



**Introducción.....6**

**Capítulo 1. Antecedentes**

**1.1 Importancia de la investigación.....11**

1.1.1 Panorama general y oportunidades de la Industria Papelera.....14

1.1.2 Suposición y finalidad de la investigación.....19

**1.2 Historia del papel.....21**

1.2.1 Definición de papel.....22

1.2.2 Usos generales.....23

**1.3 Producción de papel.....26**

1.3.1 Pasos/fases de producción/Maquinaria.....29

**1.4 Papel Reciclado.....32**

1.4.1 Breve descripción de reciclaje de papel.....34

1.4.2 Tipos de papel para reciclar.....35



## Capítulo 2. Procesos de Reciclaje.

<u>2.1 Procesos actuales para reciclaje de papel</u> .....	40
<u>2.1.1 Descripción de proceso artesanal</u> .....	40
<u>2.1.2 Descripción de proceso industrial</u> .....	44
<u>2.1.2.1 Empresas recicladoras (nacionales e internacionales)</u> .....	45
<u>2.2 Comparación entre procesos de reciclaje</u> .....	50
<u>2.2.1 Aplicación actual en productos</u> .....	52
<u>2.3 Teorías contempladas en el documento</u> .....	56
<u>2.3.1 Teorías para la sustentabilidad</u> .....	56
<u>2.3.2 La teoría como sentido a la práctica del quehacer del diseño</u> .....	59
<u>2.3.3 Teoría de la evolución del mueble a lo largo del tiempo</u> .....	60
<u>2.4 Paneles</u> .....	61
<u>2.4.1 Tipos y características de paneles empleados en la construcción</u> .....	62
<u>2.4.2 Paneles para la fabricación de mobiliario</u> .....	67



## Capítulo 3. Experimentación.

<u>3.1 Selección del proceso a seguir</u> .....	73
<u>3.1.1 Descripción de herramientas</u> .....	75
<u>3.2 Selección de materia prima a reciclar</u> .....	78
<u>3.2.1 Descripción de la materia prima</u> .....	80
<u>3.3 Descripción de experimentación por probeta</u> .....	82
<u>3.3.1 Descripción por probeta (FASE 1)</u> .....	84
<u>3.3.2 Descripción por probeta (FASE 2)</u> .....	124
<u>3.3.3 Comparativo entre probetas</u> .....	160
<u>3.4 Análisis de resultados</u> .....	162
<u>3.4.1 Pruebas físicas y químicas</u> .....	162

## Capítulo 4. Resultados.

<u>4.1 Comparativa entre experimentación y procesos actuales</u> .....	167
<u>4.1.1 Observaciones del proceso de manufactura adecuado</u> .....	169



<a href="#">4.2 Proceso de manufactura del papel reciclado</a> .....	170
<a href="#">4.3 Metodología de diseño aplicable</a> .....	173
<a href="#">4.4 Aplicación del panel</a> .....	176
<a href="#">4.4.1 Descripción del panel obtenido</a> .....	177
<a href="#">CONCLUSIONES</a> .....	180
<a href="#">GLOSARIO</a> .....	185
<a href="#">BIBLIOGRAFÍA</a> .....	188
<a href="#">AGRADECIMIENTOS</a> .....	190

[INICIO](#)



En la actualidad, uno de los enfoques del diseño, está centrado en la búsqueda de nuevas y mejores opciones en el uso de materiales empleados para la fabricación de mobiliario doméstico, es por esto que con el desarrollo del siguiente proyecto, se podrá definir el papel reciclado como materia prima esencial en la fabricación de este tipo de muebles.

La finalidad de esta investigación, se deriva del estudio y análisis sobre la situación del reciclado de papel, la manera en que se puede obtener materia prima derivada de los distintos procesos de reciclado y el uso de este material en la fabricación de mobiliario doméstico.

Hablar del reciclaje de papel es remontarse al Antiguo Egipto, donde por vez primera se escribió sobre papiro (de donde proviene la palabra papel), el cual se obtenía a partir del tallo de una planta muy abundante del mismo nombre. Así que el término se lo debemos a aquel lugar del cual desciende la palabra “papel” y de donde también encontramos que se utilizaban ya algunas técnicas artesanales para el reciclaje de dicho material (Pulp & Paper International, 2011).

Tal y como Asunción comenta: “*en Europa durante la Edad Media, se utilizó el pergamino, que consistía en pieles de cabra o de carnero curtidas*”(Asunción,2007: 66), podemos determinar que debido a esto el material obtenido era bastante costoso, lo que ocasionó que a partir del siglo VIII se adoptara la costumbre de borrar los textos de los pergaminos para reescribir sobre ellos, de esta manera se comienza a reciclar o reutilizar, no como una acción planeada sino por la necesidad de generar nuevas opciones de uso.

Tenemos entonces que ya desde épocas remotas el papel comenzaba a tomar fuerza como un material de primera necesidad usado en la comunicación y desarrollando así técnicas adecuadas en la producción sin dañar el procedente del mismo. De manera



se considera tradicionalmente que el primer proceso de fabricación del papel fue desarrollado por Caí Lun, consejero del emperador He de Han, con esto el arte de la fabricación de papel estuvo limitado a China, pero tiempo después se introdujo en Japón y alrededor de Asia Central (Área, 1995).

Históricamente este material a dado la vuelta alrededor del mundo y sin excepción se ha convertido en uno de los materiales de mayor importancia, de manera local, se menciona que *“La fabricación de la celulosa y del papel en México se remonta alrededor del año 500 D.C. en que los mayas inventaron, y posteriormente los aztecas mejoraron, su proceso a base de corteza de higuera”* (Cámara Nacional de Celulosa y Papel, 2011: 12). Con todo esto se puede entender, la importancia que presenta el uso del papel a lo largo del tiempo.

Así mismo el primer molino para fabricar papel en nuestro país y en América, data de fines del siglo XVI recién terminada la conquista de México, como queda constatado por hallazgos efectuados en años recientes dentro de la población de Culhuacán, en la Cd. de México.

Derivado de la importancia, el uso del papel como elementó primordial en diversas actividades, y al tener presente la evolución y desarrollo de este material se pueden esbozar mejores técnicas para su reutilización que permitan delinear un proceso menos agresivo hacia el ambiente, por medio del uso de papel reciclado (fibras secundarias) y no del papel nuevo. Con lo que se contribuirá a disminuir el daño hacia el medio ambiente; situación por la cual se abordarán estas cuestiones a lo largo de la investigación.

El origen de este material con el paso del tiempo, traza la posibilidad de ser considerado como materia prima en la fabricación de muebles domésticos. Haciendo mención oportuna sobre el reciclaje del mismo, que se define como el proceso de recuperación de



dicho material ya utilizado para transformarlo en nuevos productos de papel, según Sherin, *“la vida útil de las fibras con que se fabrica el papel nuevo, es limitada; por lo general, el papel solo se puede reciclar un máximo de seis veces”* (Sherin, 2009: 87). Dado esto, a medida que el papel pasa por múltiples procesos de destintado y re fabricación, las fibras naturales comienzan a quebrarse, hasta que llega el momento en que son demasiado cortas para soportar un nuevo proceso de reciclado. En este punto, la investigación comienza a tomar forma, ya que dependerá del tipo de papel, el número de veces que se ha reciclado y la calidad de la fibra a utilizar, para esbozar un proceso de reciclado que permita obtener paneles prefabricados hechos de papel reciclado, que a su vez cuenten con los requerimientos suficientes para diseñar y fabricar algunos de los muebles empleados en el hogar. Basado todo esto en metodologías de diseño que permiten abordar puntos estratégicos para el desarrollo de la experimentación con los tipos de papel factibles a reciclado y en base a dicha experimentación se pueden obtener resultados cualitativos y cuantitativos para designar claramente el uso de material reciclado en paneles prefabricados.

Encontraremos en este proceso de reciclado, el punto exacto en el cual el papel, puede arrojar propiedades favorables para estructurar los objetos antes mencionados, de la mano del objetivo general que se define de la siguiente manera: *“Fabricar paneles de papel reciclado, aprovechados en el diseño y manufactura parcial o total de mobiliario doméstico, con base a un proceso artesanal o industrial.”*

Cabe mencionar que gracias al desarrollo que se ha generado acerca del reciclado de papel en otros países, se presentó la oportunidad de conocer una cultura distinta acerca de este tema, llevando acabo la movilidad estudiantil a Granada-España. Lo que permitió acercar, comparar y conocer la cultura del reciclaje en Europa con la llevada a cabo en México obteniendo comparativas indispensables para el empleo de técnicas distintas dentro del proceso de reciclado.





Al paralelo se abordó, una metodología basada en elementos descriptivos y teorías relacionadas al tema, como lo son: teorías sustentables, la teoría de las 3R's, la teoría del mueble y la teoría de arquitectónica, esto con la intención de poder esbozar un proyecto que enlace los aspectos sociales, ambientales y económicos entorno a la investigación.

Finalmente el empleo de papel reciclado permitirá ventajas en la aplicación de los paneles a obtener, resaltando aspectos cualitativos y cuantitativos obtenidos en la experimentación desarrollada con el material y los resultados que se delinean a lo largo de la presente investigación para su uso en la fabricación de muebles.

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



reciclado+papel+proceso+diseño+uso+reciclado+papel+proceso+diseño+uso+reciclado+papel+proceso+diseño+uso

# Capítulo 1. Antecedentes

## [1.1 Importancia de la investigación](#)

[1.1.1 Panorama general y oportunidades en la industria Papelera](#)

[1.1.2 Suposición y finalidad de la investigación](#)

## [1.2 Historia del papel](#)

[1.2.1 Definición de papel](#)

[1.2.2 Usos generales](#)

## [1.3 Producción de papel](#)

[1.3.1 Pasos/fases de producción/Maquinaria](#)

## [1.4 Papel Reciclado](#)

[1.4.1 Breve descripción de reciclaje de papel](#)

[1.4.2 Tipos de papel para reciclar](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



Para el entendimiento y descripción de la presente investigación es preciso, aclarar los aspectos generales que giran en torno al proyecto, se determinan por conceptos centrales como ¿Qué es el Papel?, ¿Cuáles son sus proceso de fabricación?, ¿Cuáles son los papeles considerados reciclables?, entre otros puntos. En este primer capítulo se hará referencia a aquellos términos que dan pie al proyecto, pasando de un entorno general al particular.

### **1.1 Importancia de la Investigación**

La problemática que se tiene, es el uso limitado del papel reciclado, dentro de lo que se considera el poder emplear esta materia prima en la fabricación de mobiliario doméstico. Para abordar la solución a dicha problemática, este proyecto pretende aportar, analizar y utilizar los procesos del reciclado de papel actualmente desarrollados por empresas así como las ventajas que se pueden aprovechar en la búsqueda de nuevas variables que permitan la fabricación de este tipo de mobiliario.

En la búsqueda de una materia prima que sea de menor impacto ambiental, costos menores y una igualdad en términos de calidad, entre los productos fabricados con materia prima virgen y los fabricados con materia prima obtenida del reciclaje.

Para esto se tendrá que definir el tipo de papel que se empleará para el reciclaje y así como los beneficios del mismo en la estructura del mobiliario, ya que las propiedades de un papel periódico que tiene varios proceso de reciclado y es de menor calidad no serán las mismas que arroje un papel de oficina que tiene pocos o ningún proceso de reciclado y su calidad es mayor, dependiendo también de las diversas presentaciones de cada uno de estos.

Es necesario mencionar que actualmente el papel reciclado está teniendo gran auge en su elaboración pero el empleo del mismo solo se ha llevado a cabo en objetos decorativos de pequeña o mediana dimensión y algunas otras aplicaciones, pero aún



no se ha trazado un aporte de mayor peso, es por esto que se describen a continuación, los procesos que están teniendo lugar en el ámbito y los cuales se podrán tomar como base para la presente investigación.

## Procesos para el reciclado de papel

**1.- Proceso Industrial.** Dentro de este tipo de proceso, existen dos categorías de papel: papel de pre-consumo y papel de post-consumo.

**A) Papel pre-consumo:** Es el desecho industrial generado por las fábricas de papel, se considera así al sobrante de la producción total y también es denominado “merma”. “Generalmente las recicladoras lo emplean para la fabricación de papel nuevo” (Conesa, 2004: 39), es en este punto donde se completa el ciclo que sigue la producción de papel pero sin darle posibilidad de empleo en la fabricación de objetos.

**B) Papel post-consumo:** A los “papeles ya usados en el hogar, la oficina, la escuela u otro lugar, se les denomina desechos de post-consumo” (Lund, 1996: 27), dicha denominación se asigna debido a que ya cumplieron con el ciclo de su primer uso, definido a partir del momento en que se distribuyeron.

El consumidor de este tipo de desechos en los que se encuentran revistas, periódicos, material de impresión, libros, etc., los rechaza y llegan a Centros de Acopio (C.A), que los envían a empresas recicladoras para ser sometidos al proceso propio del material. Así las fibras secundarias se destinan únicamente a fabricar papel reciclado en diversas presentaciones.



En este punto se encuentra una limitante para el aprovechamiento del papel destinado a reciclarse, ya que en los Centros de Acopio no separan adecuadamente los residuos, ya que se desconocen las propiedades que brinda cada tipo de papel al momento de reciclarlo y se envían revueltos a las empresas recicladoras, lo que genera que se recicle el papel sin antes analizar las ventajas que resultarán del proceso.

**2.- Manufactura Artesanal.** Al igual que en la industria, la manera artesanal cuenta con máquinas básicas para el reciclado, se manejan de forma manual o se emplean técnicas manuales un tanto rústicas y que requieren de lapsos de tiempo considerables, lo que cierra las posibilidades de fabricación de mobiliario, ya que “regularmente se emplea este proceso para hacer hojas con motivos decorativos y algunos objetos con intención de igual manera decorativa” (Asunción, 2004: 73).

En la actualidad, aun no se está trabajando para emplear este proceso en la obtención de objetos de mayor dimensión sin tener que ser meramente decorativos por ser artesanales. Recordando que en ocasiones la sociedad no consume este tipo de productos por que los considera de baja calidad, por la textura obtenida y la interpretación visual por parte del consumidor.

### 1.1.1 Panorama general y oportunidades en la Industria Papelera.

Es importante el empleo de materiales diversos para fabricación de mobiliario doméstico, por esto se contempla al papel reciclado como una alternativa de materia prima: por lo cual se consideran algunos factores importantes para que el reciclado de papel y por ende la obtención de la materia prima, no esté teniendo proyección en la fabricación de dicho mobiliario. Estos factores se enlistan brevemente a continuación:

**1.- La fibra virgen** para producir papel es aun considerada por algunos fabricantes como materia prima abundante y relativamente barata, esto por los índices altos de bosques, aunque la realidad es que ya no se cuenta con este recurso como en décadas pasadas.

“La calidad del papel fabricado con material de desecho recuperado mejora continuamente y hoy en día resulta difícil distinguir una hoja de papel reciclado de una fabricada con fibra virgen” (Sherin, 2009: 49). Si revisamos detalladamente los beneficios de calidad y costo que nos proporciona el papel reciclado, podremos pensar en utilizar esta materia prima como base en la fabricación de objetos sin tener que seguir acabando con el recurso natural. Además de estructurar mobiliario que visualmente sea atractivo para el usuario y presente características de calidad en el material resultante.

**2.- Las pocas empresas recicladoras en México** que suman en total 67 en toda la República Mexicana, limitan el proceso de reciclado como una fuente generadora de papel nuevo y exportador del mismo, no han establecido el proceso desde otra visión, que permita generar objetos de mayor dimensión como lo sería el mobiliario a proponer.

Aunque la industria papelera mexicana destaca como una de las más eficientes en el mundo con un alto porcentaje de reutilización de fibras secundarias. La tasa de recuperación es muy baja comparada con países que cuentan con sistemas

integrales de manejo de residuos. Si tenemos una recolección baja de este material, entonces las variables para utilizar la materia prima resultante, son mínimas ya que desde el inicio del proceso de reciclado se están teniendo deficiencias.

Un dato importante revela que los beneficios del reciclado de papel y la obtención de fibras secundarias mostradas en la tabla 1, conlleva a la disminución de consumo de energía y reducción de impacto ambiental, pero entonces ¿por qué no producir muebles de papel reciclado?, pues contamos con los recursos que si bien aún no están aprovechados, trazando una mejor estrategia de reciclado se podrían aprovechar en la elaboración de este tipo de objetos, lo que abriría un panorama importante en el reciclado de papel.

Tabla 1. Consumo y grado de contaminación en la fabricación de una tonelada de papel

Fuente: Greenpeace México, 2011

	<b>Pasta virgen</b>	<b>Pasta recuperada</b>
Madera/papel	3 a 5 m <sup>3</sup> de madera	1.0 a 1.2 m <sup>3</sup> de papel
Energía	0.4 a 0.7 Tep	0.15 a 0.25 Tep
Agua	280-450 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>
Contaminación del agua	Elevada	moderada o baja
Contaminación del aire	Elevada	nula o muy baja

**3.- Centros de recolección o acopio** alejados de las empresas recicladoras, esta situación es la común en la mayoría de los casos y hace que los “centros de acopio en ocasiones envíen sólo una parte de materia prima para reciclar, aproximadamente el 30% del total de papel que llega a los C.A y el otro 15% se quede en rellenos sanitarios” (Pulp & Paper, 2010), ocasionando que el reciclado no tenga altos porcentajes de eficiencia. No se cuenta ni con el 50% del papel para reciclar entonces habría que revisar que está pasando con el porcentaje restante, lo que se está haciendo y a donde va a parar.

Tabla 2. Porcentaje de consumo de fibra secundaria nacional, ranking de 30 países.

Fuente: Cámara Nacional de Celulosa y Papel, México 2010

1	Hong Kong	99
2	Malasia	85
3	México	84
14	Alemania	67
23	Japón	59
30	Colombia	56



La Cámara Nacional de Celulosa y Papel (CNCP), indica que “México es uno de los tres líderes en consumo de papel reciclado (tabla 2) en el mundo, sólo detrás de Hong Kong y Malasia”, motivo que se da sólo por necesidad y no por convicción.

Tabla 3. Porcentaje de recolección de papel en el ranking de 30 países  
Fuente: Cámara Nacional de Celulosa y Papel, México 2010

Lugar	País	Porcentaje (%)
1	Corea del Sur	85
2	Hong Kong	83
3	Alemania	75
18	Estados Unidos	52
27	México	47
3	Tailandia	42

Aunque en el país se esté haciendo un gran esfuerzo por reciclar el papel, en ocasiones la sociedad aún no tiene iniciativa en este tema, lo que genera que los índices de reciclado en México tengan una contradicción en sus resultados finales, pues por una parte

hemos generado un alto consumo de papel reciclado (fibras secundarias), pero por otra parte somos de los países que menos saben recolectar este desperdicio (tabla 3). Surge de esta manera, la necesidad de contar con información básica que propicie el recolectado de papel y analizar los procesos que se llevaran a cabo para su reciclaje, enfatizando en los objetos resultantes dependientes de las propiedades que nos arrojen las fibras secundarias obtenidas en el proceso.

**4.- Los productos derivados del reciclado** no son parte importante del mercado, aunque a lo largo de la historia se han hecho importantes aportaciones para la fabricación de productos hechos en base a papel reciclado, tal es el caso de la fabricación de sillas, algunos muebles solo decorativos y para exposición, lámparas, objetos pequeños con fines decorativos entre otros objetos, hasta el momento no hay nada que tenga gran realce, y todo se ha quedado en el intento, es necesario conocer y encontrar las herramientas que brinda el reciclaje de papel para la proyección de nuevas alternativas de fabricación, conjuntando todas estas bases con que se cuenta para aplicar dichos procesos.

Es de apreciarse el justo valor de la utilización de fibras secundarias (obtenidas en el proceso de reciclaje), para la fabricación de papel y de objetos. Cada tonelada de papel hecho con materias primas recicladas, puede evitar el corte equivalente a 17 o 19 árboles aptos, el uso de energía equivalente a 2000 litros de petróleo crudo, evita la más pronta saturación de los pocos tiraderos de residuos sólidos existentes.

Por cada tonelada de papel reciclado se libran 2.3 m<sup>3</sup> de espacio en los escasos tiraderos de residuos sólidos existentes en nuestro país, por lo que adquieren mayor relevancia, las más de cuatro millones de toneladas de fibras secundarias aprovechadas como materias primas durante 2006 (CNCP, 2011).



El panorama indica que se está trabajando en el reciclado de este material pero aún falta mucho por hacer ya que si consideramos la materia prima resultante del reciclado como una alternativa para la fabricación de mobiliario de casa u oficina, estaríamos aportando algo más a la cultura del reciclaje. Por lo anterior y como se ha venido mencionando, este proyecto tiene la visión de planear, conocer y adecuar la materia prima obtenida del reciclado con el objetivo de utilizarla en la fabricación de mobiliario.

Hay un gran número de puntos que abordar acerca de las ventajas que se pueden obtener del reciclaje de papel, más allá de un simple reprocesamiento del material, estos puntos se estarán desarrollando a lo largo del presente documento.

### *1.1.2 Suposición y finalidad de la investigación.*

#### ***La suposición de la cual parte esta investigación es:***

Si se cuenta con procesos de reciclado de papel dentro del Estado de México, entonces será posible fabricar paneles que cuenten con las propiedades físico-químicas adecuadas en el diseño de mobiliario doméstico.

#### ***La finalidad general del proyecto es:***

Fabricar paneles de papel reciclado, aprovechados en el diseño y manufactura parcial o total de mobiliario doméstico, con base a un proceso artesanal o industrial.

[CAPÍTULO 1](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

*Mientras de forma particular se busca:*

Planear el diseño y manufactura parcial o total de mobiliario doméstico en base a paneles de papel reciclado: especificar las características que se requieren en la estructura del mobiliario: analizar las propiedades físico-químicas, que nos brinda el papel reciclado para fabricar mobiliario fortalecido en la parte estructural: conocer el proceso industrial y artesanal para el reciclado de papel, con el fin de mejorarlo y llevar a cabo una propuesta novedosa para dicho papel: determinar el proceso de reciclado particular, que permita la fabricación de mobiliario doméstico: y conocer las características de los tipos paneles prefabricados con alta demanda utilizados actualmente en la construcción y el mueble, con el fin de elaborar un panel de papel reciclado que cuente con los estándares comerciales.

## 1.2 Historia del papel

Anteriormente se hizo mención de algunos antecedentes que han dado origen al papel, como ya se ha dicho este material ha tenido lugar en diferentes momentos, épocas y lugares por lo que la Cámara Nacional de Celulosa y Papel (CNCP) señala que *“fue el uso general de la camisa, en el siglo XIV, lo que permitió que hubiera suficiente trapo o camisas viejas disponibles para fabricar papel a precios económicos y gracias a lo cual la invención de la imprenta permitió que unido a la producción de papel a precios razonables surgiera el libro, no como una curiosidad sino como un producto de monto accesible”* (CNCP, 2011: 53).

Desde entonces el papel se ha convertido en uno de los productos emblemáticos de nuestra cultura, elaborándose no sólo de trapos viejos o algodón sino también de gran variedad de fibras vegetales; además la creciente invención de colorantes permitió una generosa oferta de colores y texturas. Entonces, que el papel es un producto de primera necesidad, el cual se ha venido fabricando desde épocas remotas, para ser exactos “desde el siglo II de nuestra era. Durante muchos siglos fue elaborado con desperdicios textiles que contenían fibras celulósicas” (Colom, 2007, pág.126).

En el siglo XIX la necesidad de la pulpa para la industria papelera se vuelve crítica y es entonces cuando aparecen las pastas químicas y mecánicas, fabricadas a partir de madera, las cuales sustituyen a las fibras textiles como fuente de materia prima para la producción de papel.

Aguilar, refiere que *“durante la década de los 90”s la preocupación por el medio ambiente impulso buena parte de los avances en la industria del papel*” (Aguilar, 2004: 10), debido a esto se ha orientado hacia el proceso del reciclado, considerando que los fabricantes siempre han reciclado el desperdicio, tales como recortes y mermas.



En el siglo XX, el papel desperdicio constituyó una importante materia prima fibrosa para la industria productora de celulosa y papel, situación derivada de diversos factores: financieros, de mercado, competitivos y de disposición de materias primas nacionales.

## CAPÍTULO 1

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

### 1.2.1 Definición de papel.

Definir este material es abordar los diferentes puntos de vista de algunos autores que ya han estudiado el término, Asunción nos indica que *“el papel es un material constituido principalmente de fibras vegetales ha sido utilizado como una herramienta de comunicación desde épocas remotas y su consumo se ha ido incrementado con el paso del tiempo”* (Asunción, 2007, pág. 62) (Figura 1).

Mientras que Pulp & Paper, dice. *“llamamos papel a aquella hoja delgada de la unión física de materiales fibrosos principalmente celulosas previamente hidratadas, esta hoja de papel puede tener las dimensiones y grosores que se desee”* (Pulp & Paper, 2011: 201). Encontramos así una similitud entre los conceptos que se manejan acerca de este material.

Colom por su parte define al papel como *“una materia prima fibrosa, que se puede malear, dimensionar y trabajar en base al tipo de hoja resultante que queramos obtener”* (Colom, 1994: 63).

