



**UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA**  
Master Universitario en Estudios Avanzados en Arquitectura (MBAECH)  
Línea de Innovación Tecnológica

**Trabajo de fin de Máster:**  
“ANÁLISIS DEL PAPEL Y CARTÓN PROCEDENTES DEL RECICLAJE PARA POSIBLE  
APLICACIÓN EN EDIFICACIONES DE REPÚBLICA DOMINICANA”

**Autora:**  
Arq. Lorena María Espinal Rodríguez

**Asesor:**  
Dr. Arq. Joan Lluís Zamora I Mestre

**Barcelona, Octubre del 2016**



“Es de Importancia para quien desea alcanzar una certeza en su investigación, el saber dudar a tiempo”

**Aristóteles**





## AGRADECIMIENTOS

Al arquitecto de arquitectos, mi Dios todopoderoso, por enseñarme que su tiempo es perfecto y permitir que precisamente éste año pueda cumplir con una de mis metas, añadir un peldaño a mi carrera y crecer como persona y profesional.

A mi familia, porque siempre recibo de ellos el apoyo incondicional para seguir adelante, los consejos sabios de mi madre Zaida M. Rodríguez de Espinal y mi Padre Diógenes Espinal, además la opinión y el aporte importante de dos ingenieros civiles maravillosos, mis hermanos Emmanuel Espinal y Diógenes Espinal.

A mi pareja, mi amor Juan Francisco De La Rosa, porque siempre me ha apoyado y ayudado en las decisiones edificativas de mi vida, gracias a ti pude llegar a conseguir lo que hacía falta para comenzar y culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida profesional.

A mis amigos personales y compañeros de piso Sonia Estrada y Carlos Crivelli porque también brindaron su granito de arena crucial para que culminar este trabajo y mis estudios con éxito.

A mis compañeros de Máster que han sido una grata experiencia del mundo, que sin ningún problema siempre estuvieron dispuestos a ayudarme con información consejos, en especial a Ana María Sevilla, Constanza Babenco, Andrea Ortiz y Jessica Malagón.

Al personal del Museo Molino Papelero de Capellades, en especial a Susanna Llobet Estany por su gran ayuda y colaboración para la recolección de datos e información esencial para la investigación.

Al gobierno de mi país que vía el Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCYT) ha puesto un voto de confianza en mí y me ha brindado la oportunidad de una beca para escalar como profesional y cumplir con uno más de los objetivos de mi vida.

A la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) por brindar los recursos físicos y académicos para concretar los estudios que hoy día son necesarios para cualquier profesional que quiera insertarse en el mundo laboral actual tan competitivo.

A mi tutor Dr. Arq. Joan Lluís Zamora Mestre por ser el guía de la investigación y aportar las pautas y consejos necesarios para llevarla a cabo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>A. Resumen</b> .....	<b>7</b>
<b>B. Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>C. Glosario</b> .....	<b>9</b>
<b>1.Introducción y Delimitación Del Tema</b> .....	<b>10</b>
<b>2.Justificación</b> .....	<b>11</b>
<b>3.Objetivos</b> .....	<b>12</b>
3.1 Objetivo General .....	12
3.2 Objetivos Específicos .....	12
<b>4. Antecedentes</b> .....	<b>13</b>
4.1 Celulosa .....	13
4.1.1 Definición y Obtención.....	13
4.1.2 Propiedades Físicas y Químicas.....	16
4.1.3 Fibras, Definición y Clasificación.....	17
4.1.4 Usos Comunes.....	19
4.2 Adhesivos y Pegamentos .....	20
4.2.1 Definiciones Generales.....	20
4.2.2 Tipos, Características y Usos Principales.....	20
4.2.3 Almidón y Engrudo, Definición y características .....	26
4.3 Papel y Cartón .....	27
4.3.1 Definición.....	27
4.3.2 Tipos y Características .....	28
4.3.3 Fabricación y Estucado del Papel.....	32
4.4 Reciclaje Del Papel .....	36
4.4.1 Análisis del Ciclo de Vida del Papel Reciclado.....	36
4.4.2 Reciclaje Empírico Artesanal.....	39
4.4.3 Descripción del Proceso Industrial de Reciclaje del Papel.....	41
4.4.4 Aspectos Medioambientales y Económicos.....	43
4.4.6 Análisis de Logística de Reciclaje de Papel en La República Dominicana.....	47
4.4.7 Posible Relación entre la Industria Textilera y el Reciclaje del Papel .....	50

<b>5.Estado del Arte Arquitectónico</b> -----	<b>52</b>
5.1 El Papel y el Cartón en Arquitectura, Historia y Aplicación-----	<b>52</b>
5.2 La Celulosa como Material en Arquitectura-----	<b>55</b>
5.3 Tipos y Usos Actuales de la Celulosa en Arquitectura-----	<b>56</b>
5.3.1 Celulosa Proyectada-----	<b>56</b>
5.3.2 Celulosa Insuflada o Inyectada-----	<b>57</b>
5.3.3 Paneles de Celulosa-----	<b>58</b>
5.4 Edificaciones en República Dominicana-----	<b>59</b>
5.4.1Tipologías-----	<b>60</b>
5.4.2 Materiales y Sistemas Constructivos más Usados-----	<b>62</b>
<b>6.Estado de Arte Industrial</b> -----	<b>65</b>
6.1 Productos de Construcción Actuales a Base de Celulosa-----	<b>65</b>
6.2.1 Productos de Celulosa Básica-----	<b>65</b>
6.2.2 Productos de Celulosa Reciclada-----	<b>69</b>
6.2.3 D Wall Paper Panels-----	<b>72</b>
6.3.1 Concepto y Materias Primas-----	<b>72</b>
6.3.2 Empresas que Distribuyen-----	<b>72</b>
6.2 Patentes de Materiales de Construcción a Base de Celulosa-----	<b>76</b>
<b>7. Deducción e Interpretación</b> -----	<b>80</b>
7.1. Estado Actual del Reciclaje del Papel y Cartón-----	<b>80</b>
7.2. Uso Actual del Papel y Cartón Reciclado con Relación a las Edificaciones-----	<b>81</b>
7.3. Diagnóstico Actual en la República Dominicana-----	<b>82</b>
<b>8. Prospectiva</b> -----	<b>84</b>
8.1 Planteamiento-----	<b>84</b>
8.2 Ventajas, Desventajas y Oportunidades Futuras del Uso del Papel y Cartón Reciclado en Edificaciones de República Dominicana-----	<b>86</b>
<b>9. Conclusiones Generales</b> -----	<b>87</b>
<b>10.Tabla de Figuras</b> -----	<b>90</b>
<b>11. Bibliografía y Referencias</b> -----	<b>88</b>
<b>12. Anexos</b> -----	<b>93</b>

## RESUMEN

El presente caso indagativo tiene como objeto de estudio el reciclaje del papel y el cartón, de manera específica en los materiales derivados de este proceso, así como las oportunidades de uso tanto económico y social en países como la República Dominicana.

Las sociedades sin importar el lugar donde se desarrollan tienden a generar desperdicios que a partir de su reciclaje pueden llegar a ser muy útiles para crear nuevos productos que pueden llegar a ser arquitectura, de manera que la explotación del medio natural para generar materiales para la construcción puede verse alternado mediante la utilización de desechos y posibles transformaciones de los mismos. Desde un punto de vista subjetivo, es interesante ver la posibilidad de generar arquitectura a partir de materiales productos del reciclaje, es así como aportamos a la ciudad y a la sociedad gracias al consumo de residuos que pueden llegar a ser nocivos al entorno.

La importancia de re-utilizar materiales que se desechan y convertirlos en nuevas propuestas plásticas no solo contribuye al mejoramiento del medio ambiente, sino que por medio de su exploración se logra transformar “algo inútil” en algo “útil”, innovando a la vez en diseños y formas expresivas con contenidos pedagógicos de gran impacto.

El papel es un producto histórico, que en arquitectura ha tenido su importancia atendiendo a culturas y épocas específicas, debido a esto y a la tendencia mundial del reciclaje la acción explorativa que se ha utilizado revela la relación actual entre el papel reutilizado y el uso en edificaciones.

El desarrollo del trabajo se ha optado por dividirlo en tres partes fundamentales, una primera que consta de la introducción, delimitación del tema, justificante y objetivos que definen el trabajo investigativo. En una segunda parte se genera un compendio debido a la búsqueda de información y compilación documental actual que proporciona los datos necesarios para comprender conceptos importantes íntimamente ligados al tema, la situación actual en cuanto a producción y reciclaje del papel, materiales que se derivan de ese proceso además de un análisis de la situación actual de las edificaciones en República Dominicana. La tercera viene dada por una deducción e interpretación de los datos recopilados en la primera parte, de forma que sirva de base para la propuesta, la cual constituye la parte tercera.

**PALABRAS CLAVES:** papel, cartón, reciclaje, celulosa, materiales, edificaciones, innovación, ecológico, 3D Wall-Paper,

## ABSTRACT

This research case study aims recycling paper and paperboard, specifically in materials derived from this process and opportunities for both economic and social use in countries like the Dominican Republic.

Societies no matter where they develop tend to generate waste that from recycling can become very useful for creating new products that can become architecture so that the exploitation of the natural environment to generate building materials it can be alternated part using waste and possible transformations thereof. From a subjective point of view, it is interesting to see the possibility of generating architecture from materials recycling products, so as to bring the city and society through the use of waste that can become harmful to the environment.

The importance of re-using materials that are discarded and turn them into new plastic proposals not only contributes to improving the environment, but through its exploration can transform "useless" something "useful", innovating both in designs and expressive forms with high impact educational content.

The paper is a historical product, which architecture has been important in response to specific cultures and epochs, because of this and the global trend of recycling the inquiries action that has been used reveals the current relationship between the reused paper and use in buildings.

The development of research has chosen to divide it into three main parts, the first consisting of the introduction, delimitation of the topic, justification and objectives defining the research work. In a second part a compendium because finding information and current documentary compilation that provides the data necessary to understand important concepts closely linked to the issue, the current situation in terms of production and paper recycling, materials derived is generated from that process and an analysis of the current situation of the buildings in the Dominican Republic. The third is given by a deduction and interpretation of data collected in the first part, so that the basis for the proposal, which is the third part.

**KEYWORDS:** paper, cardboard, recycling, cellulose materials, buildings, innovation, ecological, 3D Wall-Paper,

## GLOSARIO

- **Almidón:** Macromolécula que constituye la reserva de energía de los vegetales y fuente de calorías principal de la alimentación del ser humano, el cual es presentado en la industria alimenticia como una harina blanca utilizada para elaborar recetas o espesar salsas.
- **Celulosa:** Polisacárido complejo que se presenta como el componente principal de las paredes vegetales formando parte del tejido sostén, de manera que constituye la estructura de soporte de las plantas. Es considerada el biopolímero complejo de mayor abundancia en la Tierra utilizado para la fabricación del papel y cuya morfología corresponde a pequeños tubos longitudinales que microscópicamente se aprecian como cabellos humanos
- **Desbaste:** Eliminación de sólidos grandes a la entrada de un proceso de depuración de aguas residuales, mediante rejillas y tamices.
- **Estucado:** Operación que consiste en recubrir el papel con una capa de salsa de estuco para aportar características de acabado e imprimibilidad.
- **Fibra de Celulosa:** Material fibroso que queda después de eliminar, por cocción y blanqueamiento, los componentes no fibrosos de la madera y de las plantas
- **Pulpa o Pasta:** También llamada pasta de celulosa, es un producto extraído de la madera y utilizada como materia prima para la elaboración del papel o cartón.
- **Reciclaje:** Reutilización de desechos para la obtención de productos valiosos para la sociedad.
- **Recorte:** Trozos de papel o cartón eliminados durante el proceso de fabricación o manipulación que son considerados como una fibra recuperada o reciclada.

## 1. INTRODUCCION Y DELIMITACION DEL TEMA

A partir del consumismo de un mundo mayormente capitalista el uso de los recursos naturales ha ido creciendo en demasía, así como también la acumulación de los desechos que a su vez significan un peligro para los ecosistemas del planeta, es por ello que el concepto de reciclar se ha ido convirtiendo más que una ayuda en una necesidad.

Anteriormente las bases del ecologismo establecían como regla las 3 R, Reducir, Reutilizar y Reciclar, lo cual cambia de enfoque en el 2002 gracias a la puesta en escena de la teoría del “Cradle to Cradle”, en castellano De la Cuna a la Cuna, que establece no sólo el análisis de los materiales a partir de que puedan ser reutilizados, sino también de aspectos que vienen desde la raíz del material como la extracción de las materias primas, el procesamiento, su puesta en uso y el transporte, ya luego se pensaría en su reutilización.

