA

Compuestos PPr + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
PE+30 cabuya	20.9	58%	1.9	6%	8.6	-13%

Tabla 16 Resultados PP+cabuya



# PP + TOTORA: Ensayo de tracción



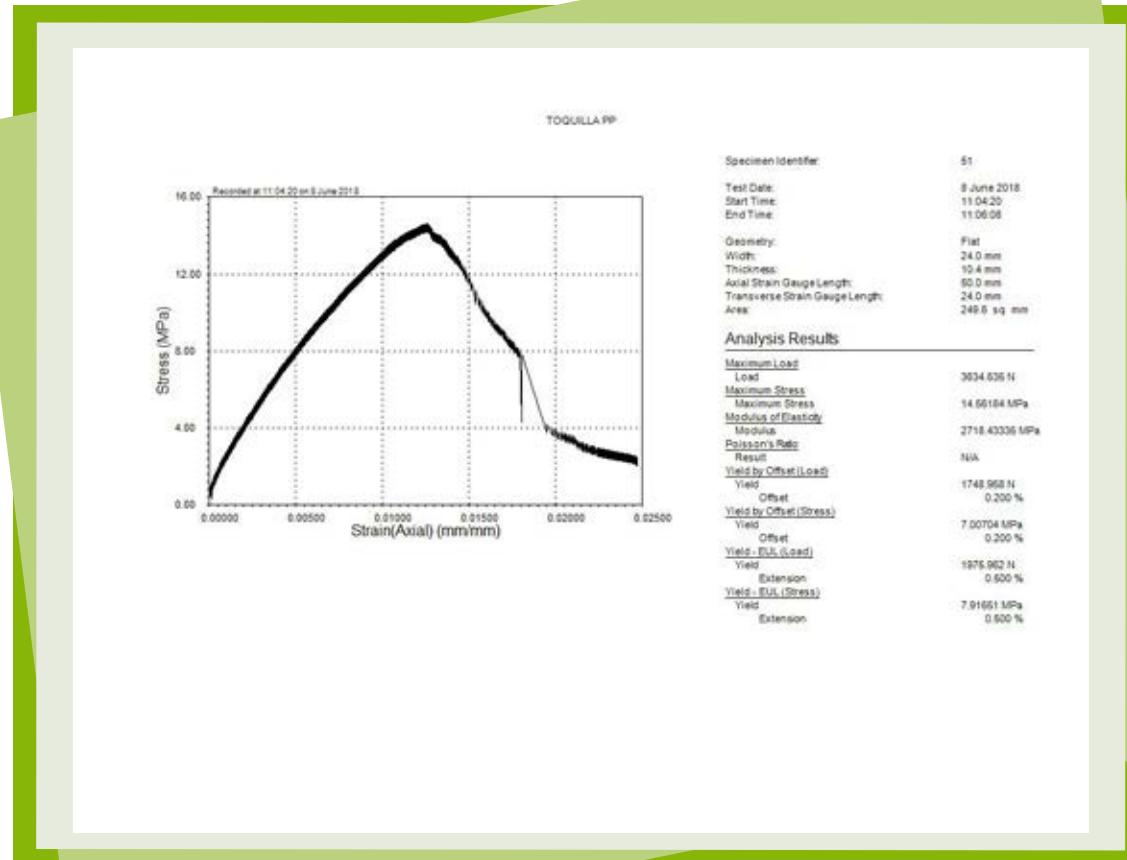
## TABLA RESULTADOS PP + TOTORA

Compuestos PPr + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
<b>PE+30 totora</b>	<b>21.9</b>	<b>66%</b>	<b>2.3</b>	<b>28%</b>	<b>14</b>	<b>41%</b>

Tabla 17 Resultados PP+totora



# PP + TOQUILLA: Ensayo de tracción



## TABLA RESULTADOS PP + TOQUILLA

Compuestos PPr + fibra natural						
Composición	Resistencia a tracción MPa	% Mejora	Módulo elástico GPa	% Mejora	Esfuerzo fluencia MPa	% Mejora
PE+30 toquilla	11.56	10%	2.7	50%	7	-29%

Tabla 18 Resultados PP+toquilla

### 3.10.3 Conclusiones:

Una vez efectuado los ensayos de tracción a las probetas "composites" se pudo determinar cuadros de resultados, en los cuales, mediante los parámetros planteados por dichos ensayos, se muestran las mejoras que presenta la implementación de fibras vegetales como refuerzo en una matriz polimérica reciclada con respecto al material reciclado como tal.

En general Las mejoras que presentan las fibras vegetales empleadas como refuerzo en matriz polimérica reciclada son evidentes, una más que otra.

En cuanto a resultados, para el grupo de los composites con PP reciclado como matriz polimérica, el que mejores resultados presenta es el composite con TOTORA empleado como refuerzo seguido del composite con CABUYA que presenta resultados similares.

Para el grupo de composites con HDPE reciclado como matriz polimérica, el que mejores resultados presenta es el composite con CABUYA empleada como refuerzo.

Como conclusión podemos observar que el composite con CABUYA empleada como refuerzo tanto en la matriz polimérica de PP y HDPE reciclado presentan mejoras notables, sabiendo que los resultados obtenidos con HDPE reciclado son superiores. Es por esta razón que el composite a emplearse para la generación de mobiliario se define como "HDPE reciclado como matriz con CABUYA empleada como refuerzo".

Después de haber establecido el tipo de composite a emplearse para la obtención de láminas plásticas mediante una tecnología se realizara dos aplicaciones de mobiliario, una silla para niños de 5 años y una repisa, para evidenciar de esta manera la versatilidad de aplicaciones del material, como parte final se realizara una propuesta a nivel de prototipo funcional. La propuesta presentada será el resultado de la investigación y experimentación de una problemática determinada en la cual el diseño de objetos toma su rango de acción, todo esto se realizara con la información que se ha recolectado, esto es de gran importancia ya que el diseño será concebido desde un inicio con sus medios productivos lo que hace que la concreción llegue a propuestas posibles de realizar con el uso de las tecnologías existentes en el medio





---

# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS

---



## 4.1 Introducción

La premisa de este proyecto tiene como tal la aplicación del material compuesto al mobiliario, por esta razón se ha decidido utilizar un objeto de uso cotidiano en el cual se pueda evidenciar la importancia que tiene el mismo en un entorno determinado como lo es la silla. Para tener una mayor apreciación o aplicación del material se generó un escritorio, éste objeto como complemento de la silla. El conjunto está pensado para interactuar en el entorno de una habitación.

El mobiliario está concebido desde una estética minimalista.

## 4.2 Minimalismo

Con el antecedente “menos es más” de Ludwig Mies Van der Rohe, el minimalismo se puede definir como todo aquello que ha sido reducido a lo esencial y que no presenta ningún remanente, además tiene como intención reducir los elementos utilizados, recurriendo a un lenguaje sencillo, líneas simples buscando con ello la mayor expresividad con los recursos mínimos donde todo se ajusta en armonía.

Tomando en cuenta estos aspectos o parámetros se pretende generar dicho mobiliario ya que esta estética permite el ahorro de energía en los procesos productivos debido a la anulación de elementos curvados o decorativos en su fabricación.

Además se trabajó la forma mediante elementos geométricos. En el cual prepondera el hexágono, concebido como una forma de representar calma y dinamismo, ideal para emplearlo como mobiliario infantil, siendo la cromática otro factor clave para el mismo.

A continuación un breve concepto de los objetos a desarrollarse.



## 4.2.1 Silla

Una silla es un mueble con respaldo, cuya finalidad es servir de asiento a una sola persona. Suele tener cuatro patas, aunque puede haber de una, dos, tres o más. Suelen estar elaboradas en diferentes materiales: madera, hierro, forja, plástico o una combinación de varios. Las sillas clásicas son aquellas que tienden a sobresalir más gracias a que estas suelen ser elegantes y de un estilo relevantemente común. (Rafael, Facultad De Arquitectura, Diseño, Proyecto, & Rouanet, n.d.)

## 4.2.2 Escritorio

Definido como un componente del mobiliario, El escritorio se complementa con la silla, generando así es un espacio de trabajo para realizar diferentes actividades que van desde colocar utensilio sencillos como un lápiz hasta realizar tareas más colocar objetos como computadoras, entre otros.



## 4.3 Tecnología empleada

### Router CNC

El Router es una herramienta eléctrica que se usa para fresar o agujerear un área determinada de piezas duras como la madera o el plástico, esta herramienta controla todos los movimientos de los parámetros en su proceso de elaboración como coordenadas, velocidad, tamaño y espesor de la broca, entre otras más. (Daza & Luengas, 2016)

**Mediante experimentaciones realizadas se pudo concretar que esta tecnología es compatible con las láminas fabricadas dando excelentes resultados, en pro de esta información, se realizaran los objetos propuestos. Ya que nos permite generar versatilidad a la hora de crear formas.**



Figura 39 Router CNC

## 4.3.1 Tecnología alternativa

### Corte láser

Esta tecnología consiste en la generación de cortes y grabados en diferentes materiales mediante un haz de luz láser, para cada tipo de material se presentan una serie de particularidades y exigencias distintas.

En cuanto a la aplicación de la tecnología a la madera tiene como funciones cortar, troquelar y grabar diversos tipos de madera y DM/MDF, con la finalidad de generar y personalizar todo tipo de objetos, desde juguetes, pasando por objetos decorativos hasta muebles.

Mediante experimentaciones realizadas se pudo concretar que esta tecnología es compatible con las láminas fabricadas de 4mm de espesor dando excelentes resultados.