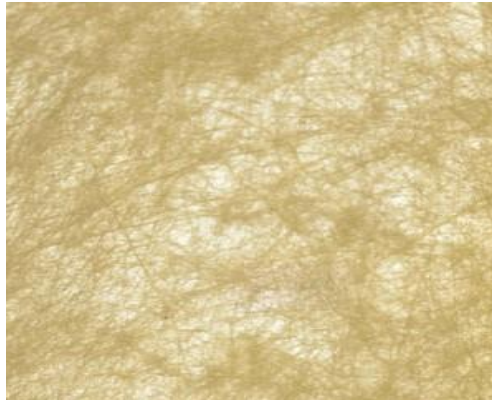


Figura 1. Vista microscópica de las fibras de papel.

Fuente: Propia, 2013

Con estas definiciones se concluye que el papel es derivado de fibras naturales trabajadas de forma especial con el objetivo de dimensionar la hoja u objeto resultante de su proceso de fabricación, dentro de los cuales existe la elaboración artesanal y el proceso industrial, dirigidos a obtener un resultado satisfactorio de haber procesado adecuadamente aquellas fibras que lo componen.

## [CAPÍTULO 1](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

### 1.2.2 Usos generales

En la actualidad este material se usa en un sin fin de aplicaciones desde un medio de comunicación hasta un recubrimiento para proteger alimentos, desde un obsequio hasta un medio para plasmar arte, el papel tiene esa versatilidad suficiente para poder ser ocupado en demasiadas cosas, dependerá del tipo de papel que se elija para determinar su uso final, los hay de varios colores,

texturas, formas, grosores y dimensiones. A continuación se enlistan algunos tipos de papel y los usos que se les dan, dependiendo sus propiedades según Lockie:

- Papel Kraft. Es muy resistente, por lo general se utiliza para la elaboración de papel para bolsas y papel de envoltura, así mismo es base de laminaciones con aluminio, plástico y otros materiales. Se puede decir que este tipo de papel está integrado para dar vidas a algunos materiales multicapas, ya que es factible para ser combinado con otros materiales diversos.
- Papel pergamino. Tiene alta resistencia a la humedad así como a las grasas y a los aceites. Es utilizado para envolver mantequilla, margarina, carnes, quesos, etc. Y también se utiliza para envasar aves y pescados. En ocasiones puede ser empleado para envolver plata y metales pulidos.
- Papel tissue. Elaborados a partir de pulpas mecánicas o químicas, y en algunos casos de papel reciclado, Pueden ser hechos de pulpas blanqueadas, sin blanquear o coloradas. Se utiliza para proteger algunos productos eléctricos, envases de vidrio, herramientas, zapatos, utensilios y bolsas de mano, Son considerados papeles de grado no corrosivo y es por esto que se emplean para envolver partes metálicas altamente pulidas.
- Papel encerado. Brindan buena protección a los líquidos y vapores, Se utilizan para envases de alimentos, especialmente repostería y cereales secos, también son utilizados para la industria de los congelados y para varios tipos de envases industriales.





- Papel para corrugar. Con este tipo de papel se fabrican las cajas de color café, generalmente empleadas para embalaje, protección de televisores, electrodomésticos y algunos productos para el hogar.
- Papeles de impresión y escritura. Como su nombre lo indica son de uso diario en oficinas, instituciones educativas y en el hogar, es de color blanco en todos sus grados, cualidad que se define dependiendo del proceso en que fue fabricado.
- Cartulinas. Se emplean para fabricar envases de pasta dental, detergentes, cereales, leche entre otros productos, son de menor grosor que los cartones pero al igual que estos se utilizan para proteger determinado producto, en ocasiones para que sea mayor protección el fabricante lo combina con otros materiales ya sea para conservar el alimento, lo que hace que se considere factible para materiales multicapa.
- Papel periódico. En este tipo de papel se realiza la impresión de varias noticias que circulan a diario por todo el país, este tipo de papel ha sido utilizado para obtener papel reciclado y también se emplea muchas veces como alternativa para envolver e incluso limpiar alguna superficie, además de que es resultante del mayor número de veces que se recicla el papel. (Lockie, 2009: 128).

### 1.3 La producción del papel.

Sin remontar a lo que era la fabricación de papel en épocas antiguas, se describe el proceso de fabricación de dicho material en la época actual, mencionando que esta producción ha sido llevada a cabo de manera industrial (Tchobanoglour, 1994), como a continuación se menciona.

En las fábricas de pasta y papel se transforma la fibra celulosa (ya sean troncos o astillas) en productos papeleros acabados. Este proceso de fabricación precisa miles de litros de agua por cada tonelada de material acabado y distintas sustancias químicas que descomponen la madera en fibras utilizables, procesos todos ellos que requieren una enorme cantidad de energía. Los principales factores a considerar en la producción del papel son los siguientes:

1. Madera utilizada en la producción.
2. Agua y aire (Consumo y contaminación potencial).
3. Agentes químicos utilizados en el blanqueamiento.
4. Consumo de energía.
5. Condiciones de trabajo seguros para los empleados.

El primer paso de la producción de papel es la reducción de materia prima (troncos o astillas de madera) a pasta. Existen dos métodos comunes para descomponer la madera, cada uno de ellos con sus correspondientes beneficios e inconvenientes medioambientales:



**Pasteado Químico:** También denominado “Proceso Kraft”, es el método más común para producir fibra destinada a la fabricación de papeles de alta calidad como los que se especifican en la mayoría de proyectos de diseño.

Las astillas se mezclan con sustancias químicas y agua, después se cuecen bajo presión para descomponer las fibras y disolver la lignina (una sustancia pegajosa que aglutina las fibras de madera). El pasteado químico precisa menos energía que el mecánico, pero también genera menos cantidad de fibra utilizable por cada tonelada de materia prima. Las fábricas que requieren maximizar su eficiencia pueden quemar los desechos generados en el proceso Kraft, denominado “lejía negra”, y producir vapor que se utiliza para suministrar a la misma fábrica.

Menciona Tchobanoglour que “*este proceso también implica la utilización de hidróxido de sodio y sulfuro sódico para extraer la lignina de las fibras de la madera, usando grandes recipientes a presión llamados digestores*” (Tchobanoglour, 1994: 890). Las plantas modernas son más que autosuficientes en la producción de energía.

**Pasteado Mecánico:** En este proceso se utiliza fuerza, en ocasiones calor, para descomponer las fibras al mismo tiempo separar la lignina y el azúcar de madera de las fibras utilizables. Este método requiere menos agentes químicos y también un número inferior de árboles para generar la misma cantidad de pasta que el proceso Kraft, pero la cantidad de energía es mucho mayor.

Es el método más antiguo de producción de celulosa, que comenzó a utilizarse en 1840 y su variante más moderna, la pulpa mecánica presurizada. En estos procesos, los rollos de madera son presionados contra un cilindro de piedra recubierto con una sustancia abrasiva, el cual gira a gran velocidad, actuando como una lima. La fricción del cilindro contra los rodillos produce el aumento de la temperatura, que permite separar las fibras. Los rollos son presionados contra este cilindro ya sea por su propio peso y cadenas alimentadoras, o mediante pistones hidráulicos en cámaras presurizadas. Regaderas de agua caliente a 75-100°C,

en algunos casos a presión, limpian las fibras removiéndolas del cilindro para que caigan a un cubo desde donde son llevadas al proceso de clasificación. El consumo específico de energía en estos procesos es alto. Lo normal es que esta pulpa fluya directamente para alimentar a una máquina papelera conectada en línea.

El rendimiento de estos procesos es alto, ubicándose en el rango 94-97%, medido como toneladas de pulpa seca dividido por toneladas de madera seca alimentada. Esto significa que la pulpa producida retiene aún muchas de las componentes químicas de la madera, incluyendo lignina, hemicelulosas, resinas y otros. Así, los papeles producidos a partir de esta pulpa tienden a decolorarse cuando son expuestos a la luz, el calor o simplemente, con el paso del tiempo. Este fenómeno, conocido como “reversión de blancura”, puede comprobarse exponiendo un periódico a la luz del sol. La lignina presente en las hojas hará que se torne amarillo.

Los papeles producidos en base a estas pulpas tienen características especialmente ventajosas para ciertos tipos de impresión, como periódicos y guías telefónicas. Dada la naturaleza de estos procesos, sin embargo, es inevitable que se produzca algún daño a las fibras, con lo cual los atributos de resistencia de estos papeles son bajos.

### 1.3.1 Pasos/fases de producción/Maquinaria

- 1) **Refinado.** La pasta se refina para desfibrar y cortar las fibras a fin de adaptarlas al tipo de papel deseado. De este proceso depende el grado de resistencia que tendrá el papel al doblado, reventado y rasgado.

El papel puede sufrir dos tipos de refinamiento: graso o magro:

- El graso deja las fibras muy hidratadas dotando al papel de resistencia, rigidez y cierta transparencia, pero le quita flexibilidad y lo hace quebradizo, con dificultad para el plegado (papeles vegetales, de fumar, pergaminos).
- El magro deja las fibras enteras o truncadas, lo que le da al papel flexibilidad, facilidad para el plegado, grosor, blandura y opacidad (son por ejemplo los papeles absorbentes, de impresión, offset, etc.).

- 2) **Encolado.** En esta etapa, se le añade pegamento al papel, para evitar que sobre el papel se corra la tinta al imprimir o escribir. De este proceso depende el grado de permeabilidad.

El encolado se puede realizar en dos momentos: en masa o en superficie:

- En masa se realiza en el transcurso de la fabricación, en el momento en el que se preparan las mezclas.
- En superficie cuando el papel está casi seco, en el tercio de la saquería.

El encolado consiste en la adición de productos hidrófobos como aglutinantes en base de resina, gelatina, colas reforzadas y productos fijantes como sulfato de aluminio. La finalidad es evitar la penetración de líquidos en el papel que originan problemas de resistencia y de impresión



- 3) **Cargas.** Son productos en polvo (normalmente procedentes de la molturación de rocas) que contribuyen a darle cuerpo al papel, además de contribuir sustancialmente a conseguir otras características como disminuir el brillo, aumentar la resistencia mecánica, crear una micro porosidad adecuada para su transpirabilidad, facilitar su lijado, aumentar su poder de relleno, etc.

La blancura del papel, su brillo u opacidad, dependen de la clase de producto de carga. El grano más fino, por ejemplo, produce mayores opacidades y una blancura más elevada. Las cargas son productos que dan cuerpo al papel que no posee mucha celulosa. La proporción de cargas que se le añade a las pastas varía proporcionalmente a su calidad (más carga, peor calidad).

- 4) **Pigmentos.** Al igual que las cargas, rellenan los huecos del papel dando más opacidad y blancura. Se diferencian de éstas por el modo en que se aplican y porque las partículas son más pequeñas. Los pigmentos se aplican en superficie y las cargas en masa.
- 5) **Coloración.** Se le añaden a la pasta sustancias colorantes de naturaleza mineral u orgánica (según el tipo de papel). Los colores obtenidos de sustancias minerales son más resistentes a la luz que los derivados orgánicos.

Se puede añadir el color en masa (en las mezcladoras) o en algunos tipos de papel se efectúa cuando se forma la hoja en la máquina continua.

- 6) **Agente de Blanqueo Óptico (A.B.O.).** El agente de blanqueo óptico se utiliza para dar un efecto visual de mayor blancura al papel. Es el responsable de que se vea ese brillo azulado cuando el papel está bajo una luz ultravioleta.



7) **Ligantes.** Debido al carácter orgánico de las fibras y el carácter inorgánico de algunos aditivos (cargas, pigmentos...) se necesitan los ligantes para poder unirlos entre sí. Éstos crean unos "puentes" que unen los aditivos entre sí y después los unen a la fibra. Los más utilizados son:

- Almidón
- Látex
- Alcohol polivinílico

## 1.4 Papel Reciclado.

Como ya se indicó anteriormente la importancia del uso del papel lleva consigo muchos beneficios pero no todo es ventaja pues su producción implica uso de energías excesivas, impacto ambiental considerable por los agentes químicos que se utilizan al momento de realizar la fabricación, el uso de la materia prima virgen lleva consigo la tala de mayor número de árboles para la obtención de fibras madereras, entre otros aspectos. Con esto no se quiere poner en tela de juicio el uso de este material, pues ya se ha clarificado la importancia que tiene el poder contar con esta materia prima, sin embargo existe otra posibilidad de utilizar el papel, en esta ocasión se utiliza proyectando desde el reciclaje, con la intención de poner en práctica el uso de fibras secundarias y pulpa reciclada para la fabricación de paneles usados en la manufactura de muebles para el hogar, recordando que dependiendo del resultado final de dichos paneles, el mobiliario será fabricado de manera total o parcial, es por esto que en las siguientes líneas se delinea lo referente al reciclaje de papel.

Colín menciona que *“el reciclaje de papel es el proceso de recuperación de papel ya utilizado para transformarlo en nuevos productos de papel. Existen dos categorías de papel que pueden utilizarse como materia prima para papel reciclado: desechos de pre-consumo y desechos de post-consumo”* (Colín, 2004: 75). Tenemos que los desechos pre-consumo son materiales que ya han pasado por la fábrica de papel, y que han sido rechazados antes de estar preparados para el consumo. Los desechos post-consumo son materiales de papel ya utilizados que el consumidor rechaza, tales como viejas revistas o periódicos, material de oficina, guías telefónicas, etc. El papel que se considera adecuado para el reciclaje es denominado *“desecho de papel”*.

Además de que en las fábricas siempre se han reciclado productos dañados y rechazados de transformadores (plantas de fabricación de productos de papel) por que el material es una descomposición conocida, sin impresión y a menudo se utilizan como sustitutos directos de la pulpa.





Por su parte Aguilar menciona que *“el papel se recicla reduciéndolo a pasta de papel y combinándolo con nueva pasta procedente de la madera”* (Aguilar, 2004: 55), dado que el proceso de reciclaje provoca la ruptura de las fibras, cada vez que se recicla, la calidad del mismo disminuye, lo que quiere decir que se deben añadir un elevado porcentaje de nuevas fibras, o será sinónimo de productos de menor calidad.

Los fabricantes de papel compran el papel residual basándose en la fuerza de las fibras y en el brillo según el tipo de producto fabricado. *“En un futuro cercano, se piensa que la capacidad para los materiales reciclados y los subproductos crecerá de una forma dos veces más rápida que la de fibra vegetal”* (Tchobanoglour, G.1994: 325).

La CNCP informa que en la última década, *“la industria del reciclaje de papel ha sufrido grandes cambios. Antes sólo se podían obtener productos de baja calidad, pero ahora las nuevas tecnologías permiten mezclar la fibra reciclada con fibra nueva, resultando esto en productos de muy alta calidad”* (CNCP, 2011: 22).

Entonces con lo especificado anteriormente, podemos dar mayor relevancia a el uso del papel reciclado y más aún cuando las ventajas se comienzan a marcar paulatinamente en el empleo de la materia prima resultante del reciclaje.

#### 1.4.1 Breve descripción del reciclaje de papel.

Casi cualquier tipo de papel se puede reciclar hoy en día, aunque algunos resultan más difíciles de tratar que otros. Los papeles cubiertos con plástico o aluminio, y los papeles encerados, pegados o engomados normalmente no se reciclan por el elevado costo del proceso. Los papeles de regalo tampoco pueden reciclarse debido a su ya de por sí pobre calidad.

El proceso del reciclado de papel consta de 6 etapas según Transpac Comercializadora:

**1) La recolección:** Generalmente existen empresas intermediarias que compran el material a recolectores individuales. Para que se lleve a cabo la recolección, las empresas recicladoras contactan a los diferentes centros de acopio ubicados en el Estado de México, estos centros de acopio reciben día a día diversos tipos de papel desechados en el hogar, en la oficina o en instituciones diversas, se realiza la recolección y se prepara el papel para ser llevado a las empresas previamente contactadas.

**2) La clasificación:** Es necesario ordenar y clasificar el papel obtenido en distintas categorías, ya que cada tipo de papel servirá para producir un nuevo papel de similares características. Los papeles blancos para escritura sirven para la producción de nuevos papeles escribir en hojas para recados, libretas y cuadernos; las cajas de cartón corrugado sirven también para producir papeles color café para embalajes. Dependerá de esta correcta clasificación la resistencia del papel, pues cabe mencionar que cada tipo de papel presenta diversas propiedades de resistencia pues el número de veces que se ha reciclado, define que tan fuerte es la fibra y que nivel de resistencia presenta.

**3) El empaquetado:** Ya clasificados, los papeles son prensados, cada uno de los paquetes prensados contiene un tipo específico de papel usado. Aunque muchas veces se hace una combinación de diversos tipos de papel, lo cual genera que al momento de ser reciclados la mezcla resultante presente características variadas.



**4) El almacenamiento:** El papel ya estibado es almacenado, a la espera de ser transportados a las fábricas de papel. Ya en las fábricas de papel se vuelve a separar y almacenar el material que en ese momento no esté siendo utilizado.

**5) El transporte:** Son transportados en camiones a las fábricas de papel que someten a reciclado el material usado como materia prima.

**6) El tratamiento:** Las impurezas pesadas, tales como metales, alambres, son separadas y entregadas a otras industrias para ser reprocesadas.

## [CAPÍTULO 1](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

### *1.4.2 Tipos de papel para reciclar*

El papel está siempre presente en nuestra vida diaria. Se dice que cada ser humano consumirá 13 árboles en toda su vida por los distintos productos que necesita: el pañal del recién nacido, el papel higiénico, los cuadernos para estudiar, los blocks para dibujar, las agendas para anotar, los libros para leer, los periódicos, en fin, muchos otros.

Después de su uso y aplicación el papel se destina a formar parte de los residuos sólidos pero ¿Por qué no pensar en un siguiente uso?, es por todo esto que la investigación pretende resolver esta cuestión y aunque actualmente ya empresas e instituciones han comenzado una ardua labor en este tema, aún hay mucho por hacer.

Los papeles que se consideran para reciclaje son cerca de 70, evidentemente no todos cuentan con las mismas propiedades ni todos se consumen con gran frecuencia y alto porcentaje de desecho, es por esto que de acuerdo a los papeles con mayor demanda de desecho en la presente investigación, sólo nos enfocaremos en los siguientes:



**Papeles de oficina y escritura.** Como su nombre lo indica, son de uso diario en escuelas, hogar y oficinas; su color usualmente es blanco. El papel típico es el de los cuadernos escolares. Se compone de fibras vegetales blanqueadas, con una configuración y calidad muy superior, hay que señalar el importante impacto ambiental que supone el blanqueo de la pasta de papel con elementos químicos agresivos (Cloro). En la actualidad este tipo de papel está siendo sustituido con éxito por el papel blanco reciclado, que para todo tipo de usos de oficina ofrece idéntica calidad y máximas prestaciones.

**Papeles de Impresión y Revistas:** Al igual que el periódico, la calidad de este tipo de papel suele ser inferior, aunque por las características de su presentación (cuerpo, satinado, fotos a color, etc.), constituye una categoría superior. Su gran difusión le convierte también en principal objetivo de las campañas de reciclado, sin embargo editoriales, empresas relacionadas con la industria de la impresión y con los medios de comunicación se resisten a utilizar papel reciclado para sus publicaciones.

**Papel periódico:** Es el tipo de papel utilizado para la impresión de periódicos, está fabricado principalmente sobre la base de papel recuperado o de pasta mecánica. Puede ser blanco o ligeramente coloreado y su gramaje habitual oscila entre los 40 y los 52 g/m<sup>2</sup>, aunque puede llegar a 65 g/m<sup>2</sup>.

- El papel estándar es el papel cuyo gramaje es de 48,8 g/m<sup>2</sup> y se produce para satisfacer las necesidades de las empresas periodísticas editoras de diarios.
- El papel periódico liviano es el papel cuyo gramaje es de 45,0 g/m<sup>2</sup>, producido para responder a las necesidades de los rubros periodístico y publicitario (folletería, afiches, volantes) y editoras de guías telefónicas.



- Este tipo de papel presenta mucho menos resistencia en las fibras que lo componen ya que las veces que ha sido reciclado para su uso lo convierten en un papel frágil, es también usado al momento de realizar papel reciclado con motivos artesanales.
- Pero presenta además, una característica fundamental: su gran potencial como materia prima de sí mismo, por la facilidad de ser confeccionado en papel reciclado.

**Cartulinas:** Se emplean para fabricar los envases de pasta dental, perfumes, detergentes, de los cereales para el desayuno, de la leche líquida de larga vida, etc.

**Cartón:** Es el resultado de aplicar un tratamiento mecánico-químico muy específico al papel, lo que configura su color oscuro y textura tan característicos. A la hora de recuperar y reciclar, este elemento plantea problemas de tan difícil solución, que en ocasiones imposibilitan la recuperación efectiva del mismo:

- Gran volumen.
- Dificultad de manejo.
- Poco peso.
- Mal acondicionamiento (necesidad de desmontar las cajas).
- Necesidades específicas de transporte e infraestructuras (grandes vehículos y dependencias).



El estudio y experimentación con cada uno de los papeles anteriormente descritos determinaran las ventajas que cada uno ofrecerá en la estructura del mobiliario doméstico, esto será un fuerte motivo para poder determinar qué tipo de papel será factible a reciclar, los pasos a seguir en el proceso de reciclado y sus aplicaciones finales.

Cabe mencionar que estos 5 tipos de papel se encuentran clasificados dentro de los primeros tipos de papel factibles al reciclaje (Tabla 4), ya sea por el número de veces que han sido reciclados, por el grosor, el color o el estado de las fibras que lo componen.

TABLA 4. Listado de los cinco tipos de papel con mayor factibilidad de reciclaje.

Fuente: Propia con base a artículo recycling paper, 2012

Tipo de Papel	Siglas
Cartón corrugado	OCC
Periódicos	ONP
Revistas	OMP
Papel de escritura	OWP
Papel de impresión	OCP

# Capítulo 2. Procesos de Reciclaje.

## [2.1 Procesos actuales para reciclaje de papel](#)

[2.1.1 Descripción de proceso artesanal](#)

[2.1.2 Descripción de proceso industrial](#)

[2.1.2.1 Empresas recicladoras \(nacionales e internacionales\)](#)

## [2.2 Comparación entre procesos de reciclaje](#)

[2.2.1 Aplicación actual en productos](#)

## [2.3 Teorías de contempladas en el documento](#)

[2.3.1 Teoría para la sustentabilidad](#)

[2.3.2 La teoría como sentido a la práctica del quehacer del diseño](#)

[2.3.3 Teoría de la evolución del mueble a lo largo del tiempo](#)

## [2.4 Paneles](#)

[2.4.1 Tipos y características de paneles empleados en la construcción](#)

[2.4.2 Paneles para la fabricación de mobiliario](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

## 2.1 Procesos actuales para el reciclado de papel

Conocer los diferentes procesos de reciclaje a los que se podrá recurrir en la investigación, es de suma importancia pues en base a los ya existentes se podrá esbozar un proceso detallado para el tipo de papel que se vaya a reciclar, esto después de haber seleccionado el tipo de papel más conveniente en la fabricación de paneles para mobiliario doméstico.

Por lo consiguiente dichos procesos se describen en el siguiente apartado, utilizando terminología adecuada para su entendimiento y en espera de que se genere a partir de estos, el proceso a emplear que se analizará en los siguientes capítulos.

Se sabe que el papel reciclado se puede utilizar durante 6 veces máximo (Sherin, 2009) entonces definiremos dos técnicas en el reciclado de papel. A continuación se describen:

### [CAPÍTULO 2](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

#### 2.1.1 Descripción del Proceso Artesanal

Ya que se ha acreditado lo referente acerca del concepto “papel”, se tiene un panorama general allegado del reciclado de papel, se aborda entonces el reciclaje del mismo de forma artesanal, esbozando una técnica dependiente de la práctica.

Se considera que un papel es artesanal (elaborado a mano), cuando su elaboración se convierte en un proceso fácil de utilizar para confeccionar este material y al momento de su fabricación, no resulta caro ya que se utilizan herramientas fáciles de conseguir o elaborar desde el hogar.

Menciona Lockie que *“el papel hecho a mano es mucho más que simple papel. Es una forma de artesanía, arte, terapia, meditación y obsequio. Además de ser bello para la vista y agradable al tacto, es inmensamente versátil”* (Lockie, 2002: 129). Es





por esta razón que el papel reciclado artesanalmente resulta idóneo para papel carta, origami, pantalla, tarjetas comerciales, etiquetas, papel para envolver regalos, entre otras posibilidades.

En el siguiente esquema se describe el proceso de fabricación de papel artesanal, que aunque se esté mostrando de un manera fácil y comprensible, cada uno de los pasos a realizar conlleva su tiempo y técnica para obtener hojas de papel de calidad fabricadas de tal suerte que el medio ambiente no resulte afectado.



Diagrama 1. Reciclado de papel

Fuente: La técnica y el arte de la elaboración de papel artesanal, 2010

Asunción nos corrobora que la manufactura artesanal *“cuenta con máquinas básicas para el reciclado, se manejan de forma manual o se emplean técnicas manuales un tanto rústicas y que requieren de lapsos de tiempo considerables”* (Asunción, 2007: 23), así que realizar papel mediante estas técnicas, cierra las posibilidades de fabricación de objetos, pues regularmente se emplea este proceso para hacer hojas y objetos con motivos decorativos. Ya que el tiempo de producción es largo.

En la actualidad, aun no se está trabajando para emplear este proceso en la obtención de objetos de mayor dimensión sin tener que ser meramente decorativos por ser artesanales. Recordando que en ocasiones la sociedad no consume este tipo de productos por que los considera de baja calidad, en cuanto a la textura obtenida y la interpretación visual por parte del consumidor.