Los residuos de papel que se generan en América Latina, sin exceptuar la República Dominicana, constituyen el segundo material de mayor cantidad dentro de aquellos residuos producidos por sus habitantes a nivel domiciliario gracias a la versatilidad que ofrece el material. Todo esto genera un punto de interés para aquellos creadores de materiales amigables con el medio ambiente.

Hoy día el mercado de los materiales de construcción cada vez se vuelve más competitivo y riguroso en cuanto a propiedades y prestaciones de los mismos, es así como se busca que un material además de cumplir con las normas vaya más allá optimizando aspectos tanto económicos, sociales, innovadores y cualitativos. Con relación a la celulosa reciclada es posible encontrarnos con una cantidad interesante de productos elaborados a partir de esta, mucho más aquellos destinados a su uso en construcción, los cuales compiten entre sí para tener las mejores prestaciones físicas, mecánicas y económicas del mercado.

El trabajo realizado se enmarca en el área de la tecnología actual, englobando una serie de conceptos relacionados con el reciclaje del papel además de la recopilación documental del mercado en cuanto a los últimos materiales innovadores basados en ésta tendencia prácticamente mundial del reciclaje, a partir de lo cual se busca interpretar y generar las bases para una prospectiva. El trabajo realizado no es de carácter experimental, pretende obtener una buena compilación de información, un buen análisis actual de materiales a base de celulosa reciclada además del punto de vista socioeconómico en América Latina para su adecuada interpretación y a través de ello establecer posible uso futuro en República Dominicana.

## 2. JUSTIFICACION

La Tierra es un planeta muy cambiante debido a las intervenciones abrasivas del hombre, no es una novedad los problemas generados a partir de ello y la gran búsqueda de soluciones que en los últimos años se han venido realizando, principalmente en la industria de la construcción.

La República Dominicana al igual que muchos países de Latinoamérica la gestión urbana de residuos no es óptima, ni mucho menos su posterior uso a partir del reciclaje, además de la forma poco ambiental de ver los materiales utilizados en las edificaciones y la producción nacional de los mismos. El segundo porcentaje mayoritario de los desechos que genera la población corresponde al papel y cartón, los cuales se manejan de modo informal y sin ningún tipo de logística que permita optimizarlos, es así como buena parte se pierde en la quema de basura de los vertederos.

Los arquitectos de mayor experiencia y renombre que diseñan en República Dominicana se refieren a los sistemas y materiales utilizados como productos importados, y los que se producen a nivel nacional como nocivos al medio ambiente, ya que las innovaciones son prácticamente nulas y la fuerza de las ganancias es de mayor interés que la funcional. El material más utilizado en construcción es el hormigón, y para conseguirlo se ha venido extrayendo la arena de los ríos que posteriormente presentan una alteración clara en los ecosistemas que alberga y en el flujo del agua que naturalmente se produce, es por ello que muchos poco a poco se han ido secando.

El buscar reutilizar los desechos de papel y cartón para su uso en edificaciones puede representar una alternativa viable para contribuir en diversos aspectos al país en cuestión, es por ello que la presente investigación puede arrojar ventajas y oportunidades como:

- Disminución en el uso del hormigón en las edificaciones, principalmente en interiores.
- Disminución en el uso de productos y sistemas importados.
- Contribución al medio ambiente del país
- Aporte económico y social a través de la construcción.



### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo General

Desarrollar un compendio actual de productos para la construcción elaborados a partir del reciclaje del papel y cartón que sirvan de base para poder plantear una idea eficaz aplicable en edificaciones dentro de un contexto latino-caribeño como lo es República Dominicana.

#### 3.1 Objetivos Específicos

- Conocer las bondades y prestaciones del papel y del cartón reciclados para analizar su posible uso en construcción.
- Recopilar los productos que se encuentran actualmente en el mercado de la construcción elaborados a partir del reciclaje del papel y cartón (celulosa).
- Determinar el estado actual de la gestión de residuos de papel y cartón en Latinoamérica, específicamente en la República Dominicana.
- Discernir cuáles son los sistemas y productos más utilizados en edificaciones de República Dominicana.
- Determinar las ventajas y oportunidades del uso del papel y del cartón reciclado en edificios pertenecientes a un contexto Latino.
- Lograr plantear una idea clara a partir de interpretación de datos que constituya una posible alternativa de producto constituido por papel o cartón reutilizado para los edificios emplazados en República Dominicana.

## 4. ANTECEDENTES

Dentro de esta investigación se ha considerado importante destacar y desarrollar en primera instancia conceptos que influyen de forma significativa en el tema y que definen variantes importantes a conocer para focalizar la información, es así como de lo particular a lo general se establece un desglose de terminologías intrínsecas del objeto de estudio.

### 4.1 Celulosa

La celulosa es la base del mundo vegetal y por ende de una infinidad de materiales utilizados por el ser humano para distintos propósitos. Es un concepto fundamental para comprender la esencia de la investigación actual.

#### 4.1.1 Definición y Obtención.

La primera materia para la fabricación del papel es un elemento natural sintetizado por las plantas llamado celulosa [1]. La celulosa es el componente fundamental de las fibras naturales que conforman las paredes vegetales. Se trata de un polisacárido (carbohidrato complejo) que figura como la biomolécula más abundante en la Tierra y cuya función es básicamente la de formar la estructura de las plantas, es la sustancia natural más importante, tanto por su abundancia como por su aprovechamiento tecnológico.



Fig.1 Estructura de la Celulosa

Fuente: [Eshhttp://www.asturnatura.com/articulos/envoltura-celular/fibras-celulosa.jpg](http://www.asturnatura.com/articulos/envoltura-celular/fibras-celulosa.jpg)

El descubrimiento de la sustancia y su fórmula se realizó en 1838 por un químico francés llamado Anselme Payen, pero no es hasta 1920 en el que se da a conocer la estructura del polímero por un



químico alemán llamado Hermann Staudinger.

En la fotosíntesis las plantas utilizan el dióxido de carbono presente en la atmósfera, agua y energía de la radiación solar para sintetizar glucosa y oxígeno. Parte de la glucosa producida es transformada en otras sustancias orgánicas como la celulosa o almidón.

Las moléculas de celulosa se ajustan de tal manera que forma filamentos largos y delgados denominados microfibrilla los cuales se unen para conformar una estructura mayor llamada macrofibrillas que son los responsables de la gran resistencia de los materiales celulósicos. [1]

La madera y las plantas son bio-compuestos de jerarquía celular producidos por la naturaleza, y están esencialmente formados por matrices amorfas de celulosa semicristalina y microfibrillas reforzadas compuestas por hemicelulosa, lignina, ceras y oligoelementos

Mientras que todo el árbol está en una escala de metros, los centímetros describen las estructuras dentro de la sección transversal, los milímetros describen los anillos de crecimiento, las decenas de micrómetros describen la anatomía celular, los micrómetros describen la estructura de las capas dentro de las paredes celulares, decenas de nanómetros describen la configuración de la celulosa en fibrillas de una matriz compuesta principalmente de hemicelulosa y lignina, y por último, los nanómetros describen las estructuras moleculares de celulosa, hemicelulosa y lignina y sus interacciones químicas.[2]

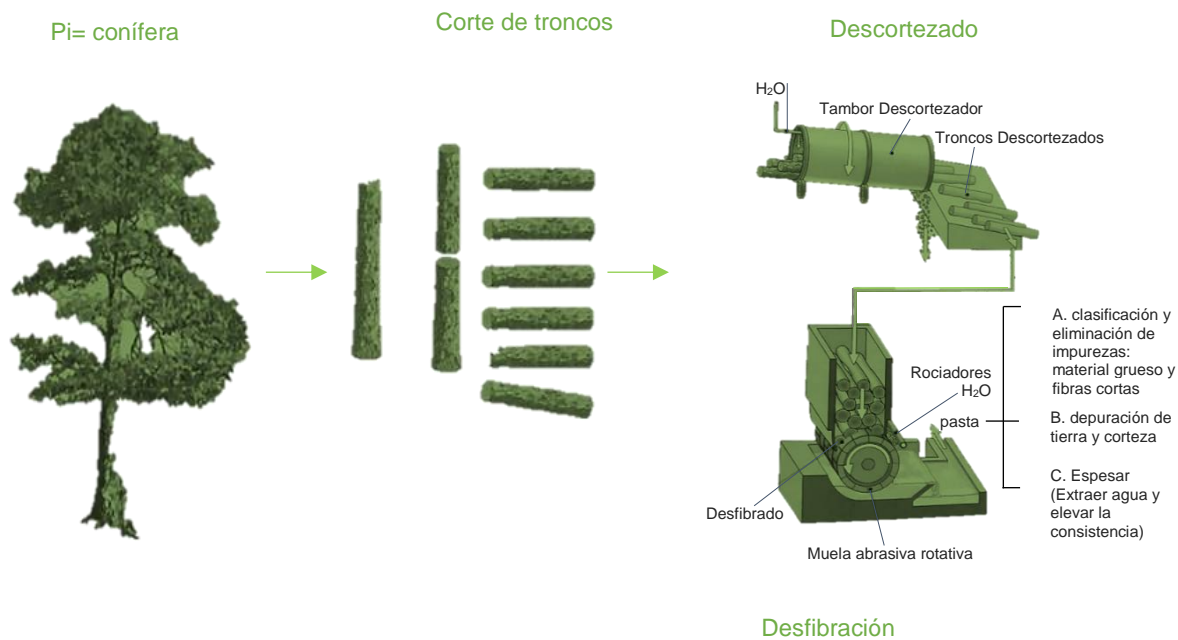
Para obtener celulosa como materia prima para la fabricación de materiales para distintos usos es a través de dos maneras, directamente de las plantas y árboles llamada fibra virgen y aquella obtenida luego del consumo llamada fibra recuperada.

La fibra virgen se obtiene en una primera etapa de preparación de materias primas en la cual se descortezaza y se tritura la madera, luego se astilla y se tamiza, teniendo como parámetro a controlar el espesor, de manera que facilite el posterior proceso de cocción y permita que las astillas se impregnen debidamente con los reactivos.

En la segunda etapa se procede a obtener la pasta de celulosa a partir de disolver la lignina que mantiene unida las fibras de la madera, lo cual puede realizarse a través de procesos que pueden ser químicos, semiquímicos o mecánicos, aunque

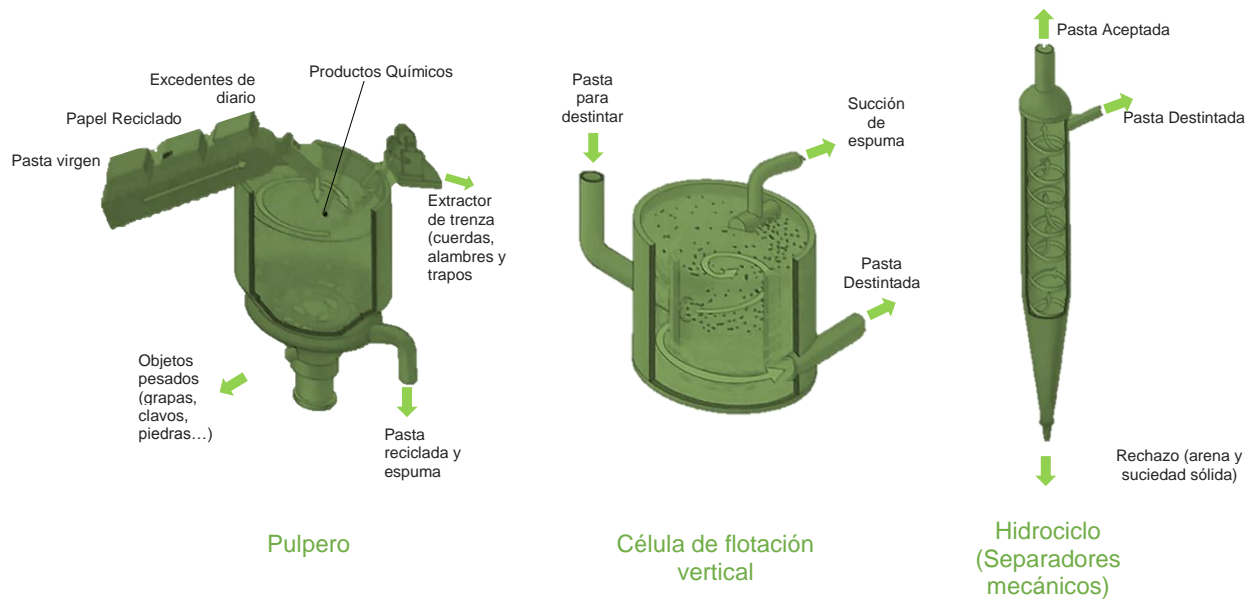
luego suele hacerse un blanqueado de la pasta debido a restos de lignina que puedan quedar y oxidarse y así tornar de amarillo el papel. El blanqueamiento suele hacerse entre 3 a 5 etapas utilizando químicos como el hidróxido de sodio acuoso lo cual torna soluble en agua y las sustancias que tornan de color la pasta pueden eliminarse a través de lavados.