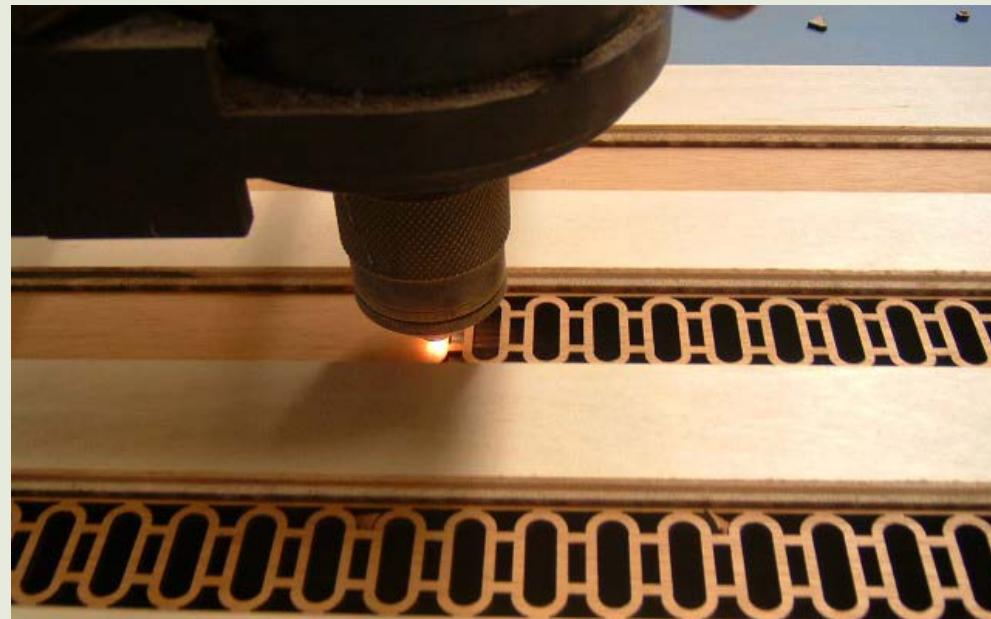
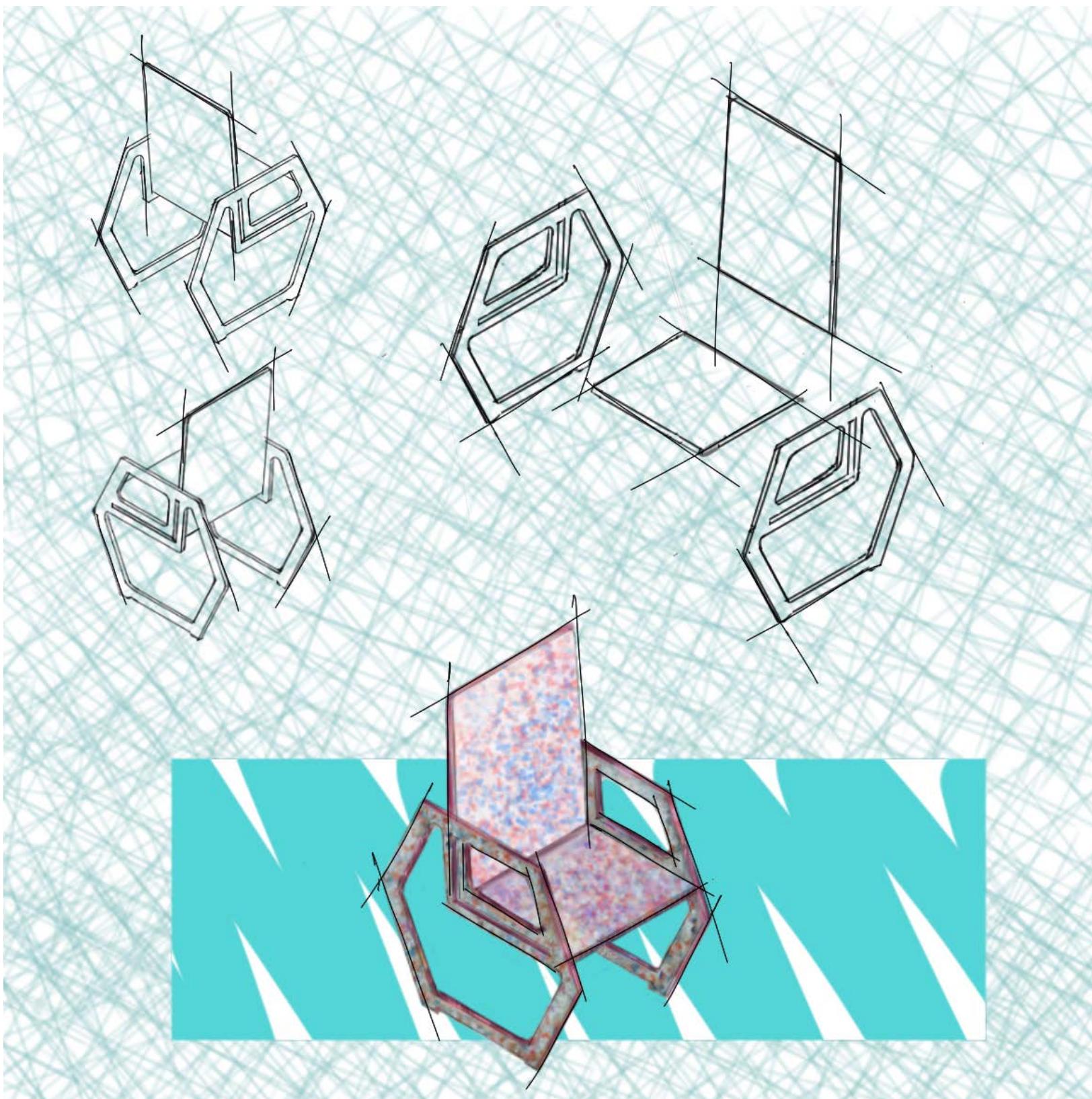
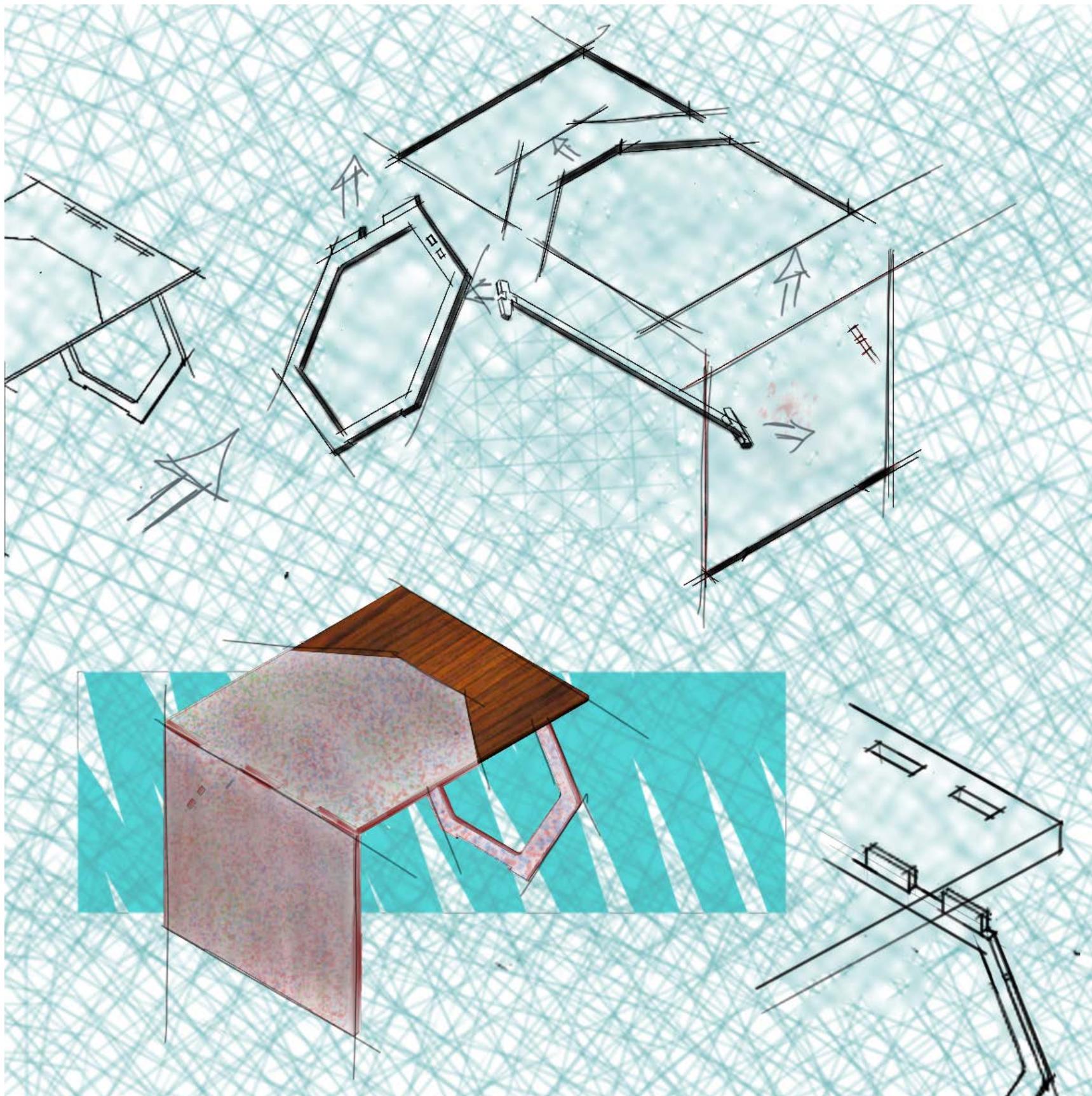