Existen algunas instituciones dedicadas a la enseñanza de la técnica para reciclar papel artesanal, una de estas es el Herbario y Jardín Botánico, ubicado dentro de las instalaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), dentro de dicho lugar se encargan de ofrecer cursos para realizar papel artesanal, definiendo el proceso de la siguiente manera:

El proceso de reciclado artesanal es una expresión del ser, es un creación personal en el que podemos plasmar algo meramente artístico, además de ayudar a la disminución de residuos sólidos que puedan afectar al medio ambiente al momento de acumularse en nuestro entorno (BUAP, 2012). Por lo tanto los expertos de esta institución señalan que reciclar papel es aportar un granito de arena a la cultura del reciclaje, la manera en que llevan a cabo el taller se describe en el esquema dos, en el cual se describen algunas de las fases por la que pasa el papel artesanal, dicha información fue proporcionada por la BUAP y es el proceso que hasta la fecha siguen empleando en la obtención de este tipo de papel.



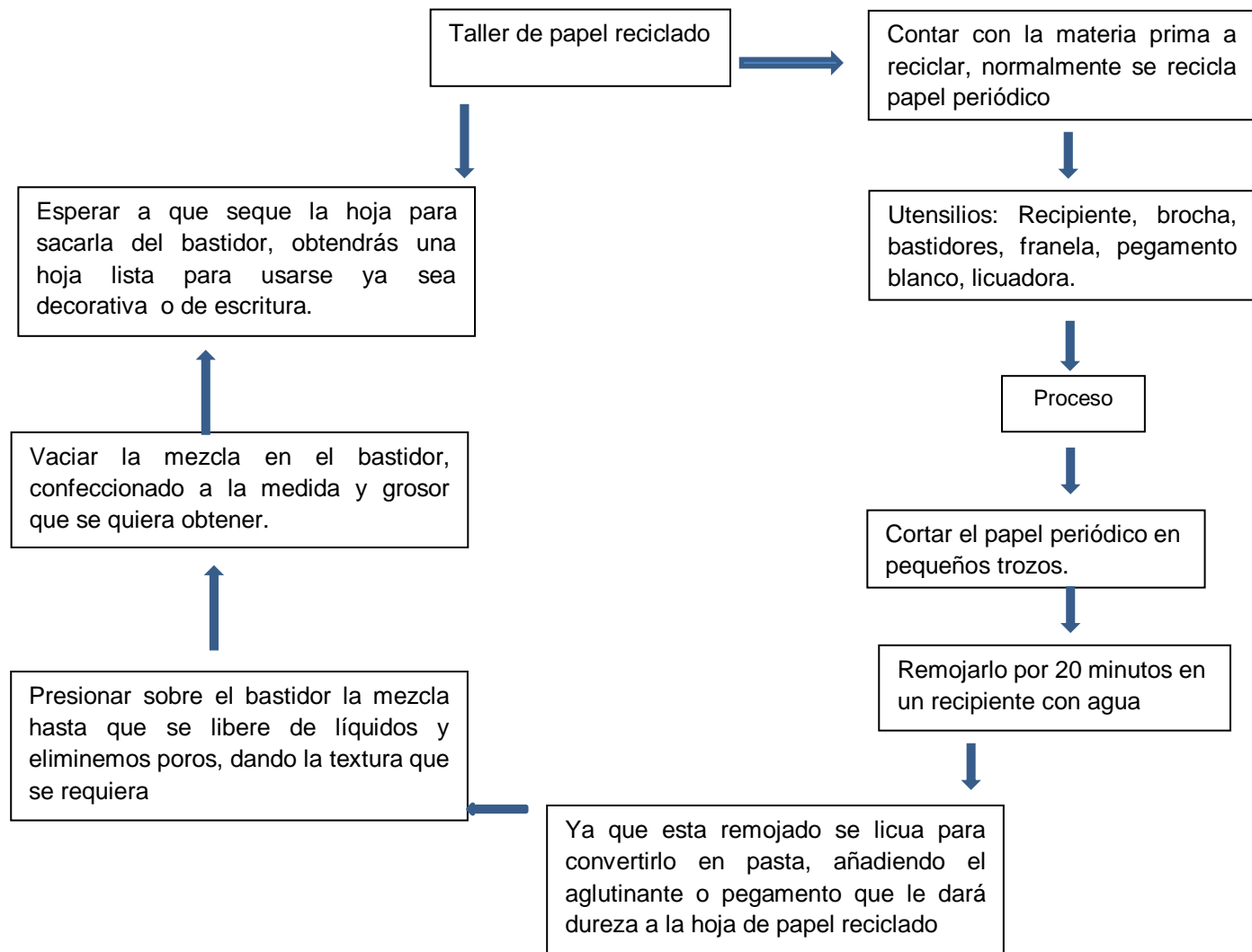


Diagrama 2. Reciclado artesanal de papel.

Fuente: La técnica de la elaboración de papel artesanal dentro de la BUAP, 2012

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

### 2.1.2 Descripción del Proceso Industrial

Para reciclar el papel de forma industrial, se requiere principalmente de la maquinaria específica para este tipo de reciclado, al igual que una nave en la cual se pueda trabajar adecuadamente para llevar a cabo el reciclado. También se debe contar con personal capacitado en el manejo de la maquinaria.

El tipo de papel que normalmente es reciclado dentro de alguna empresa recicladora, se encuentra establecido en dos categorías que son: papel de pre-consumo y papel de post-consumo:

1. **Papel pre-consumo:** Es el desecho industrial generado por las fábricas de papel, se considera así al sobrante de la producción total y también es denominado “merma”. En ocasiones los fabricantes consideran este tipo de desechos como materia prima semi-virgen ya que no se ha realizado ningún tipo de reciclado y mucho menos se le da uso. Pasa directamente al proceso de reciclado,
2. **Papel post-consumo:** Todos esos papeles que rodean nuestras actividades diarias dentro del hogar, la oficina, la escuela u otro lugar, se les denomina desechos de post-consumo, Este tipo de papeles ya han cumplido un uso en específico y automáticamente pasan a ser considerados materiales de desecho, dependiendo del tipo de papel, se define que tan factible es para reciclar.



### 2.1.2.1 Empresas recicladoras de papel a nivel nacional e internacional

El papel reciclado de forma industrial, es más complejo de trabajar, ya que se necesitan maquinas destinadas al reciclaje del mismo, lo que genera un alto consumo de energía y en ocasiones las empresas prefieren fabricar papel con material prima virgen, que reciclar el papel como tal, pero aun así en México hay empresas que están trabajando constantemente en el reciclado de esta materia prima. Tal es el caso de TRANSPAC COMERCIALIZADORA S.A de C.V. (figura 2) Una empresa recicladora que dentro de sus actividades ha desarrollado un sistema para el acopio y transformación de desperdicios de papel y cartón. Llevando acabo su actividad como se muestra en el esquema:



Figura 2. Proceso del reciclado de papel y PET.

Fuente: TRANSPAC S.A. de C.V., 2010

La tecnología en cuanto a maquinaria que maneja esta empresa se considera de punta a nivel mundial, y permite ofrecer un servicio de calidad internacional en el acopio, selección, clasificación y embalaje (figura 3) en alta densidad de cualquier tipo de papel y cartón. La empresa TRANSPACK S.A de C.V. tiene la capacidad instalada para comercializar 15,000 toneladas de materiales para reciclados mensuales.



Figura 3. Proceso del Reciclado de Papel

Fuente: TRANSPACK S.A de C.V., 2010

Además de esta empresa recicladora se pueden mencionar otras empresas, que han adquirido la experiencia a lo largo de su historia en el ramo de reciclaje. Dichas empresas están ubicadas en el Interior de la República Mexicana, a continuación se describen a grandes rasgos.

**Bio-pappel.** Ubicada en Durango y oficinas en Ciudad de México, es una empresa productora de papel reciclado y posicionada como la mayor productora de este material en México y América Latina, además de ser líder nacional en la fabricación de empaques sustentables, entre otros productos destacados dentro de esta empresa, se encuentra: papel bond, papel periódico, papel café, empaques de papel corrugado, sacos de papel y papel cortado para copias, impresión, cuadernos, libros y formas. Todos esto productos fabricado en papel reciclado y de fibras secundarias.

**Papelera Veracruzana S.A de C.V.** Ubicada en Orizaba Veracruz, se ubica como una de las empresas de mayor auge en el ramo del reciclaje de papel, ofreciendo productos de alta calidad entre los que se encuentran papeles de oficina, impresión y cafés, contando con el uso de gas natural para realizar el proceso de fabricación de tal manera que disminuya el impacto ambiental.

La lista asciende a un total de 67 empresas situadas en toda la República, aquí solo se está haciendo mención de las recicladoras más sobresalientes en el ramo (figura 4). Pues cuentan con la tecnología y planificación adecuada en la realización de cada una de sus actividades.



Figura 4. Empresas Recicladoras de Papel

Fuente: Bio-Pappel/papelera veracruzana, 2009

### *Empresas recicladoras a nivel Internacional*

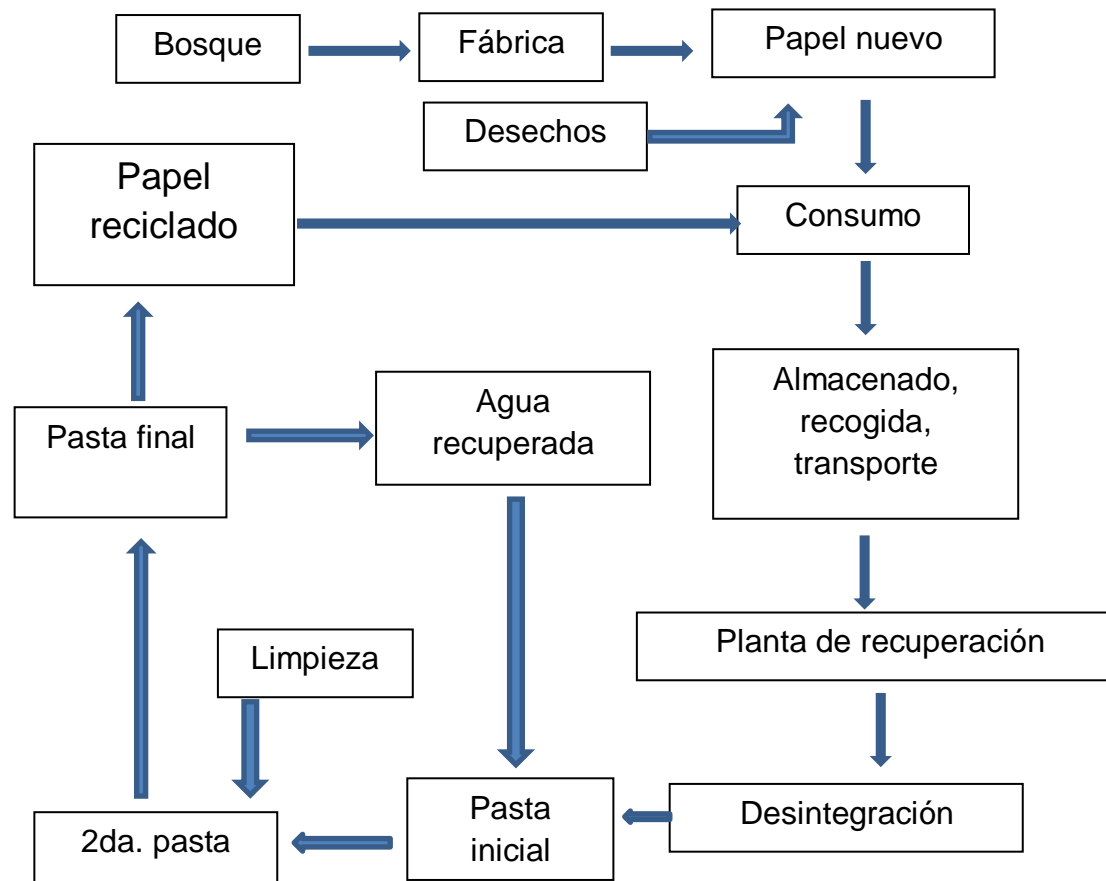
En el ámbito internacional hay un sin número de empresas dedicadas al reciclaje de papel, las cuales cuentan con tecnologías que completan el proceso de reciclado favoreciendo el aspecto social, económico y ambiental, los nombres son muchos, los lugares de igual manera varían por mencionar algunas, se encuentran: IRMASOL S.A de C.V, Grupo PICSA, McKinley Paper Company, Reciclaje Ecológico S.A de C.V, Proyecto Vij5, entre otras.

Son muchos los nombres y las diferentes actividades que se realizan en estas empresas, ya sean nacionales o internacionales, el proceso de reciclado es similar y la visión se centra en ofrecer los mejores productos con el menor impacto ambiental, pero muchas de ellas se centran en la elaboración de hojas o rollos de papel, derivados de la materia prima resultante de fibras secundarias, obtenida a su vez del sobrante que las productoras de papel proporcionan. Es aquí donde no se está aprovechando aquel papel de desecho que llega a Centros de Acopio y mucho menos se están abriendo posibilidades de producir otro tipo de objetos de mayor escala, dimensión o forma, si acaso se producen envases o embalajes pero se están limitando las posibilidades de emplear un buen proceso con algún tipo de papel de desecho para obtener algo más allá que una hoja de papel reciclado.

En el esquema tres, se describe la coincidencia entre estas empresas, referente al proceso que sufre el desecho de papel, una vez incorporado al sistema productivo de papel reciclado, dichas etapas van desde el momento en que se obtienen fibras pulpables de los árboles, hasta el momento que se genera papel de materia prima virgen, después el uso del mismo, el desecho o merma hasta el momento en que se genera papel reciclado, queda claro que todas las empresas siguen el mismo protocolo de fabricación y en muchos casos dejan de lado la reutilización de fibras secundarias es ahí donde el proceso se vuelve agresivo con el medio ambiente.







Esquema 3. Proceso industrial para obtener papel reciclado.

Fuente: Propia basada en el proceso de reciclado dentro de TRANSPA comercializadora, 2010

## 2.2 Comparación entre procesos de reciclaje.

Es casi evidente las ventajas y desventajas que cada tipo de proceso nos puede brindar, la diferencia entre uno y otro es el producto resultante de cada proceso así como el acceso que se tiene para emplear cada uno, por ejemplo con el proceso artesanal podemos además de manipular la materia prima se pueden confeccionar la mayoría de las herramientas a utilizar, cosa que en el proceso industrial no se puede, además de que la maquinaria a usar presenta un costo mayor. Lo importante es que ambos procesos son viables sólo dependerá el enfoque que se le a cada uno, como ya se ha venido mencionando se trazara un proceso combinado entre lo artesanal y lo industrial, con la visión de proponer uno adecuado que permita la elaboración total o parcial de mobiliario. A continuación se enlistan de manera general las ventajas y desventajas detectadas en cada proceso:

### Ventajas del papel reciclado artesanalmente

- Herramientas fáciles de utilizar.
- Proceso manual sin mayor grado de complejidad
- Papel resultante medianamente atractivo a la vista
- Costo de la hoja terminada con valor agregado (motivos decorativos)
- Lo podemos elaborar fácilmente y las herramientas que se utilizan, no presentan algún daño ambiental
- Con instrucciones de algún experto, este papel lo podría fabricar desde un niño hasta un adulto.



### **Desventajas del papel reciclado artesanalmente**

- Demasiado tiempo de elaboración
- Se requiere de materia prima en gran cantidad para obtener una hoja tamaño carta
- Se requiere de gran cantidad de agua
- En ocasiones no es resistente
- El uso que se le da es limitado
- No se podrán realizar objetos de diseño de grandes dimensiones por las características deficientes que presenta
- Muchas personas no lo consumen por la apariencia rustica.

### **Ventajas del papel reciclado industrialmente**

- Obtención de piezas seriadas.
- Proceso industrial que acelera la producción
- Papel resultante visualmente atractivo
- Costo de la hoja terminada de precio accesible por la alta demanda
- Con instrucciones de algún experto, se puede elaborar en tiempos cortos.

### **Desventajas del papel reciclado industrialmente**

- Uso de energía demasiado excesivo
- Se requiere de gran cantidad de agua



- Se ha sesgado a productos visuales de poco interés
- El uso que se le da aún está limitado a embalaje y productos efímeros
- Maquinaria costosa
- Se requiere de un espacio considerable para poner en marcha el reciclado, lo cual genera inversión.

## CAPÍTULO 2

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

### *2.2.1 Aplicación actual en productos.*

El papel reciclado se ha usado en diferentes productos, envases o embalajes, pero actualmente sobresalen las empresas que comienzan a trazar un nuevo camino de opciones para el uso de papel reciclado, tal es el caso del producto denominado “News paper Wood” que es un nuevo material basado en un concepto creado por la diseñadora Mieke Meijer y desarrollado en conjunto con el estudio de diseño holandés Vij5. Dicha firma está consciente de que cada día, montones de periódicos son desechados y reciclados en papel nuevo, es por esto que idearon una solución para utilizar este excedente de papel en un material capaz de utilizarse en el diseño de productos

Este material vuelve a transformar los periódicos en madera, desde donde nace el papel originalmente. El material básico es el “Eindhovens Dagblad”, que también patrocina el proyecto mediante el suministro de impresiones erradas y los periódicos no entregados como una fuente local del material base. En la figura 5, se aprecia el acabado y textura del material citado.



Figura 5. Tablón de papel reciclado

Fuente: Página de servicio de la firma Vij5, 2012

Por otra parte en España, se está trabajando para realizar una combinación de materiales, esto es entre el papel para reciclado y la arcilla. El papel ha sido ampliamente utilizado en la creación de productos reciclados que van desde espuma hasta baterías. Académicos españoles de la Universidad de Jaén han descubierto una manera de transformar papel y barro residual en ladrillos ecológicos (figura 6).

Para la realización del proyecto, los investigadores se dedicaron a reunir el excedente que produjo una fábrica de papel y el barro procedente de la depuración de aguas residuales. Luego unieron la mezcla con arcilla, la misma utilizada en la construcción y le dieron forma a presión.

Según una publicación de *Fuel Processing Technology* esta técnica significaría un gran beneficio económico y medioambiental, ya que utiliza como materia prima un material considerado como desecho. Otra de las cualidades del producto es su baja

conductividad térmica, lo que lo vuelve un gran aislante. Además la presencia de materia orgánica entre sus componentes vuelve el proceso más ágil, ya que necesita menos tiempo de cocción y por tanto menos combustible en su preparación. La propuesta de este material se muestra en la imagen:



Figura 6. Ladrillo Ecológico

Fuente: Universidad de Jaén-España, 2012

Sin dejar atrás los avances que en México se están realizando acerca de la aplicación del papel reciclado en nuevos materiales, tenemos una empresa desarrollada en Sonora, que en base a algunos elementos combinados con papel reciclado dan lugar a envases y embalajes, diseñados y pensados para el cuidado de algunos productos (figura 7).



Figura 7. Envase y embalaje de cartón reciclado

Fuente: Desarrollo de materiales-Sonora, 2010

El aporte mayor de estos ejemplos, es la muestra que se da sobre el desarrollo del reciclaje de papel, sin embargo existen algunas otras aplicaciones, que van desde una hoja decorada utilizada para la invitación a algún evento, como un alebrije diseñado para un carro alegórico de cierto festejo, pasando por rollos enormes de papel reciclado hasta llegar a la propuesta de lámparas o luminarias diseñadas con papel reciclado. En los siguientes capítulos, se trabajará con la experimentación y determinación del mejor proceso para reciclar, el tipo de papel a usar y lo más importante la aplicación final que se obtiene en base a todos los elementos antes descritos.

## 2.3 Teorías contempladas en el documento.

[CAPÍTULO 2](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

Para el desarrollo de la presente investigación, se han contemplado teorías relacionadas con la fabricación de nuevos productos y la obtención de materiales que por una u otra razón impactan al entorno social, ambiental y económico, es por eso que se optó por aquellas teorías que permitan contemplar la postura que debe tener el hombre hacia futuras acciones que puedan transformar o cambiar el entorno que lo rodea. Estando consiente de que las siguientes teorías dan en todo momento el sentido y la dirección que tiene la fabricación de un panel con material reciclado para conjuntar. Se describen dichas teorías de manera breve y precisa:

### 2.3.1 Teorías para la sustentabilidad

#### **Diseño con Responsabilidad al Ambiente**

Descripción:

Se denomina como aquella modalidad del diseño que adopta un camino hacia la reflexión sobre las actividades del hombre y los efectos en el medio ambiente bajo una visión sistemática.

Características:

- 1.- Cuestiona por completo la dirección actual de la producción de los patrones de consumo, de la necesidad real, que conlleve a la adquisición de productos y del desarrollo económico en general.
- 2.- Práctica de diseño ecológico que presta la debida atención a los factores ambientales éticos y sociales. Incorporando aspectos económicos y estimaciones sobre la disposición de cada recurso en relación a una producción sostenible.



## **Diseño verde.**

### Descripción:

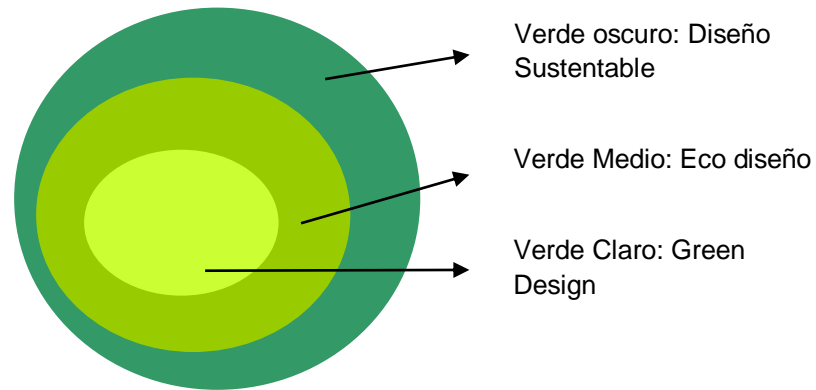
Es una iniciativa de J. Ottman Consultoría sostenible centrado en el diseño del producto. Su misión es transformar a las empresas por ayudar a catalizar el desarrollo de productos, envases, y los modelos de negocio que son a la vez sostenibles, innovadoras, rentables y capaces de competir en el mercado mundial. Continúa en una línea a favor de la productividad y de los beneficios comerciales para lograr un incrementado enverdecimiento en la industria. Hay una buena relación entre la práctica verde y el éxito comercial.

### Características:

- 1.- Cuestiones ambientales de una manera superficial, aprovechando las influencias comerciales casi sin cambios.
- 2.- Proceso de diseño que se concentra en evaluar y tratar los impactos ambientales individuales de un producto, dejando en segundo plano la vida global de ese producto.

Por otra parte cabe mencionar que para realizar una clara descripción y análisis de lo anterior, se retoma la clasificación mostrada en el cuarto esquema, realizada por Pauline Madge, en su artículo Ecological Design: A new Critique, con el fin de identificar las diferentes tonalidades del Diseño Verde, en el cual los tonos verde oscuro son las más radicales y las menos comprometidas con la naturaleza las tonalidades de verde claro.





Esquema 4. Tonalidades del Diseño Verde.

Fuente: Manual de Diseño Ecológico, 2002

Verde Claro: Considera las cuestiones ambientales de una manera superficial, aprovechando las influencias comerciales. El llamado Green Design o diseño verde recorre este camino.

Verde Medio: Se fortalece la conciencia ambiental y se busca el equilibrio con la industria de manera que se refuerzan los valores de ética y responsabilidad, este es el camino del Ecodiseño.

Verde Oscuro: Implica una profunda reflexión sobre las actividades del hombre y los efectos en el medio ambiente bajo una visión sistémica. La tonalidad oscura representa el diseño sustentable.

### 2.3.2 La teoría como sentido a la práctica del quehacer del diseño.

José Ricardo Morales, autor de esta teoría busca principalmente enfocar al hombre como eje central para el desarrollo del entorno en el que vive, hace referencia a diversos estudios que se han realizado con el afán de entender el arte de la arquitectura y la manera en que esta ha tenido lugar en nuestras vidas diarias.

El “espacio” queda transformado en la venturosa panacea que remedia todos los males padecidos por la teoría de la arquitectura (Morales, 1999), refiriéndose principalmente a que el entorno del hombre dependerá él mismo para surgir como persona y en base a esto realizar el arte de la arquitectura con la posibilidad de configurar su medio, no solo con la intención de habitarlo sino también designarlo y a su vez formar parte del todo.

La importancia de esta teoría es el establecernos como el eje central, la unidad de lo que partirá el todo, menciona Morales que *“el fin real de las operaciones corresponde a la posibilidad de procurarnos aquello que nos concierne en lo tocante o campo del trato”* (Morales, 1999: 52), entonces dependerá del diseñador el resultado de su quehacer diario, modificar para bien del mismo y para bien de quien sea modificado.

Para poder generar nuevos materiales, nuevos métodos, nuevas edificaciones, nuevos muebles, será preciso conocer nuestro campo de desempeño pues la esencia del habitar consiste en todo momento en personificar, ya que la persona aparece siempre como un ser retraído y con intimidad, que comunica a su mundo a través de una máscara y no con la esencia real que desde su interior puede proyectar para mejorar cada instante sobre su alrededor.

Muy importante en esta teoría es rescatar lo que Morales indica: *“El hombre ha de hacerse un mundo arquitectónicamente, en el sentido de que debe crear el orden para su vida, por medio de referencias claras y lugares habitables. Para ello ha de efectuar*

*operaciones situantes, de índole espacial, mediante las que el espacio genérico de la vastedad se transforme en otro, es decir, distinguible en lugares producidos artificialmente” (Morales, 1999: 68).*

### 2.3.3 Teoría de la evolución del mueble a lo largo del tiempo.

**Materiales y tecnología.** Hasta los años 60, los adelantos mayores de muebles de este siglo dependieron todos, en una forma u otra, sobre avances tecnológicos (Sparke, 1986). Ella se refiere no solamente a las máquinas nuevas, que ella enumera meticulosamente para cada período subsiguiente, pero también a los materiales novedosos de construcción.