La fibra recuperada se obtiene en la misma fábrica de papel ya que se logra a partir de papel usado proveniente de distintas fuentes, ya sea del mismo residuo de la fábrica, el recorte, recogida de contenedores, entre otros. Básicamente se hace primero una clasificación atendiendo a la calidad y sacando aquellos que no son reciclables debido a que son insolubles en agua como los encerados y los plastificados, para luego extraer elementos que no son parte del papel y colocarlos con agua para triturarlos a los cuales posteriormente se les añade químicos para destintarlos.



**Fig.2 Obtención de Celulosa por Procesos Mecánicos**

Fuente: Manual 4 “El Paper”, colección Biodiversidad y tecnodiversidad, Museo de la Ciencia y De la Técnica de Cataluña.



**Fig.3 Obtención de Celulosa Recuperada**

**Fuente:** Manual 4 “El Paper”, colección *Biodiversidad y tecnodiversidad*, Museo de la Ciencia y De la Técnica de Cataluña.

#### 4.1.2 Propiedades Físicas y Químicas

Las propiedades físicas y químicas de la celulosa que pueden ser medibles están directamente relacionadas con una serie de variables que influyen en el desempeño cuando ésta es convertida en papel, es por ello que distintas fuentes coinciden en que las propiedades más representativas son:

- **Volumen Específico:** Es el volumen ocupado por unidad de masa de un material. Mayormente en la fabricación de papel se prefiere fibras con alto valor de esta.
- **Índice de Tensión:** Resistencia a tracción de un papel atendiendo a la celulosa utilizada, la cual tiende a ser relativamente alta.
- **Índice de Rasgado:** Energía que se requiere para rasgar un papel.
- **Largo de fibra:** Longitud promedio de las fibras de celulosa (en milímetros).

- **Drenabilidad:** Facilidad de la celulosa para evacuar el agua que contiene. En el momento de fabricar el papel se requiere que la cantidad de agua sea entre 98% y 99% del peso.
- **Contenidos de finos:** Cantidad de elementos no fibrosos presentes en la celulosa.
- **Viscosidad:** fricción interna de la mezcla de fibras de celulosa con agua.
- **Contenido Distribución:** Peso del contenido de la celulosa.

#### 4.1.3 Fibras, Definición y Clasificación

Las fibras son los filamentos o bastoncillos de los cuales está compuesto la celulosa y que a su vez estas se conforman por microbastoncillos que confieren la red estructural de la misma, las cuales pueden variar en longitud y forma atendiendo a la especie del árbol de la cual es extraída.

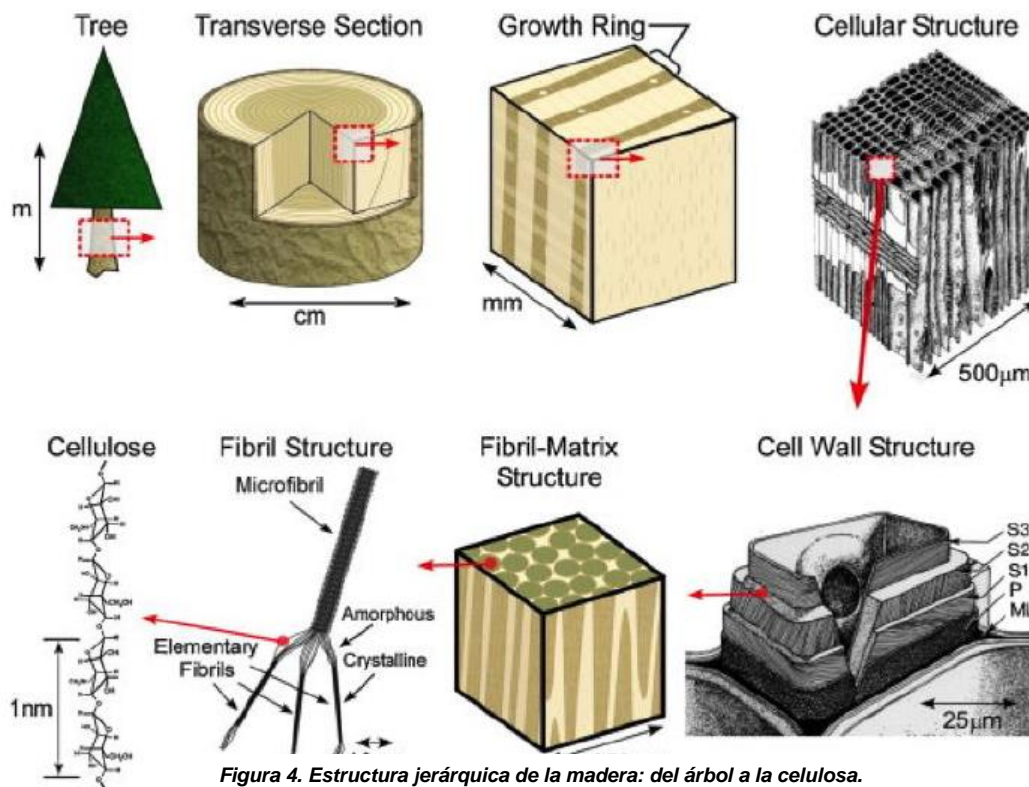
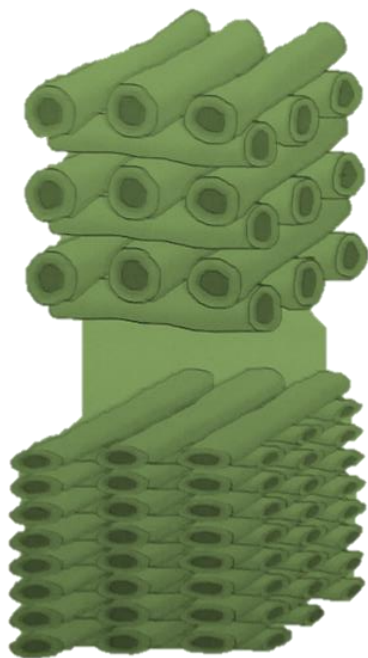


Figura 4. Estructura jerárquica de la madera: del árbol a la celulosa.

Fuente: celulosa.jpg, McGraw-Hill Yearbook in Science & Technology



**Fig.5 Estructura Idealizada de las Fibras de Celulosa.**

*Las fibras con Paredes Gruesas(A) son menos maleables que las de paredes delgadas (B)*

*Fuente: Folleto Colección Biodiversidad y Tenodiversidad No.4*

Las fibras pueden clasificarse atendiendo a dos variables, el tamaño o longitud y a la procedencia u origen de la misma.

Dependiendo de la especie del árbol de la que se extrae la celulosa y por ende de las fibras, estas suelen en clasificarse en **fibras largas** y **fibras cortas**, cabe destacar que las fibras más largas provienen de especies resinosa a diferencia de las frondosas que tienden a ser más cortas.

En el tronco de una especie determinada la longitud varía según su posición respecto a la médula, aumentando a medida que nos alejamos del eje central. Igualmente varían con respecto al suelo, siendo mayor entre 5 y 10 metros.

Las **fibras largas** (softwood pulp). Este tipo de celulosa debido a las uniones moleculares que presenta tiende a ser más resistente y poseen como parámetro que la longitud de las fibras que la poseen varían en un rango de 2,5 y 4,5 mm.

Las **fibras cortas** (hardwood pulp). Estas poseen uniones moleculares más débiles y presentan una longitud de fibras que rondan entre los 0,7 y 1,8mm.

Atendiendo a la segunda variable las fibras existen fuentes que clasifican las fibras dependiendo de la procedencia, es así como estas pueden ser:

- Animales, como la lana y la seda.
- Vegetales, son las más conocidas y a su vez pueden clasificarse en dos grupos, la madera (estas pudiendo ser de árboles de hojas perennes como el pino y el abeto, o también de árboles de hoja caduca como el eucalipto, haya, abedul, entre otros) y plantas anuales como el bagazo de caña, paja de cereales, bambú, yute, cáñamo entre otros.
- Minerales, un ejemplo es el asbesto que es utilizado en papeles y telas de amianto.
- Sintéticas, estas pueden derivarse de las vegetales como el rayón, pero también son extraídas de recursos no renovables como el petróleo siendo su producto el polietileno.

Es importante destacar que las fibras cortas en el proceso del desfibrado corren el riesgo de romperse y quedar aún más cortas lo cual puede influir en la resistencia de la pasta de celulosa final que en la mayoría de las ocasiones puede ser desfavorable. [3]

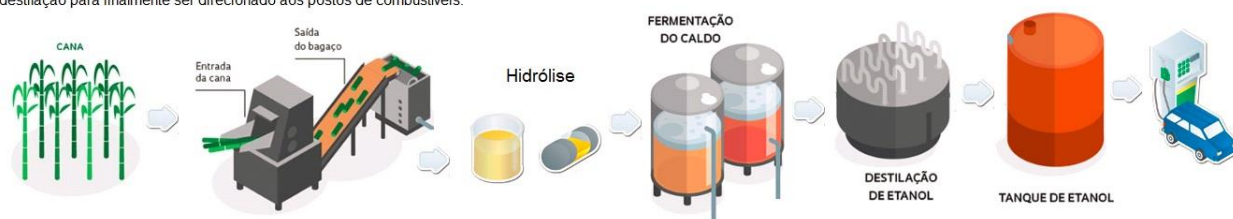
#### 4.1.4 Usos Comunes

A partir de los distintos estudios y descubrimientos sobre la sustancia se comienzan a realizar variaciones que llegan a conceder diversos usos a la misma, además del que por defecto le otorga la naturaleza de conformar la estructura de las plantas la mayor utilidad que se le concede es de materia prima para la producción del papel y el cartón.

La celulosa es también utilizada como combustible cuando se forma el llamado etanol celulósico, un compuesto químico generado por la fermentación y posterior destilación de desechos de la caña de azúcar.

##### Processo de Fabricação do Etanol

A produção começa com a moagem da cana, passa para a produção de melado, fermentação e destilação para finalmente ser direcionado aos postos de combustíveis.



**Fig.6 Celulosa Como Combustible: ETANOL**

Fuente: <http://www.fiamfaam.br/momento/imgnoticias/5514850/image/Infogr%C3%A1fico%20Final.jpg>

En la industria textil se produce el rayón a partir de celulosa, esto no es más que un tejido artificial manufacturado también esponjas y celofán. En el ámbito de los pegamentos se producen aglutinantes solubles en agua y adhesivos.

En el sector alimenticio la celulosa es utilizada como un producto para espesar alimentos, pero también es parte de una nueva era de comida saludable como fibra alimenticia.



**Fig.7 Nanocelulosa**

Fuente: [http://blogthinkbig.com/wp-content/uploads/2013/04/nanacellulose\\_4171.jpg%3A](http://blogthinkbig.com/wp-content/uploads/2013/04/nanacellulose_4171.jpg%3A)

De acuerdo a los avances y a las nuevas técnicas e investigaciones se ha generado la nanocelulosa, un material extraído de las fibras de celulosa que puede presentarse de dos formas aleatoria y cristalina. A partir de este avance la industria ha descubierto posibles usos tales como: pantallas electrónicas flexibles de manera que desfasa los materiales metálicos y plásticos en la elaboración de automóviles ya que además de ecológico posee mejores propiedades mecánicas, se utiliza como filtro de líquidos, biocombustible, y alimentos.

## 4.2 Adhesivos y Pegamentos

### 4.2.1 Definiciones Generales

Un **pegamento** es una sustancia generalmente líquida o pastosa que se utiliza para unir cosas. A la hora de clasificarlos se hace hincapié en su procedencia, si es de origen natural o artificial (sintéticos).

Un **aglutinante** es una sustancia usualmente líquida que pasado un tiempo se solidifica y sirve de unión entre partículas, y dependiendo la forma en que se lleven a cabo esa unión se denominan aglomerantes o conglomerantes.

Los **Aglomerantes** suelen ser aquellos donde la unión se realiza por procesos físicos, es el ejemplo del betún, etc. Los **conglomerantes** son aquellos donde la unión se manifiesta por transformaciones químicas, tales como el yeso, el cemento, la cal, entre otros.