Figura 40 Corte láser

## 4.4 Propuesta



Propuesta para silla



Propuesta para escritorio

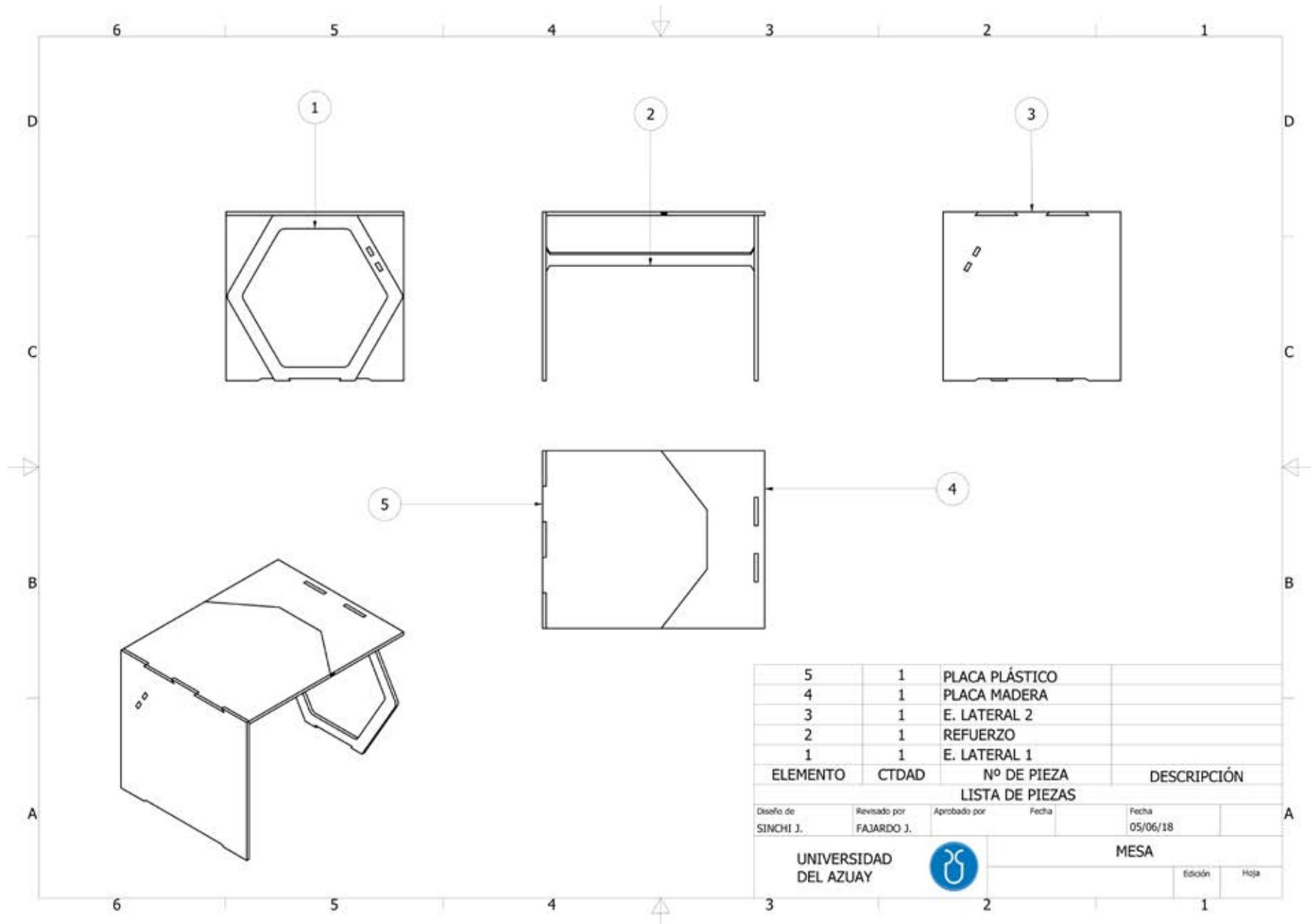
## 4.5 Ambientación





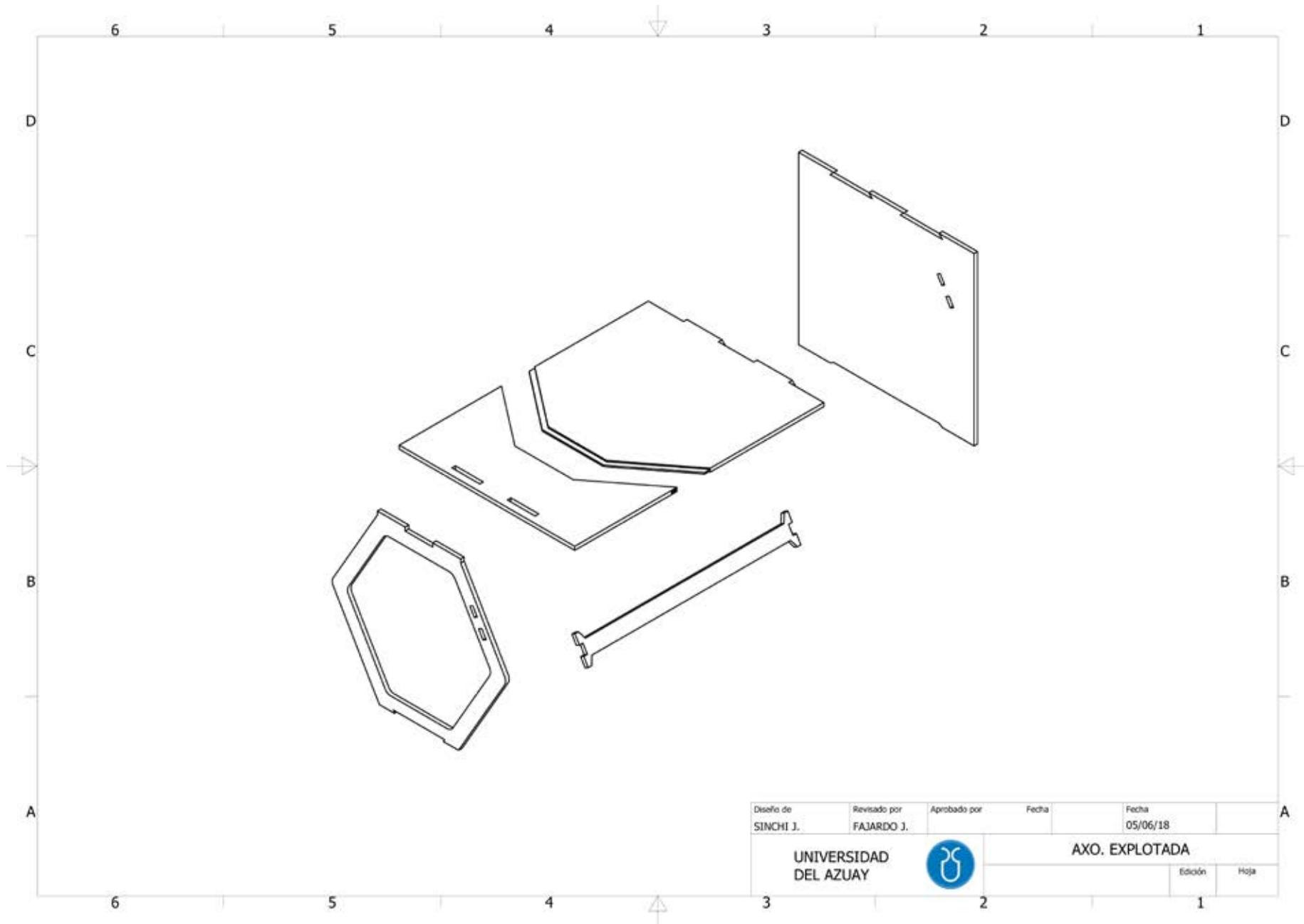


## 4.6 Planos técnicos



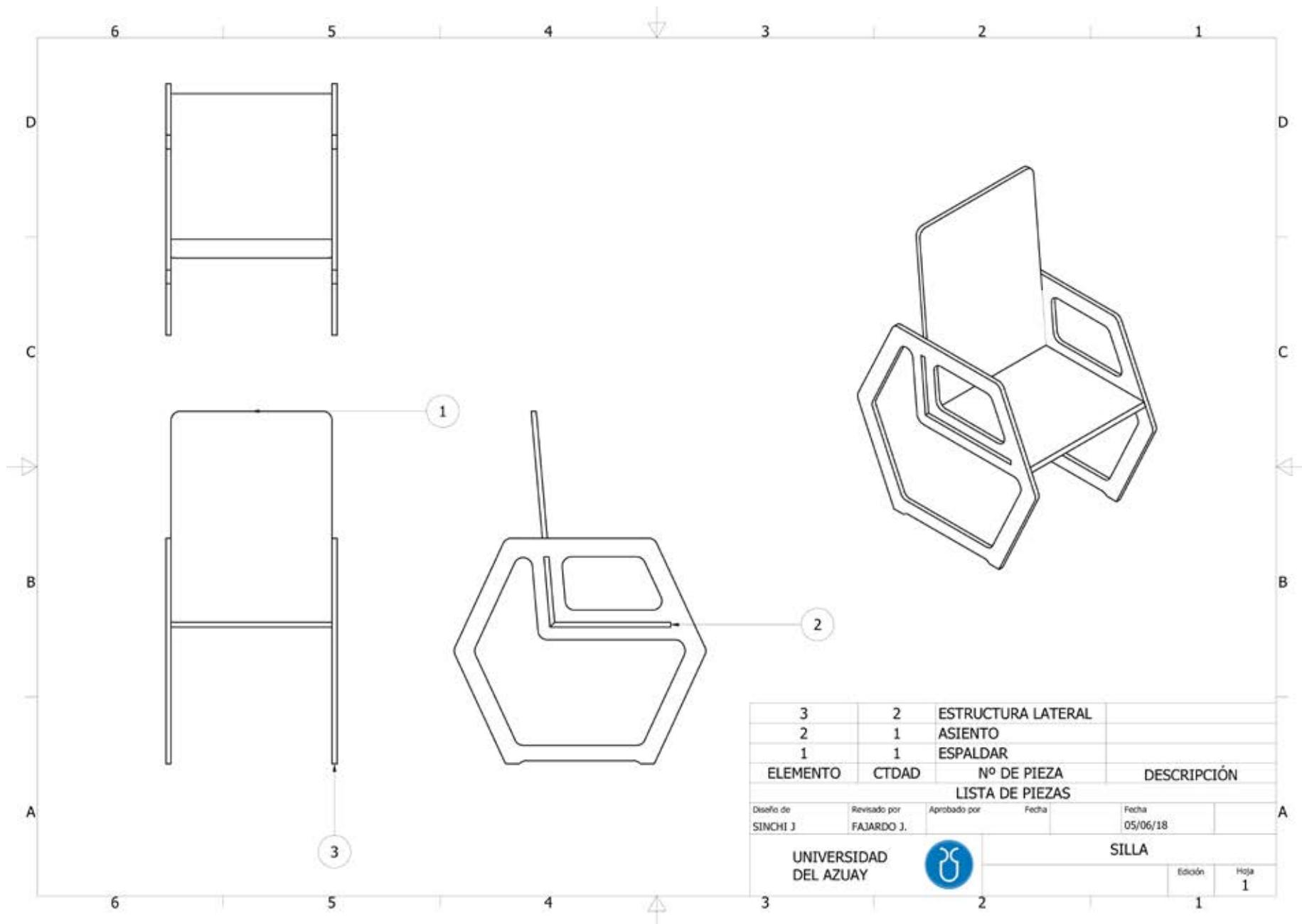
Conjunto mesa





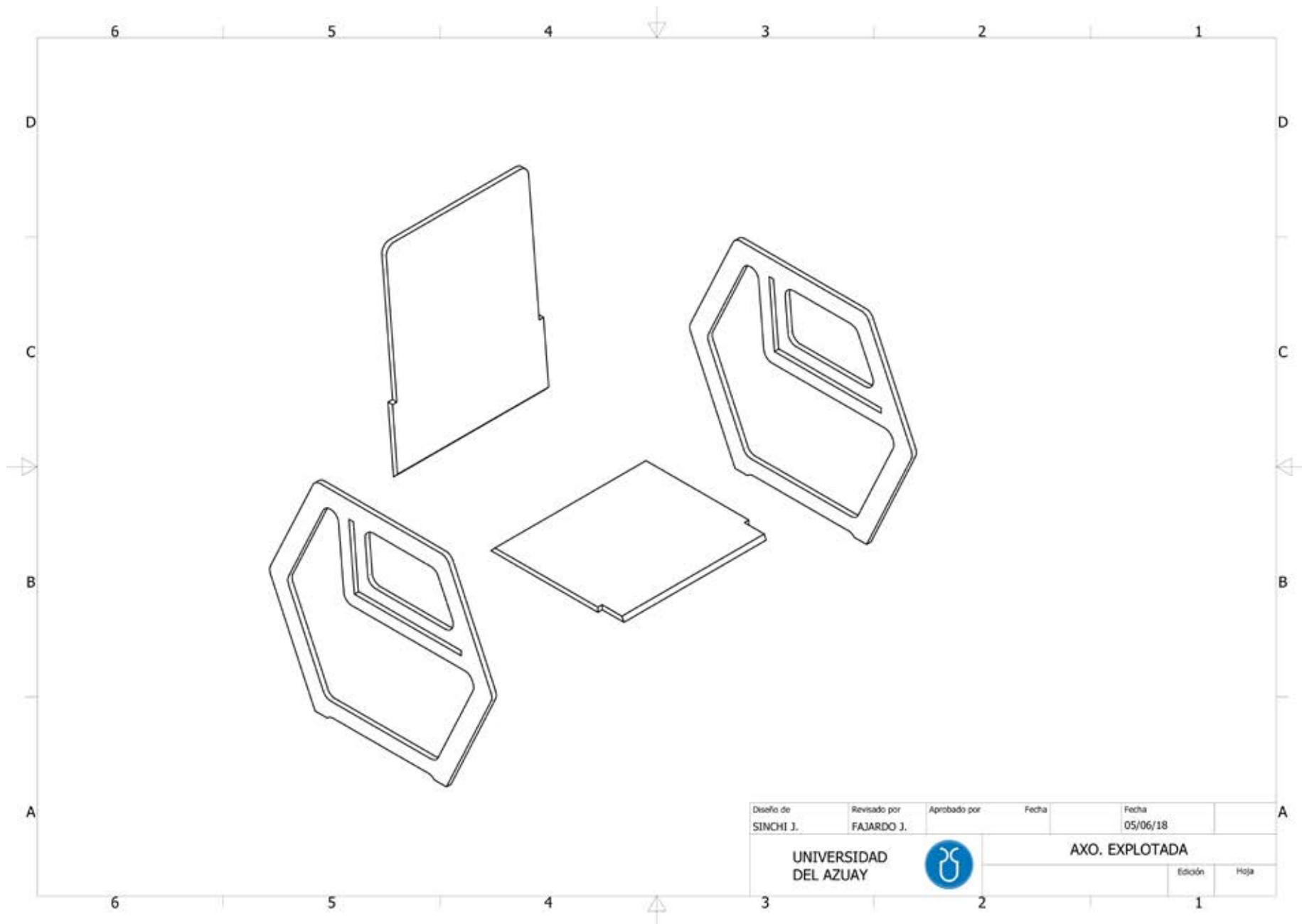
Axonometría explotada mesa





ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
3	2	ESTRUCTURA LATERAL	
2	1	ASIENTO	
1	1	ESPALDAR	
LISTA DE PIEZAS			
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha
SINCHI J	FAJARDO J.		05/06/18
UNIVERSIDAD DEL AZUAY			SILLA
		Edición	Hoja
			1