#### Teoría de la usabilidad de muebles

La usabilidad ha sido un aspecto principal en muchos estudios normativos acerca de muebles, especialmente durante la última mitad del siglo 20, al mismo tiempo que el estilo funcionalista de la arquitectura profesó que la función debe ser el punto de partida para todo diseño. Un país pionero era Suecia, donde *Möbelinstitutet*, un centro de investigación para los muebles fue creado en 1967 con el financiamiento principalmente del estado. Los primeros proyectos trataron con aspectos y dimensiones ergonómicos, y en base de estos estudios, recomendaciones fueron dados y diseminados con eficacia.

#### Teoría del mensaje de muebles

Los muebles pertenecen a esos productos que funcionan como una "segunda piel" de la gente en el mismo sentido que ropas, coches y hogares. Los muebles se asocian cerca con su usuario o dueño, y al seleccionar sus muebles el usuario puede definir el retrato que otras personas tendrán de él o de ella.

[CAPÍTULO 2](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



## 2.4 Paneles

En la búsqueda de un material realmente factible para la fabricación de mobiliario doméstico, en este apartado se describen los tipos de paneles que en la actualidad se están utilizando, ya sea en la construcción como en la fabricación de muebles y el motivo por el cual se incluye dicho apartado, es porque sirven como referencia en cuanto a características, formas y materiales, encaminando de esta manera el panel de papel reciclado que se desarrollará posteriormente.

### Paneles en la construcción

Estos elementos generalmente no son de concreto en su interior, sino de poliestireno o cualquier otro material ligero. Se recubren con concreto o yeso para dar su acabado final.

Ejemplos de marcas comerciales:

- Durock, Panel W (se recubren con concreto)
- Tabla roca (se recubre con yeso, porque generalmente es para interiores, pero también hay para exterior)

Para considerar como panel estándar debe contar con un grosor de 0.95 cm como mínimo y 2.50 m como máximo, estas medidas son las recomendadas para quienes desean trabajar con un panel prefabricado.

Además de contar con características como: durabilidad, resistencia, no son de talla única, ligereza, fácil instalación, resistencia al fuego, maleable para acabados diversos y material contra rayos UV.

### 2.4.1 Tipos y características de paneles empleados en la construcción

#### Paneles W

- En el mercado hay diversas marcas de paneles W, de medidas estándar de 1.22 x 2.44 m, que tienen en ambas caras malla electro soldada y por dentro poliestireno o espuma de poliuretano (figura 8), se recubren con una capa de mortero por los dos lados para proporcionar mayor resistencia, y sobre este se pueden aplicar todo tipo de acabados, desde pintura, azulejo, tapiz, etc.

Algunas ventajas del panel W, son:

- Este tipo de estructura es igual de resistente que la del sistema tradicional.
- Este tipo de sistema es económico.
- Es un sistema rápido y fácil de colocar.
- Es aislante térmico y acústico.
- Se recomienda para viviendas de dos niveles.
- Se le puede dar cualquier forma.
- También se puede utilizar como muro divisorio.
- Podemos hacer con este material, muebles interiores.



Figura 8. Panel W.

Fuente: Propia, 2014

- Las instalaciones se pueden alojar dentro del muro.
- Se utiliza tanto para muros estructurales como para divisiones, fachadas, losas de entrepiso, cúpulas, faldones y diversos elementos arquitectónicos los cuales se construyen de una manera simple.

### *Tablaroca*

- Las placas de cartón yeso se fabrican en una anchura estandarizada 1.22m (4 pies) y diferentes longitudes de 2.44 m (8 pies), 3.05 m (10 pies) y 3.66 m (12 pies).
- Los fabricantes puede cambiar la longitud de la placa a las dimensiones del cliente para pedidos suficientemente grandes (figura 9).
- Se comercializan en diferentes espesores (3/8", 1/2", 5/8" o hasta 1"), aunque para grandes espesores es habitual superponer varias placas de pequeño espesor.

### Ventajas:

- Se le pueden hacer vanos para puertas y ventanas.
- Se le puede dar cualquier acabado.
- Es fácil de transportar.
- Por su ligereza, se puede colocar en cualquier parte de la casa.



- No necesita de mano de obra especializada para su colocación

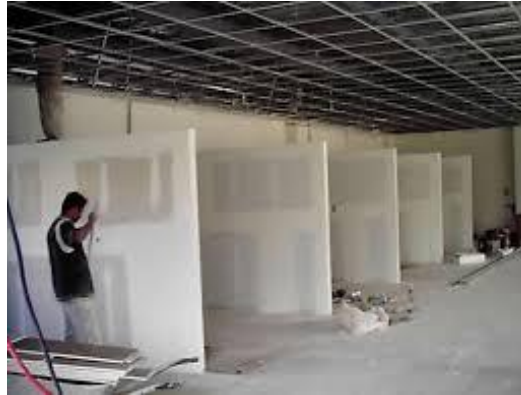


Figura 9. Tablaroca.

Fuente: Página de servicio venta de  
Tablaroca, 2013

#### *Panel de cemento Durock*

- Es una hoja de cemento elaborado con malla de fibra de vidrio y cemento con compuestos químicos que sirven para aumentar su resistencia al peso, humedad y temperatura.
- El Panel de Cemento DUROCK (imagen 10) proporciona una base lisa para vidrio y mosaicos de cerámica, losetas cerámicas y de cantera; así como de piedra delgada y ladrillo delgado.



### Ventajas:

- Puede usarse en interiores y exteriores.
- Resistente a la intemperie y áreas muy húmedas.
- Fácil de marcar y cortar.
- No se deteriora, pudre, tuerce, deslaminan ni desintegran al contacto prolongado con el agua.
- Cara rugosa para aplicación de mortero

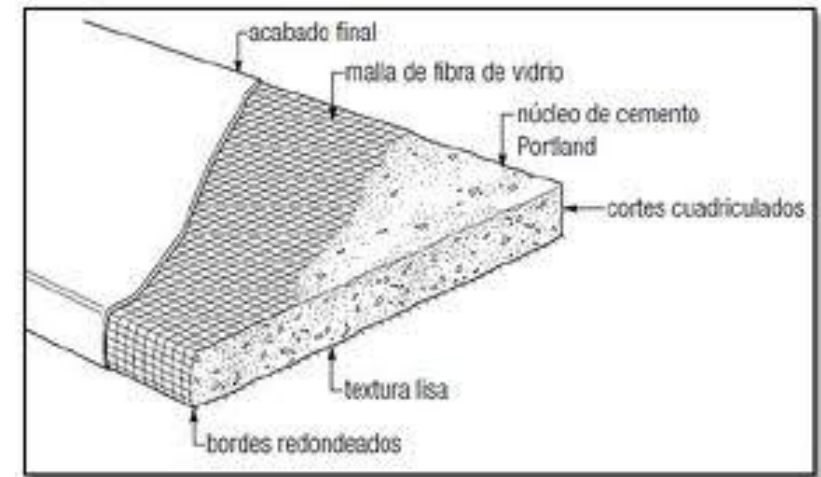


Figura 10. Panel de cemento Durock.

Fuente: [www.durock.com](http://www.durock.com), 2014

### *Prefabricados de hormigón*

- Las pantallas de paneles prefabricados de hormigón son un tipo de pantalla (figura 11), o estructura de contención flexible, empleada habitualmente en ingeniería civil.
- Como su propio nombre indica, están constituidas de elementos de hormigón prefabricados, con forma de paneles generalmente rectangulares.

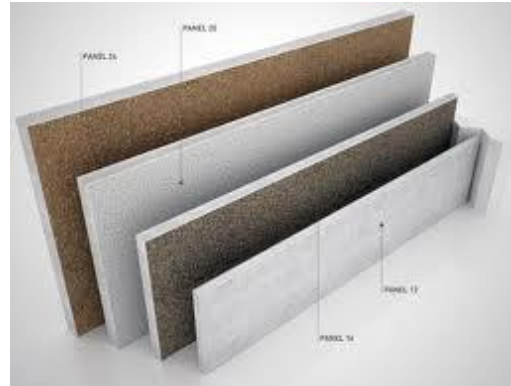


Figura 11. Hormigón.

Fuente: [www.panelesprefabricados.com](http://www.panelesprefabricados.com),2014

### *Panel multicapa*

- Panel multicapa prefabricado, de revestimiento y/o auto portante, con propiedades de aislamiento acústico y térmico, resistencia al fuego y al agua, ligero y mecánicamente resistente en el cual una cara interior, en disposición de montaje en obra, puede presentar diferentes acabados, caracterizado porque dicho panel comprende, de dentro hacia el exterior, en dicha disposición de montaje, una primera capa rígida, una segunda capa de aislante térmico y una tercera capa formada por un panel técnico rígido, en el cual sus componentes se unen mediante la aplicación de resinas ligantes termoestables}
- Contiene al menos los siguientes materiales: espuma de poliuretano semirrígida; fibra de vidrio larga; y papel o tejido celulósico.

### 2.4.2 Paneles en la fabricación de mobiliario

La madera es un material que puede tener muchos usos en el hogar. Sirve para la fabricación del mobiliario, también podemos utilizarla para revestir las paredes de casa. Para ello, existen varios tipos de paneles o tableros entre los que se encuentran, los que a continuación se describen:

#### *MDF*

También se le llama DM o tablero de fibra de densidad media. Está fabricado a partir de elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco. Se utiliza como aglutinante un adhesivo de resina sintética.

Presenta una estructura uniforme y homogénea y una textura fina que permite que sus dos caras y sus cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar incluso los cantos. La estabilidad dimensional, al contrario que la madera maciza, es óptima, pero su peso es muy elevado. Constituye una base excelente para las chapas de madera. Es perfecto para lacar o pintar. También se puede barnizar. Se encola (con cola blanca) fácilmente y sin problemas. Es comercializado en grosores desde 2,5 mm a 4 cm o más. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. Suele ser de color marrón medio-oscuro y es un tablero barato.

Recomendable para construir todo tipo de muebles (funcionales o artísticos) en los que el peso no suponga ningún problema. Son una base óptima para lacar. Excelente como tapas de mesas y bancos de trabajo. Se puede utilizar como lienzo para pintar, como base para maquetas, como trasera y fondo de cajones en muebles y como trasera de portafotos, posters y puzzles. También se



usa para hacer formas, peanas, para tallar e incluso para hacer esculturas (pegando varios tableros para obtener un grosor adecuado). No es apto para exterior ni condiciones húmedas.

Las medidas estándar en cuanto a grosor que se maneja en el MDF, son las siguientes: 2.2mm/3mm, 4mm/6mm, 7mm/9mm, 10mm/16mm, 18mm/19mm, 22mm/25mm, 28mm/32mm, 35mm/38mm, 38mm/40mm, dependerá del grosor que se maneje para determinar la densidad del tablero.

### *AGLOMERADO SIN CUBRIR*

Es un tablero fabricado con pequeñas virutas de madera encoladas a presión y sin ningún acabado posterior. Existen principalmente tres tipos de aglomerado según su fabricación: de una capa, de densidad graduada y de tres capas. En el de una capa las virutas son de tamaño semejante y están distribuidas de manera uniforme, resultando una superficie relativamente basta por lo que no admite bien ningún acabado. El de densidad graduada tiene virutas muy finas en las superficies y más bastas en el núcleo siguiendo una transición uniforme. Su superficie es más suave y permite ciertos acabados. El de tres capas tiene el núcleo formado por virutas dispuestas entre dos capas exteriores de partículas muy finas de alta densidad y con alta proporción de resina, lo que da lugar a una superficie muy suave y apta para recibir la mayor parte de los acabados y recubrimientos.

Suele ser de color marrón claro moteado y sus cantos son más bastos que la superficie (aglomerado de tres capas). Como consecuencia, los cantos no admiten bien el fresado ni el pintado. Sin embargo su superficie se puede pintar sin problema y admite perfectamente ser chapada o plastificada. Se comercializa en grosores de 10, 16 19 y 30mm. La medida normal es de 244 x 122 cm, pero algunos grosores se fabrican también en 366 x 183 cm. Es el tablero más barato.



Es recomendable para cualquier función en el que no quede visto (partes ocultas de mobiliario, tablero para encima del somier, cabeceros forrados, etc.) o para mobiliario muy barato, provisional o de almacén. Los niños lo utilizan también para secar hojas de árboles entre dos tableros. En construcción se utiliza el aglomerado sin cubrir en división de interiores, como base de cubiertas, enfoscados, montaje de stands, bases para suelos, etc.

### *CONTRACHAPADO*

Existen diferentes tipos de contrachapados según los diferentes usos y en función de la especie de madera utilizada, el tipo de encolado y la calidad de las chapas. La construcción de todos ellos se basa en la superposición de placas o chapas estructurales de madera alternando el sentido de la fibra y pegadas entre sí. Deben ser simétricos con respecto a la placa o placas centrales (alma). Esta disposición alterna de las fibras (en ángulo recto) es lo que le da una gran estabilidad dimensional, una gran resistencia al alabeo y una no dirección natural de ruptura. Existe también el contrachapado al hilo (las fibras de cada chapa van en la misma dirección) que se utiliza principalmente como sustitutivo de la madera maciza en los laterales de cajones.

La calidad de un contrachapado viene dada por la calidad de sus chapas y el tipo de adhesivo empleado en su fabricación. Existen las siguientes clases de contrachapado:

- 1.- Contrachapado de interior. Sirve para aplicaciones de interior no estructurales y normalmente tiene una cara de mayor calidad que la otra.
- 2.- Contrachapado de exterior. Los hay para exposición total o parcial al exterior y sirve para aplicaciones no estructurales.



3.- Contrachapado náutico. Es un contrachapado estructural de alta calidad con las dos caras de calidad fabricado principalmente para usos náuticos.

4.- Contrachapado estructural. Está indicado para usos industriales en los que la resistencia y durabilidad son las características primordiales. Las caras suelen ser de peor calidad.

Se fabrica en grosores desde 3mm a 2cm. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. El contrachapado de interior es un tablero muy ligero y no es muy barato debido a su proceso de fabricación. Sus principales usos son la carpintería de interior, traseras y fondos de cajones en muebles de calidad, marquetería, maquetas, manualidades, armazones y embalajes. También puede servir para el forrado decorativo de paredes e interiores de armario.

#### *TABLEX*

Es un tablero fabricado a partir de fibras de madera húmedas sometidas a gran presión y elevada temperatura. Para unir las fibras se utilizan resinas naturales contenidas en las mismas.

Tiene una cara lisa y otra rugosa y se caracteriza por su extremada dureza. Su color es marrón oscuro y se comercializa en grosor de 3,2mm. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. Existe también perforado para permitir la aireación. Es un tablero barato.

Se utiliza principalmente como traseras de muebles y fondos de cajones. También es muy utilizado como base para pintar y para algunas partes de embalajes. También como trasera de portafotos, posters y puzzles, y como protección de mesa para hacer cortes con cúter. Forrado con tela y con imprimación, se utiliza como lienzo.



## *PINO MACIZO*

Normalmente el tablero macizo tanto de pino como de cualquier otra madera se fabrica enlistonado, es decir, pegando listones a tope entre sí. Esto es necesario para obtener tableros anchos y de mayor estabilidad, así como para conseguir un mejor aprovechamiento del tronco. Un tablero macizo de una pieza aparte de no poder ser muy ancho tenderá a arquearse a no ser que se obtenga cortándolo radialmente del tronco.

Existen muchas calidades de tablero macizo dependiendo de la madera utilizada y de los defectos que tenga. El tablero a listonado de pino macizo es relativamente ligero y tiene mucha más resistencia en la dirección de sus fibras que en la transversal. Para que tenga buena estabilidad es necesario un correcto proceso de secado. Se puede fresar, tallar y su encolado (con cola blanca) no presenta problemas. Se fabrica en multitud de grosores (nosotros trabajamos de 18, 22 y 30mm) y no es un tablero muy barato debido principalmente al coste de la materia prima. La medida normal del tablero es de 240 x 120 cm. Es de color claro pardo-amarillento y se oscurece relativamente rápido con la exposición a la luz. Aunque viene lijado de fábrica, conviene lijar con lija suave y lana de acero previamente al acabado, para conseguir un resultado óptimo. Se puede teñir, barnizar, encerar, pintar y lacar.

Es recomendable para cualquier tipo de mueble de calidad, aunque se utiliza mucho más para mueble rústico donde el movimiento de la madera tiene menos importancia. Es recomendable para cualquier tipo de mueble de calidad, aunque se utiliza mucho más para mueble rústico donde el movimiento de la madera tiene menos importancia. Las medidas comerciales de este tipo de tablero o panel van en un grosor de 18mm con peso de 27 kg, 22mm con 33 kg y 30 mm con 45 kg.

[CAPÍTULO 2](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

# Capítulo 3. Experimentación.

## [3.1 Selección del proceso a seguir](#)

[3.1.1 Descripción de herramientas](#)

## [3.2 Selección de materia prima a reciclar](#)

[3.2.1 Descripción de las materias primas](#)

## [3.3 Descripción de experimentación por probeta](#)

[3.3.1 Descripción de la experimentación por probeta \(FASE 1\)](#)

[3.3.2 Descripción de la experimentación por probeta \(FASE 2\)](#)

[3.3.3 Comparación entre probetas](#)

## [3.4 Análisis de resultados](#)

[3.4.1 Pruebas físicas y químicas](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



En el siguiente apartado principalmente se muestra la manera en que se ha llevado a cabo la selección del proceso para obtener los paneles, y las dos fases que tuvieron lugar para la obtención del panel como tal. En dichas fases se describe detalladamente el proceso que se siguió para cada probeta sometida a observación y mejora para encontrar el mejor resultado para completar los requerimientos del panel en la fabricación de mobiliario doméstico.

### **3.1 Selección del proceso a seguir.**

Así mismo, recordando la importancia que tiene cada uno de los procesos descritos con anticipación, como ya se mencionó este apartado se basa en la experimentación mediante el proceso del reciclado artesanal ya que se tiene al alcance herramienta y material factible que permita esbozar un proceso de obtención de la materia prima así como conocer las propiedades que arroja el material reciclado para poder determinar la aplicación del mismo. De primer estancia este será el punto base para la obtención de resultados, contemplando los pasos que se realizan industrialmente, se tomó en cuenta un laboratorio químico que proporcionó maquinaria y herramienta ya con un nivel encaminado a la fabricación industrial. Limitar esta experimentación a solo la manufactura artesanal, es limitar a las múltiples variables y opciones de uso.

#### **Proceso Artesanal**

Como ya se sabe, el proceso artesanal permite obtener materia prima reciclada que puede emplearse en objetos decorativos, objetos de exhibición u hojas con motivos decorativos, en esta ocasión el proceso se ha retomado para conocer a fondo lo referente al reciclado de papel, utilizando herramientas fáciles de conseguir o fabricar y permitiendo esbozar un proceso que industrializado nos permita obtener objetos fabricados en serie, que permitan obtener paneles destinados a la creación de mobiliario domestico total o parcial.



A grandes rasgos el proceso artesanal, se eligió para la experimentación, por los siguientes motivos:

1. La facilidad de conseguir la herramienta y materia prima a utilizar está al alcance, esto hace que el interés por poner en práctica el reciclado y los beneficios que este conlleva sea de mayor aceptación por parte de la comunidad.
2. Antes de proponer un nuevo método de reciclaje es de suma importancia conocer las reacciones físicas y químicas de la materia prima a obtener, para después esbozar un proceso que empate características del proceso artesanal y el industrial con el objetivo de realizar una comparativa entre ambos y trazar un proceso con mejoras en la elaboración de mobiliario doméstico.
3. La disponibilidad que las pocas empresas de reciclado en México tienen por experimentar con nuevos materiales y combinaciones han frenado un poco el poder trabajar en el ámbito industrial, es por eso que a partir de lo artesanal se direccionará a lo industrial.
4. Es un proceso conocido ya solo es cuestión de delinearlo y trazar una mejor estrategia de uso.
5. El proceso artesanal empleado adecuadamente aporta las bases iniciales para direccionar la materia prima resultante hacia una aplicación adecuada.



### 3.1.1 Descripción de Herramientas.

Al momento de elegir el proceso que en primera instancia se toma en cuenta, las herramientas que se tienen al alcance y que se pueden manufacturar de manera fácil son las siguientes:

**Molde:** Manufacturado con las dimensiones que se desean obtener en los paneles resultantes, que son: 30 cm de ancho. 50 cm de largo y 1.8 cm de espesor, este molde se hizo usando madera y malla de 40 puntos, tal como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Moldes de Madera

Fuente: Propia, 2014

**Licadora:** Marca Oster (figura 13) de tres velocidades usada en velocidad baja mezclando cada 600 gramos de papel, activándola a cada 15 segundos para el cuidado de aspas sin filo.



Figura 13. Licadora marca Oster

Fuente: Propia, 2014

**Guillotina:** De tipo “corte recto”, uso manual, fabricada de acero inoxidable con medidas de 33 x 59 x 8.9 cm, marca cutter.



Figura 14. Cortadora de acero inoxidable.

Fuente: Propia, 2014

**Guantes:** De látex para evitar contacto con agentes químicos que desprenda el papel al ser triturado y molido, pues algunos son tóxicos en especial las tintas que se vayan desprendiendo de dicho papel.

### 3.2 Selección de la materia prima a reciclar.

Después de revisar los tipos de papeles que son factibles para el reciclaje se han elegido tres tipos de papel para su experimentación, los cuales son:

1. Papel de oficina/impresión (MOW)
2. Papel de escritura para libretas (OWP)
3. Papel periódico (ONP)

Cabe aclarar que las siglas de cada tipo de papel han sido utilizadas por su terminación en inglés, como a continuación se presentan:

MOW- *Mixed Office Waste*

OWP- *Old Writting Papers*

ONP- *Old News Paper*

**Papel de oficina/ impresión (MOW):** Término genérico a todos los papeles destinados a la impresión; empleados en los tres procedimientos principales: tipografía, litografía-offset y huecograbado. Bajo esta denominación se agrupan clases de papel muy diferentes por su composición fibrosa.

El color del papel de imprimir es generalmente blanco en todos sus grados, desde hace algún tiempo se tiende a utilizar papeles que dan la sensación de un blanco muy vivo. Este tipo de papel puede ser acabado en hojas o en bobinas.





**Papel de escritura para libretas (OWP):** El tipo de papel usado en cuadernos dependerá de varios factores de uso, pues esto determina el gramaje y color de la hoja. En este caso el papel referido es aquel usado para libretas o cuadernos con espiral, que es el cuaderno de papel más común. Los estudiantes son los principales usuarios y por buenas razones son baratos. Vienen en muchos tamaños, la mayoría van desde 70 hasta 200 páginas. Normalmente están atados con alambre y agujeros perforados, y sus páginas son generalmente perforadas para facilitar su extracción. El tamaño más común es 8,5 por 11 pulgadas (21,5 por 28 cm). Contienen papel rayado o de cuadrícula chica o grande. Sus cubiertas son de plástico flexible, polipropileno o cartón delgado.

**Papel Periódico (ONP):** Es dentro de los papeles utilizados para imprimir, el más económico y se presenta en diferentes calidades. Está compuesto de un 70% a 80% de pasta mecánica lo que le otorga la condición de blando. También la poca presencia de cola lo hace absorbente, cualidad que para el secado de las tintas es imprescindible por la velocidad de las máquinas rotativas donde se imprimen los diarios. Se lo denomina también papel de periódico o papel de diario. Al ser diseñado para que dure un día.



Figura 15. MOW

Fuente: Propia, 2013



Figura 16. OWP

Fuente: Propia, 2013

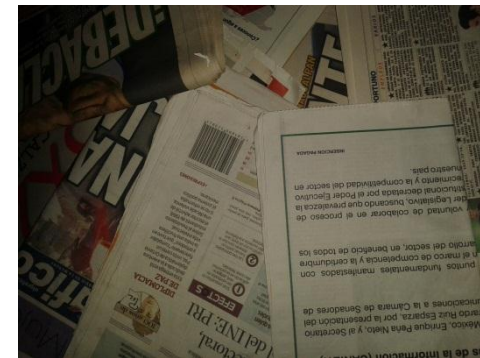


Figura 17. ONP

Fuente: Propia, 2013

Estos tres tipos de papel han sido seleccionados por los siguientes motivos:

1. Disponibilidad de material tanto en Centro de acopio como en hogar, oficinas u escuelas, entre otras instituciones
2. Los tres tipos están ubicados dentro de los cinco tipos de papel más utilizados para el reciclaje.
3. Presentan características viables para el reciclaje
4. Materiales al alcance de la comunidad.
5. Materiales de bajo costo.

[CAPÍTULO 3](#)   [VOLVER AL ÍNDICE](#)

### *3.2.1 Descripción de las materias primas*

Además del tipo de papel que se va a someter a reciclaje también se contemplan las sustancias o materias primas para realizar el aglutinante que tiene la acción de unir las fibras de papel para dimensionar, proporcionar resistencia y participar directamente en la formación de paneles de papel reciclado.

Algunas de las sustancias integradas en la elaboración de aglutinantes son las que a continuación se describen:

**Almidón de maíz:** Se utilizará para obtener el aglutinante deseado, ya que una de las características por las que el almidón de maíz es utilizada en experimentos sobre el comportamiento de los fluidos es porque ésta tiene la propiedad de comportarse como un fluido no newtoniano cuando se disuelve en agua. No tiene un valor de viscosidad definido y constante (figura 15).