### 4.2.2 Tipos, Características y Usos Principales

Los pegamentos suelen clasificarse atendiendo a la naturaleza de su procedencia, estos pueden ser:

- **Los pegamentos naturales** son aquellos que están hechos a base de productos animales secundarios (como la caseína u otros adhesivos para pegar madera) o de productos vegetales (pasta, celulosa, almidón y hule).
- **Entre los adhesivos sintéticos** son aquellos realizados a partir de productos químicos como por ejemplo el epóxico, el cianoacrilato, el de contacto, entre otros.

La eficacia de un pegamento depende de distintos aspectos tales como la resistencia al encogimiento y desprendimiento, la maleabilidad, la fuerza adhesiva y la tensión superficial, que precisan el nivel de impregnación del pegamento en las minúsculas depresiones de las superficies a unir. Los pegamentos varían según el uso con el que se vayan a utilizar, es así como hoy día estos objetivos incluyen el empleo creciente de pegamentos en cirugía y odontología. En la siguiente tabla

se nombran distintos pegamentos que poseen mayor uso en el mercado con sus características y usos principales:

Pegamento	Características/usos principales
<p><b>Acetato de polivinilo (PVA) o pegamento blanco</b></p>  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Adhesivo">https://es.wikipedia.org/wiki/Adhesivo</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para madera, madera procesada, papel, artesanías y proyectos sencillos.</li> <li>• Por lo común se vende en frascos de plástico blandos.</li> <li>• Comienza a fraguar al cabo de una hora y al secarse se vuelve transparente.</li> <li>• Fácil de limpiar, no mancha, no es tóxico ni inflamable.</li> <li>• No es resistente al agua.</li> <li>• Es necesario sujetar con sargentos las partes que esté pegando para obtener óptimos resultados.</li> </ul>
<p><b>Resina alifática o pegamento amarillo de carpintero</b></p>  <p><a href="http://mlm-d2-p.mlstatic.com/juego-para-aplicar-pegamento-57361-para-carpintero-madera-16433-MLM20120823553_062014-O.jpg?square=false">http://mlm-d2-p.mlstatic.com/juego-para-aplicar-pegamento-57361-para-carpintero-madera-16433-MLM20120823553_062014-O.jpg?square=false</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para carpintería.</li> <li>• Alternativa "refinada" al PVA.</li> <li>• Presentación en frascos blandos.</li> <li>• Disponible en blanco, amarillo o marrón.</li> <li>• Comienza a secarse a los 15 minutos.</li> <li>• Resistente al agua, no tóxico ni inflamable.</li> <li>• Más resistente al agua y al calor que el pegamento blanco.</li> <li>• Es necesario sujetar con sargentos lo que esté pegando para optimizar los resultados.</li> <li>• Se puede usar en interiores y exteriores.</li> </ul>
<p><b>Formaldehído de urea o resina plástica</b></p>  <p><a href="http://g03.a.alicdn.com/kf/HTB1frJIFXXXXrXFXXq6xXFXXX7/Genuine-100-B7000-Handmade-Diy-Glue-60ml-72g-pc-Epoxy-font-b-Resin-b-font-Super.jpg">http://g03.a.alicdn.com/kf/HTB1frJIFXXXXrXFXXq6xXFXXX7/Genuine-100-B7000-Handmade-Diy-Glue-60ml-72g-pc-Epoxy-font-b-Resin-b-font-Super.jpg</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para hacer muebles.</li> <li>• Comienza a fraguar a las 4 horas.</li> <li>• El polvo se mezcla con agua para formar el adhesivo</li> <li>• Resistente al agua.</li> </ul>

### Resorcinol



<http://3.imimg.com/data3/XD/FB/MY-5647280/resorcinol-250x250.jpg>

- Para construcciones con madera.
- Utilizado como fijador resistente al agua para unir laminados o enchapados a la madera.
- Para exteriores.
- El polvo se mezcla con agua para formar el adhesivo.
- Use el resorcinol con precaución, ya que puede dejar manchas.

### Pegamento epóxico



<http://www.resistol.com.mx/es/productos/liquidos-epoxicos/repara-fuerte-transparente.html>

- Para reparaciones generales o para pegar mosaicos, metales, cristal, plástico duro y materiales no porosos.
- Comienza a secar a los 5 minutos.
- Extrafuerte.
- Viene en dos partes, resina y catalizador, que se combinan para provocar una reacción química. De esta reacción resulta una adherencia inmediata.
- Tenga cuidado: el pegamento epóxico es tóxico e inflamable.
- Resistente a casi cualquier cosa, desde agua hasta disolventes.

### Cianocrilatos

#### Pegamento instantáneo o de gran adherencia



[www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd](http://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd)

- Para reparaciones generales o uniones de casi todo tipo de superficies.
- Sólo necesita 1 o 2 gotas para conseguir una adherencia instantánea.
- Se utiliza para rehacer un objeto roto (como un plato) o pegar materiales diferentes.
- Al endurecerse se expande y rellena cualquier hueco de una junta.

### Celulosa



<http://www.stem-museos.com/imatge/3847-1300304711.jpg?amplada-maxima=750>

- Para madera, porcelana, cristal y casi cualquier tela.
- Conviene aplicar más de una capa.
- Resistente al agua.

### Pegamento de contacto



[http://www.hugovaletto.com.ar/images/CEMENTO\\_DE\\_CONTACTO\\_C91\\_.jpg](http://www.hugovaletto.com.ar/images/CEMENTO_DE_CONTACTO_C91_.jpg)

- Para pegar enchapados de madera y laminados de plástico a cubiertas.
- Resistente al agua.
- Se aplica a las dos superficies que se desea pegar.
- Tras dejarlo secar un tiempo determinado, se unen las dos piezas que se desea pegar.
- Forma una unión instantánea, por lo que no permite equivocaciones.
- Las versiones con base de agua no son inflamables.

### Pegamento caliente



<http://static.webshopapp.com/shops/016670/files/015202869/modpodge-pistola-de-pegamento-caliente-o-74-mm-se.jpg>

- Para artesanías, reparaciones y proyectos generales.
- Se usa con una pistola eléctrica para pegar.
- El adhesivo consiste en una barra de pegamento de 2-4" que se inserta en la pistola. El calor disuelve la barra y permite la aplicación del producto.
- Comienza a secarse en un minuto, al enfriarse y solidificarse.
- Como rellena huecos, se obtiene magnífica adherencia.

### Poliuretano



[http://www.factorynet.com.ar/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/a/d/ad0023\\_1.jpg](http://www.factorynet.com.ar/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/a/d/ad0023_1.jpg)

- Para carpintería.
- Es necesario humedecer uno de los dos lados del material que se quiere pegar.
- Gran poder de adherencia.
- Puede resultar difícil de limpiar.

### Masillas de silicón



[http://static.hogarmania.com/archivos/201406/cbri0020hu09\\_masillas-y-siliconas-para-sellar-321x171x80xX.jpg](http://static.hogarmania.com/archivos/201406/cbri0020hu09_masillas-y-siliconas-para-sellar-321x171x80xX.jpg)

- Para pegar y sellar.
- Entre las distintas variedades cabe mencionar el silicón, el látex acrílico y el poliuretano.
- Soportan el calor, el frío y la humedad.
- Estas masillas producen uniones flexibles.
- Se presentan en tubos y se usan con pistolas aplicadoras especiales.
- Apropriadas para aplicaciones en exteriores.
- Las que tienen base de disolventes son tóxicas.

### Pegamento en aerosol



[https://static.grainger.com/rp/s/is/image/Grainger/3KMY6\\_AS01?\\$mdmain\\$](https://static.grainger.com/rp/s/is/image/Grainger/3KMY6_AS01?$mdmain$)

- Para materiales ligeros como el papel.
- Se aplica como aerosol para conseguir una adherencia instantánea.
- Tenga cuidado de no rociar en exceso.

### Pegamentos derivados de productos animales



[http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/88/\\_vti\\_cnf/exp\\_2.10.jpg](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/88/_vti_cnf/exp_2.10.jpg)

- Para muebles y carpintería. Es fácil trabajar con ellos, pero son poco resistentes al calor y al frío.
  - **Cola para madera:** se hace con huesos, pezuñas y piel de animales y peces. La forma seca se mezcla y se calienta a baño maría (en un recipiente adecuado). La mezcla gelatinosa se aplica con una brocha.
  - **Caseína:** se obtiene de la leche, se deshidrata y pulveriza para recombinarla con agua. Resistente al agua.

### Pegamentos vegetales



[http://www.papeleriaherreracornejo.com/productos/DSC\\_0458.jpg](http://www.papeleriaherreracornejo.com/productos/DSC_0458.jpg)

- Para diversas aplicaciones.
  - **Almidón:** como en el engrudo de agua y harina. Un ejemplo más refinado es el adhesivo para papel tapiz.
  - **Celulosa:** proviene de las plantas. Se usa con papel tapiz y para encuadernar libros.
  - **Hule:** se combina con componentes sintéticos para formar un adhesivo. Produce una unión flexible.

### Anaeróbico



<http://img.industic.es/img/pegamento-anaerobico-tectane-1730-0-x.jpg>

- Para asegurar elementos de sujeción roscados (tornillos y pernos).
- Seca sin necesidad de oxígeno.
- Existen pegamentos permanentes y removibles.
- Resiste la corrosión y la exposición a petróleo crudo y otros productos químicos.

### Comentario

Dependiendo el propósito es conveniente utilizar un tipo u otro de pegamento. El mercado nos muestra una gran variedad de marcas y tipos que son muy importantes a la hora de fabricar papel y de obtener productos como materiales para la construcción que sean a base de celulosa. Hoy día la tendencia es utilizar productos que no sean nocivos ni para el ser humano ni para el medio ambiente, es por ello que el descubrimiento de pegamentos a base de resinas naturales es muy considerado cuando se quiere respetar los ecosistemas.

Figura 8: Tabla de Pegamentos, tipos y usos.

Fuente: <http://www.adhesivostnk.es/GUIA%20DE%20PEGAMENTOS.htm>

### 4.2.3 Almidón y Engrudo, Definición y características

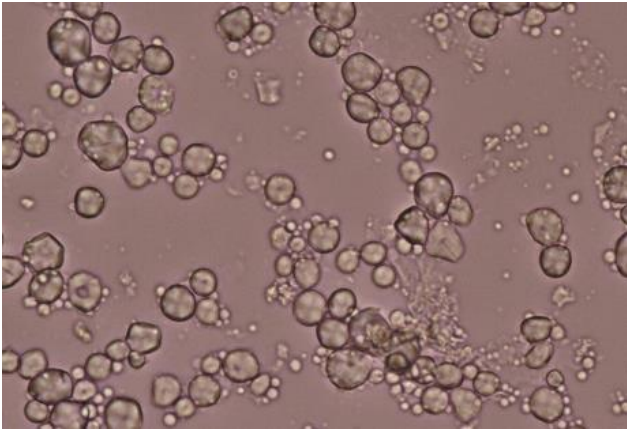


Figura9: Vista microscópica del almidón

Fuente:

<http://clarissacagnatoespanol.weebly.com/anaacutelisis-de-almidoacuten.html#habitables.html>

El **almidón** es el principal polisacárido de los vegetales y fuente de energía de los seres humanos, formado por dos moléculas grandes, la amilasa y la amilopeptina, las cuales varían en porcentaje una de otra en cada uno de los vegetales. La industria alimenticia lo extrae para comercializarlo como alimento teniendo como aspecto una sustancia blanca, inodora e insípida.

El **engrudo** es una mezcla que se logra a partir de almidones para ser utilizado como pegamento o cementante, es un material adhesivo fabricado de manera artesanal a base de agua



Figura10: Engrudo

Fuente: <http://sprites.comohacerpara.com/img/02326g-preparar-engrudo-casero.ipa>

partir de almidones para ser utilizado como pegamento o cementante, es un material adhesivo fabricado de manera artesanal a base de agua y harina empleado para pegar carteles o elaborar obras artesanales de papel, cartón o papel maché.

Las características que posibilitan el reconocimiento de los granos de almidón son: Existencia de hilios, *lamellae*, birrefringencia y la cruz de extinción, así como pruebas para detectar la presencia de almidón con yodo (tinción del negro al azul en presencia de almidón).

Además de la industria alimenticia el almidón es utilizado para la elaboración de engrudo, un pegamento hecho de forma casera principalmente para papeles, cartones y papel maché.