Conjunto silla



Axonometría explotada silla

# BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA. (n.d.). AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA Together Secure Sustainable. Retrieved from [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016\\_ExecutiveSummary\\_Spanishversion.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016_ExecutiveSummary_Spanishversion.pdf)

Arandes, J. M., Bilbao, J., & Valerio, D. L. (n.d.). Revista Iberoamericana de Polímeros RECICLADO DE RESIDUOS PLÁSTICOS LOS RESIDUOS PLÁSTICOS. Retrieved from <http://www.arpet.org/docs/Reciclado-de-residuos-plasticos-Revista-Iberoamericana-de-Polimeros.pdf>

Borsani, A., & Silvia, M. (2011). Herramientas de diseño y técnicas de control ambiental. Retrieved from [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani\\_María\\_Silvia.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani_María_Silvia.pdf)

Chávez, L., Alejandro, R., Espinosa, P., & Andrés, G. (n.d.). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ &quot; FABRICACIÓN DE UN RETROVISOR PARA EL VEHÍCULO SUZUKI FORSA CON MATERIAL COMPUESTO DE MATRIZ POLIMÉRICA DE POLIÉSTER Y REFUERZO NATURAL DE CABUYA &quot;. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6223/1/65T00220.pdf>

Chicky Ticko. (2017). MARCO TEÓRICO CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. SCRIBD. Retrieved from [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/kupdf.com\\_marco-teorico-contaminacion-ambientaldocx\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/kupdf.com_marco-teorico-contaminacion-ambientaldocx(1).pdf)

Estrategias de Ecodiseño Al Introducción. (n.d.). Retrieved from <https://hdiunlp.files.wordpress.com/2014/09/4-estrategias-para-el-ecodiseño3blo.pdf>

Favaloro René. (2015). René Gerónimo Favaloro: Si no tomamos conciencia del desastre ecológico que el hombre ha de... Retrieved February 6, 2018, from <https://www.mundifrases.com/frase/rene-geronimo-favalo-si-no-tomamos-conciencia-del/>

GonzálezCabrero, J. (n.d.). El Diseño en el paradigma actual (influencias de macro-tendencias en la aplicación del diseño). Retrieved from <https://www.academia.edu/32083660/>

El\_Diseño\_en\_el\_paradigma\_actual\_influencias\_de\_macro-tendencias\_en\_la\_aplicación\_del\_diseño\_Karlsson, R., & Luttrupp, C. (2006). EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.010>

Beltrán M y Marcilla A. (n.d.). TEMA 2. TIPOS DE PLÁSTICOS, ADITIVACIÓN Y MEZCLADO. Retrieved from <http://iq.ua.es/TPD/Tema2.pdf>

Borsani, A., & Silvia, M. (2011). Herramientas de diseño y técnicas de control ambiental. Retrieved from [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani\\_María\\_Silvia.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani_María_Silvia.pdf)

Díaz, F. (2012). Conformado De Plásticos. Conformado de Materiales Plásticos, 86. Retrieved from [http://olimpia.cuautlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m6/conformado\\_de\\_plasticos.pdf](http://olimpia.cuautlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado_de_plasticos.pdf)

Olivares Santiago, M., Galán Marín, C., Roa Fernández, J., & Fernández, J. R. (2003). Los composites. Características y aplicaciones en la edificación. Informes de La Construcción, 54(484), 45-62. <https://doi.org/10.3989/ic.2003.v54.i484.568>

Perez Oscar. (2009). sistemas de manufactura. Retrieved from <http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2009.020.pdf>

Távora, R. R. (2004). PROPUESTA DE RECICLAJE MECÁNICO DE PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE PIURA. Retrieved from [https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING\\_418.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING_418.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villalón, D., Jiménez, G., Iriarte, A., & Hombrados, L. (n.d.). UTILIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS PUENTES. Retrieved from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/6313/1/IIJC\\_Diego.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/6313/1/IIJC_Diego.pdf)

## BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES

1. <http://www.who.int/phe/infographics/ceh-Infographics-2017-Spanish-1-1200px.jpg?ua=1>
2. <https://www.ecoembes.com/sites/default/files/reciclaje-en-datos-2017.pdf>
3. <http://contaminacion20122.blogspot.com/2012/07/contaminacion-ambiental-universidad-de.html>
4. <https://pxhere.com/es/photo/750578>
5. <http://imaginacolima.blogspot.com/2011/06/transporte-motorizado-y-contaminacion.html>
6. [http://www.centromandela.com/wp-content/uploads/2015/11/agroquimicos\\_1.jpg](http://www.centromandela.com/wp-content/uploads/2015/11/agroquimicos_1.jpg)
7. <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-plastico.pdf>
8. Realizado por el autor
9. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
10. Realizado por el autor
11. <http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2014/12/guiaecodisenosector-plastico.pdf>
12. <http://www.disup.com/the-new-raw-print-your-city-mobiliario-urbano-reciclado-impreso-en-3d/>
13. <https://www.revistaestilopropio.com/nota/endless-chair-el-diseno-infinito/>
14. Realizado por el autor
15. <http://www.ecuaplasticsc.com/index.php/productos>
16. <http://www.ecuaplasticsc.com/index.php/productos>
17. <http://www.elcomercio.com/tendencias/diadelambiente-reciclaje-botellas-plastico-feria.html>
18. <https://www.enkador.com/products-and-solutions/textile/socks.html>
19. <http://www.larevista.ec/actualidad/vivienda-y-decoracion/usos-de-madera-plastica>
20. Realizado por el autor
21. Realizado por el autor
22. Realizado por el autor
23. Realizado por el autor
24. Realizado por el autor
25. [https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20\(1\)%20Materiales%2011%20GCTE%20\(2016-17\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20(1)%20Materiales%2011%20GCTE%20(2016-17).pdf)
26. <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn14.html>
27. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/codigos-de-los-plasticos.html>
28. <http://eugeniamuscio.blogspot.com/2013/12/shigras-de-la-sierra-de-ecuador.html>
29. <http://www.artesaniapradena.cl/materiales.html>
30. <https://vistaalpatrimoniodelahumanidad.files.wordpress.com/2015/07/santa-ana-provincia-de-manabici49b.png>
31. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html>
32. <http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/fabricacion.html>
33. <http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/fabricacion.html>
34. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-transferencia.html>
35. <http://procesosdemanufacturaepoch.blogspot.com/2013/05/procesos-de-conformacion-de-plasticos.html>
36. <http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/fabricacion.html>
37. <http://slideplayer.es/slide/5521245/17/images/11/Calandrado.jpg>
38. <http://slideplayer.es/slide/5521245/17/images/11/Calandrado.jpg>
39. <https://www.surplex.com/es/m/7/router-cnc-working-centre-for-routing-452850.html>
40. <http://protoner-cpl64.wordpressesstemporal.com/?product=corte-madera-3mm>

# BIBLIOGRAFÍA DE TABLAS

Tabla 1 Ecodiseño	<a href="http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2014/12/guiaecodiseno-sector-plastico.pdf">http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2014/12/guiaecodiseno-sector-plastico.pdf</a>
Tabla 2 Propiedades mecánicas HDPE	<a href="http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-alta-densidad">http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-alta-densidad</a>
Tabla 3 Propiedades físicas HDPE	<a href="http://quimicaugc3.blogspot.com/2015/11/propiedades-del-polietileno-de-alta.html">http://quimicaugc3.blogspot.com/2015/11/propiedades-del-polietileno-de-alta.html</a>
Tabla 4 Propiedades mecánicas PP	<a href="http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polipropileno">http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polipropileno</a>
Tabla 5 Propiedades físicas PP	<a href="http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html">http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html</a>
Tabla 6 Definición de unidad de análisis	Realizado por el autor
Tabla 7 Materiales y tecnologías	Realizado por el autor
Tabla 8 Materiales y tecnologías	Realizado por el autor
Tabla 9 Materiales y tecnologías	Realizado por el autor
Tabla 10 Materiales y tecnologías	Realizado por el autor
Tabla 11 Resultados HDPE	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 12 Resultados HDPE+cabuya	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 13 Resultados HDPE+tatora	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 14 Resultados HDPE+toquilla	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 15 Resultados PP	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 16 Resultados PP+cabuya	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 17 Resultados PP+tatora	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)
Tabla 18 Resultados PP+toquilla	Grupo de investigaciones en nuevos materiales y procesos de transformación (GIMAT)

# ANEXOS

## OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.1

Ficha Técnica Materiales			
EXP 1		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Hornilla, sistema de calefacción tipo H		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	550g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Grande	640 X 810 mm	
Desmoldante	Talco	-----	
T precalentamiento	2 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	20 min.	-----	
T prensado	6 min.	-----	
Espesor Inicial	25 mm.	635 x 805 mm.	
Espesor Final	6 mm.	635 x 805 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a una mala distribución de calor por el sistema de calefacción utilizado, generando un material fundido en ciertas partes de la lámina		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.2

Ficha Técnica Materiales			
EXP 2		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Hornilla, sistema de calefacción tipo H		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	550g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Grande	640 X 810 mm	
Desmoldante	Talco	-----	
T precalentamiento	2 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	11 min.	-----	
T prensado	11 min.	-----	
Espesor Inicial	25 mm.	635 x 805 mm.	
Espesor Final	7 mm.	635 x 805 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a una mala distribución de calor por el sistema de calefacción utilizado, generando un material fundido en la parte inferior de la lámina y en la parte superior con se logro compactar		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.3

Ficha Técnica Materiales			
EXP 3		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Hornilla</b> , sistema de calefacción tipo H		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	650g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Grande	640 X 810 mm	
Desmoldante	Talco	-----	
T precalentamiento	3 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	27 min.	-----	
T prensado	25 min.	-----	
Espesor Inicial	25 mm.	635 x 805 mm.	
Espesor Final	7 mm.	635 x 805 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a una mala distribución de calor por el sistema de calefacción utilizado, generando una lámina compactada en el centro, pero en sus bordes no se compacto		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.4

Ficha Técnica Materiales			
EXP 4		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión		
<b>EQUIPOS</b>	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Hornilla</b> , sistema de calefacción tipo H		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precaletamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	
Material plástico	PP	600g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Grande	640 X 810 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precaletamiento	3 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	27 min.	-----	
T prensado	20 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	635 x 805 mm.	
Espesor Final	7 mm.	635 x 805 mm.	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a una mala distribución de calor por el sistema de calefacción utilizado, ya que en la parte inferior de la lámina el material se fundió y en la parte superior no se compactó		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP. 5

Ficha Técnica Materiales			
EXP 5		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Hornilla, sistema de calefacción tipo H		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	600g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Grande	640 X 810 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	4 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	13 min.	-----	
T prensado	18 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	635 x 805 mm.	
Espesor Final	7 mm.	635 x 805 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material se fundió rápidamente debido a la implementación de un soplete para calentar la parte superior de la lámina		