Es un ingrediente básico en la elaboración de masas.





**Alumbre:** Es un ingrediente que principalmente se utiliza para endurecer, unir, aglutina sólidos y principalmente su composición está dada por sales que sirven para reservar las combinaciones que con él se realicen.

**Goma Arábica:** Es un polisacárido, se extrae de resina de árboles. Actualmente se usa en alimentos, entre otras características, cumple funciones de aglutinante y genera condiciones atmosféricas para el material en el cual es aplicado. Por su alto costo ha sido reemplazada por otros sustitutos. Además de ser un compuesto proveniente de África y Sudán. La goma arábica es fácilmente soluble (figura 16).

**Glicerina:** Este elemento posee un coeficiente de viscosidad alto. Gracias a el, es posible regular la humedad de la mezcla en donde se integre. Es un líquido espeso, neutro que al enfriarse se vuelve gelatinoso al tacto y a la vista, y que tiene un punto de ebullición alto, además de ser un buen disolvente.

**Azúcar:** Se utilizará por sus propiedades químicas en cuanto a absorbente, excipiente y disminución.



Figura18. Maicena natural

Fuente: Propia, 2014



Figura 19. Goma Arábica en trozo

Fuente: Propia, 2014

### 3.3 Descripción de la experimentación por probeta.

Antes de comenzar con la descripción de la experimentación que se llevó a cabo, es preciso enlistar las variables que se tomaron en cuenta para realizar las probetas que más adelante se estarán mostrando.

#### **Variables consideradas:**

##### *1.- Variables Dependientes:*

- A) Tipo de papel
- B) Composición de fibras
- C) Presentación del papel (tamaño, color)
- D) Número de veces que ha sido reciclado.

##### *2.- Variables Independientes:*

- A) Cantidad de agua a emplear
- B) Tipo de Aglutinante
- C) Condiciones climáticas



D) Cantidad de papel a emplear

E) Dimensión y espesor para el panel.

F) Herramientas para secado rápido.

A continuación se mencionan los puntos más importantes en cuanto al proceso de experimentación, este proceso se seguirá en cada probeta, solo algunos de los pasos cambiarán de acuerdo a las diferentes variables que se estén moviendo.

*Proceso general de la experimentación:*

1. Corte en tiras del papel a emplear. (tiras de aprox. 5 cm de ancho). Esto con la ayuda de la guillotina.
2. En la cubeta colocar agua para poner a remojar las tiras.
3. Triturar o moler las tiras en la licuadora a velocidad baja para no dañar las aspas de la licuadora.
4. En otra cubeta colocar agua para poner a remojar la pasta obtenida.
5. Preparar el aglutinante a aplicar.
6. Ya teniendo el aglutinante se mezcla con la pasta de papel para formar una mezcla homogénea.
7. El aglutinante utilizado se ha empleado por ser una mezcla fácil de preparar así como la adhesión entre la fibra de papel.
8. Se vacía en el molde con las medidas previamente trabajadas que es un molde de 30 x 40 cm y un espesor de 2 cm para formar paneles con el material reciclado.
9. Presionar la mezcla para dejar uniforme la pasta.
10. Dejar secar algunas horas a temperatura ambiente para poder trabajar pruebas físicas.
11. Integrar resultados con fotos de cada paso descrito para su entendimiento.

[CAPÍTULO 3](#) [VOLVER AL ÍNDICE](#)



### 3.3.1 Descripción de la experimentación por probeta. (FASE 1)

Para el entendimiento de la descripción del proceso de experimentación se muestra el esquema cinco que indica las fases llevadas a cabo para obtención de resultados, la fase uno está relacionada con el desarrollo de cinco probetas para su análisis y observación, mientras que la fase dos está desarrollada con cuatro probetas para análisis y observación, los resultados que se arrojen en dichas fases son comparados en la búsqueda del resultado final. Dicho esquema se ha realizado con la intención de que el lector pueda guiarse en la manera que fueron realizados los experimentos de la investigación.



Esquema 5. Fases de experimentación

Fuente: Propia, 2014

**Primer grupo- 3 probetas.** En el siguiente apartado se describe la manera en que se experimentó con probetas desarrolladas hacia comparativos y obtener como resultado la combinación adecuada para obtener paneles de papel reciclado con las características debidas en la fabricación de mobiliario doméstico.

En la realización de dichas probetas se tomó en cuenta lo siguiente.

1. Tipo de papel para reciclar
2. Cantidad de papel a reciclar
3. Tipo de aglutinante
4. Cantidad de sustancias para obtener el aglutinante
5. Moldes (tamaño, grosor y material)
6. Medio empleado para secado (natural o artificial)
7. Herramientas usadas en el moldeo y obtención de materia prima
8. Comparación entre probetas
9. Tiempo de secado
10. Variantes en las Características del panel a obtener



**Probeta 1.**

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la primera probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 5. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

<b>MATERIALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licuada
Azúcar	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
	Tina
	Mesa de Trabajo
	Cubeta
	Guantes

Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló azúcar, agua caliente y maicena en las siguientes cantidades:

**TABLA 6. Aglutinante basado en la fórmula para obtener 600 grs. de papel**

Fuente: Propia con referencia al manual de papel reciclado, 2010

1. Maicena= 360 grs.
2. Agua fría y caliente= ½ litro
3. Azúcar= ½ cucharada

En esta ocasión combinar 360 grs. de almidón de maíz con ½ cucharada de azúcar y remover en agua caliente (1/2 litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, mover a fuego alto hasta lograr una consistencia espesa de la mezcla. (Como se muestra en la figura 20).



Figura 20. Secuencia para el preparado del primer aglutinante.

Fuente: Propia, 2014

## Proceso experimental.

1. Corte en tiras del papel a emplear. (tiras de aprox. 5 cm de ancho). Esto con la ayuda de la guillotina. El hecho de hacer uso de la guillotina es debido al cuidado que se debe tener con la fibra, por ser un tipo de papel que aún no ha sufrido reciclado, se puede aprovechar el largo de la fibra para que al momento de agregarle el aglutinante, la unión se realice de manera uniforme (figura 21).



Figura 21. Corte de materia prima para reciclar.

Fuente: Propia, 2014

2. En la tina colocar agua para poner a remojar las tiras obtenidas (figura 22). El motivo por el cual se deja remojar el papel, es para liberarlo de las diversas tintas que tiene impresas así como para separar las fibras que lo componen y al momento de tritularlo en la licuadora, este no cause daños severos a las aspas, recordando que las aspas de la licuadora no deben tener filo.





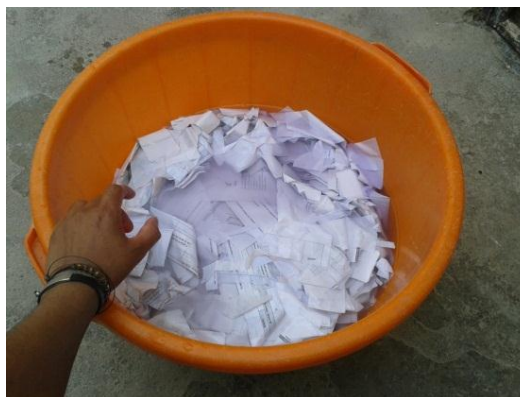


Figura 22. Papel cortado listo para dejar en reposo.

Fuente: Propia, 2014

3. Triturar o moler las tiras en la licuadora a velocidad baja para no dañar las aspas de la licuadora (figura 23). Además del cuidado de las aspas a velocidad baja, también se busca que el papel no atasque las aspas y permita la molienda de manera rápida y segura.



Figura 23. Papel licuado.

Fuente: Propia, 2014

- Preparar el aglutinante a aplicar (figura 24). Este paso se ha explicado con anticipación, se recomienda que una vez que el papel este triturado, se prepare el aglutinante, mientras el papel se remoja y pierde tinta, el aglutinante estará listo para ser agregado en la mezcla final.



Figura 24. Aglutinante obtenido.

Fuente: Propia, 2014

- Ya teniendo el aglutinante se mezcla con la pasta de papel para formar una mezcla homogénea (figura 25). El aglutinante utilizado se ha empleado por ser una mezcla fácil de preparar así como la adhesión entre la fibra de papel.



Figura 25. Pasta para moldear.

Fuente: Propia. 2014

6. Se vacía en el molde con las medidas previamente trabajadas que es un molde de 30 x 40 cm y un espesor de 2 cm para formar paneles con el material reciclado.
7. Presionar la mezcla para dejarla uniforme (figura 26).



Figura 26. Moldeado del panel

Fuente: Propia, 2014

8. Desmoldar y permitir el secado (figura 27)
9. Dejar secar cerca de 72 horas a temperatura ambiente para poder trabajar pruebas físicas.

Después de desmoldar el panel, se deja secar a temperatura ambiente (figura 28), sin ningún tipo de presión y sobre una base de madera observando las reacciones que va teniendo con el paso del tiempo.



Figura 27. Panel moldeado.  
Fuente: Propia, 2014



Figura 28. Panel en proceso de secado  
Fuente: Propia, 2014

## Resultado:

- En la probeta 1, el panel se hizo de tal manera que tuviera un grosor de 1.8 cm, pero con el paso del secado se redujo esta medida hasta quedar muy delgado. Además de que la cantidad de aglutinante utilizado, hizo que el panel se cuarteara (figura 29).
- Presenta dureza y resistencia pero se deforma al momento del secado total (figura 30).
- Tiempo de secado: 96 hrs. Recordando que el tiempo que estaba destinado para secado era de 72 hrs, pero debido al cambio brusco de temperatura se tardó en secar mayor tiempo.
- Textura: Rustica



Figura 29. Panel seco con daños en la parte central.

Fuente. Propia, 2014



Figura 30. Panel deformado por la falta de presión

Fuente. Propia, 2014

- Se puede determinar que requiere menor cantidad de almidón de maíz, mayor cantidad de azúcar y presión.
- El secado se realizó a temperatura ambiente.
- La medida del panel que se planeaba obtener era de 30 cm x 50 cm (figura 31).



Figura 31. Panel con modificaciones comparadas con el resultado deseado.

Fuente. Propia, 2014

- Se puede observar que presenta deformación y en comparación con el moldeado que se definió previamente, la forma, el grosor y la dimensión cambiaron considerablemente.



- Factores como la luz de sol, el molde y el tiempo de secado intervinieron para que el panel no se obtuviera como se había planeado (figura 32).



Figura 32. Fotografía del panel resultante.

Fuente. Propia, 2014

## Probeta 2.

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la segunda probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 7. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta. Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014	
MATERIALES	HERRAMIENTAS
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licadora
Azúcar	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Alumbre	Tina
	Mesa de Trabajo
	Cubeta
	Guantes

Para llevar a cabo el proceso de la segunda probeta, se tomarán en cuenta los pasos realizados en la obtención de la primera probeta.





Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló azúcar, agua caliente y almidón de maíz en las siguientes cantidades:

TABLA 8. Aglutinante basado en la fórmula para obtener 400 grs. de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual de papel reciclado, 2010	
1.	Almidón de maíz= 4 cucharadas
2.	Agua fría y caliente= $\frac{3}{4}$ litro
3.	Azúcar= 3 cucharadas
4.	Alumbre= 1 cucharada

En esta ocasión combinar 4 cucharadas de almidón de maíz con 3 cucharadas de azúcar y remover en agua caliente (1/2 litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, para después añadir 1 cucharada de alumbre, ya que estén estos elementos integrados, mover a fuego alto hasta lograr una consistencia espesa de la mezcla.

### Resultado.

- El proceso para la segunda probeta, fue el mismo que se utilizó en la probeta 1
- Se cambiaron las cantidades de elementos en el aglutinante (Figura 33), al igual que las medidas del panel, esto con la intención de observar la diferencia entre un panel más pequeño y uno de mayores dimensiones.





Figura 33. Panel con diferentes medidas.

Fuente. Propia, 2014

- El grosor que se destino fue de 2 cm, el cual no tuvo mucha modificación (figura 34).
- El secado se realizó de forma artificial, usando una lámpara, y dejando en lapsos de tiempo corto al aire libre.
- Se observó que gracias a los elementos añadidos para acelerar el secado (figura 35), el panel no perdió tantas propiedades de dimensión y grosor en comparación con el primer panel.



Figura 34. Vista del grosor que se deseaba.

Fuente. Propia, 2014



Figura 35. Panel con mejor forma y conservando dimensiones.

Fuente. Propia, 2014

- A diferencia del primer panel este cumplió con las expectativas que se esperaban. Además de contar con resistencia y manipulación, también se siente y nota ligero.
- Factible a la perforación, cortado y pulido.
- Tiempo de secado: 72 hrs.
- Observación: Falta compresión para dar mayor unión a las fibras pues la textura obtenida es un tanto porosa (figura 36).
- Al igual que la primer probeta, presenta deformación y se altera un poco el moldeado que se realizó con antelación, se puede observar que los moldes deberán ser mejor manufacturados (figura 37).



Figura 36. Vista de la porosidad que presenta el panel.

Fuente. Propia, 2014



Figura 37. Panel obtenido.

Fuente. Propia, 2014

### Probeta 3.

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la segunda probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 9. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

MATERIALES	HERRAMIENTAS
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licuada
Goma Arábica en trozo	Guillotina—marca cúter
Harina de Trigo	Cuchara
Glicerina	Tina
	Mesa de Trabajo
	Cubeta
	Guantes



Para llevar a cabo el proceso de la tercer probeta, se tomarán en cuenta los pasos realizados en la obtención de la primera probeta. Obtención de Aglutinante: En esta probeta se mezcló goma arábica en trozo, agua caliente, harina de trigo y glicerina, en las siguientes cantidades:

**TABLA 10. Aglutinante basado en la fórmula para obtener 250 grs. de papel**

Fuente: Propia con referencia al manual de papel reciclado, 2010

1. Harina de trigo= 3 cucharadas
2. Goma Arábica= 30 grs.
3. Agua caliente= ½ litro
4. Glicerina= 1 cucharada

En esta ocasión combinar 3 cucharadas de harina de trigo con 3 cucharadas de glicerina y remover en agua caliente (1/2 litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, para después añadir la goma arábica previamente derretida, ya que estén estos elementos integrados, mover a fuego alto hasta lograr una consistencia espesa de la mezcla.

### **Resultado.**

- El proceso para la tercera probeta, fue el mismo que se utilizó en la probeta 1.
- Se cambiaron las cantidades y tipos de elementos para el aglutinante, al igual que las medidas del panel, esto para observar la diferencia entre un panel más pequeño y uno de mayores dimensiones (figura 38). En esta tercera probeta más que un



panel se realizó la prueba con un bloque pequeño para notar mayores diferencias provocadas por las cantidades, medidas y elementos determinados.



Figura 38. Panel dimensionado de diferente manera en comparación con los anteriores.

Fuente. Propia, 2014

- Gracias al tiempo de secado y al tamaño del bloque, se conservó la dimensión y el grosor destinados.
- Se sigue observando que el molde influye en la deformación de la pieza (figura 39).
- Al igual que la probeta 2, esta probeta presenta buena resistencia y manipulación, pero se nota la falta de comprensión para que las fibras queden totalmente comprimidas.



Figura 39. Panel con mejores propiedades.

Fuente. Propia, 2014

- El secado se realizó a temperatura ambiente y el tiempo requerido fue de 24 horas (Figura 40).
- Factible ha lijado, corte y ranurado.
- Presenta menor deformación en comparación con el resultado de la primera probeta.
- Textura: rugosa y porosa (Figura 41).



Figura 40. Panel con mejores propiedades.

Fuente. Propia, 2014



Figura 41. Deformación y porosidad.

Fuente. Propia, 2014

Bloque de menor dimensión con mayor resistencia, además de ser ligero y fácil de manipular (figura 42). El molde sigue influyendo para que no conserve la forma y dimensión planeada.



Figura 42. Resultado final de estas probetas

Fuente. Propia, 2014



Conclusiones experimentación fase 1 (primeras 3 probetas).

A continuación se enlistan algunas conclusiones del primer grupo de probetas, ubicado dentro de la primera fase de experimentación, a partir de estas probetas se podrán hacer cambios y proponer nuevas opciones para dimensionar el panel propuesto.

- El molde utilizado en el desarrollo de la primera probeta, presenta algunas deficiencias para dar la forma y dimensión, habrá que manufacturarlo de tal manera que no influya demasiado en el resultado final.
- Estas primeras probetas han generado ideas a considerar para la mejor manufactura de los paneles en cuanto a grosor, forma y tamaño.
- El uso de las sustancias para los aglutinantes han delineado las posibles cantidades que se deben utilizar. Así como han abierto probabilidades secundarias que se trabajaran más adelante.
- Los factores determinantes son el tiempo de secado y la presión aplicada a la materia al momento de estar lista para el secado.
- En la siguiente fase de experimentación se podrán quitar e integrar elementos que nos ofrezcan mejores resultados.



### Pruebas secundarias con la Probeta 3.

- La tercera probeta se utilizó para realizar algunas pruebas en cuanto a corte, pulido y resistencia.
- De las tres probetas, la probeta 2 y 3 han presentado mayores beneficios, a continuación se presentan algunas imágenes con los resultados obtenidos así como el trabajo que se realizó con dichas probetas, referido a corte y pulido principalmente.



Figura 43. Pulido del panel obtenido con la tercer probeta

Fuente. Propia, 2014

Se puede observar que la pieza resultante en la probeta 3, no sufre daños severos al momento de someterlo a corte (figura 44), ocupando una sierra manual, habría que revisar si sucede lo mismo al someterse con alguna sierra de disco ya sea industrial o semi-industrial.



Figura 44. Corte realizado al panel empleando una segueta

Fuente. Propia, 2014

En las siguientes imágenes, apreciamos la transformación que sufre la pieza a momento de ser sometida al corte y pulido, dejando una pieza trabajada y visualmente más definida al igual que con características visuales y estructurales que proporcionan un resultado acorde a lo que se busca (figura 45 y 46).



Figura 45-46 La parte que se cortó del panel en la probeta 3, se sometió a pulido y considerablemente se aprecia el cambio que sufrió.

Fuente. Propia, 2014

### *Descripción de la experimentación por Probeta. (FASE 1)*

En el siguiente apartado se describe la experimentación con el segundo grupo de probetas correspondientes a la fase 1

**Segundo grupo- 2 probetas.** Se describe la manera en que se experimentó con 2 probetas desarrolladas para comparativos, el motivo por el cual se decidió experimentar solo con 2 probetas es que la tercer probeta del primer grupo arrojó mejores posibilidades, entonces se busca obtener cambios en lo que fueron las 2 probetas menos significativas, realizando los cambios necesarios en su manufactura en la búsqueda de mejores resultados.

En la realización de dichas probetas se tomó en cuenta lo siguiente.

1. Tipo de papel para reciclar
2. Cantidad de papel a reciclar
3. Tipo de aglutinante
4. Cantidad de sustancias para obtener el aglutinante
5. Moldes (tamaño, grosor y material)
6. Medio empleado para secado (natural o artificial)
7. Herramientas usadas en el moldeo y obtención de materia prima
8. Comparación entre probetas
9. Tiempo de secado
10. Variantes en las Características del panel a obtener



#### **Probeta 4.**

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la cuarta probeta que compone el segundo grupo. En la cual su utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 11. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.

Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

<b>MATERIALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licuada
Azúcar	Guillotina—marca cúter
Harina de trigo	Cuchara
Goma Arábica	Tina
	Mesa de Trabajo
	Cubeta
	Base de yeso





Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló azúcar, agua caliente, harina de trigo y goma arábica en las siguientes cantidades:

TABLA 12. Aglutinante basado en la fórmula para obtener 400 grs. de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual de papel reciclado, 2010	
1.	Harina de Trigo= 300 grs.
2.	Agua caliente= ½ litro
3.	Azúcar= 2 cucharadas
4.	Goma arábica en polvo= 1 ½ cucharada

En esta ocasión combinar 300 grs. de harina de trigo con 2 cucharadas de azúcar y remover en agua caliente (1/2 litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, mover a fuego lento y añadir 1 ½ cucharadas de goma arábica, seguir moviendo la mezcla hasta obtener una sustancia espesa. (Figura 47).



Figura 47. Obtención del aglutinante para la cuarta probeta

Fuente. Propia, 2014



## Proceso experimental.

1. Al igual que en las probetas anteriores, corte en tiras el papel a emplear. (tiras de aprox. 5 cm de ancho). Esto con la ayuda de la guillotina, debido al cuidado que se debe tener con la fibra, por ser un tipo de papel que aún no ha sufrido reciclado, se puede aprovechar el largo de la fibra para que al momento de agregarle el aglutinante, la unión se realice de manera uniforme.
2. En la tina colocar agua para poner a remojar las tiras obtenidas. liberando de esta manera las diversas tintas que tiene impresas así como para separar las fibras que lo componen y al momento de triturarlo en la licuadora, este no cause daños severos a las aspas.
3. Moler las tiras en la licuadora a velocidad baja para no dañar las aspas de la licuadora (figura 48). Además del cuidado de las aspas a velocidad baja, también se busca que el papel no atasque las aspas y permita la molienda de manera rápida y segura.



Figura 48. Molienda de la materia prima

Fuente. Propia, 2014



4. Preparar el aglutinante a aplicar. Este paso se ha explicado anteriormente, se recomienda que una vez que el papel este triturado, se prepare el aglutinante, mientras el papel se remoja y pierde tinta, el aglutinante estará listo para ser agregado en la mezcla final.
5. Ya teniendo el aglutinante se mezcla con la pasta de papel para formar una mezcla homogénea (figura 49). El aglutinante utilizado se ha empleado por ser una mezcla fácil de preparar así como la adhesión entre las fibras de papel.



Figura 49. Mezcla entre el aglutinante y la pasta de papel

Fuente. Propia, 2014

6. Se vacía en el molde con las medidas previamente trabajadas, las cuales son 15 x 30 cm y un espesor de 2 cm para formar paneles con el material reciclado.

7. Para realizar el secado, se confecciono una base de yeso (figura 50), la cual permite la absorción de la humedad esto es para que en conjunto con la temperatura ambiente el secado se realice de forma rápida, acelerando de esta manera la obtención del panel.



Figura 50. Base de yeso para secado de panel

Fuente. Propia, 2014

8. Ya que se cuenta con la base de yeso, se manufactura el panel sobre esa base (figura 51), se presionar la mezcla para dejar uniforme la pasta.



Figura 51. Dando forma al panel.

Fuente. Propia, 2014

9. Desmoldar para permitir el secado.

10. Dejar secar cerca de 36 horas a temperatura ambiente para poder trabajar pruebas físicas y así mismo checar la reacción que se generó al momento de utilizar la base de yeso.

Después de desmoldar el panel, se deja secar a temperatura ambiente, ahora se integra presión por medio de un par de prensas para evitar la deformación del panel resultante.

### Resultado:

- En esta probeta 4, el panel se hizo de tal manera que tuviera un grosor de 2.0 cm, medida que se conservó hasta el momento del secado total.
- Presenta dureza y resistencia sin deformación, esto con la ayuda de las prensas que mantuvieron firme el panel durante el tiempo de secado (Figura 52).
- Tiempo de secado: 34 horas. Recordando que el tiempo que estaba destinado para secado era e 36 horas, observando que la base de yeso acelero el tiempo, en comparación al programado se cumplió con la expectativa.
- Textura: Rustica



Figura 52. Muestra del panel obtenido

Fuente. Propia, 2014

- Se puede determinar que requiere mayor cantidad de goma arábica.
- El secado se realizó a temperatura ambiente y con ayuda de la base de yeso.
- La medida del panel que se planeaba obtener era de 15 cm x 30 cm. Y solo vario en unos cuantos milímetros, conservando su forma inicial en el proceso de secado (figura 53).



Figura 53. Panel obtenido en la probeta 4

Fuente. Propia, 2014

- Se puede observar que no presenta deformación y en comparación con el moldeado que se definió previamente, la forma, el grosor y la dimensión no cambiaron.

### Probeta 5.

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la quinta probeta, recordando que esta probeta forma parte del segundo grupo en la fase de experimentación 1. Para la cual su utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 13. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

MATERIALES	HERRAMIENTAS
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licuada
Azúcar	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Goma arábica	Tina
	Mesa de Trabajo
	Cubeta
	Base de yeso

Para llevar a cabo el proceso de la quinta probeta, se tomarán en cuenta los pasos realizados en la obtención de la cuarta probeta.



Obtención de Aglutinante: En esta probeta se mezcló azúcar, agua caliente, almidón de maíz y goma arábica en las siguientes cantidades:

TABLA 14. Aglutinante basado en la fórmula para obtener 600 grs. de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual de papel reciclado, 2010	
1.	Almidón de maíz= 4 cucharadas
2.	Agua fría y caliente= $\frac{3}{4}$ litro
3.	Azúcar= 3 cucharadas
4.	Goma arábica en polvo= 3 cucharadas

En esta ocasión combinar 4 cucharadas de Almidón de maíz con 3 cucharadas de azúcar y remover en agua caliente ( $\frac{3}{4}$  litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, para después añadir 3 cucharadas de goma arábica, ya que estén integrados estos elementos, mover a fuego alto hasta lograr una consistencia espesa de la mezcla.