Las principales fuentes de las que se extrae el almidón son granos y tubérculos como el maíz, trigo, yuca, cebada, patata, arroz, entre otros.

Los almidones suelen clasificarse atendiendo a su tratamiento para obtenerlo, es así como diversas fuentes establecen dos grandes tipos:

- Almidón nativo: Es aquel en el que no se produce ningún proceso químico para su obtención.
- Almidón modificado: Este como es de esperarse es obtenido a base de modificaciones químicas que alteran la estructura del almidón. El almidón es modificado dependiendo del uso previsto, pero respetando ciertos parámetros que permitan

Cuando el almidón es modificado es posible que las características cambien, como, por ejemplo:

- Aumento de la solubilidad
- Mejora del proceso de congelado y de la estabilidad del punto de rocío
- Descenso de la sinéresis de gelificación
- Aumento de la opacidad de gelificaciones y películas

### 4.3 Papel y Cartón

El papel y el cartón son productos elaborados a partir de la celulosa, habiendo distintos tipos que varían dependiendo el tamaño, grosor y tipo de fabricación. Estos conceptos constituyen la base de la presente investigación.

#### 4.3.1 Definición



Figura11: Detalle Superficial de la Disposición de la Fibra del Papel

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/p6645s/p6645s07.jpg>

El **papel** no es más que una lámina delgada y plana que puede ser elaborado de modo manual o mecánico que se forma como el resultado del entrelazado, superposición, entrelazado y unión de fibras dispuestas en un medio acuoso que luego se fijan cuando se secan. Este material es considerado uno de los más usados a nivel mundial, gracias a su existencia muchas necesidades y actividades del ser humano pueden ser satisfechas, y su uso cada vez se ve más diversificado.



Figura12: Cartón

Fuente: <http://ricardoarriaga.com/wp-content/uploads/2015/03/carton-doble-canal.jpg>

El **cartón** es un producto formado por diversas capas de papel que puede ser de procedencia virgen o reutilizado, de manera que posee mayor consistencia gracias al grosor y a la disposición de las capas. En primera instancia el mayor uso del cartón es para embalajes, pero debido a la pluralidad de los tipos se ha llegado a conocer usos que van desde fabricación de muebles hasta la construcción de viviendas.

#### 4.3.2 Tipos y Características

Actualmente existen más de 450 variedades de papeles vistos en función de sus propiedades y del uso al que sean destinados. En general tanto el papel como el cartón poseen características atendiendo a 5 clasificaciones: Propiedades estructurales (peso, densidad, humedad, calibre y corte), propiedades ópticas (color, brillo y opacidad), propiedades de fuerza (tensión, rasgado, resistencia a la humedad y maleabilidad), sensibilidad al agua (estabilidad dimensional, impermeabilidad y pérdida de fuerza) y rol o uso, que atendiendo a esta última las otras varían considerablemente. [4] También se puede clasificar el papel atendiendo a la materia utilizada y el proceso de fabricación:

- **Papel de larga duración:**

Es aquel que según sus características tiene una gran resistencia al envejecimiento, el cual posee características como:

- Posee pasta de celulosa con un grado muy alto de pureza.
- En su fabricación no se utilizan blanqueadores ópticos. <sup>1</sup>
- El encolado se debe de hacer en un medio neutro.

---

<sup>1</sup> Los blanqueadores ópticos del papel son colorantes que absorben la luz en la zona ultravioleta y violeta (usualmente 340-370 nm) del espectro electromagnético.

- Posee una resistencia mínima al desgarramiento.
- Tiene una reserva alcalina para absorber el ácido del exterior.
- Se utilizan colorantes neutros y sólidos a la luz.
- Poseen componentes que lo protegen de microorganismos y hongos.
- Poseen resistencia a la oxidación.

- **Papel Reciclado:**

Se trata de aquel fabricado en su totalidad o de modo parcial con fibras recicladas, obtenidas tanto del papel como el cartón luego de su uso (fibras de postconsumo), aunque no es considerado papel reciclado aquel que se pierde en el proceso de su fabricación.

- **Papel Libre de Cloro:**

Este es elaborado sin ningún compuesto clorado en la etapa de blanqueamiento o decoloración de la pasta utilizada, en consecuencia, se emplea el uso del agua oxigenada, de manera que el contenido de agentes químico abrasivo es casi nulo.

- **Papel con la distinción de Garantía de Calidad Ambiental:**

Es aquel que dispone de una etiqueta de ecológica que identifica los productos y servicios que reúnen propiedades y características que denotan un claro respeto con el medio ambiente. Suele ser una combinación del papel reciclado y aquel libre de cloro que además en su fabricación se depuran las aguas residuales.

Según los usos el papel puede clasificarse en: papel de embalaje, impresión y escritura, papel de prensa o papel periódico, papel Higiénico, papel especial (aquel utilizado para la fabricación de billetes de valor monetario) que de un total se estima que el 43% está destinado al de embalajes, un 30% para impresión y escritura, 12% para papel de prensa y un 15% para usos higiénicos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Información obtenida de un estudio de Química Orgánica Industrial acerca de la tecnología de la celulosa realizado por Ascensión Sanz Tejedor. <http://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>

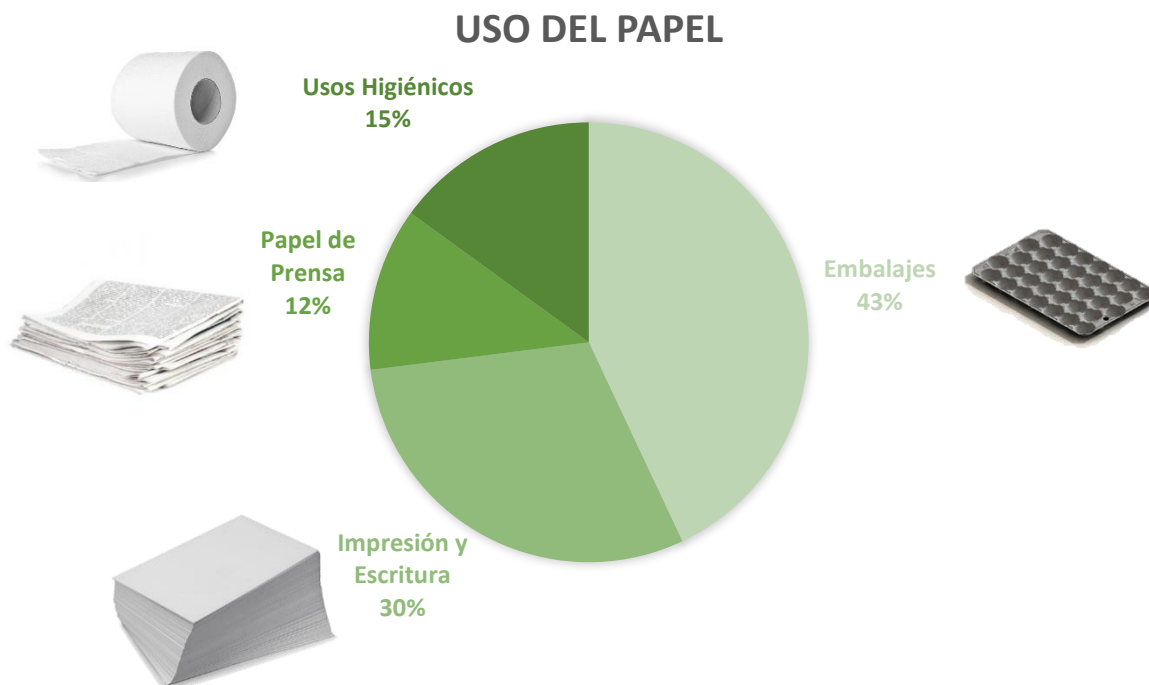


Figura13: Consumo Mundial de Los Distintos Usos del Papel

*Fuente: Manual 4 “El Paper”, colección Biodiversidad y tecnodiversidad, Museo de la Ciencia y De la Técnica de Cataluña.*

Así mismo como el papel posee variedad en tipos, el cartón tiende a poseer su propia clasificación a pesar de que este es considerado un tipo de papel. Los tipos de cartón atienden a distintas variables, una primera clasificación corresponde al tipo de materia prima utilizada en su fabricación:

- **Cartón sólido blanqueado o cartulinas, SBS.** Elaborado con pasta química blanqueada en las capas internas y capas de estuco en las caras externas. Se utiliza para envases de lujo como la de la industria de cosméticos.
- **Cartón sólido no blanqueado, SUS.** Más duro que el anterior, mayormente utilizado para embalajes de bebidas.
- **Cartón *folded*, GC.** Es producido con capas de pasta mecánica entre capas de pasta química.
- **Cartón de fibras recicladas, GD y GT.** Es elaborado con fibras recuperadas, está formado por muchas capas de diversos tipos de fibras.

En función del material o del grosor se puede destacar otro grupo clasificativo:



Figura14: Tipos de Cartón en función de Material y Grosor

Fuente: Búsqueda libre en internet

-Cartón Sólido: es delgado, resistente al agua y posee una parte lisa recubierta y suave para facilitar la impresión. (A)

-Cartón Gráfico: es muy fino y se utiliza para la cubierta de cartón más tupido. Se obtiene aplanando varias capas de papel untadas en pegamento. (B)

-Cartón Gris: también denominado cartón piedra por su dureza. Está elaborado con papel reciclado compacto y pegamento. (C)

-Cartón Couché: su superficie está cubierta por una o distintas capas de papel más delgado y coloreado. (D)

-Cartoncillo: Este tipo de cartón es fino por estar muy espesado y liviano al mismo tiempo. Admite la impresión sobre él es una de las variantes del cartón más utilizadas en el embalaje. (E)

-Cartón Corrugado: probablemente es el tipo de cartón utilizado en la industria del embalaje industrial por su resistencia y sus cualidades, el cual viene de distintos grosor y capas. (F)

### 4.3.3 Fabricación y Estucado del Papel

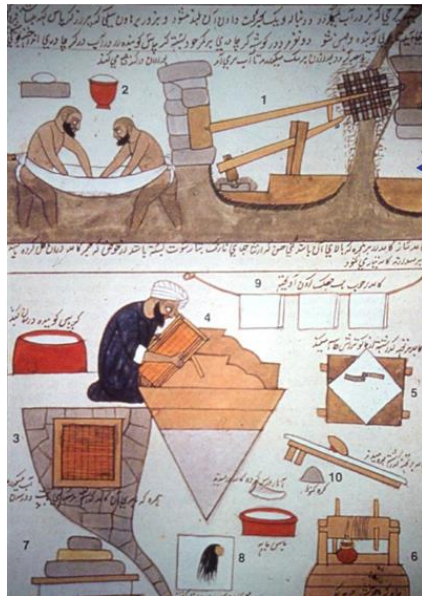


Figura15: Fabricación del Papel Árabe

Fuente: Álbum de Kashmiri Trades (Kashmir 1850-1860)

La base y el fundamento de la fabricación del papel en cuanto al esquema y el proceso que se sigue es relativamente el mismo actualmente que desde los inicios de la producción del mismo hace más de 4.000 años:

- Desfibrar unas materias para obtener fibras de celulosa.
- Agitarlas en agua.
- Crear una hoja sobre un tamiz.
- Ecurrir el agua y dejar secar la hoja.
- En ocasiones conferir un tipo de acabado ennobecedor.
- Prensar para alisar.

Actualmente el uso del ordenador y de los distintos químicos descubiertos a lo largo de los años hacen la diferencia en el proceso presente de la fabricación del papel en cuanto a optimización de tiempos y recursos además de conferirle al producto variabilidad al poder controlar el medio y las propiedades.

Como en otros procesos productivos, en la fabricación del papel hay una fase previa que es la de preparación de la materia: las fibras de celulosa, que en la actualidad se extraen de la madera de los árboles. La mayoría de las grandes empresas papeleras tienen divisiones dedicadas a la silvicultura, es decir, al cultivo de árboles destinados a la fabricación del papel. Para obtener pasta de papel es necesario un proceso mecánico (descortezar y crear astillas) y un proceso químico (separación de la lignina y blanqueamiento de la pasta) y por último se presenta la fase de producción del papel cosa que podemos divisar en la figura 15, donde las hojas de pulpa se remojan, secan, aplanan, se satinizan y se enrollan.



Figura16: Proceso Actual de Fabricación del Papel

Fuente: Cuaderno de Didáctica y Difusión-18, Museo de La Ciencia y de la Técnica de Cataluña, Museo del Molino de Papel de Capellades

Una parte importante de la fabricación del papel es el **estucado**, un proceso mediante el cual se logra una superficie lisa en el papel que provee al mismo de distintas ventajas cuando está destinado a la escritura e impresión.