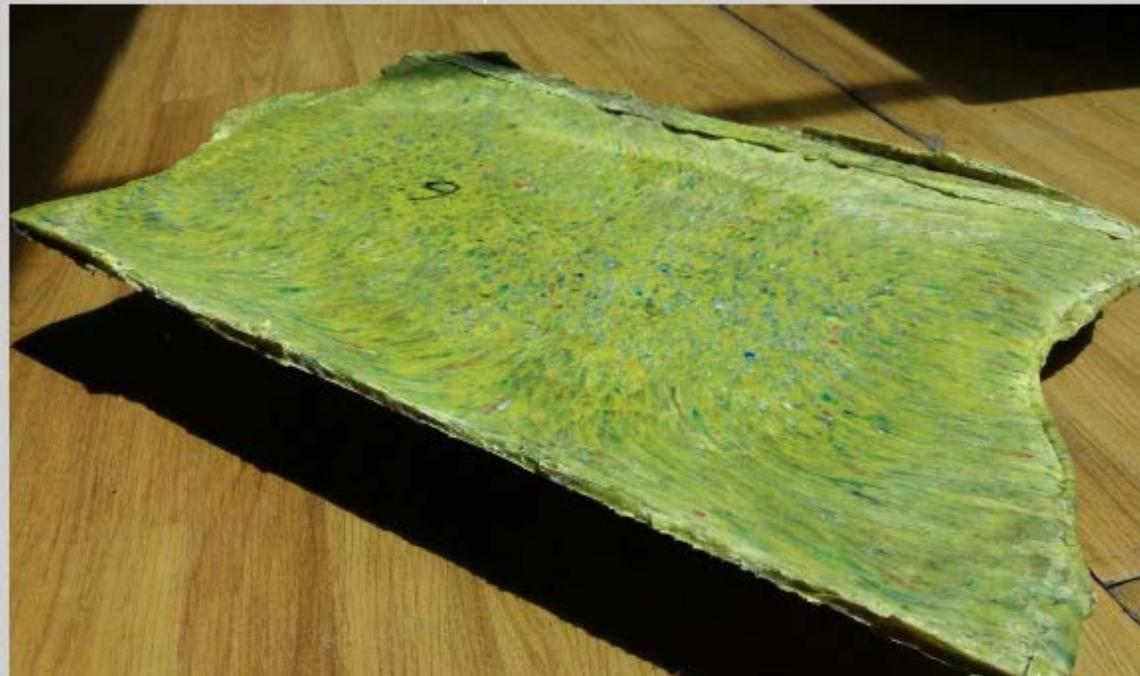
# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.6

Ficha Técnica Materiales



EXP 6

<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión	
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Hornilla, sistema de calefacción tipo H	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo	
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>
Material plástico	PP	600g.
Material refuerza	-----	-----
Orientación de fibra	-----	-----
Molde	Grande	640 X 810 mm
Desmoldante	Removedor de pintura	-----
T precalentamiento	4 min.	-----
Temperatura	-----	-----
T calentamiento	10 min.	-----
T prensado	10 min.	-----
Espesor Inicial	20 mm.	635 x 805 mm.
Espesor Final	7 mm.	635 x 805 mm.
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material se fundió rápidamente debido a la implementación de un soplete para calentar la parte superior de la lamina	



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.7

Ficha Técnica Materiales			
EXP 7		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<i>MÉTODO</i>	Moldeo por compresión		
<i>EQUIPOS</i>	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Horno industrial</b> , sistema de calefacción tipo U		
<i>DESCRIPCIÓN</i>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
<i>UNIDAD DE ANÁLISIS</i>	<i>PARÁMETRO</i>	<i>UNIDAD</i>	
Material plástico	PP	300g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	5 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	20 min.	-----	
T prensado	6 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 295 mm.	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que las partículas plásticas no se compactaron obteniendo una lamina frágil.		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.8

Ficha Técnica Materiales			
EXP 8		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	300g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	5 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	22 min.	-----	
T prensado	6 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que las partículas plásticas no se compactaron obteniendo una lámina frágil.		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.10

Ficha Técnica Materiales			
EXP 10		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Horno industrial</b> , sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	345 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	5 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	16 min.	-----	
T prensado	10 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	8 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material no se calentó lo suficiente para que sus partículas se unan y posterior se compacten, pero ya se empieza a tener una lámina entera, buen indicador		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.11

Ficha Técnica Materiales			
EXP 11		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	
Material plástico	PP	345 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	-----	-----	
T calentamiento	10 min.	-----	
T prensado	8 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	8 mm.	145 x 295 mm.	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material no se calentó lo suficiente para que sus partículas se unan y posterior se compacten, pero ya se empieza a tener una lámina entera, y mejor compactación que la anterior		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.12

Ficha Técnica Materiales			
EXP 12		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<i>MÉTODO</i>	Moldeo por compresión		
<i>EQUIPOS</i>	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Horno industrial</b> , sistema de calefacción tipo U		
<i>DESCRIPCIÓN</i>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
<i>UNIDAD DE ANÁLISIS</i>	<i>PARÁMETRO</i>	<i>UNIDAD</i>	
Material plástico	PP	359 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	150 °C	-----	
T calentamiento	70 min.	-----	
T prensado	35 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	9 mm.	145 x 295 mm.	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material no se compactó de manera óptima, pero presente mayor rigidez que la anterior		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.13

Ficha Técnica Materiales			
EXP 13		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	345 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	200 °C	-----	
T calentamiento	63 min.	-----	
T prensado	30 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el material no se compacto de manera óptima, pero presente mayor rigidez que la anterior		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.14

Ficha Técnica Materiales			
EXP 14		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	365 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	14 min.	-----	
Temperatura	250 °C	-----	
T calentamiento	30 min.	-----	
T prensado	15 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	3 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que el materia ya se compacto pero se obtuvo una lámina fundida debido a un exceso de temperatura "exceso de rebabas"		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.16

EXP 16		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	375 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	12 min.	-----	
Temperatura	275 °C	-----	
T calentamiento	38 min.	-----	
T prensado	16 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	8 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que no se logró compactar en su totalidad presentado una lámina con deficiencia		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.17

Ficha Técnica Materiales		
		
EXP 17		
MÉTODO	Moldeo por compresión	
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U	
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo	
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD
Material plástico	PP	375 g.
Material refuerza	-----	-----
Orientación de fibra	-----	-----
Molde	Pequeño	150 X 300 mm
Desmoldante	Removedor de pintura	-----
T precalentamiento	15 min.	-----
Temperatura	225 °C	-----
T calentamiento	60 min.	-----
T prensado	20 min.	-----
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.
Espesor Final	8 mm.	145 x 295 mm.
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que no se logró compactar en su totalidad presentado una lámina con deficiencia, brinda mayor resistencia que la lamina anterior	



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.18

Ficha Técnica Materiales			
EXP 18		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	370 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	17 min.	-----	
Temperatura	280 °C	-----	
T calentamiento	21 min.	-----	
T prensado	10 min.	-----	
Espesor Inicial	12 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	6 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que no se logró compactar en su totalidad presentado una lámina con deficiencia, brinda mayor resistencia y compactación que la lámina anterior		



# OBTENCIÓN DE LÁMINA PLÁSTICA EXP.19

Ficha Técnica Materiales			
EXP 19		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	373 g.	
Material refuerza	-----	-----	
Orientación de fibra	-----	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	Removedor de pintura	-----	
T precalentamiento	11 min.	-----	
Temperatura	275 °C	-----	
T calentamiento	30 min.	-----	
T prensado	15 min.	-----	
Espesor Inicial	20 mm.	145 x 295 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 295 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA debido a que no se logró compactar en su totalidad presentado una lámina con deficiencia, brinda mayor resistencia y compactación que la lámina anterior		



# SEGUNDA PARTE DE EXPERIMENTACION "FIBRAS"

## OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 1.1

Ficha Técnica Materiales			
EXP 1.1		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	182.4 g	95 %
Material refuerza	CABUYA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Ortogonal	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que las fibras de cabuya se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 2

Ficha Técnica Materiales			
EXP 2		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	182.4 g	95 %
Material refuerza	CABUYA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD-40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que las fibras de cabuya se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 2.1

Ficha Técnica Materiales			
EXP 2.1		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	182.4 g	95 %
Material refuerza	CABUYA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Ortogonal	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de cabuya se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 3

Ficha Técnica Materiales			
UNIVERSIDAD DEL AZUAY			
EXP 3			
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	182.4 g	95 %
Material refuerza	TOTORA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que las fibras de totora se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 3.1

Ficha Técnica Materiales				
EXP 3.1		UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	PP	182.4 g	95 %	
Material refuerza	TOTORA	9.6 g	5 %	
Orientación de fibra	Ortogonal	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD-40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.		
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que las fibras de totora se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa			



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 4

Ficha Técnica Materiales			
EXP 4		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Horno industrial</b> , sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HOPE	182.4 g	95 %
Material refuerza	TOTORA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD - 40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que las fibras de totora se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		
			

# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 5

Ficha Técnica Materiales			
EXP 5		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	<b>Prensa hidráulica</b> de dos columnas, un pistón de 20 T. <b>Horno industrial</b> , sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	PP	182.4 g	95 %
Material refuerza	TOQUILLA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD-40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	<b>LÁMINA VÁLIDA</b> ya que las fibras de toquilla se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 5.1

Ficha Técnica Materiales			
EXP 5.1		 <b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>	
<b>MÉTODO</b>	Moldeo por compresión		
<b>EQUIPOS</b>	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	
Material plástico	PP	182.4 g	95 %
Material refuerza	TOQUILLA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Ortogonal	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD-40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
<b>OBSERVACIONES</b>	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de toquilla se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 5% EXP. 6.1

Ficha Técnica Materiales			
EXP 6.1		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	182.4 g	95 %
Material refuerza	TOQUILLA	9.6 g	5 %
Orientación de fibra	Ortogonal	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD-40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	7 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA VÁLIDA ya que las fibras de toquilla se sueldan de manera correcta con la matriz plástica. También se da una irregularidad de espesores en la lámina debido a problemas en la prensa		



# FIBRAS CON 17%

## OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 17% EXP. 1

Ficha Técnica Materiales				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
EXP 1				
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	PP	159.4 g	83 %	
Material refuerza	CABUYA	32.6 g	17 %	
Orientación de fibra	Unidireccional	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD-40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.		
Espesor Final	9 mm.	145 x 145 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA ya que las fibras de cabuya no se sueldan de manera correcta con la matriz plástica, dando como resultado el desprendimiento de capas debido a un exceso de fibra (acumulación de fibra en ciertas partes de la lámina)			



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 17% EXP. 2.1

Ficha Técnica Materiales				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
EXP 2.1				
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	HDPE	159.4 g	83 %	
Material refuerza	TOTORA	32.6 g	17 %	
Orientación de fibra	Ortogonal	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD - 40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.		
Espesor Final	9 mm.	145 x 145 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA ya que las fibras de totora no se sueldan de manera correcta con la matriz plástica, dando como resultado el desprendimiento de capas debido a un exceso de fibra (acumulación de fibra en cada capa)			



# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 17% EXP. 3

Ficha Técnica Materiales			
EXP 3		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
MÉTODO	Moldeo por compresión		
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U		
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo		
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD	
Material plástico	HDPE	159.4 g	83 %
Material refuerza	TOQUILLA	32.6 g	17 %
Orientación de fibra	Unidireccional	-----	
Molde	Pequeño	150 X 300 mm	
Desmoldante	WD-40	-----	
T precalentamiento	10 min.	-----	
Temperatura	285 °C	-----	
T calentamiento	45 min.	-----	
T prensado	19 min.	-----	
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 145 mm.	
Espesor Final	9 mm.	145 x 145 mm.	
OBSERVACIONES	LÁMINA DEFECTUOSA ya que la lámina no presenta homogeneidad en sus capas, debido a un exceso de fibra de toquilla (acumulación de fibra en cada capa)		



# FIBRAS CON 15%

## OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 15% EXP.2

Ficha Técnica Materiales				
EXP 2		UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	HDPE	347.2 g	85 %	
Material refuerza	CABUYA	44.3 g	15 %	
Orientación de fibra	Unidireccional	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD-40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 295 mm.		
Espesor Final	9 mm.	145 x 295 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se suelde de manera óptima a la matriz plástica			
				

# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 15% EXP.3

Ficha Técnica Materiales				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
EXP 3				
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	PP	360.6 g	85 %	
Material refuerza	TOTORA	32 g	15 %	
Orientación de fibra	Unidireccional	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD-40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 295 mm.		
Espesor Final	9 mm.	145 x 295 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA VÁLIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se suelde de manera óptima a la matriz plástica			