Figura 54. Aglutinante empleado en la probeta 5

Fuente. Propia, 2014

## Resultado.

- El proceso para la quinta probeta, fue el mismo que se utilizó en la probeta 4 (figura 54).
- Se cambiaron las cantidades de elementos para el aglutinante, al igual que las medidas del panel, esto para observar la diferencia entre un panel mediano y uno grande, así como el tiempo de secado y la cantidad de aglutinante que se requiere.
- El grosor que se destino fue de 2 cm, el cual no tuvo mucha modificación (figura 55).
- El secado se realizó de forma artificial, usando la base de yeso, temperatura ambiente y una lámpara, dejando en lapsos de tiempo corto al aire libre.



Figura 55. Moldeado del panel a las medidas propuesta 30 x 40 cm grosor de 2 cm

Fuente. Propia, 2014

- Se observó que gracias a los elementos añadidos para acelerar el secado (figura 56), el panel no perdió tantas propiedades de dimensión y grosor en comparación con los paneles obtenidos en las probetas del primer grupo.



Figura 56. Forma obtenida en el quinto panel

Fuente. Propia, 2014

- Al igual que el panel de la probeta 4, este panel cumple con las expectativas que se esperaban. Además de contar con resistencia y manipulación, también se siente y nota ligero. Las dimensiones del mismo son parecidas a las de la primera probeta, solo cambian un poco las cantidades de sustancia empleadas en el aglutinante, al igual que la comprensión proporcionada.
- Tiempo de secado: 60 horas.



Conclusiones experimentación fase 1 (segundo grupo-2 probetas).

A continuación se enlistan algunas conclusiones del segundo grupo de probetas, ubicado dentro de la primera fase de experimentación, las cuales arrojaron mejores resultados para poder esbozar un panel con mejores características obtenidas a lo largo de la segunda fase de experimentación.

- El molde utilizado en estas probetas fue el mismo que se utilizó para el primer grupo, sin embargo incluir las prensas para la comprensión fue de gran utilidad por el hecho de que comprimió la pasta y las fibras quedaron más unidas.
- Estas probetas ha arrojado mejores resultados y sirven como base para hacer cambios y proponer paneles mejor planificados.
- Las sustancias que se emplearon para dar forma al aglutinante se tienen ya categorizadas y algunas serán usadas para la segunda fase de experimentación y otras quedaran como posible alternativa. Además de que para estas probetas se usó mayor cantidad de goma arábica, lo que provoco que los paneles obtenidos expidan un aroma un poco fétido, habrá que revisar como contrariar este efecto.
- Los factores determinantes siguen siendo el tiempo de secado y la presión aplicada a la materia al momento de estar lista para el secado.
- En la siguiente fase de experimentación se podrán quitar e integrar elementos que nos ofrezcan mejores resultados. Así como añadir algunas variables diferentes para la manufactura del panel final.



### Pruebas secundarias con la Probeta 4 y 5.

- Estas últimas 2 probetas, se sometieron solo a pruebas de pulido (figura 57), con el objetivo de mejorar la textura del panel así como para aplicar un recubrimiento sobre el mismo.
- Para el recubrimiento se utilizó el aglutinante resultante, se dejó secar 10 segundos para posteriormente realizar un tipo de forrado empleando las hojas destinadas para el reciclaje (figura 58).



Figura 57. Pulido del panel 4 y 5

Fuente. Propia, 2014



Figura 58. Paneles recubiertos de papel MOW

Fuente. Propia, 2014

Se puede observar que la apariencia de los paneles obtenidos en la probeta 5 y 6, se acerca cada vez más a los resultados buscados y por lo tanto arrojan mejoras que se podrán aplicar en la segunda fase, la cual se describe en los próximos apartados. Visualmente se obtuvieron paneles que han servido para trazar el camino hacia la fabricación de mobiliario doméstico.

### 3.3.2 Descripción de la experimentación por Probeta. (FASE 2)

En el siguiente apartado se describe el proceso de experimentación llevado a cabo dentro del Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable (CCIQS); esto con el objetivo de contar con un proceso de obtención de los paneles de forma semi-industrial (Figura 59), a través de procesos de secado avanzados y herramientas que ayuden en la disminución del tiempo empleado en la obtención de los paneles de papel reciclado que cumplan con los requerimientos indispensables para la aplicación final; así mismo para obtener las cantidades exactas de aglutinante. Es decir se pretende contar con un panel que se pueda comercializar para la fabricación del mobiliario doméstico, que cumpla normas estandarizadas.

Figura 59. CCIQS

Fuente. Propia, 2014



En la realización de las probetas resultantes en la fase 2, se tomaron en cuenta los siguientes puntos.

1. Tipo de papel para reciclar
2. Cantidad de papel a reciclar
3. Tipo de aglutinante
4. Cantidad de sustancias para obtener el aglutinante
5. Moldes (tamaño, grosor y material)
6. Medio empleado para secado (hornos y mufla)
7. Herramientas usadas en el moldeo y obtención de materia prima
8. Comparación entre probetas
9. Tiempo de secado

### **Descripción de la experimentación.**

Es preciso mencionar que en esta segunda fase de experimentación, se consideraron las mismas variables dependientes e independientes que se en listaron en la primera fase de la experimentación. Citadas a continuación:

#### **Variables consideradas:**

##### *1.-Variables Dependientes:*

A) Tipo de papel

B) Composición de fibras



C) Presentación del papel (tamaño, color)

D) Número de veces que ha sido reciclado.

2.- *Variables Independientes:*

A) Cantidad de agua a emplear

B) Tipo de Aglutinante

C) Condiciones climáticas

D) Cantidad de papel a emplear

E) Dimensión y espesor para el panel.

F) Herramientas para secado rápido.

A continuación se mencionan los puntos más importantes en cuanto al proceso de experimentación, este proceso se seguirá en cada probeta, solo algunos de los pasos cambiarán de acuerdo a las diferentes variables que se estén moviendo.

1.- Contar con el papel que se reciclará, en base a la experimentación de la primera fase, en esta siguiente solo se tomará en cuenta el papel de oficina en combinación con papel periódico, y se incluirán algunos otros materiales que permitan la buena estructura del panel.

2.- Seguir con el corte de tiras de papel como ya se ha venido manejando con uso de la guillotina a 5 cm de ancho.



- 3.- Poner a reposar las tiras de papel en 3 litros de agua esto con la intención de liberar de tintas u otros agentes que contenga el papel.
- 4.- Trabajar con el aglutinante que se va a emplear, con el objetivo de conocer las propiedades del mismo.
- 5.- Ya teniendo el aglutinante se mezcla con la pasta de papel para formar una mezcla homogénea
- 6.- El aglutinante utilizado se ha empleado por ser una mezcla fácil de preparar así como la adhesión entre la fibra de papel.
- 7.- Se vacía en el molde con las medidas previamente trabajadas que es un molde de 30 x 40 cm y un espesor de 2 cm para formar paneles con el material reciclado.
- 8.- Someter la mezcla a presión utilizando la prensa disponible dentro del laboratorio del CCIQS
- 9.- Antes de prensarlo, preparar un molde de yeso para realizar la comprensión
- 10.- Cuando ya se tiene la pasta moldeada y prensada, se prepara el horno para el secado
- 11.- Dejar secar el panel ya confeccionado a aproximadamente 180°C. Como temperatura inicial, dependerá de los resultados de la primera probeta para subir o bajar la temperatura.
- 12.- Integrar resultados con fotos de cada paso descrito para su entendimiento.



Obtención de los aglutinantes. Antes de comenzar a trabajar con la mezcla de papel se generaron algunas fórmulas para obtener un adhesivo o aglutinante que además de unir las fibras del papel, también permita un secado rápido sin dañar la estructura final del panel. Dichas formulas, son las siguientes:

#### FORMULA 1 y 2

SUSTANCIA	CANTIDAD
Alumbre en polvo	50 gr
Alcohol etílico	50 ml
Ácido Acético	50 ml
Gelatina natural	200 gr
Agua	150 ml

SUSTANCIA	CANTIDAD
Harina de Centeno	240 gr
Goma arábica	30 gr
Glicerina	60 ml
Aceite esencial	40 gotas
Agua	1 lt.





### FORMULA 3

SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de arroz	200 gr
Azúcar	40 gr
Goma arábiga	10 gr
Agua	1 lt.

### FORMULA 4

SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de maíz	140 gr
Ácido Nítrico puro	15 ml
Glicerina	60 ml
Agua	150 ml.

Mediante las formulas anteriores se obtiene la cantidad de aglutinante que ayudará a la unión de las fibras para el panel. Varias de las sustancias enlistadas, además de servir como aglutinante también influyen en el secado, absorción de humedad y conservación de la mezcla.

## Descripción de sustancias empleadas en aglutinantes:

### Alumbre en polvo:

Se conoce como alumbre (figura 60) a un tipo de sulfato doble compuesto por el sulfato de un metal trivalente como el aluminio, y otro de un metal monovalente. También se pueden crear dos soluciones: una solución saturada en caliente y una solución saturada en frío.

Se usan ampliamente en química en la parte húmeda del proceso de fabricación del papel por su significativo efecto floculante, en el encolado en masa del papel para precipitar la colofonia sobre las fibras celulósicas. En la Edad Media adquirieron un gran valor debido a su utilización para la fijación de tintes en la ropa, entre otros usos.

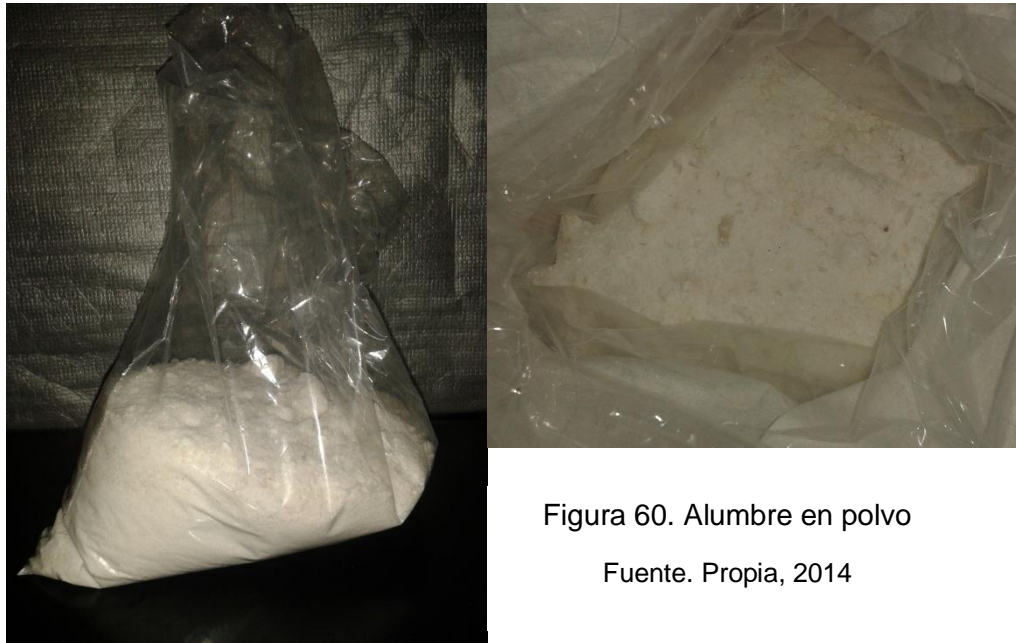


Figura 60. Alumbre en polvo

Fuente. Propia, 2014

## Ácido acético:

Se puede encontrar en forma de ion acetato. Éste es un ácido que se encuentra en el vinagre, siendo el principal responsable de su sabor y olor agrio. Su fórmula es  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ). De acuerdo con la IUPAC se denomina sistemáticamente ácido etanoico (figura 61).

Son ampliamente conocidas sus propiedades como mordiente en soluciones fijadoras, para la preservación de tejidos, donde actúa empíricamente como fijador de nucleoproteínas, y no así de proteínas plasmáticas, ya sean globulares o fibrosas.

El ácido acético concentrado es corrosivo y, por tanto, debe ser manejado con cuidado apropiado, dado que puede causar quemaduras en la piel, daño permanente en los ojos, e irritación a las membranas mucosas. Estas quemaduras pueden no aparecer hasta horas después de la exposición. Los guantes de látex no ofrecen protección, así que debe usarse guantes especialmente resistentes, como los hechos de goma de nitrilo, cuando se maneja este compuesto.



Figura 61. Ácido acético

Fuente. Propia, 2014

## Aceite esencial.

Los aceites esenciales son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan el aroma característico a algunas flores, árboles, frutos, hierbas, especias, semillas y a ciertos extractos de origen animal. Se trata de productos químicos intensamente aromáticos, no grasos (por lo que no se enrancian), volátiles por naturaleza (se evaporan rápidamente) y livianos (poco densos). Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales. Se oxidan por exposición al aire. Se han extraído más de 150 tipos, cada uno con su aroma propio y virtudes curativas únicas. Proceden de plantas tan comunes como el perejil y tan exquisitas como el jazmín (figura 62). Para que den lo mejor de sí, deben proceder de ingredientes naturales brutos y quedar lo más puro posible.

El término esencias o aceites esenciales se aplica a las sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla y a las sustancias semisintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales. El término *aceites esenciales puros* se utiliza para resaltar la diferencia entre los aceites naturales y los sintéticos.



Figura 62. Ácido acético

Fuente. Propia, 2014

Se denominan con el mismo nombre de la planta de origen: aceite esencial de lavanda, aceite esencial de limón, etc.

De algunas plantas se extrae más de un aceite esencial, en cuyo caso el nombre varía. Por ejemplo, de las flores del naranjo se extraen: por destilación, el neroli o azahar; por destilación de los frutos recién formados y de la cáscara o corteza de los frutos, el aceite esencial de naranjo.

En algunos casos es necesario recurrir a la nomenclatura botánica para evitar confusiones. Por ejemplo, el aceite esencial de palo de rosa proviene de la planta aniba rosaeodora, que no tiene ningún parentesco con la rosa de jardín que conocemos.

### **Glicerina**

El propanotriol, glicerol o glicerina ( $C_3H_8O_3$ ) (del griego, dulce) es un alcohol con tres grupos hidroxilos ( $-OH$ ). Se trata de uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, paso previo para el ciclo de Krebs y también aparece como un producto intermedio de la fermentación alcohólica (figura 63). Además junto con los ácidos grasos, es uno de los componentes de lípidos como los triglicéridos y los fosfolípidos. Se presenta en forma de líquido a una temperatura ambiental de  $25\text{ }^\circ\text{C}$  y es higroscópico e inodoro. Posee un coeficiente de viscosidad alto y tiene un sabor dulce como otros polialcoholes.

Debido a la elevada capacidad higroscópica de la glicerina, es posible regular la humedad en cualquier tipo de mezcla.





Figura 63. Glicerina

Fuente. Propia, 2014

### Ácido Nítrico

El compuesto químico ácido nítrico (figura 64) es un líquido viscoso y corrosivo que puede ocasionar graves quemaduras en los seres vivos. Es un agente oxidante potente; sus reacciones con compuestos como los cianuros, carburos y polvos metálicos pueden ser explosivos. Las reacciones del ácido nítrico con muchos compuestos orgánicos como la trementina, convirtiendo una mezcla auto inflamable. El ácido nítrico es empleado en algunos casos en el proceso de pasivación. Además de que concentrado, tiñe la piel humana de amarillo al contacto, debido a una reacción con la cisteína presente en la queratina de la piel.



Figura 64. Ácido Nítrico

Fuente. Propia, 2014

## Almidón de arroz

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa*. Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la asiática), así como en algunas partes de América Latina.

El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz. Debido a que este se produce con muchos otros propósitos aparte del consumo humano, se puede decir que es el arroz el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual; es fuente de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo. Existe gran variedad de arroz pero en esta investigación principalmente se considera el siguiente:

- Arroz glutinoso, denominado también arroz dulce o arroz pegajoso. Es, como su nombre indica, pegajoso después de cocerse y los granos permanecen unidos. Necesita poca cantidad de agua y tiende a desintegrarse si se cocina demasiado. Se emplea en la elaboración de platos dulces a base de arroz en Asia. El grado de 'pegajosidad' que posee un grano de arroz se mide por su contenido de amilosa.

Los elementos descritos forman parte primordial para la obtención del aglutinante, sin embargo al momento de realizar la mezcla en cada fórmula, se notó que algunos de estos elementos fueron destituidos por el hecho de que sus reacciones químicas podían perjudicar a la mezcla en general. A continuación se realiza la descripción de las fórmulas que se emplearon así como los cambios que sufrió cada una:

### **Fórmula 1.**

Esta fórmula principalmente contenía: alumbre en polvo, alcohol etílico, ácido acético, gelatina natural y agua, al momento de realizar la mezcla, se reemplazaron algunos elementos, entre ellos el alcohol etílico por sus propiedades inflamables, el ácido acético por el peligro que representa al contacto con la piel y también la gelatina natural la cual es difícil de conseguir pues



actualmente es producida de manera diferente y los elementos adicionales del cual está hecha representan efectos contraproducentes para la formula en general. Dichos elementos fueron reemplazados y la fórmula 1, queda de la siguiente manera:

SUSTANCIA	CANTIDAD
Glicerina	60 ml
Aceite esencial	40 gotas
Almidón de maíz	250 gr
Azúcar	3 cucharadas
Agua	1 lt
Alumbre	2 cucharadas
Goma arábica	3 cucharadas

### ***Fórmula 2.***

Al igual que en la fórmula 1, sufrió algunos cambios ya que en esta mezcla se sustituyó la glicerina por alumbre en polvo, definiendo la formula tal como se muestra en la tabla:





SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de maíz	250 gr
Goma arábica	3 cucharadas
Alumbre en polvo	2 cucharadas
Aceite esencial	50 gotas
Agua	1.25 lt.

**Fórmula 3.**

En lo que respecta a esta tercera fórmula y después de observar las reacciones que generan algunos elementos, la tercera fórmula además de contemplar a los elementos mostrados en páginas anteriores, se añadieron elementos extras y el almidón de maíz sustituyo al almidón de arroz.

Por lo tanto la fórmula ha quedado tal y como se muestra en la siguiente tabla:



SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de maíz	200 gr
Azúcar	3 cucharadas
Goma arábica en polvo	4 cucharadas
Agua	750 ml.
Goma arábica en trozo	4 piezas-
Alumbre en polvo	4 cucharadas
Aceite esencial	60 gotas

#### **Fórmula 4.**

Para la fórmula 4 se tenía previsto emplear almidón de maíz, ácido nítrico puro, glicerina y agua, pero el ácido nítrico además de ser flamable y no poderlo exponer al calor también afecta a la piel humana al contacto con él, así que fue descartado como elemento para formar parte del aglutinante sustituido por alumbre en polvo, mientras que la glicerina mantiene la humedad en la mezcla entonces se descarta ya que impide el secado rápido y es reemplazada por azúcar la cual acelera el secado. Además de implementar color a la mezcla. Dicha fórmula ha quedado como se muestra en la tabla:

SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de maíz	300 gr
Azúcar	5 cucharadas
Agua	750 ml.
Alumbre en polvo	7 cucharadas

Ya se ha hecho mención de los elementos que se integraron en el aglutinante a emplear, en el siguiente apartado se describen 4 probetas resultantes de la segunda fase de experimentación, esto con el objetivo de realizar una comparación final entre la fase 1 y 2, observando las cualidades de cada probeta para dirigir el resultado final.

### **Probeta 1- Segunda Fase**

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la primera probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 15. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

<b>MATERIALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Licuada
Azúcar	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Alumbre en polvo	Tina
Goma arábica en polvo	Mesa de Trabajo
Aceite esencial	Cubeta
Glicerina	Guantes
	Horno
	Charola de aluminio

Para llevar a cabo el proceso de la primera probeta, se tomarán en cuenta algunos pasos realizados en la obtención de las probetas correspondientes a la primera fase.



Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló azúcar, agua caliente, almidón de maíz, alumbre en polvo, goma arábica en polvo, aceite esencial y glicerina, en las siguientes cantidades:

TABLA 16. Aglutinante basado en fórmula predefinida para obtener 500 grs de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual pegamentos y gomas de México, 1970	
Glicerina:	60 ml
Aceite esencial	40 gotas
Almidón de maíz:	250 gr
Azúcar:	3 cucharadas
Agua:	1 lt
Alumbre:	2 cucharadas
Goma arábica:	3 cucharadas

En esta ocasión combinar 250 gr de almidón de maíz con 3 cucharadas de azúcar y remover en agua caliente (1/2 litro) hasta dejar la mezcla sin ningún tipo de grumo, por otra parte mezclar en otro recipiente la goma arábica con el alumbre y añadirle el aceite esencial, para después unir toda la mezcla y ya que estén estos elementos integrados, dejar enfriar para trabajar con el aglutinante en frío.



Figura 65. Aglutinante fórmula 1

Fuente. Propia, 2014

## Resultado.

- El proceso para esta probeta fue combinado ya después de obtener la mezcla y moldearla (figura 66), se dejó secar a temperatura ambiente por un lapso de 3 días para luego someterlo a cocción dentro del horno, lo que dio un resultado similar al de la probeta 5 de la primera fase.
- Se cambiaron las cantidades de elementos en el aglutinante, las medidas del panel fueron de 30cm x 50cm.



Figura 66. Moldeado de panel

Fuente. Propia, 2014

- El grosor que se destino fue de 2 cm, el cual no sufrió mucha modificación (figura 67).
- Para el secado se utilizó un horno a 175° por un lapso de 3 horas, antes de esto la mezcla se dejó secar para liberarla un poco de humedad y de esta manera acelerar la cocción.



- El panel no perdió propiedades de dimensión y grosor en comparación con los primeros paneles desarrollados en la fase 1.



Figura 67. Panel con forma obtenida

Fuente. Propia, 2014



Figura 68. Panel sometido a secado

Fuente. Propia, 2014

- A diferencia de los paneles desarrollados en la primera fase, el secado de este panel se realizó en menor tiempo y la forma predeterminada se conservó, además de que el aglutinante resultó más apto para el secado y unión de fibras.
- Factible a la perforación, cortado y pulido.
- Tiempo de secado: 3 hrs dentro del horno y 3 días a temperatura ambiente.
- Observación: La textura sigue siendo porosa aunque falta compresión (figura 69).



Figura 69. Vista de la porosidad que presenta el panel.

Fuente. Propia, 2014

- El resultado final (figura 70) de esta probeta ha arrojado mejores características, el tiempo de secado disminuyó considerablemente y el aglutinante aplicado sirvió de gran apoyo para unir la mezcla uniformemente, además de que la deformación fue mínima en comparación con las primeras probetas, haciendo factible esta propuesta.



Figura 70. Panel obtenido.

Fuente. Propia, 2014



## Probeta 2- Segunda Fase

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la segunda probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 17. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

MATERIALES	HERRAMIENTAS
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Alumbre en polvo	Tina
Goma arábiga en polvo	Mesa de Trabajo
Aceite esencial	Cubeta
	Guantes
	Horno
	Charola de aluminio

Para llevar a cabo el proceso de la segunda probeta, se tomarán en cuenta algunos pasos realizados en la obtención de las probetas correspondientes a la primera probeta de la segunda fase.



Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló agua caliente y frío, almidón de maíz, alumbre en polvo, goma arábica en polvo y aceite esencial en las siguientes cantidades:

TABLA 18. Aglutinante basado en fórmula predefinida para obtener 700 grs de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual pegamentos y gomas de México, 1970	
Goma arábica en polvo:	3 cucharadas
Alumbre en polvo:	2 cucharadas
Aceite esencial:	50 gotas
Agua:	1.250 lt
Almidón de maíz:	250 gr

En esta ocasión remover en agua caliente (1/2 litro), 250 gr de almidón de maíz hasta dejar la mezcla resultante sin ningún tipo de grumo, mezclar en otro recipiente la goma arábica con el alumbre y añadirle el aceite esencial, recordando que para disolver estos elementos se requiere hacerlo en 750 ml de agua fría, para después unir toda la mezcla y ya que estén estos elementos integrados, dejar enfriar para trabajar con el aglutinante en frío.



Figura 71. Aglutinante fórmula 2

Fuente. Propia, 2014

## Resultado.

- El proceso para esta probeta ha sido similar al de las probetas anteriores ya después de obtener la mezcla y moldearla, se dejó secar por un lapso de 7 horas a cocción dentro del horno, lo que dio un resultado similar al obtenido con la primera probeta en la fase 1.
- Se cambiaron las cantidades de elementos en el aglutinante, las medidas del panel fueron de 30cm x 50cm.
- El grosor que se destino fue de 2 cm, el cual no sufrió mucha modificación.
- Para el secado se utilizó el horno a 240° por un lapso de 4 horas (figura 72), una vez que se moldeó la mezcla ya no se dejó ningún momento a temperatura ambiente, entonces el lapso de tiempo indicado fue el necesario para llevar a cabo la cocción
- Cabe mencionar que se observó que al momento de realizar la cocción, el panel comenzó a romperse y los elementos que conforman el aglutinante no se unieron adecuadamente, así que se obtuvo un panel con características que presentan mayor deficiencia (figura 73), pues no es resistente y la manera en que se secó en lugar de beneficiar arrojó un resultado en retroceso.





Figura 72. Panel sometido a cocción.

Fuente. Propia, 2014



Figura 73. Panel con rupturas y deformación

Fuente. Propia, 2014

- A diferencia de los paneles desarrollados en la primera fase, el secado de este panel se realizó en menor tiempo pero el método de secado influyo en la reacción del aglutinante y en las modificaciones del panel en general.
- Es frágil, no resistente, las fibras no se unieron al 100%.
- Tiempo de secado: 4 hrs dentro del horno.
- Observación: La textura es porosa y presenta ruptura en la parte central del panel y en los extremos (figura 74).