El papel es el resultado del entrelazamiento de fibras que varían entre estructura y longitud dentro de un margen bastante amplio, y así la longitud puede variar entre 0,1 y 3mm, razón por la cual el papel no puede llegar a tener una superficie lisa lo suficiente para tener un contacto uniforme con la plancha de impresora, cualidad muy importante para lograr una buena calidad en la impresión. [5]



Figura16: Representación del Papel Estucado

Fuente: José Gussinyer Cnadell, “Estucado del Papel”, Ediciones De La Escuela Superior de Ingenieros de Terrassa, 1991, Terrassa, Catalunya, España.

Con el estucado es posible mejorar propiedades ópticas del papel, tales como el brillo, opacidad, blancura, entre otros, y también propiedades físicas, ya que ofrece mejoras en a la resistencia al arranque, resistencia al agua y superficie altamente lisa, aunque dependiendo el tipo de producto que se aplique en este proceso el papel puede volverse no reciclable, es por ello que a la hora de querer reutilizarlo hay que tener cuidado con la aplicación de ceras y parafinas.

El estuco se compone mayormente de pigmentos y ligantes, el primero proporciona uniformidad a la superficie y el segundo ayuda a unir las partículas del primero entre ellas mismas y el soporte. El ligante tiene como objetivo mejorar considerablemente la resistencia al arranque para cuando se produzca la impresión, acción que denota una fuerza cuantiosa, el papel no se destruya. Es bueno enfatizar que en el estucado se añaden otros componentes que no solo son el pigmento y ligantes, existen productos como blanqueantes, despumantes, lubricantes, etc.

Los pigmentos más utilizados en el estucado del papel son: caolín, carbonato cálcico, hidróxido de aluminio, talco, blanco satino y dióxido de titanio. En el caso de los ligantes o adhesivos los de mayor uso son el almidón, caseinato sódico, cola animal, carboximetil celulosa de sodio, metilcelulosa, látex de etileno, látex acrílico y alcohol polivinílico. En la siguiente figura se muestra la relación entre los ligantes antes mencionados en función de dos propiedades, el peso específico y el índice de refracción:

	Peso Específico	índice de Refracción
almidón	1,50	1,53
caseinato sódico	1,25-1,31	1,675
cola animal	1,27	1,53
carboximetil celulosa de Sodio	1,59	1,515
metilcelulosa	1,41	1,34
látex de etileno (seco)	1,02	1,565
látex acrílico (seco)	1,09	1,48
alcohol polivinílico	1,21-1,31	1,49-1,53

Figura17: Comparación de Ligantes

Fuente: José Gussinyer Cnadell, “Estucado del Papel”, Ediciones De La Escuela Superior de Ingenieros de Terrassa, 1991, Terrassa, Catalunya, España.



**Figura18: Papel Estucado**

Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-](http://1.bp.blogspot.com/-uM9r3IEKgUI/Tyu8gSSGHaI/AAAAAAAAAJRk/KT7mMeMB-Z4/s400/images.jpg)

[uM9r3IEKgUI/Tyu8gSSGHaI/AAAAAAAAAJRk/KT7mMeMB-Z4/s400/images.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-uM9r3IEKgUI/Tyu8gSSGHaI/AAAAAAAAAJRk/KT7mMeMB-Z4/s400/images.jpg)

Una parte importante del estucado es la aplicación de ceras y parafinas, las cuales se reúnen en dos grupos clasificatorios atendiendo su procedencia: ceras naturales y ceras de petróleo.

Las ceras naturales proveen un acabado satinado muy brillante, por lo que suelen emplearse en ciertos papeles de impresión y de decoración. La más empleada y reconocida de este grupo es la cera de Carnauba.

Las ceras de petróleo, dentro de las cuales están consideradas la parafina y las ceras microcristalinas, son presentadas en forma de emulsiones y proveen una terminación un poco más mate para crear ciertos tipos de papeles en específico, como los semisatinados. La dosis de empleo de este grupo es de un 0,1 % con relación al pigmento aplicado a la masa del estucado.

El aplicar capas de ceras y parafinas provee de ciertas propiedades importantes al papel como las siguientes:

- Resistencia a la penetración del agua: esto evita el ablandamiento de la capa del papel durante la impresión.
- Superficie con mayor uniformidad: las ceras o parafinas tienden a llenar los huecos propios de la estructura uniforme de
- Mejor recepción de tintas: debido a la uniformidad de la superficie del papel logrado por el estucado con ceras también se logra uniformidad en la absorción de la tinta, es por ello que las impresiones en este tipo de papel tratado tiende a quedar con mayor nitidez.
- Poca formación de polvillo: las ceras y parafinas tienden a sellar las partículas de la capa exterior del papel, de manera que es difícil

<sup>3</sup> La cera de carnaúba o carnauba es un tipo de cera que se obtiene de las hojas de la palma Copernicia prunifera. Esta palma es endémica de Sudamérica y crece en la región de Ceará, al noreste de Brasil

#### 4.4 Reciclaje Del Papel

Diversas fuentes concuerdan que el papel representa en porcentaje uno de los desechos más producidos a nivel mundial, en América Latina y el Caribe, según CEPAL<sup>3</sup> (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) el papel es el segundo material más abundante dentro de los residuos domiciliarios, todo esto gracias a la diversificación de usos a los que se presta el papel.

##### 4.4.1 Análisis del Ciclo de Vida del Papel Reciclado

Atendiendo el tipo de energía que se utiliza ya sea en la recuperación o en la fabricación del material, el ciclo de vida<sup>4</sup> puede sufrir alteraciones de un lugar a otro. Es importante resaltar que el uso de energías alternas o renovables en la Región del Caribe es reducido, obviamente no se encuentran al nivel de países de mayor desarrollo, pero ya se comienza a ver la implementación de energía fotovoltaica y energía eólica, de todos modos, el poder reciclar el papel proporciona una mejora significativa en la huella ecológica<sup>5</sup> del material, ya que ayuda a reducir la tala de árboles para la creación de pastas y la tratamiento final de material como son las incineradoras y en el caso particular de la República Dominicana los vertederos.









Cantidad necesaria	Papel calidad superior	Papel calidad ordinaria	Papel reciclado
ARBOLES	 5,3 Has.	 3,8 Has.	No es necesaria la utilización de árboles
AGUA	 440 m <sup>3</sup> .	 280 m <sup>3</sup> .	 1,8 m <sup>3</sup> .
ENERGIA	 7600 kwh.	 4750 kwh.	 2750 kwh.

Figura19: Relación Recursos-Obtención de Papel

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-cQxYTr4edjA/T2doq9mQ61I/AAAAAAAAABU/JJ08VVDteMo/s1600/cuadro+papel+arboles.jpg>

*cQxYTr4edjA/T2doq9mQ61I/AAAAAAAAABU/JJ08VVDteMo/s1600/cuadro+papel+arboles.jpg*

<sup>4</sup> La CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas y su sede está en Santiago de Chile. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina.

<sup>5</sup>El análisis del ciclo de vida (ACV), es una de las herramientas que existen para cuantificar el efecto de la construcción en el medio ambiente; mediante un estudio que permite evaluar los impactos ambientales de un producto o servicio durante las etapas de su existencia

<sup>6</sup> La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos.

A pesar de que el papel es un material de extrema demanda a nivel mundial posee como material la ventaja que es un recurso renovable y reutilizable, de manera de que se ha podido cerrar el círculo del material. En la siguiente figura podemos apreciar los procesos que vive el papel desde que se recicla, se fabrica y vuelve a reciclarse.



Figura 20: Análisis Gráfico del Ciclo de Vida del Papel Reciclado

Fuente: <http://www.arjowigginsgraphic.com/es/sostenibilidad/cuestiones-medioambientales/el-ciclo-de-vida-del-papel-reciclado/>

Se estima que con 100 toneladas de papel viejo (fibra secundaria o reutilizada) se puede fabricar 54 toneladas de papel reciclado. De acuerdo con la figura 20 el papel pasa de su uso a su recogida que luego es sometido a procesos de clasificación, destintado y blanqueo para elaborar la pasta con la que se fabrica el papel para volver a su uso. Es propio preguntar qué tan eficiente es el papel en cuanto a propiedades al ser reciclado varias veces, pues cada vez que el papel es reciclado se degrada su estructura, por ende, su fuerza y capacidad de unificarse como se puede apreciar en la siguiente figura:

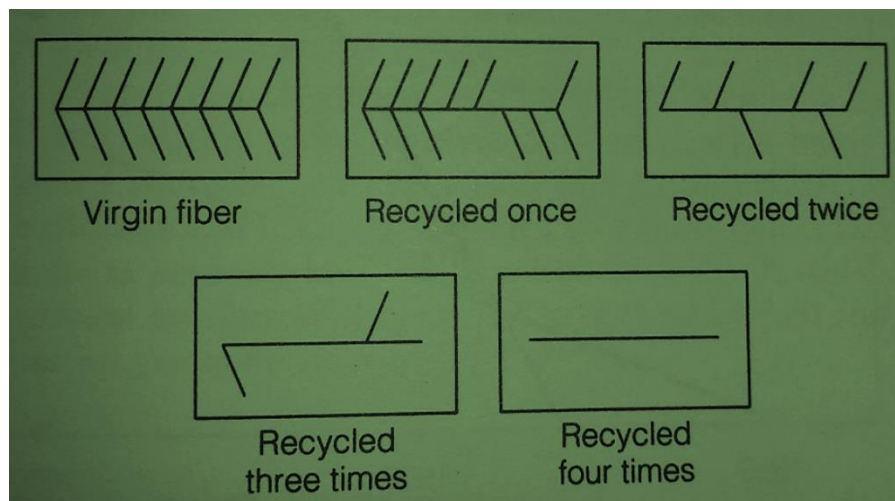


Figura 21: Pérdida de Estructura de Fibras Recicladas Según las Veces Que Sean Recicladas

Fuente: Ken I. Patrick, “Paper Recycling, strategies, Economics, and Technology”

El papel como la mayoría de los materiales, experimenta algún tipo de degradación durante su tiempo de vida, en el proceso del reciclaje se consideran dos aspectos importantes, la permanencia y durabilidad; la primera hace referencia a la retención de las propiedades significativas de uso luego de prolongados períodos de tiempo de uso y la segunda, la capacidad del papel para cumplir sus funciones durante un uso intensivo y prolongado. Estos conceptos van ligados a la estabilidad de la estructura del papel una vez éste sea reciclado. [6]

Cada vez que una fibra es reciclada o reprocesada, una degradación de la estructura original ocurre, resultando una pérdida de las características claves. Existen métodos para reestructurar la fibra químicamente o mecánicamente que relativamente muestran buen resultado la primera vez, pero eventualmente dependiendo del número de veces que la fibra haya sido procesada perderá las características más importantes. Ahora bien, dependiendo la tecnología y el tipo de fibras su reutilización puede ser tantas veces sea posible, caso que es visible en Europa, donde una revisión de los avances de programas de reciclaje en Europa, la misma fibra se recicla cinco a ocho veces, una de las razones que son capaces de hacer esto es mantener sus programas de reciclaje de papel mucho más segregado, por lo que no tienen tantos residuos mezclados. [7]

#### 4.4.2 Reciclaje Empírico Artesanal



Figura 22: Canastas hechas con Papel Periódico

Fuente: <http://www.1001consejos.com/wp-content/uploads/2013/08/cestas-hechas-con-papel-periodico.jpg>

El papel y el cartón no solo es reciclado de forma industrial, existe una parte utilizada para la elaboración de objetos funcionales de forma artesanal, todo esto gracias al empirismo y a las necesidades culturales. En muchos países de Latinoamérica las personas fabrican objetos como máscaras de carnaval, piñatas, canastas entre otros, con una mezcla de papel usado, en su mayoría del tipo periódico, aquel también llamado de prensa.

En muchos casos el papel es utilizado como parte de un producto artesanal histórico y muy reconocido a nivel mundial es el papel maché, palabra proveniente del francés papier maché (papel masticado o machacado). Se trata de una técnica artesanal que se utiliza para elaboración de objetos a partir de una pasta o pulpa generada con papel triturado. Es propio tratar de no confundir con la decoupage (o découpage), técnica que utiliza recortes de papel para decorar objetos de manera que encima de un molde se van colocando conjuntamente con un engrudo.

Algunas fuentes bibliográficas apuntan a que el origen de la técnica proviene de los países orientales como la China, India y Persia alrededor del en el siglo II DC, otras afirman que se originó en Francia en el Siglo XVII y posteriormente se expandió por los otros países de Europa. Se implementaron distintos métodos de producción que luego se perfeccionaron para obtener un material flexible y bien moldeable que alcanza bastante apogeo en Europa y América en la segunda mitad del siglo XIX.