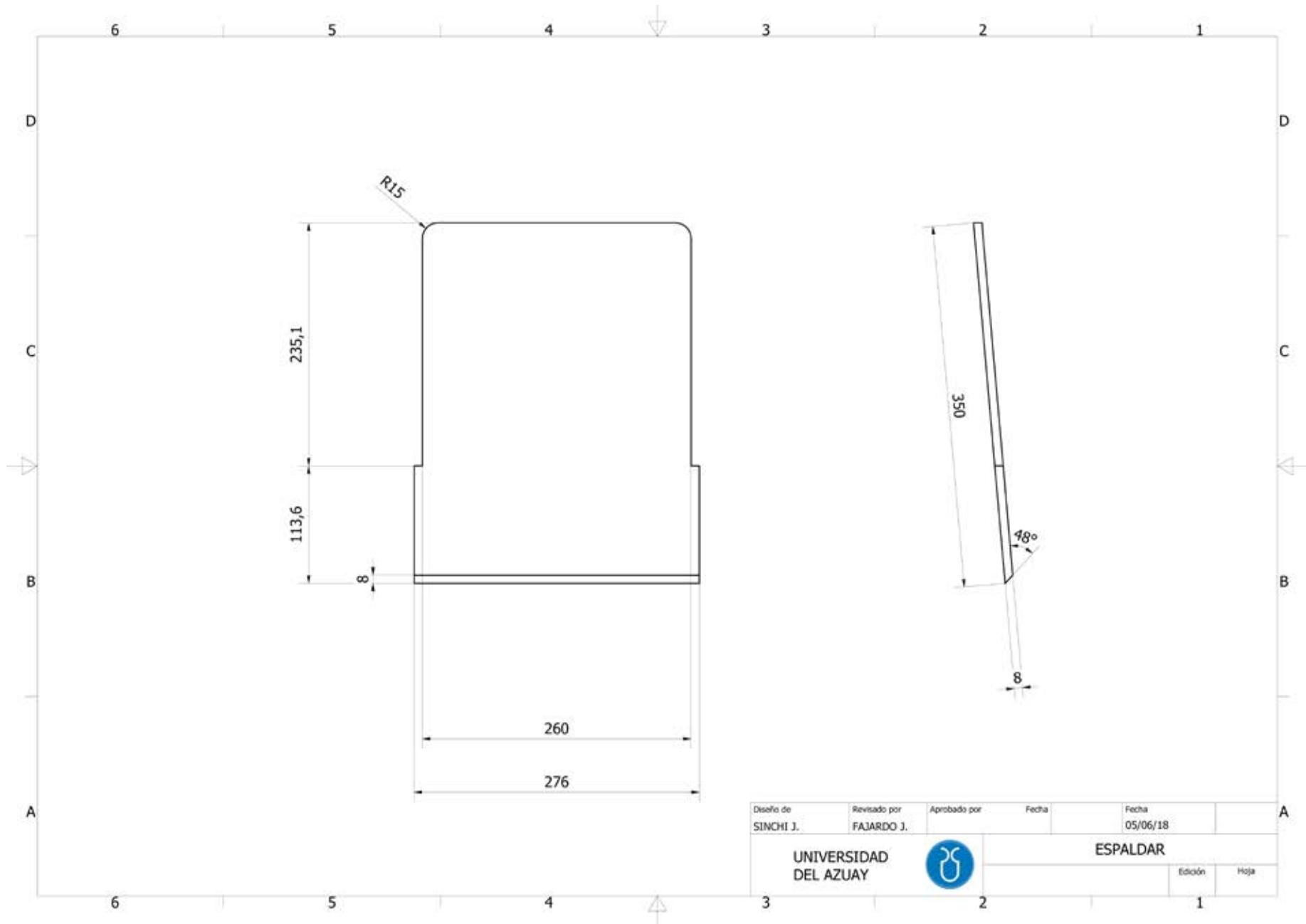


# OBTENCIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO 15% EXP.5

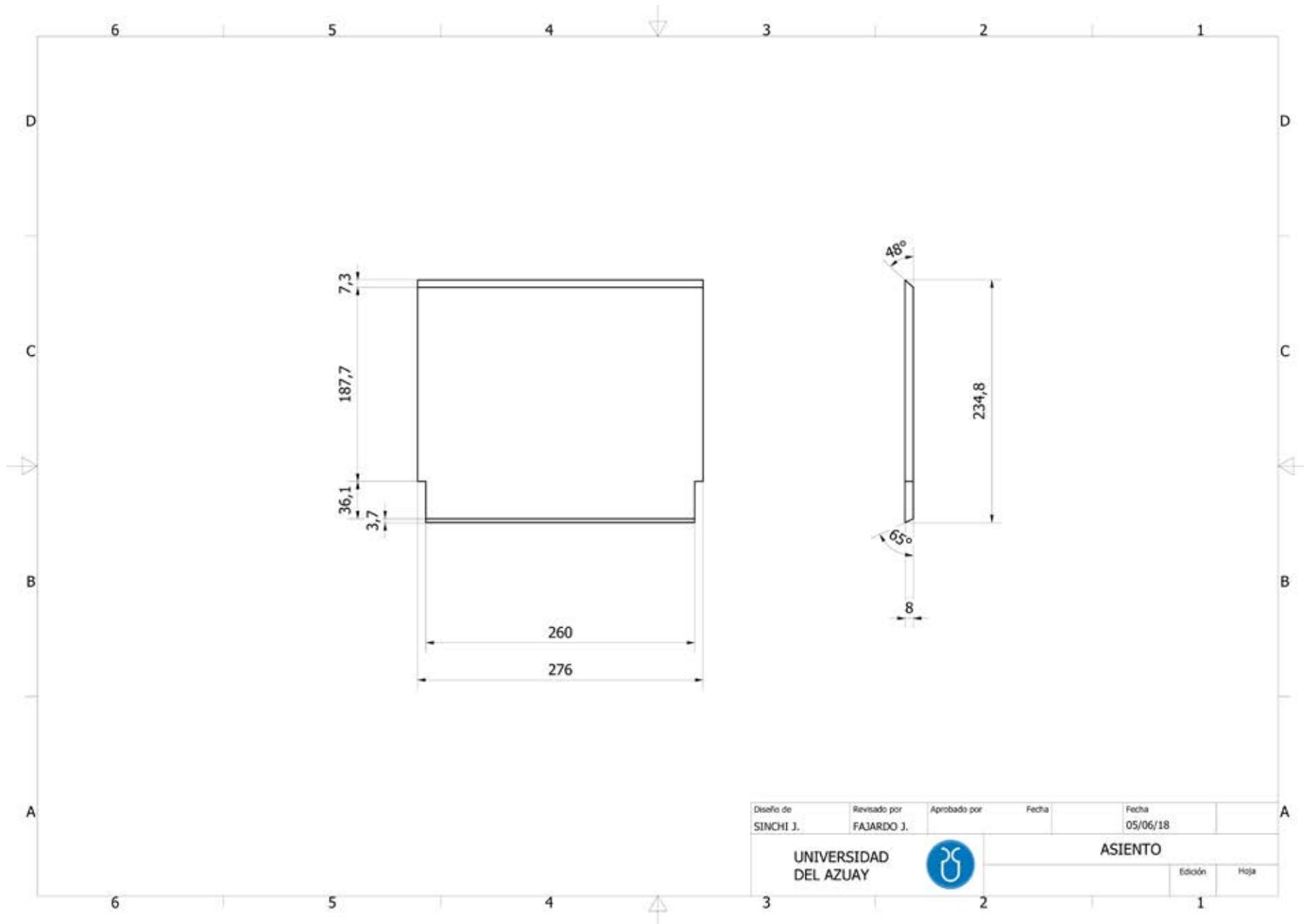
Ficha Técnica Materiales				
UNIVERSIDAD DEL AZUAY				
EXP 5				
MÉTODO	Moldeo por compresión			
EQUIPOS	Prensa hidráulica de dos columnas, un pistón de 20 T. Horno industrial, sistema de calefacción tipo U			
DESCRIPCIÓN	Precalentamiento del molde, implementación del material en el molde, calentamiento del molde, prensado del material, desmolde del mismo			
UNIDAD DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDAD		
Material plástico	PP	360.6 g	85 %	
Material refuerza	TOQUILLA	44.3 g	15 %	
Orientación de fibra	Unidireccional	-----		
Molde	Pequeño	150 X 300 mm		
Desmoldante	WD-40	-----		
T precalentamiento	10 min.	-----		
Temperatura	285 °C	-----		
T calentamiento	45 min.	-----		
T prensado	19 min.	-----		
Espesor Inicial	21 mm.	145 x 295 mm.		
Espesor Final	9 mm.	145 x 295 mm.		
OBSERVACIONES	LÁMINA VALIDA ya que presenta homogeneidad en su totalidad, esto se debe a que el porcentaje de fibra empleado permite que se sulte de manera óptima a la matriz plástica			