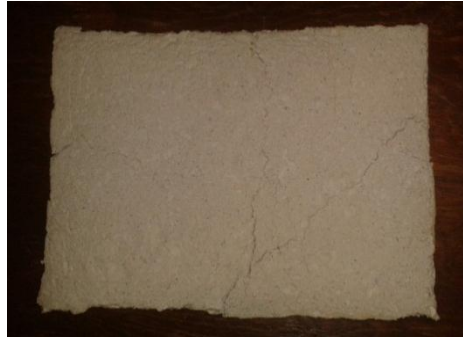


Figura 74. Vista de la porosidad y ruptura del panel.

Fuente. Propia, 2014

- El resultado final (figura 75) de esta probeta ha arrojado características poco aceptables, el tiempo de secado disminuyó considerablemente y el aglutinante aplicado no sirvió de gran apoyo para unir la mezcla uniformemente, además de que la deformación y ruptura aumentó en comparación con las primeras probetas, haciendo poco factible esta propuesta.



Figura 75. Panel obtenido.

Fuente. Propia, 2014

### Probeta 3- Segunda Fase

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la tercera probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 19. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

MATERIALES	HERRAMIENTAS
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Alumbre en polvo	Tina
Goma arábica en polvo	Mesa de Trabajo
Aceite esencial	Cubeta
Goma arábica en trozo	Guantes
Azúcar	Horno
	Charola de aluminio

Para llevar a cabo el proceso de la tercera probeta, se tomarán en cuenta algunos pasos realizados en la obtención de las probetas correspondientes a la primera probeta de la segunda fase.



Obtención de Aglutinante: Para esta probeta se mezcló agua caliente y frío, almidón de maíz, alumbre en polvo, goma arábica en polvo y en trozo, aceite esencial y azúcar en las siguientes cantidades:

TABLA 20. Aglutinante basado en fórmula predefinida para obtener 500 grs de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual pegamentos y gomas de México, 1970	
Goma arábica en polvo:	4 cucharadas
Goma arábica en trozo:	4 piezas
Alumbre en polvo:	4 cucharadas
Aceite esencial:	60 gotas
Agua:	750 ml
Almidón de maíz:	250 gr
Azúcar:	3 cucharadas

En esta ocasión remover en agua caliente (1/2 litro), 250 gr de almidón de maíz hasta dejar la mezcla resultante sin ningún tipo de grumo, mezclar en otro recipiente la goma arábica con el alumbre y añadirle el aceite esencial, recordando que para disolver estos elementos se requiere hacerlo en 350 ml de agua fría, en cuanto a la goma arábica en trozo se trabaja a baño María para que los trozos se disuelvan y puedan ser agregados a la mezcla final, y después unir toda la mezcla ya que estén estos elementos integrados, dejar enfriar para trabajar con el aglutinante en frío.



Figura 76. Aglutinante fórmula 3

Fuente. Propia, 2014

## Resultado.

- El proceso para esta probeta sigue siendo similar al de las probetas anteriores ya después de obtener la mezcla y moldearla, se dejó secar por un lapso de 24 horas a temperatura ambiente y solo 1 hora a 80° dentro del horno, después de este secado se dejó reposar a 30° temperatura ambiente logrando acelerar el proceso de secado y permitiendo una estructura mejor lograda.
- Las medidas tomadas en cuenta para este panel son 30cm x 50cm con un grosor de 1.5 cm, sufriendo muy leves modificaciones al momento del secado.
- El aglutinante que se usó también ayudo a la aceleración de secado así como la unión de las fibras, se observa que es con este aglutinante con el cual se ha trabajado mejor ya que se nota gran diferencia entre las primeras fórmulas y esta.
- En esta ocasión y tomando en cuenta el antecedente de que la cocción en el horno es contraproducente para la mezcla, solo se consideró someterlo a cocción durante una hora y después se observaron las reacciones dejando a temperatura ambiente, lo cual dio buenos resultados y muy factibles para realizar buenas cosas con el panel.







Figura 77. Panel sometido a cocción.

Fuente. Propia, 2014

- A diferencia de los paneles desarrollados en la primera fase, el secado de este panel se realizó en menor tiempo con la ayuda de la temperatura ambiente así como el aglutinante empleado.
- Es resistente, factible al pulido, barnizado y perforado, presenta mayor unión con las fibras y no perdió medidas iniciales.
- Tiempo de secado: 1 hora dentro del horno y 48 horas a temperatura ambiente.
- Observación: La textura es porosa pero se puede rectificar con el pulido, (figura 78).



Figura 78. Vista de la textura del panel.

Fuente. Propia, 2014

- El resultado final (figura 79) de esta probeta ha arrojado características aceptables, el tiempo de secado disminuyó considerablemente y el aglutinante aplicado sirvió de gran apoyo para unir la mezcla uniformemente, además de que la deformación es mínima y el panel en general se presta para llevar a cabo otro tipo de pruebas.



Figura 79. Panel obtenido.

Fuente. Propia. 2014

#### **Probeta 4- Segunda Fase**

A continuación se describe el proceso seguido para la obtención de la cuarta probeta. En la cual se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

TABLA 21. Listado de los materiales y herramientas utilizados en la probeta.  
Fuente: Propia con base a diversas fuentes acerca de reciclado artesanal de papel, 2014

<b>MATERIALES</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>
Papel de oficina/ impresión (MOW)	Molde/ Bastidor
Agua	Guillotina—marca cúter
Almidón de maíz	Cuchara
Azúcar	Mesa de Trabajo
Alumbre en polvo	Cubeta
Colorante vegetal o MOW de color	Guantes
	Horno
	Charola de aluminio

Para llevar a cabo el proceso de la cuarta probeta, se sigue tomando en cuenta los pasos seguidos en la realización de las primeras probetas.

Obtención de Aglutinante: Mezclar agua caliente y fría, almidón de maíz, alumbre en polvo, colorante vegetal y azúcar en las siguientes cantidades:

TABLA 22. Aglutinante basado en fórmula predefinida para obtener 500 grs de papel	
Fuente: Propia con referencia al manual pegamentos y gomas de México, 1970	
Alumbre en polvo: 7 cucharadas	
Agua: 750 ml	
Almidón de maíz: 300 gr	
Azúcar: 5 cucharadas	
Colorante vegetal: 4 sobres color cereza	

En esta ocasión utilizar 300 ml de agua fría para disolver en un recipiente el alumbre en polvo con el colorante vegetal. Mientras que en otro recipiente utilizar 450 ml de agua caliente realizando la mezcla de 300 gr de almidón de maíz con 5 cucharadas de azúcar, hasta dejar la mezcla resultante sin ningún tipo de grumo.

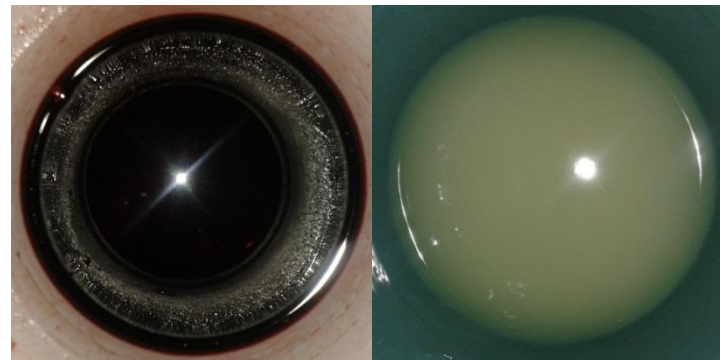


Figura 80. Aglutinante fórmula 4

Fuente. Propia, 2014

Ya que se tenga la mezcla en ambos recipientes, se realiza la unión de todos los elementos incluidos, se deja enfriar la mezcla para trabajarla en frío y pueda adquirir consistencia al momento de mezclarlo con la masa de papel.

Nota: El colorante se puede mezclar al momento de realizar el aglutinante o se puede mezclar directamente con el papel a reciclar.



Figura 81. Aplicación de color a mezcla

Fuente. Propia, 2014

### Resultado.

- El proceso utilizado para realizar esta última probeta ha sido el mismo que se siguió en las probetas anteriores. Los primeros pasos son obtener la mezcla y el moldeo de la pasta reciclada para después ser sometida al proceso de secado el cual se realizó de la siguiente manera; se dejó secar por un lapso de 24 horas a temperatura ambiente y solo 1 hora a 100° dentro del horno, después de este secado se dejó reposar a 30° temperatura ambiente logrando acelerar el proceso de secado y permitiendo mejores resultados, para obtener el secado final, se dejó a temperatura ambiente por 48 horas mas.
- Las medidas tomadas en cuenta para este panel son 28cm x 38cm con un grosor de 1.5 cm, sufriendo muy leves modificaciones al momento del secado.

- El aglutinante presento cualidades de resistencia y unión adecuada entre las fibras, además de que se redujo considerablemente el número de elementos usados para obtener dicho aglutinante.
- El secado se realizo tanto a temperatura ambiente como con el uso del horno, esto siguiendo el proceso que se utilizo en la probeta anterior.



Figura 82. Moldeado de panel.

Fuente. Propia, 2014

- El secado de este panel se realizó en menor tiempo con la ayuda de la temperatura ambiente así como el aglutinante empleado.
- Es resistente, factible al pulido, barnizado y perforado, presenta mayor unión con las fibras y no perdió medidas iniciales.
- Tiempo de secado: 1 hora dentro del horno y 72 horas a temperatura ambiente.
- Observación: La textura es porosa pero se puede rectificar con el pulido (figura 83), además de que perdió fuerza en cuanto al color, quedo mucho más claro de lo que se mostraba al inicio.

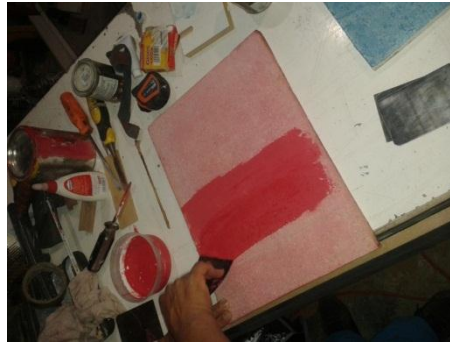


Figura 83. Vista del panel sometido a pruebas secundarias

Fuente. Propia, 2014

- El resultado final (figura 84) de esta probeta ha arrojado características aceptables como la resistencia del panel, así mismo el tiempo de secado disminuyó considerablemente en comparación con las primeras pruebas. El aglutinante es de gran importancia ya que acelero el secado. Por otra parte el panel resultante es factible para ser sometido a pruebas secundarias.. Aunque el colorante que se aplicó fue el necesario, si se requiere un panel con color tendrá que aumentarse la cantidad de colorante, pues con el calor y la humedad al momento del secado se pierde el tono de color aplicado.



Figura 84. Panel obtenido.

Fuente. Propia, 2014

### 3.3.3 Comparativo entre probetas

Contando con los resultados finales, a continuación se muestran tablas comparativas de resultados arrojados por las diferentes probetas desarrolladas. Esto con el objetivo de esbozar los pasos que se tienen que seguir en la fabricación del panel final, así como el aglutinante, la cantidad y las dimensiones finales para los paneles.

TABLA 23. Comparativa entre probetas de la primer fase de la experimentación

Fuente. Propia, 2014

PROBETA	DIMENSIÓN	CANTIDAD DE PAPEL	CALIDAD DEL AGLUTINANTE	OBSERVACIONES
Probeta (fase 1) 1	30 x 40	600 gr	Buena	Presenta deformación
Probeta (fase 1) 2	15 x 30	400 gr	Buena	Poco resistente
Probeta (fase 1) 3	10 x 30	250 gr	Buena	Muy maleable
Probeta (fase 1) 4	15 x 30	400 gr	Buena	Propiedades adecuadas
Probeta (fase 1) 5	30 x 40	600 gr	Buena	Resultados con mayor calidad





TABLA 24. Comparativa entre probetas de la segunda fase de la experimentación

Fuente. Propia, 2014

PROBETA	DIMENSIÓN	CANTIDAD DE PAPEL	CALIDAD DEL AGLUTINANTE	OBSERVACIONES
Probeta (fase 2) 1	30 x 40	700 gr	Buena	Presenta deformación
Probeta (fase 2) 2	30 x 40	600 gr	Mala	Poco resistente
Probeta (fase 2) 3	30 x 40	600 gr	Excelente	Muy maleable
Probeta (fase 2) 4	30 x 40	650 gr	Buena	Propiedades adecuadas

### 3.4 Análisis de resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos en las probetas desarrolladas indicando el tipo de aglutinante que resulto con mayor factibilidad para ser aplicado en la elaboración de dichos paneles, así mismo algunas de las pruebas secundarias que se desarrollaron. Al igual que se podrán establecer los parámetros que definan si el mobiliario se fabricara de manera total o parcial como los motivos que existen para tomar una u otra decisión.

#### 3.4.1 Pruebas físicas y químicas

[CAPÍTULO 3](#) [VOLVER AL ÍNDICE](#)

Dentro de las pruebas físicas se sometió a los paneles a corte, pulido, barnizado, colorado, perforado, esto de desarrollo solo con algunas probetas, las cuales arrojaron mejores resultados. Cada prueba se describe a continuación:

1.-Pulido: Al igual que con el corte el pulido se realizó en dos probetas, mejorando la textura de ambas y preparando a las mismas para ser factibles a la aplicación de barniz o pintura. Además de cerrar los poros que presentaban los paneles dejando una textura lisa.



Figura 85. Algunos paneles sometidos ha pulido.

Fuente. Propia, 2014

- 2.-Corte: Algunas de las probetas se sometieron a corte presentando resistencia tanto a corte manual como industrial y en ambos casos se lograron cortes que no influyeron en la descomposición del panel es decir no se rompieron.
- 3.-Color: Las pruebas de color solo se realizaron en la última probeta de la segunda fase, determinando que la mezcla es factible a colorar de dos maneras. La primera utilizando papel de oficina en color, de acuerdo al color deseado y la segunda echando mano de colorante vegetal mezclado tanto en el papel directamente o incluyendo dicho colorante en la mezcla del aglutinante.

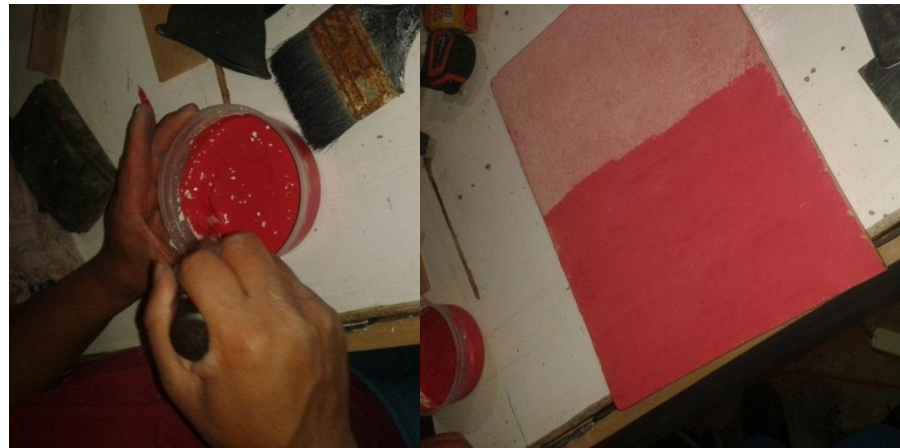


Figura 86. Aplicación de color.

Fuente. Propia, 2014

4.-Perforado: El resultado de la probeta 1 desarrollado en la fase 2 se sometió a perforado, dando como resultado la posibilidad de empotrar en la pared el panel usando este como base o repisa configurando así un espacio para colocar accesorios como lámparas o figuras sobre él, así como permitir la unión entre uno y otro panel de esta manera armar mobiliario de exhibición.

5.-Laqueado: Perfeccionando la textura y acabado del panel, también se sometió a la aplicación de laca, esto para obtener una apariencia del panel mucho mejor trabajada, además de proteger el material como tal. La laca se le aplico a los paneles de la probeta 4 y 1 pertenecientes a la segunda fase de experimentación.



Figura 87. Aplicación de laca.

Fuente. Propia, 2014

Además de las pruebas antes mencionadas parte importante de la obtención del panel, fue el aglutinante que se le aplico, dependiendo de este la unión de las fibras, el tiempo de secado y la resistencia del panel

En cada probeta se aplicó una formula distinta con la intención de observar y comparar las reacciones que cada una de las fórmulas arrojaba y en base a esto determinar cantidades y formas de aplicar los elementos a las mezclas, evaluando cada una de estas fórmulas se obtuvo que la de mejor alcance y propiedades es la numero 3, empleada en la probeta 3 de la segunda fase y que está constituida por los siguientes elementos:

TABLA 25. Fórmula recomendada para la fabricación de paneles

Fuente. Propia, 2014

SUSTANCIA	CANTIDAD
Almidón de maíz	200 gr
Azúcar	3 cucharadas
Goma arábica en polvo	4 cucharadas
Agua	750 ml.
Goma arábica en trozo	4 piezas
Alumbre en polvo	4 cucharadas
Aceite esencial	60 gotas

# Capítulo 4. Resultados.

## [4.1 Comparativa entre experimentación y procesos actuales](#)

### [4.1.1 Observaciones del proceso de manufactura adecuado](#)

## [4.2 Proceso de manufactura de papel reciclado](#)

## [4.3 Metodología de diseño aplicable](#)

## [4.4 Aplicación del panel](#)

### [4.4.1 Descripción del panel obtenido](#)

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



#### 4.1 Comparativa entre experimentación y procesos actuales

De acuerdo a los resultados que han arrojado las probetas tanto en la primera fase como en la segunda fase de experimentación, a continuación se realiza la comparación entre los tiempos y resultados que se arrojan en los procesos actualmente utilizados, esto para determinar los pasos a seguir en el proceso que se planteara, así como las ventajas que se tendrán al momento de realizar paneles de papel reciclado. De igual manera estos resultados dan la respuesta final para comprobar que los paneles se usan solo para fabricar un tipo de mobiliario específico.

La comparación se realiza con el proceso artesanal que actualmente se usa, ya que en base a este proceso se fueron desarrollando las diferentes probetas. Las ventajas de un proceso artesanal son:

##### Ventajas del papel reciclado artesanalmente

- Herramientas fáciles de utilizar.
- Proceso manual sin mayor grado de complejidad
- Papel resultante medianamente atractivo a la vista
- Costo de la hoja terminada con valor agregado (motivos decorativos)
- Lo podemos elaborar fácilmente y las herramientas que se utilizan, no presentan algún daño ambiental
- Con instrucciones de algún experto, este papel lo podría fabricar desde un niño hasta un adulto.

## Ventajas del papel reciclado utilizando el proceso desarrollado en esta investigación

- Herramientas fáciles de utilizar y confeccionar
- Proceso manual
- Panel resultante factible a modificar o manipular
- Costo del panel relativamente barato en comparación con paneles comercializados actualmente
- Se puede elaborar fácilmente dentro del hogar
- Este panel cuenta con características especiales para poder implementarlo en la decoración del hogar así como para muebles de exhibición
- Aunque el tiempo de secado sigue siendo excesivo en cuanto a horas, las líneas de investigación que se han trazado podrán determinar cuál es el tiempo exacto a considerar dentro de un horno industrial
- El panel además de que se puede manipular (cortar, pulir, perforar) también podrá ser teñido ya sea desde el moldeado del mismo hasta el uso de barniz o pintura para darle color.
- El panel puede considerarse una unidad para que en base a esta se pueda fabricar mobiliario doméstico modular, desarrollado obviamente en base a paneles de 30 x 40 cm.

Como se puede apreciar las ventajas que ha brindado el poder conocer una nueva alternativa en la fabricación de mobiliario doméstico, son sumamente importantes ya que en base a dichas ventajas no solo se encasillará al panel en una unidad elemental para la fabricación del mobiliario sino que también se le podrá dar un sentido hacia la decoración de interiores o como sustituto o complemento de algún panel actualmente comercializado.



#### 4.1.1 Observaciones del proceso de manufactura adecuado

Sé puede considerar al proceso que se trabajó como “semi-industrial” echando mano de las bases artesanales para producir un objeto y complementando con la maquinaria, herramienta y sustancias empleadas para obtener el aglutinante recomendado. Este proceso es mejorado en cuanto a la maquinaria usada y el aporte también se encuentra en el aglutinante aplicado. Los motivos por los cuales se considera semi-industrial, se enlistan a continuación:

- 1.- El horno que se está usando para secado aun necesitará pruebas para saber cuál es el punto en el cual el panel sufre severas consecuencias.
- 2.- Los elementos empleados en la elaboración del aglutinante también son resultado de un proceso industrializado y el hecho de integrarlos a la fabricación del panel, ha servido para definir el tipo de proceso que más adelante será base para convertirse en un proceso seriado.
- 3.- Las herramientas empleadas también son resultado de proceso industrializado y el hecho de integrarlos para este nuevo proceso lo convierte en un proceso semi-industrializado.
- 4.- La mitad del proceso que se siguió para la fabricación del panel ha sido basado en el aspecto industria, mientras que la otra mitad de dicho proceso se ha elaborado de manera artesanal cuidando cada detalle hasta obtener los resultados deseados.
- 5.- Con las líneas de investigación que se han dejado abiertas se podrán determinar en un futuro para realizar mejoras en este proceso que se ha desarrollado y de esta manera encontrar el punto exacto para obtener paneles de gran calidad, funcionalidad y estética.

## 4.2 Proceso de manufactura de papel reciclado

En este punto se enlistan todos y cada uno de los pasos recomendados para la obtención de los paneles de papel reciclado, desde la obtención de materia prima ya sea realizando la recolección en el hogar o en centros de acopio, hasta la obtención de la pasta para ser sometida a secado y moldeado, pasando por la elaboración del aglutinante que mejor resultado haya dado para la unión de fibras celulósicas. Especificando también los requerimientos de diseño que se deben tomar en cuenta para que el panel cumpla con las expectativas físicas y químicas, trabajadas con antelación.

Pasos a seguir:

- 1.- Obtener el papel a reciclar (recomendado papel de oficina) ya sea del hogar, la escuela, la oficina, alguna empresa, institución o incluso de algún centro de acopio.
- 2.- Ya que se cuente con la materia prima checar que no tengo algunos elementos que puedan dañar la mezcla, como grapas, clips u otro elemento.
- 3.- Utilizar la guillotina para cortar tiras de papel de 5 cm.
- 4.- Utilizando una tina grande, se ponen las tiras obtenidas a remojar en aproximadamente 3 litros de agua durante 1 día.
- 5.- Ya que se tienen las tiras, se utiliza la licuadora o trituradora para moler el papel y vaya obteniendo consistencia para ser moldeada, recordemos que las aspas de la licuadora no deberán tener filo, esto para su cuidado y para la preservación de las fibras.
- 6.- Una vez obtenida la molienda se deja reposar en un recipiente mientras se prepara el aglutinante.

7.- Para el aglutinante se recomienda la siguiente fórmula:

TABLA 26. Fórmula ideal para fabricar un panel de papel reciclado
Fuente. Propia, 2014
<b>Goma arábica en polvo: 4 cucharadas</b>
<b>Goma arábica en trozo: 4 piezas</b>
<b>Alumbre en polvo: 4 cucharadas</b>
<b>Aceite esencial: 60 gotas</b>
<b>Agua: 750 ml</b>
<b>Almidón de maíz: 250 gr</b>
<b>Azúcar: 3 cucharadas</b>

(Para trabajar esta fórmula siga los pasos mencionados en la segunda fase de la experimentación tercer probeta)

8.- Una vez que se tiene el aglutinante, se procede a liberar de humedad el papel triturado para esto utilizamos un bastidor con malla de 30 puntos y escurrimos el papel hasta que esté libre de agua.

9.- En un recipiente o cubeta se mezcla el aglutinante previamente elaborado con el papel y se revuelve hasta obtener una mezcla uniforme capaz de ser moldeada, algo similar a una masa.



10.- Obtenida la mezcla, se moldea utilizando una base ya sea de madera o yeso, y un bastidor o molde con las medidas deseadas del panel así como el grosor que se le asignará, el molde debe ser de madera y sirve únicamente para dar forma y dimensión al panel como tal, con ayuda de una cuña.

11.- Ya que se tiene la mezcla moldeada sobre la base, se dejara reposar durante una hora a temperatura ambiente, esto con el fin de que comience a endurecer y sea fácil cambiarlo de la base a la charola metálica y de esta manera realizar el secado en el horno.

12.- Colocar en la charola metálica e introducir la mezcla al horno durante 3 hrs a 180° para que se libere pronto de humedad y el tiempo faltante en secado se llevará acabo a temperatura ambiente.

13.- Colocar nuevamente el panel sobre la base de madera o yeso y exponerlo a temperatura ambiente de 25° a 35° para que termine totalmente de secar y pueda ser sometida a procesos secundarios.

14.- Una vez que se cuente con el panel se le podrá aplicar color, pulir o simplemente empotrar dependiendo el fin al que se le quiera determinar. Recordando que se puede usar para muebles de exhibición, de decoración o colocación.

15.- El panel puede empotrarse o tomarse como unidad para un mueble modular, incluso se podrá cortar si es que se requiere alguna pieza más pequeña dependiendo el uso final.

### 4.3 Metodología de diseño aplicable

Para el desarrollo de la presente investigación, se han contemplado teorías relacionadas con la fabricación de nuevos productos y la obtención de materiales que por una u otra razón impactan al entorno social, ambiental y económico, es por eso que se optó por aquellas teorías que permitan contemplar la postura que debe tener el hombre hacia futuras acciones que puedan transformar o cambiar el entorno que lo rodea. Se describen dichas teorías de manera breve y precisa:

#### **DISEÑO SUSTENTABLE.**

- 1.- Cuestiona por completo la dirección actual de la producción de los patrones de consumo, de la necesidad real, que conlleve a la adquisición de productos y del desarrollo económico en general.
- 2.- Práctica de diseño ecológico que presta la debida atención a los factores ambientales éticos y sociales. Incorporando aspectos económicos y estimaciones sobre la disposición de cada recurso en relación a una producción sostenible.