La técnica consiste en moldear la pulpa de papel u hojas de papel con cola para luego endurecer mediante un proceso de secado caliente, con un acabado final de laca, barniz o pintura. Es posible hacer distintos tipos de piezas, tales como piezas en pulpa (la pasta de papel se mezcla con un aglutinante), piezas huecas, bombas

(se trabaja encima de un globo que luego se explota y queda la forma), piezas macizas, y piezas con estructura de cartón o de plástico.



**Figura 23: Muebles Fabricados con Papel Maché**

*Fuente:*

[http://farm3.static.flickr.com/2518/4074183624\\_e1cec75ff7\\_o.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2518/4074183624_e1cec75ff7_o.jpg)

La mayor utilidad de este material es la fabricación de objetos funcionales y decorativos como muebles, paneles de carruajes, tarjetas, cajas, jarrones, esculturas, muñecos e incluso para caretas de carnavales.

En la India a principios del siglo XV se utilizaba el papel maché para decoración de estuches de lapiceras, pantallas de lámparas, teteras, tazas, cuencos, floreros, cajas, pendientes, y brazaletes.



**Figura 24: Pared Revestida Con Papel Maché, simulando Piedra**

<http://artesaniasdepapel.blogspot.com.es/2012/09/revestimiento-de-piedra.html>

En arquitectura existen registros de utilización del material en perfiles arquitectónicos, en su mayoría son revestimientos decorativos de paredes y cielorrasos, e incluso se ha considerado la existencia de una vivienda completa prefabricada en Australia, diseñada para un emigrante inglés, y es que el papel maché al ser tan moldeable confiere versatilidad, ya que permite fabricar de forma muy fina y así imitar la apariencia de otro material.

De una forma u otra el ser humano en algún momento se ha visto en la necesidad de reutilizar elementos, no siendo el papel la excepción, es por ello que existen un sin número de técnicas de elaboración de objetos a base de papel, ya sea con adhesivos tipo pegamento o también cintas que luego se les aplica pintura subjetivamente hasta lograr el efecto deseado por la persona. El problema de este tipo de reciclaje es que es casi imposible cuantificarlo como el de las industrias.

### 4.4.3 Descripción del Proceso Industrial de Reciclaje del Papel

Un primer paso en el proceso industrial de reutilizar papel es obtener pulpa reciclada, para ello se llevan a cabo varios procesos como los son los siguientes:



Figura 25: Separación del Papel Viejo de Otros Elementos

Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-gHLJZ6We0XM/T5rK\\_Py5e0I/AAAAAAAAABmo/xsufyyF9TDs/s1600/2.bmp](http://1.bp.blogspot.com/-gHLJZ6We0XM/T5rK_Py5e0I/AAAAAAAAABmo/xsufyyF9TDs/s1600/2.bmp)

-Disgregación: se trata de la separación eficiente del papel viejo de plásticos y otros contaminantes gruesos sin ser molidos.

-Depuración de Impurezas Guesas: esta consiste en retirar del papel partículas pequeñas pero visibles, con amplio rango de peso específico (clips, corchetes, arenas, plásticos pequeños, etc.), se trata de una la primera separación entre elementos de menor tamaño.

-Depuración de Impurezas Livianas: en este paso también se separan partículas visibles pero muy pequeñas, de alto peso, livianas y flexibles (areniscas, astillas, pelos, stickies, etc.), lo cual al igual que paso anterior se logra mediante un centrifugado, pero con tamices en el área de paso más pequeña.

-Destintado por Flotación: Este es uno de los procesos más importante y controversiales dentro del reciclaje del papel, debido al uso de agua y químicos



Figura 26: Célula de Destintado

Fuente: [http://www.upc.edu/sct/es/fotos\\_equipament/i\\_898\\_c%C3%A9lula-de-destintado-pulcel-1\\_new.jpg](http://www.upc.edu/sct/es/fotos_equipament/i_898_c%C3%A9lula-de-destintado-pulcel-1_new.jpg)

que pueden llegar a ser abrasivos, en jabón. ÉI se eliminan partículas de tintas y stickies con alta eficiencia y bajo consumo de químicos, lo cual se logra en dos celdas circulares que hacen flotar las partículas de tintas adheridas a burbujas que se forman por la adición de aire y jabón. [8]

-Lavado de Alta Eficiencia: Este proceso tiene como objetivo eliminar partículas microscópicas de tintas, cenizas (cargas minerales) y finos.

-Homogenización en Caliente: En este paso se reduce el tamaño de contaminantes permanentes, tales como tintas y stickies y homogenizarlos con la pasta que contiene.

-Blanqueo: Procedimiento que busca elevar la blancura de la pasta, tratada mediante la adición del agente blanqueante FAS (Formamidine Sulfinic Acid). Es un producto sin cloro, cuyos productos resultantes de la reacción son sulfatos de urea. Los métodos de blanqueo de la pasta de papel recuperado varían en función de las calidades de papel utilizado de la calidad producida. [9]

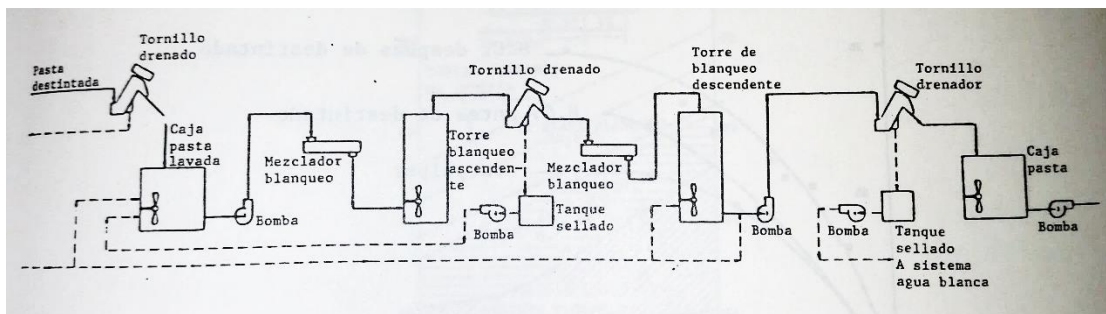


Figura 27: Blanqueo Convencional

Fuente: José F. Colom Pastor, Antonio L. Torres López, “El Destintado del Papel”

-Post-Lavado y espesado: tiene por objeto la recuperación de los productos químicos del blanqueo y el espesado que permite el almacenamiento intermedio de las pastas tratadas, ya sea en forma de fardos o en alta consistencia para alimentar directamente a las máquinas papeleras. Este proceso se logra con prensas de tornillo.

-Clarificación de aguas: Este proceso no tiene que ver directamente con la obtención de la pulpa, pero si para tratar los residuos que puedan generarse a través de la fabricación de la misma, en este caso particular las aguas residuales,

para lo cual se utiliza una planta de tratamiento de agua residual con el objetivo de purificar las aguas.

Luego de que se obtiene la pulpa se procede a la formación de los productos ya sea cartón o papel, mediante maquinarias de secado y estucado, igual que la fabricación convencional del papel. En la siguiente figura se visualiza el proceso actual de obtención de fibras secundarias y creación de papel:

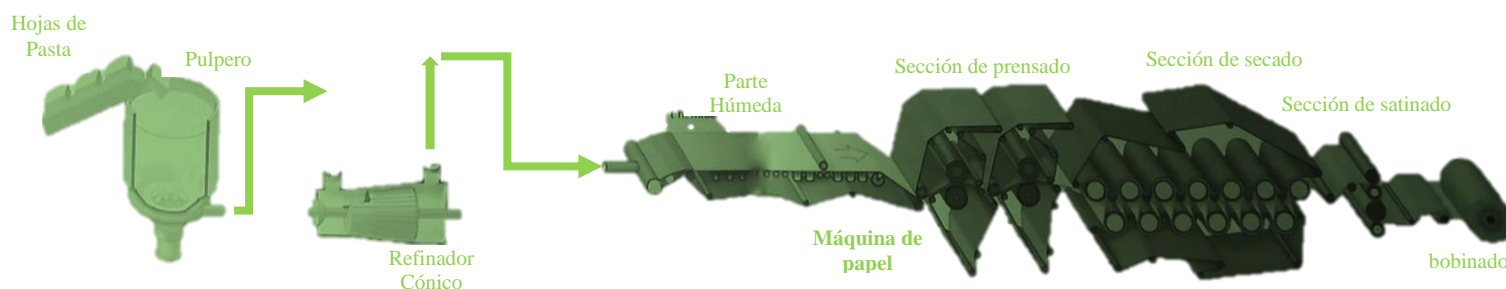


Figura 28: Fabricación de Papel a Partir de Fibras Secundarias

Fuente: Folleto Colección Biodiversidad y Tecnodiversidad No.4

#### 4.4.4 Aspectos Medioambientales y Económicos

El interés de la industria papelera, y de la industria en general, hacia la recuperación, viene impulsado por dos condicionantes sociales: la necesidad de conservación de las fuentes de materias primas y la necesidad de conservación del medio ambiente. Esta presión social no hubiera podido ser encauzada hacia la recuperación y utilización del papel viejo como materia prima para la fabricación del papel si no hubieran existido unas presiones económicas de empresas e investigaciones que demuestren que sean posibles.

La tecnología del reciclado está comenzando a reconocerse como uno de los principales medios para aliviar la presión actual sobre el medio ambiente, reduciendo la dependencia de los depósitos finitos de materias primas, y preservando los diferentes ecosistemas del globo de la emisión de los contaminantes y de la acumulación de desperdicios.

El reciclado del papel es conveniente pero siempre será necesario un nuevo flujo de fibras vírgenes en el papel, parte de eso es debido a que ciertas utilidades no permiten como los papeles higiénicos, papeles muy contaminados, es así que se estima un 20 % corresponde a ésta categoría.

Para analizar ambientalmente el reciclaje del papel se toman en cuenta los siguientes factores:

- Consumo de Materias Primas
- Consumo de Agua y Energía
- Emisiones de CO<sup>2</sup>

En cuanto a las materias primas el impacto más grande de la industria papelera corresponde a la tala de los árboles, actualmente se calcula unos 300.000 millones de m<sup>3</sup> de madera. Se estima que, para la fabricación de 1.894.000 toneladas de celulosa, el consumo de madera corresponde a 5.858.000 m<sup>3</sup> es por ello y por la creciente demanda del material que el reciclaje es considerado una necesidad.

El reciclado del papel en Europa ha aumentado de manera continuada en los 90 y años posteriores. La cantidad recogida y reciclada de papel al final de la década es aproximadamente dos tercios mayor que al principio. Lo que significa que la tasa de reciclado (porcentaje de papel recuperado utilizado comparado con el total del papel consumido) fue de 48.7% en 1999, comparado con 38.8% en 1990, dato que denota claramente un aumento aproximado de 10% por década. [10]

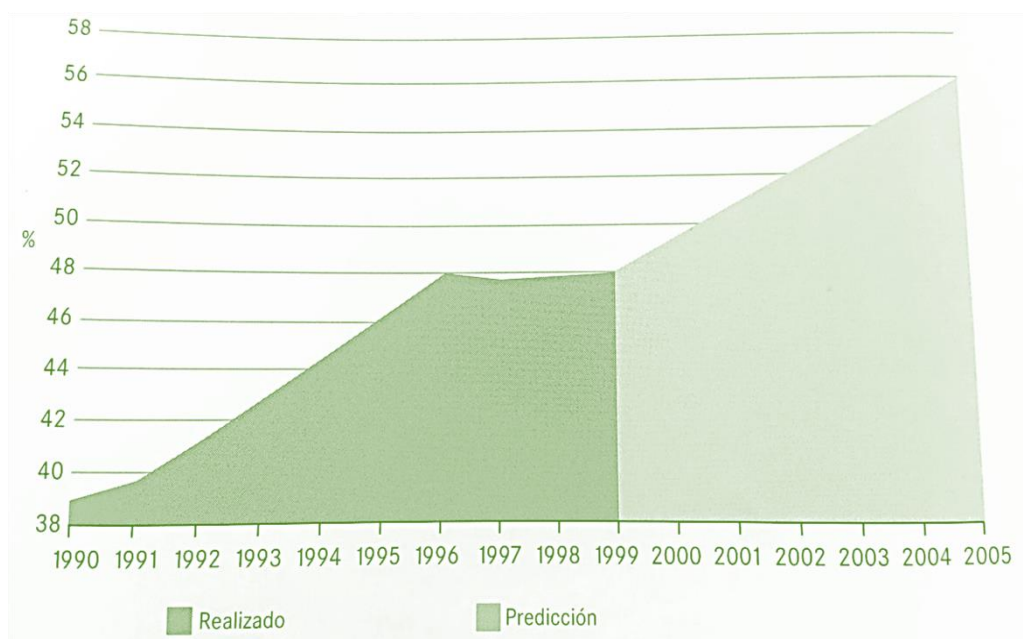


Figura 29: Evolución de la Tasa de Reciclado de Papel en Europa Oriental

Fuente: “Declaración Europea sobre la Recuperación y el Reciclaje de Papel”, 2005.