# PLANOS TÉCNICOS

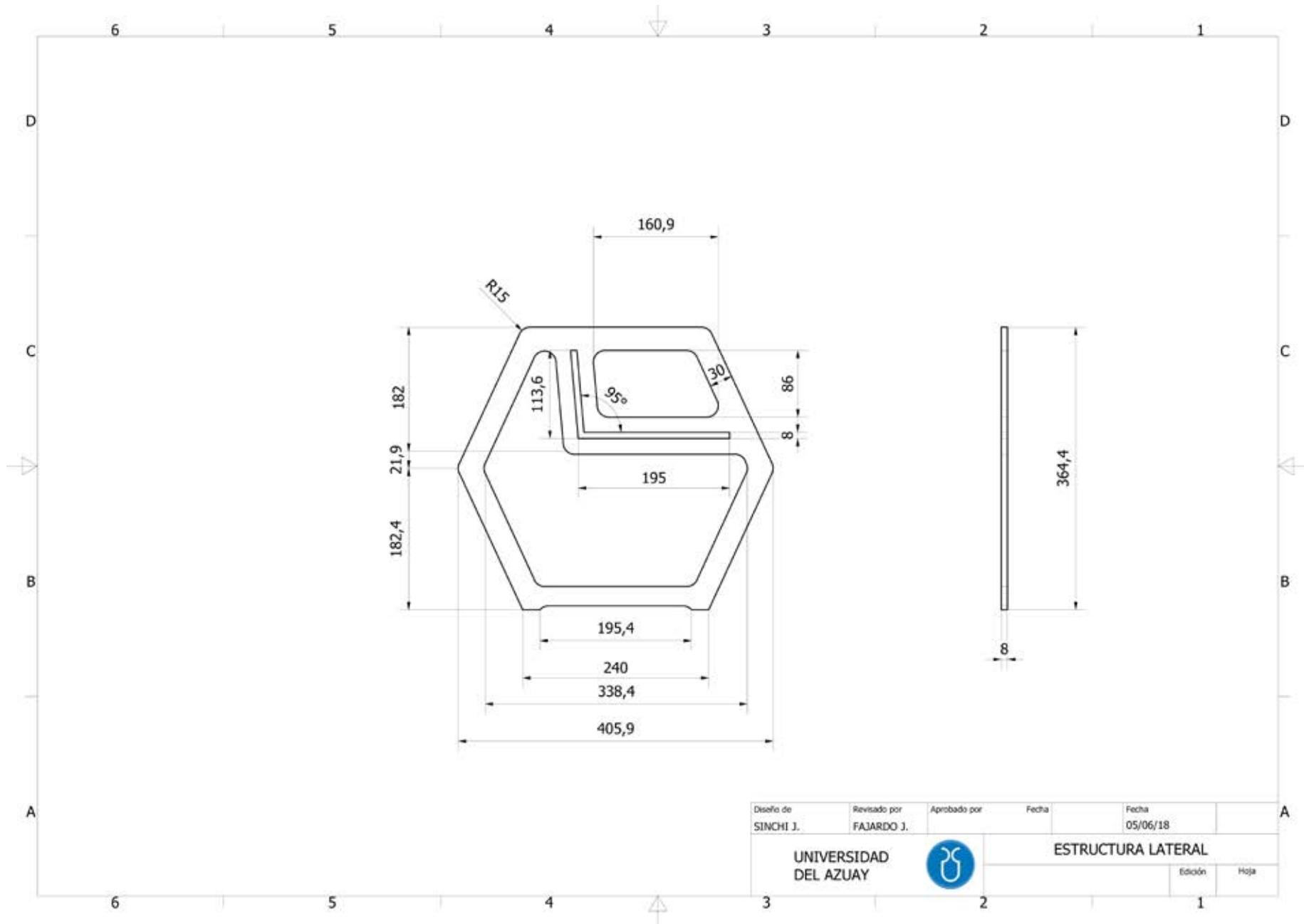


Espaldar silla



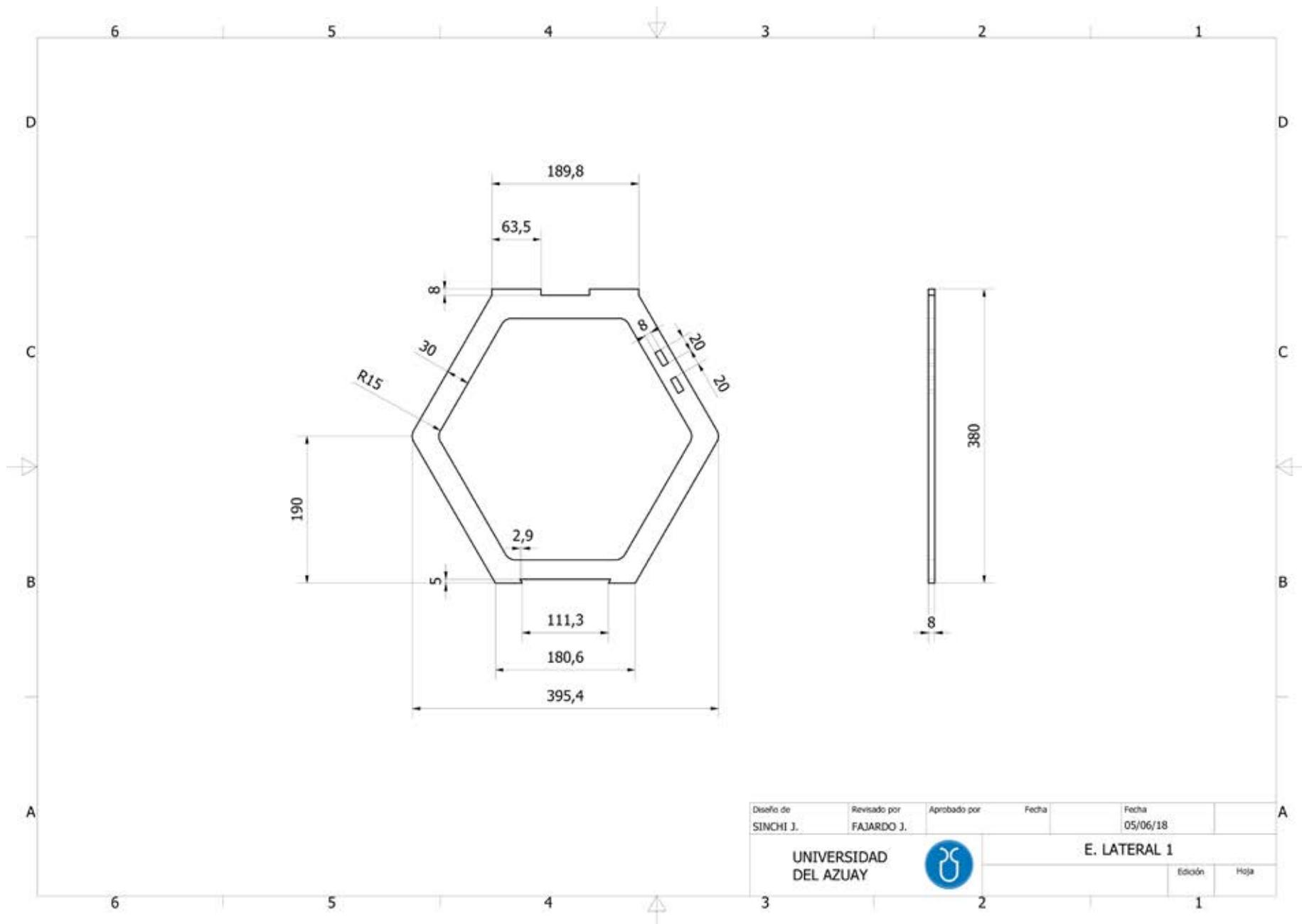
Asiento silla



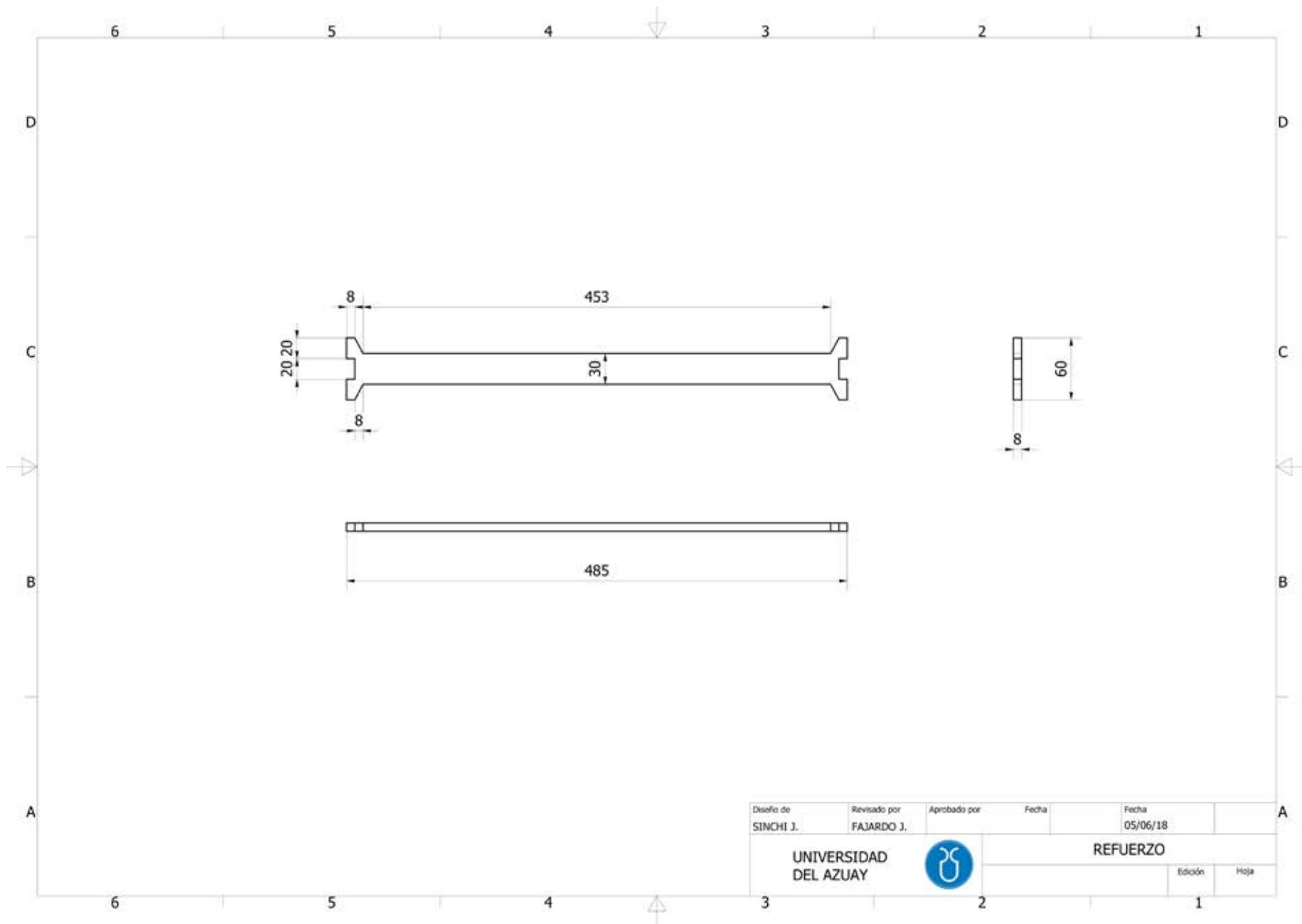


Estructura lateral silla

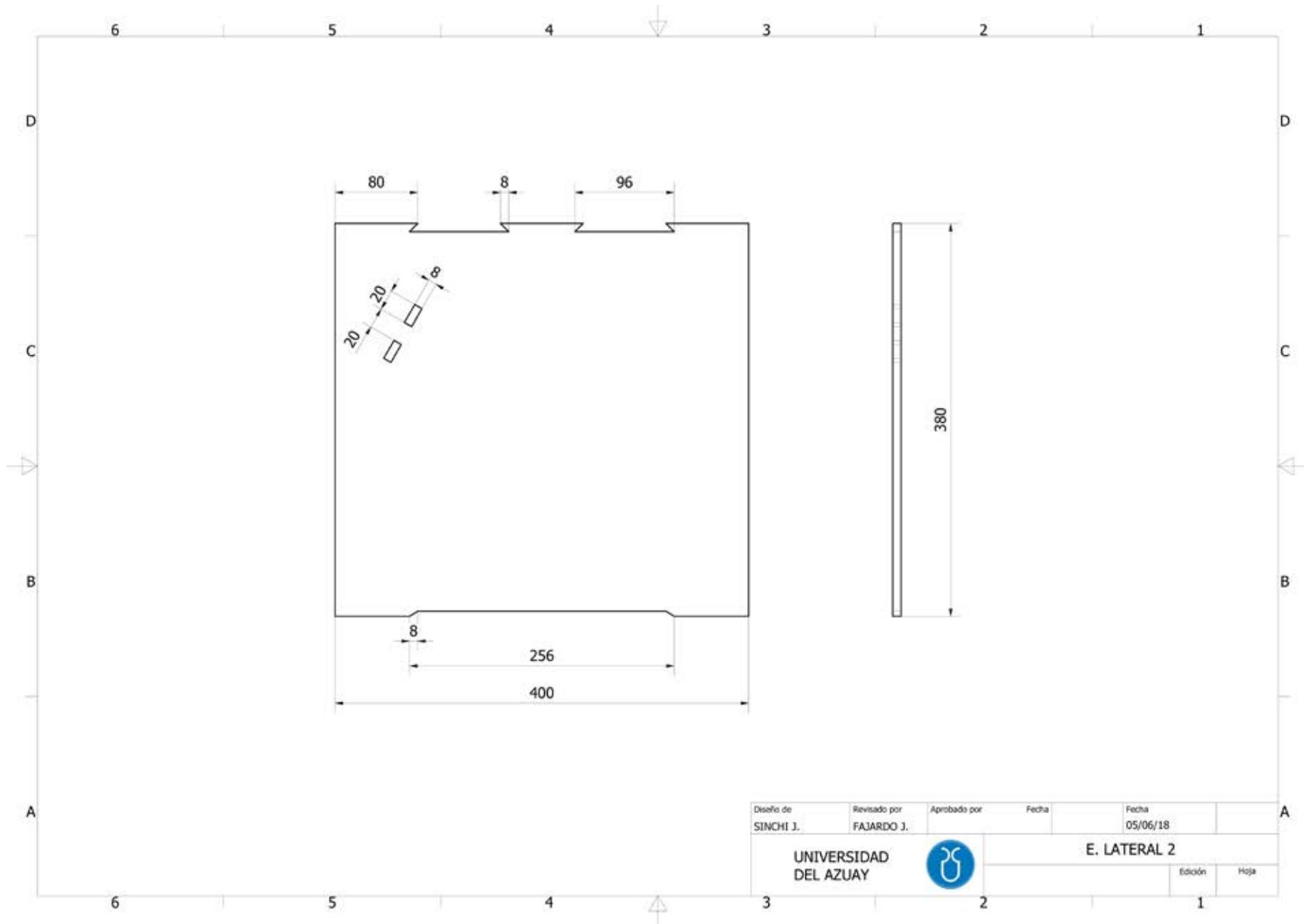




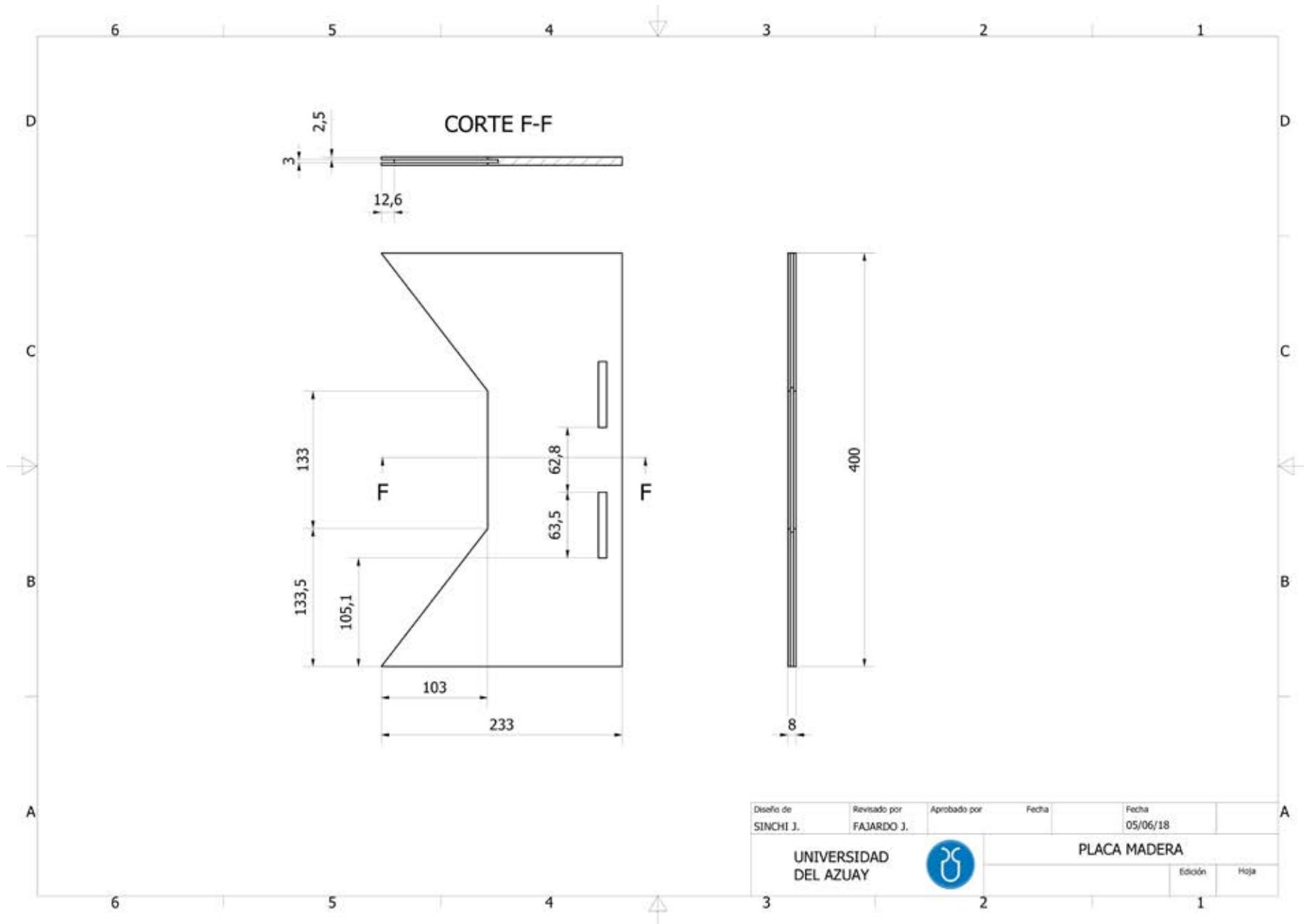
Estructura lateral | mesa



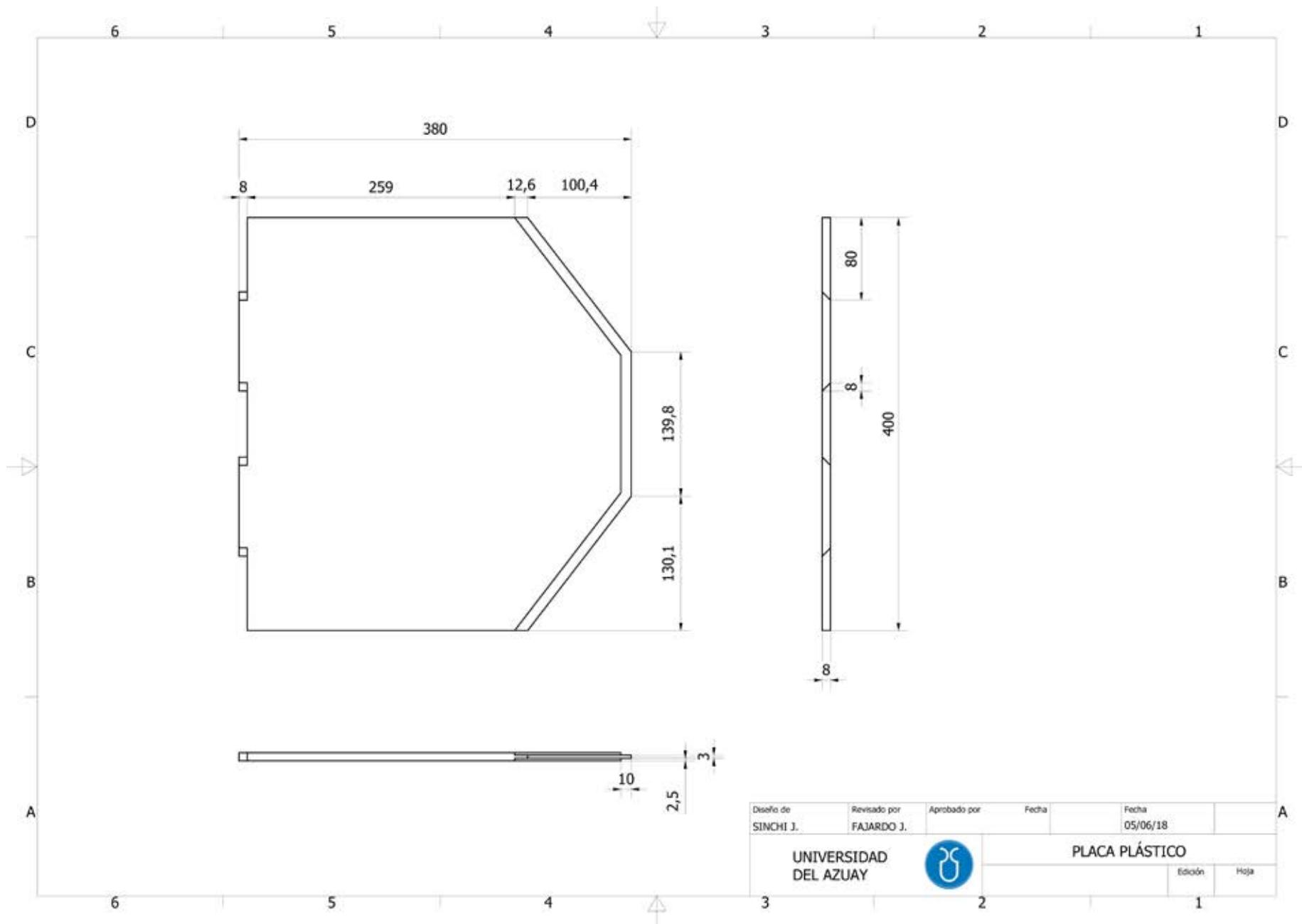
Refuerzo mesa



Estructura lateral 2 mesa



Placa madera mesa



Placa plástico

# ABSTRACT

## Experimentation of the HDPE and PP recycled plastics as raw material for the manufacturing of furniture

Due to the high percentage of solid waste generated from plastic in Ecuador and the impact that this waste causes on the environment, this project seeks the creation of feasible alternatives for the manufacturing of products under a viable and socially responsible criteria. To accomplish this goal, recycled plastics "HDPE and PP" obtained through mechanic recycling were tested. Natural fibers like cabuya, cattail, and straw were used to improve the characteristics of the material. The manufacturing system was compression molding which allowed the researchers to form sheets to use them in a particular type of furniture.

Key words: feasibility, environment, fibers, technologies, polymers, compression, investigation, trial.

Jorge Sinchi

Code: 75796

  
José Luis Fajardo, Engr.  
Tutor

  
UNIVERSIDAD DIEGO DE VELASCO  
Dpto. Idiomas

Translated by

  
Magali Piteage

# CERTIFICADO DE ENSAYOS



## CERTIFICADO DE ENSAYOS

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN NUEVOS MATERIALES Y PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN (GIMAT)