#### **DISEÑO VERDE.**

- 1.- Cuestiones ambientales de una manera superficial, aprovechando las influencias comerciales casi sin cambios.
- 2.- Proceso de diseño que se concentra en evaluar y tratar los impactos ambientales individuales de un producto, dejando en segundo plano la vida global de ese producto.



**MATERIALES Y TECNOLOGÍA.** "Hasta los años 60, los adelantos mayores de muebles de este siglo dependieron todos, en una forma u otra, sobre avances tecnológicos" escribe Sparke (1986). Ella se refiere no solamente a las máquinas nuevas, que ella enumera meticulosamente para cada período subsiguiente, pero también a los materiales novedosos de construcción.

### Teoría de la usabilidad de muebles

La usabilidad ha sido un aspecto principal en muchos estudios normativos acerca de muebles, especialmente durante la última mitad del siglo 20, al mismo tiempo que el estilo funcionalista de la arquitectura profesó que la función debe ser el punto de partida para todo diseño. Un país pionero era Suecia, donde *Möbelinstitutet*, un centro de investigación para los muebles fue creado en 1967 con el financiamiento principalmente del estado. Los primeros proyectos trataron con aspectos y dimensiones ergonómicos, y en base de estos estudios, recomendaciones fueron dados y diseminados con eficacia.

### Teoría del mensaje de muebles

Los muebles pertenecen a esos productos que funcionan como una "segunda piel" de la gente en el mismo sentido que ropas, coches y hogares. Los muebles se asocian cerca con su usuario o dueño, y al seleccionar sus muebles el usuario puede definir el retrato que otras personas tendrán de él o de ella.

Las teorías antes mencionadas han sustentado esta propuesta de material que tiene que ver con la fabricación de los paneles y la manera en que su fabricación afectará o beneficiará al entorno que nos rodea. Para poder definir en qué grado de beneficio se encuentra el panel propuesto será necesario optar por parámetros sustentables que indiquen dichos porcentajes, aunque no se cuenta con este análisis de manera profunda, se pueden observar beneficios rescatables del panel como tal, entre los que se encuentran:

1. Poner en práctica el reciclaje, de esta manera contribuir en el uso de materiales de desecho lo que propicia índices menores de acumulación de residuos sólidos en vertederos.
2. Combinar la funcionalidad y la estética armonizando un nuevo objeto con el medio que lo rodea.
3. En cuanto al diseño sustentable se han empleado materiales que al momento de usarse representan un menor impacto ambiental, se puede observar que estos materiales son en gran porcentaje amigables con el ambiente, desde la materia prima que se está reciclando hasta las sustancias empleadas en el aglutinante, disminuyendo considerablemente costos y riesgos ambientales.
4. El diseño verde nos aborda aspectos referentes al producto visto desde el impacto ambiental que producirá dependiendo del ciclo de vida del mismo, tomando en cuenta la durabilidad del mueble y la forma en que podrá reintegrarse a la naturaleza sin necesidad de causar problemas ambientales.
5. El mensaje que el panel da al usuario es claro, mientras que el usuario da uso al panel se puede dar cuenta de la importancia que tiene el hecho de cuidar el ambiente, aportando un granito de arena a la cultura verde y a toda la oleada de aspectos sustentables que rodean a un producto.
6. Se puede considerar que el panel propuesto está cumpliendo con las características que se enuncian dentro de las teorías clasificadas anteriormente, pues no solo es tomar en cuenta aspectos de reciclado sino todos aquellos motivos que se deben tomar en cuenta al momento de proponer nuevos y mejores productos, que aunque no se está logrando en un cien por ciento, este avance representa una nueva opción para aquellos que buscan un equilibrio entre ambiente, economía y sociedad, encontrando de esta manera nuevas y mejores alternativas al momento de crear objetos.

#### 4.4 Aplicación del panel

De acuerdo a los resultados arrojados anteriormente el panel puede tener un uso en la fabricación de mobiliario pero por sus propiedades de resistencia solo se empleara para mobiliario decorativo, no de uso rudo. Soportando objetos pequeños y utilizando como unidad un panel de 30 x 40 cm y grosor de 1.5 cm. Dependiendo de la decoración que se esté usando será el color del panel y de igual manera se podrá alargar el ciclo de vida integrando barniz o un acabado específico para hacer más duradero el panel.

En cuanto a la fabricación del mueble, como ya se mencionó el panel puede considerarse una unidad, capaz de darle un acabado especial así como unirlo con otra pieza de las mismas dimensiones, de esta manera se podrá armar mobiliario, dentro de lo que se consideran: mesas de centro, centros de entretenimiento, repisas, vitrinas y muebles para exhibición.

Además del el panel se puede implementar en muros, como divisores entre habitaciones, incluso puede ser trabajado con formica si así se desea y darle un aspecto distinto, generando con esto una considerable ventaja entre los paneles comerciales en la actualidad y este propuesta.



#### [CAPÍTULO 4](#)

Figura 85. Aplicación de panel.

Fuente. Propia, 2014

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



#### 4.4.1 Descripción del panel obtenido

Especificaciones del material:

3. Tipo de papel: Papel de oficina (MOW)
4. Dimensión del panel: 30cm x 40cm
5. Grosor: 150 mm
6. Color: Blanco si queda al natural o color que se desee si se aplica laca
7. Olor: Nulo
8. Manufactura: Proceso artesanal apoyado con herramientas y maquinas semi-industriales
9. Textura: Al natural la textura que presenta el panel es rustica, si se desea una textura lisa o abrigantada se puede definir con el proceso extra de acabado

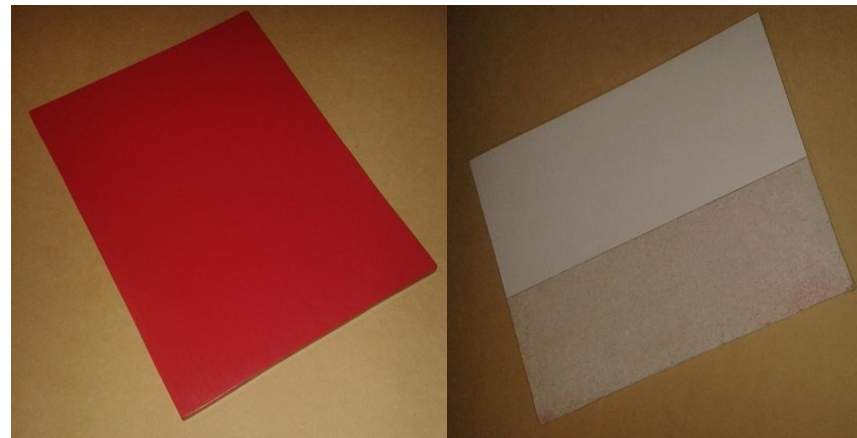


Figura 86. Panel.

Fuente. Propia,  
2014

### *Diferentes presentaciones del panel*

En las imágenes se pueden apreciar algunos de los resultados obtenidos en las diversas probetas realizadas, entre las que se encuentran:

1. Panel 1. Obtenido en la probeta 5 de la primera fase, presenta características de resistencia, pulido y colorado, su textura es rustica y se conjugo con el forrado de papel periódico y de oficina para su presentación final, dando una apariencia entretejida como si el panel fuera el resultado de haber entrecruzado tiras de papel.
2. Panel 2. Obtenido en la probeta 4 de la segunda fase, tiene características de resistencia a presión, pulido, cortado y barnizado, en la fase de experimentación se le añadió colorante para observar la manera en que puede ser colorada la mezcla si necesidad de agregarle aditivos de color extras, a lo que reaccionó favorablemente.
3. Panel 3. Este panel representa la manera en que se puede recubrir utilizando formaica y de esta manera dando una apariencia y textura completamente diferente al momento de utilizar el panel.
4. Panel 4. Es el panel con el cual se realizaron mayores pruebas, siendo el panel que mejor propiedades tiene entre las que se encuentran: resistencia al pulido, corte, perforado, barrenado, barnizado, laqueado, entre otras cualidades, presenta resistencia a la humedad y es resultado de la probeta 2 obtenida durante la segunda fase de experimentación.





Figura 87. Diferentes presentaciones del panel

Fuente. Propia, 2014



Figura 88. Panel 1.

Fuente. Propia, 2014



Figura 89. Panel 2.

Fuente. Propia, 2014



Figura 90. Panel 3.

Fuente. Propia, 2014



Figura 91. Panel 4.

Fuente. Propia, 2014

[CAPÍTULO 4](#) [VOLVER AL ÍNDICE](#)

La presente investigación surgió con la búsqueda de una nueva opción de material que pueda aplicarse en el diseño de objetos, así como para esbozar esas alternativas que beneficien al reciclaje en México, lo cual trae ventajas infinitas desde el enfoque que se esté observando algunas de ellas ya se han mencionado en los anteriores apartados, pero entre las más sobresalientes se encuentra el cuidado ambiental, la disminución de costos, la reutilización y reusó de materiales de desecho, contribuir a la disminución de índices de contaminación, entre otros motivos que han dado origen al presente documento.

Realizar las probetas correspondientes a la fase 1 y 2 sirvió de base para delinear grandes posibilidades de uso y aplicación, definiendo dicha aplicación en el desarrollo de mobiliario doméstico parcial, pero también aplicado a muros divisores, repisas y elementos decorativos interiores, por lo cual se deja la satisfacción de poder contribuir al arte de designar, de proyectar la esencia del Diseño en cada objeto que forma parte de nuestro entorno.

En este punto en que se presenta la investigación, hay algunas acciones o actividades que pueden desarrollarse posteriormente para mejorar el panel y establecer una homogeneidad en su producción, por mencionar algunas tenemos:

1. Pruebas físicas dentro de un taller de ingeniería esto con la finalidad de comprobar la resistencia del panel en cuanto a peso y dimensión, además de poder establecer ventajas en ese aspecto en comparación con un panel convencional.
2. Con la medida que se realizaron en las pruebas de laboratorio, la cual es 30 cm x 40 cm, se puede fabricar un panel con medidas de 60 x 70, 90 x 1.00, 1.20 x 1.30, 1.50 x 1.60, 1.80 x 1.90 y uno de mayor dimensión, a su vez considerado el de mayor tamaño sería 2.10 x 2.20, asemejando de esta manera las medidas estándares que actualmente se utilizan en paneles prefabricados, considerando grosores que van desde 1.0 cm, 1.5 cm, 1.8 cm, 2.2 cm, 2.5 cm, 2.8 cm y 3.2 cm. Para



ello se deben cuidar los moldes que se utilicen, además de hacer pruebas con anticipación acerca del soporte que tiene un panel de mayor dimensión en comparación con uno de menor dimensión.

3. El panel es factible a cualquier tipo de acabado, desde la aplicación de un barniz hasta el forrado con un tipo de formaica para mejorar su aspecto visual, lo cual implicaría hacer pruebas específicas con el acabado deseado para asegurar que no se vea afectada la estructura del panel, además determinar el tipo de sustancia que se le aplicará para realizar el acabado pues se corre el riesgo de dañar la estructura del panel en caso de usar alguna sustancia en base agua.
4. En cuanto a los moldes, habría que diseñar alguno que permita someter la mezcla a presión y de esta manera obtener un acabado liso, ya que con el tipo de moldeo que se aplicó en las probetas desarrolladas. El acabado obtenido hasta este momento es rústico, por lo que se requiere utilizar aditivos y mejorar el acabado a través del molde, si así se desea, o implementar un molde con diseño especial para necesidades específicas de decoración.

Por otra parte se requiere experimentar ampliamente con respecto a la aplicación del mobiliario doméstico, ya que la experimentación se realizó de manera básica, esto permite que se generen nuevas posibilidades de abrir líneas de investigación en torno a los siguientes aspectos:

- A. El proceso de producción de los paneles puede presentar mejoras en cuanto a tiempo de ejecución.
- B. En cuanto al aglutinante se puede implementar el uso de las sustancias empleadas, pues algunas de ellas como lo es la goma arábiga, actualmente no tiene la demanda que antes solía tener y es por eso que se ha reemplazado por otros elementos.
- C. De igual manera el tipo de papel empleado para los paneles ha sido verificado como la mejor opción para reciclar ya que arroja propiedades acordes para la fabricación del panel.



- D. La aplicación final del panel está siendo cerrada a sólo algunos productos, sin embargo con una nueva línea de productos puede crecer considerablemente, no solo en mobiliario, también en construcción o incluso en el arte. Por ejemplo:
- Construcción: Muros divisores.
  - Decoración: Piezas artísticas (cuadros), repisas, módulos.
  - Stands: Mobiliario de exhibición.
- E. La competitividad y demanda que puede tener el panel en comparación con los paneles actualmente comerciales es aceptable pues cuenta con características únicas y específicas para posicionarse en el mercado.
- F. En cuanto a la sustentabilidad el panel está fabricado con elementos que tienen características adecuadas para no afectar al medio ambiente, además de que puede desintegrarse fácilmente cuando ya no se esté empleando.

En combinación con otros materiales, el panel puede ser conjugado con MDF o aglomerado para reforzar y estructurar mobiliario doméstico, por sus propiedades puede competir en el mercado con paneles prefabricados generando una nueva opción para el usuario. Además otra ventaja del panel propuesto es que puede someterse a perforado y ranurado por lo que no existe límite para conjugarse con otro tipo de material, realizando ensambles u otras formas de unión.

Actualmente se está trabajando día con día con el uso de materiales reciclables que impacten en los tres ámbitos; social, económico y ambiental. En este caso el panel desarrollado actúa en ese sentido de la siguiente manera:

- Social: Se están implementando conocimientos mejorados que de alguna manera impacten a la sociedad, desarrollando una cultura de reciclaje, reusó y reutilización, dependerá del producto final la manera en que el usuario acepte o rechace dicha propuesta y de esta manera adoptar una forma de incorporar productos reciclados como un estilo de vida y por ende disminuir el impacto que se genera al momento de consumir productos convencionales.



- Económico: Poder generar una opción de material a su vez puede dar pie a disminuir costos, ofrecer un panel que cumpla con especificaciones requeridas y que su adquisición no represente un gasto mayor. Solo falta en este punto trabajar con la comparación entre los beneficios económicos que ofrecen los paneles comerciales y de esta manera establecer adecuadamente los costos generados con un panel reciclado. Una ventaja en este punto es que el usuario puede desarrollar la habilidad de hacer sus propios paneles y poner en práctica lo referente al reciclaje.
- Ambiental: El hecho de utilizar fibras secundarias para la fabricación del panel, ya está disminuyendo los índices de residuos sólidos generados en diversas zonas y a su vez promueve la reutilización de materiales factibles para dar vida a nuevos y mejores productos u objetos para el uso cotidiano. Por otra parte el aglutinante empleado tampoco causa algún daño al entorno ya que se ha desarrollado con sustancias orgánicas que no generan problemas ecológicos al momento de aplicarse.

Lo anterior relacionado y visto desde el quehacer del diseño, en donde el enfoque principal se centra hacia el buen diseño del entorno que nos rodea, modificar el entorno siempre pensando en el bien mismo y de ahí desempeñar el bien para el espacio en donde se encuentra el mismo ser.

El impacto que ha tenido el acercamiento a estas teorías, es la perspectiva que se tiene del objeto propuesto, en este caso de la opción que se aborda en cuanto a nuevos materiales, en todo momento pensados en el buen quehacer del diseño, pues no solo es proponer objetos novedosos o efímeros, sino resolver todas esas cuestiones que harán que la propuesta trascienda satisfaciendo las verdaderas necesidades del ser, acompañadas estas por el entorno que nos rodea teniendo como base las tres tonalidades verdes que se enuncian en la teoría sustentable y completando todo esto con la propuesta de hacer un mobiliario en base al panel, que sea lo suficientemente reconfortable para que el usuario lo haga suyo, es por eso que he considerado como mayor impacto de



estas teorías la manera en que se visualiza un nuevo diseño mirando hacia dentro del ser para expresar lo que realmente se requiere en el espacio.

Después de realizar la experimentación en base a dos etapas, se puede recomendar llevar a cabo una tercera etapa en la cual se someta el panel a producción seriada tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Producción seriada no menor a 50 piezas, cantidad de aglutinante exacto, moldeado y secado de mano de herramientas industriales, realizar pruebas con paneles de mayor dimensión, armado de mobiliario para pruebas escala 1:1.

Además de que el conocimiento obtenido es insuperable, lo es en cada actividad que realizamos a diario, sin embargo no queda ahí, sigue latente y está dispuesto a grandes y mejores cambios.

Con el desarrollo de efectuado se considera haber cumplido con la finalidad principal de la investigación: *“fabricar paneles de papel reciclado, aprovechados en el diseño y manufactura parcial o total de mobiliario doméstico, con base a un proceso artesanal o industrial”*.

[VOLVER AL ÍNDICE](#)





**ALQUITRAN DE HULLA:** Es un líquido marrón o negro de elevada viscosidad que huele a naftalina. Tiene diferentes aplicaciones, principalmente como recubrimiento o pintura especializada gracias a su resistencia a ácidos y corrosivos como el agua salada.

**ARTESANAL:** Que está hecho a mano y siguiendo las técnicas tradicionales.

**CELULOSA:** La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

**COLOFONÍA:** Resina sólida, translúcida, pardusca o amarillenta, e inflamable, que se obtiene de la destilación de la trementina del pino y se emplea en cosmética, farmacia, etc.

**DIGESTORES:** Contenedores cerrados, herméticos e impermeables (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico para su reciclaje.

**EFFECTO FLOCUANTE:** Aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Por ejemplo el alumbre, que es un grupo de compuestos químicos, formado por dos sales combinadas en proporciones definidas.

**FORMAICA:** También llamada formica o fórmica es un material plástico. Fue inventada en 1912 por Daniel J. O'Connor y Herbert A. Faber mientras trabajaban en Westinghouse. Originalmente lo concibieron como un aislante eléctrico como sustituto de la mica de ahí el nombre).

**FLUIDO NO NEWTONIANO:** Aquel fluido cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica. Como resultado, un fluido no newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante.



**HEMICELULOSA:** Forma parte de las paredes de las células vegetales, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa y permitiendo el enlace de pectina. En la madera del pino, las hemicelulosas, que forman parte de la matriz, junto a la lignina, donde reside la celulosa.

**HIDROXIDO DE SODIO:** También conocido como sosa cáustica es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes.

**INDUSTRIAL:** Que tiene en la industria su principal fuente de riqueza.

**LEJÍA:** También conocido como **cloro** o **lavandina**, es el nombre utilizado para una variedad de sustancias que en disolución acuosa, son un fuerte oxidante, frecuentemente utilizado como desinfectante, como decolorante y en general como solvente de materia orgánica.

**LIGANTE:** En química de coordinación, un ligando es un ión o molécula que se une a un átomo de metal central para formar un complejo de coordinación

**LIGNINA:** La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa 'madera'; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina se encarga de engrosar el tallo.

**MOLTURACIÓN:** Molienda, moler cualquier tipo de material.

**MORDIENTE:** Sirve para fijar colorantes en tinciones biológicas de células animales o vegetales.

**NEROLI:** Esencia obtenida de la destilación de flores de distintos naranjos, en particular las del naranjo amargo, que se emplea en perfumería.

**PANEL:** Plancha prefabricada de diversos materiales que se usa en construcción para dividir o separar verticalmente espacio



**PAPEL ARTESANAL:** Es aquel tipo de papel cuya elaboración se convierte en un proceso fácil de utilizar para confeccionar este material y al momento de su fabricación, no resulta caro ya que se utilizan herramientas fáciles de conseguir o elaborar desde el hogar.

**PAPEL:** Llamamos papel a aquella hoja delgada de la unión física de materiales fibrosos principalmente celulosas previamente hidratadas.

**PEGAJOSIDAD:** Cualidad de lo que es pegajoso.

**PROCESO KRAFT:** Es el método más común para producir fibra destinada a la fabricación de papeles de alta calidad como los que se especifican en la mayoría de proyectos de diseño.

**PULPA:** Es el material más común utilizado para la fabricación de papel. Las maderas utilizadas para este fin son conocidas como maderas pulpables, que generalmente son maderas blandas como la picea, el pino, el abeto y el alerce, pero también maderas duras como el eucalipto y el abedul.

**RECICLAJE DE PAPEL:** Es el proceso de recuperación de papel ya utilizado para transformarlo en nuevos productos de papel.

**TABLERO:** Plancha de madera, plana, más larga que ancha y poco gruesa, formada por una tabla o varias tablas ensambladas por el canto.

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



1. Pulp& Paper Internacional
2. Noé, A (2004) "El reciclado de papel y cartón, Elementos ciencia y cultura. Puebla, México.
3. Colom, F (1994) "Fibras primarias de madera y fibras secundarias de papel viejo, El papel, México.
4. Llamas, R (1995) "Reciclado, oportunidades y riesgos", ATCP Volumen XXX.
5. Área, M (1995) "El papel, un recurso fibroso de interés social", El papel, México.
6. Cámara de papel.
7. José, A. (2007). "Fibras Papeleras. Barcelona. Ediciones UPC.
8. Millán, Daniel (1997), Separar basura, genera dinero. México D.F, México: El Sol, S.A. de C.V.
9. Onda verde (2011), recuperado el 3 de octubre de 2012 desde: <http://www.planverde.df.gob.mx/planverde/ecomundo/49-residuos-solidos/436-historia-y-reciclaje.html>.
10. José, E. (2007), "Sobre el reciclaje en México", recuperado el 13 de octubre de 2012, desde: [http://www.biodegradable.com.mx/noticias\\_reciclaje.html](http://www.biodegradable.com.mx/noticias_reciclaje.html).
11. Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel (CNICP).
12. CICENA Centro de Información y Comunicación ambiental de Norte América, A.C.
13. Transpac Comercializadora S.A de C.V.
14. Tchobanoglour, G (1994) "Gestión Integral de Residuos Sólidos", Mc Graw Hill.
15. Seoanez, C (2000) "Ingeniería del Medio Ambiente", ediciones Mundi Prensa. Barcelona.
16. Lockie, E (2002) "Papel elaborado de forma artesanal" Parramon México.

17. Sherin, A. (2009) "Sostenible, un manual de materiales y aplicaciones prácticas para los diseñadores gráficos y sus clientes. GG, Barcelona.
18. Morales, J (1999) "Arquitectónica, sobre la idea y el sentido de la arquitectura" Ed. Biblioteca Nueva. Madrid.
19. García, B (2008) "Ecodiseño: *Nueva herramienta para la sustentabilidad*", Designio, México,
20. Madge, P (1997) Ecological Design: New Critique, Design Issues 13, No 2, summer.
21. Micksch, K (1944) "Colas y Masillas: Manual sobre la fabricación y empleo de los encolantes y adhesivos modernos, en las diversas industrial" Gustavo Gili, Barcelona.
22. Baralt, A (1945) "Preparación de cementos, colas, colas en frio, gomas, lutenes, masillas, etc.", Albatros, Buenos Aires.
23. Martínez, F (1970) "Pegamentos, gomas y resinas en México prehispánico", Resistol, México.
24. Martín, J (2000) "Conceptos básicos de adhesión y de uniones adhesivas", Universidad de Alicante, depósito legal 200.
25. García P. B (2008); Ecodiseño: *Nueva herramienta para la sustentabilidad*, Designio, México.
26. Alastair F.L. (2002); *Manual de Diseño Ecológico*. Cartago S.L. Londres.

[VOLVER AL ÍNDICE](#)



**A MI FAMILIA...**

Por todo su apoyo, cariño y amor incondicional, gracias por aguantar mis locuras, por estar presentes siempre en los momentos buenos y malos Pao, Emily, Geova, Jorge, Yola, Tino, Vicky, Flaco, Fernanda, Paty, Lupe, Panchis, Tío, gracias por ser los pilares que sostienen mi vida. Los quiero mucho, más de lo que se imaginan.

Agradezco ante todo a mi amiga, compañera, consejera y madre **DOLORES BETANCOURT GÓMEZ**, por una vez más creer en mí, sin ti el camino habría sido muy difícil, sabes que siempre tendrás tu lugar en mi corazón, este logro es tuyo. Y a mí princesa que me ha dado el amor suficiente para creer que esto no termina cuando apenas comienza **ANDREA** te quiero demasiado.

**A MI DIRECTOR DE TESIS...**

**M.D.I JOSUÉ DENISS ROJAS ARAGÓN**, no solo por ser un pilar para mi crecimiento académico, sino por ser un amigo y compañero a lo largo de todo este tiempo. Gracias a los consejos brindados y a todos los momentos compartidos.

**A MIS ASESORES...**

Gerson Urbina, Ignacio Mendiola, Noé Aguilar y Gonzalo Martínez, por cada uno de los consejos brindados para hacer posible este resultado.

Al coordinador José Pérez en el master de Educador Ambiental de la Universidad de Granada por todas las facilidades brindadas durante la estancia en Granada-España.

**A TODAS...**

Las personas que han estado a mí alrededor aportando día a día para crecer juntos, amigos y compañeros que sin importar cuán lejos estemos siempre procuramos estar al pendiente rompiendo la distancia, gracias por darme ánimos en tiempos difíciles y por creer en mi Jon, Adri, J. Luis, Vero, Pepe, Shemo y todos los que están detrás de mí.