El Ing. Jorge Isaac Fajardo Seminario, MSc, Investigador del Grupo GIMAT de la Universidad Politécnica Salesiana, certifica que el estudiante: **Jorge Luis Sinchi Guerrero** con cédula: **0105659197** de la Universidad del Azuay, en conjunto con el laboratorista Eduardo Xavier Vaca Michelena, realizaron los ensayos de tracción instrumentada en las probetas de Polipropileno y Polietileno reciclados, reforzados con diferentes fibras vegetales en acuerdo con la norma **ASTM D638**, con una velocidad constante de 0.5mm/min y con celda de carga de 20kN. Lo anterior como parte del proyecto de titulación denominado: **"EXPERIMENTACIÓN DE PLÁSTICOS HDPE Y PP RECICLADOS COMO MATERIAL PRIMA PARA LA GENERACIÓN DE MOBILIARIO"**.

El portador de este certificado podrá hacer uso del mismo según considere pertinente.

Se adjuntan los resultados de los ensayos.

Atentamente,

Ing. Jorge Isaac Fajardo Seminario  
Docente – Investigador GiMaT  
Calle Vieja 12-30 y E18a Liut  
Cel: 010249577  
Tel: 072 862213, ext 1271

#### CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Cuenca: Calle Vieja 12-30 y E18a Liut • Casilla 2074 • Tel: (593 7) 2862213 • Fax: 2869112 • E-mail: [ing\\_mecanica@uosp.edu.ec](mailto:ing_mecanica@uosp.edu.ec)  
Quito: Calle Rafael Bustamante y Gonzalo Zaldumbide • Casilla: 17-12-536 • Tel: (593 2) 2418008 Ext:140 • Fax: 2418001 • E-mail: [ing\\_mecanica@uosp.edu.ec](mailto:ing_mecanica@uosp.edu.ec)





Cuenca  
2018