Por otro lado, uno de los principales problemas de la industria papelera es el elevado consumo de agua en el proceso productivo. El consumo de agua y de energía varía según el tipo de pasta usada para la producción del papel, esto lo podemos verificar en la siguiente imagen:

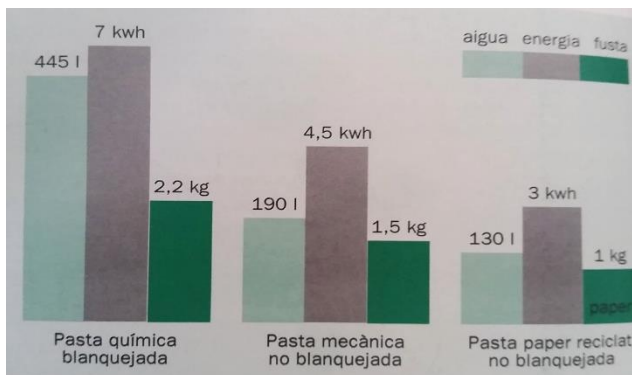


Figura 30: Agua, Energía Y Madera (fusta en catalán) Necesaria Para Fabricar Un Kg De Papel

Fuente: Folleto Colección Biodiversidad y Tecnodiversidad No.4

Un punto importante en el análisis de cualquier material es la huella ecológica o emisión de CO<sup>2</sup> que se produce al obtenerlo, en la figura 27 se muestran los materiales que son más utilizados en la construcción, aunque el papel no aparece, consideramos su materia prima la celulosa y podremos situarlo entre los materiales naturales ya que básicamente proviene de la madera.

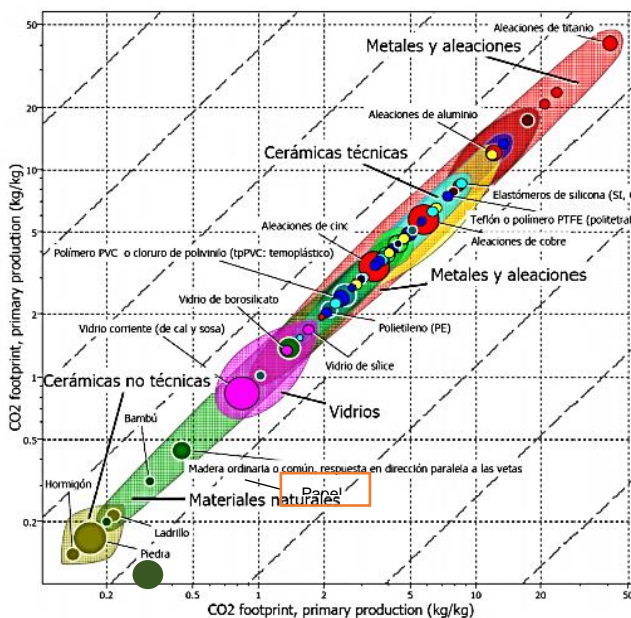


Figura 31: Gráfico comparativo de la Huella Ecológica de los Materiales

Fuente: Oriol Paris Viviana, Proyecto De Investigación Post Doctoral La Tecnología De La Construcción Y La Sostenibilidad La gestión y la ‘desmontabilidad’ de los sistemas constructivos como estrategia para el cierre del ciclo de vida de los materiales en la arquitectura

Al realizar procesos de cocción química de la madera se producen reacciones que emiten en el aire compuestos de azufre y óxido de nitrógeno, aunque estas pueden verse disminuidas con filtros, ahora bien, una de las formas más importantes de emisiones es la que se deriva de combustible utilizado, por lo que se ha considerado el uso de energías alternativas como la biomasa, la fotovoltaica y la eólica.

En la Unión Europea se ha optado por elaborar estándares para la creación de etiquetas que aseguren la calidad ecológica de un producto, principalmente el papel y el cartón. A partir de estas etiquetas se puede clasificar dos tipos de papel el ecológico y el reciclado. El primero corresponde a un producto elaborado sin cloro, puede obtenerse a partir del papel reciclado, lo que garantiza la mínima utilización de productos químicos y depuración de aguas residuales. El segundo se obtiene a partir de papel viejo o residual con un mínimo de 90% de las fibras de recuperación.

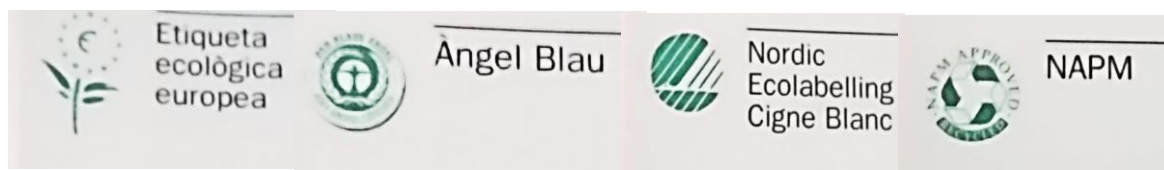


Figura 32: Principales Ecoetiquetas Reglamentadas En Europa

Fuente: Folleto Colección Biodiversidad y Tecnodiversidad No.4

En el aspecto económico se considera el posible ahorro que se pueda producir al sustituir fibras vírgenes por fibras secundarias a también llamadas recuperadas o recicladas en la fabricación del papel.

En el mercado el precio de la fibra recuperada es más barata que la fibra virgen un indicio de posible ahorro, ahora bien, la inclusión de planta de tratamiento de residuos es una inversión que debe de analizarse para poder si al final se puede amortizar el pago. Gracias a un estudio realizado por CEPAL evaluando 3 alternativas se demuestra que si se utiliza una celulosa de precio de 550 us/ton con una capacidad de producción de 150 ton/día se genera un 37.7% de tasa interna de retorno (aquella que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, de manera que una inversión es factible si la tasa de interés es menor a la tasa interna de retorno) de modo que con las condiciones y el proceder adecuado el reciclaje de papel no solo aporta beneficios ambientales y de materias primas sino también en el aspecto económico.

#### 4.4.6 Análisis de Logística de Reciclaje de Papel en La República Dominicana



Población	9,378,818 hab.
Producción Per cápita	0.60 a 1.2 kg/hab/día
Generación total de Residuos Sólidos en RD	9,659ton/día
Botadero a cielo abierto de residuos sólidos	348

Figura 33: Relación De Residuos En RD

Fuente: Artículo, “Situación Actual del Reciclaje en la República Dominicana”, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

La República Dominicana es un país de lento desarrollo, el sentido de reciclaje y su implementación es escaso. Es así como en este país no existe una gestión íntegra de residuos por parte del Estado para que existan sistemas urbanos para la clasificación de desechos; la basura de las ciudades tiende a ir a un vertedero en el que se realizan quemas incontroladas.

El manejo de los residuos sólidos municipales –RSM en la República

Dominicana, aún con todas sus deficiencias, se ha enfocado tradicionalmente en la recolección y transporte de los residuos sólidos con fines de disposición final, la cual se realiza a cielo abierto en condiciones que, en la gran mayoría de los casos, no responden a las mínimas normas sanitarias y ambientales; creando así un problema social, ambiental y de salud pública. [11]

Las empresas que fabrican papel y cartón en este país, la mayor parte de su producción es a partir de fibras vírgenes, una minoría es elaborada con fibras secundarias y la adquisición de la materia prima de las mismas (papel viejo) se realiza comprando a precios muy bajos el kilo de papel recuperado a personas que se dedican a reunirlos en las calles y vertederos (popularmente conocidas como “buzos”).



Figura 34: Personas en Búsqueda de Residuos Comprables por Empresas

Fuente: Artículo, “Situación Actual del Reciclaje en la República Dominicana”, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Según un estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales del país el porcentaje y tipos de residuos se presentan en la siguiente gráfica:

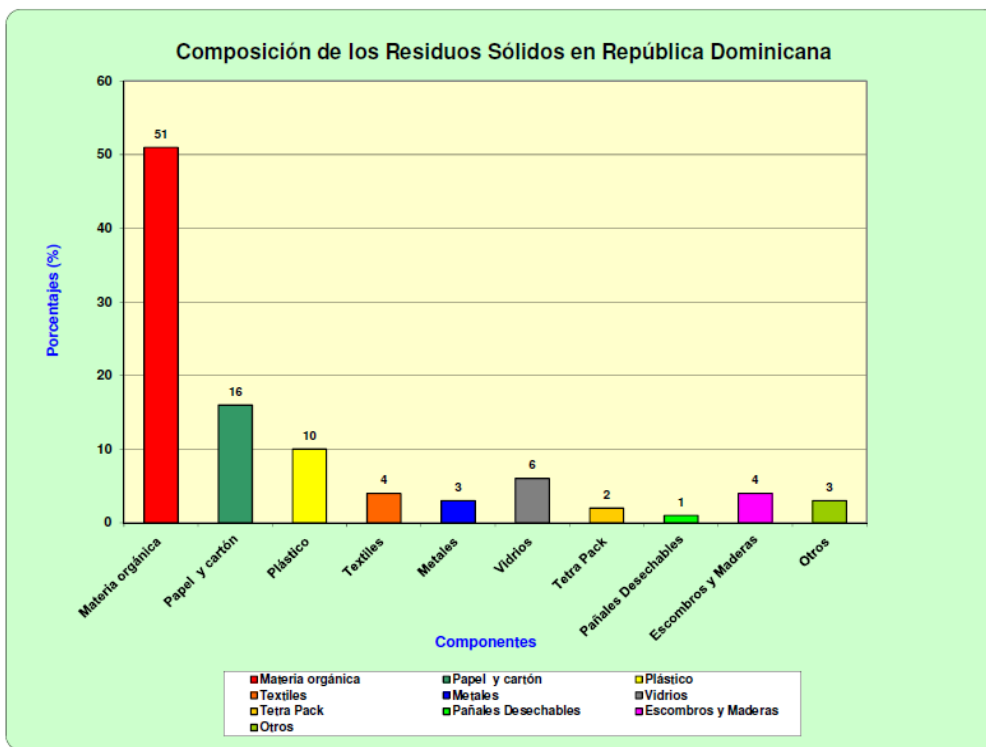


Figura 35: Grafico Porcentual de Residuos Sólidos en RD

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, República Dominicana, 2014. “Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales.

Es notable que el papel y el cartón son los residuos reciclables de mayor producción de la población entre todos los desechos del país. Además de que no es posible aprovecharlos de forma óptima son mezclados con otros desechos que contienen elementos corrosivos para el mismo.

Dado el problema que en cuantía y peligrosidad ha forjado el aumento desordenado de los residuos sólidos urbanos en todos los países, en las últimas décadas se han originado significativos adelantos en todos los aspectos de su gestión y, muy particularmente, en el perfeccionamiento de tecnologías para su tratamiento; sea para incorporarlos al sano ciclo de los materiales, sea para aprovechamiento de la energía que contienen. La especulación de los residuos es una necesidad imperativa a nivel mundial. De ahí la presencia de una extensa gama de ofertas de posibilidades técnicas que se hallan en constante desarrollo.

La experiencia internacional manifiesta que las propuestas técnicas existentes son soluciones económicamente viables ambientalmente sostenibles, en función de las características propias de cada país, región o localidad.

Otro punto crucial en el análisis del manejo de los residuos en República Dominicana es el hecho de la exportación de los mismos, es así como en lugar de reciclar y tener beneficios de producción nacional las circunstancias obligan a vender los desechos para utilidad de otro país.

Durante los últimos siete años, la República Dominicana ha exportado materiales reciclables por un importe de RD\$57,391 millones, como resultado de la exportación de 3.1 millones de toneladas de residuos, a ser procesados y mercantilizados en naciones de cinco continentes. Las cifras provienen del Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEIRD), el Banco Central de la República Dominicana, la Dirección General de Aduanas (DGA) y la Oficina Nacional de estadística (ONE). Las cifras solo son referentes a las exportaciones de metales, plásticos, vidrio, papel y cartón.

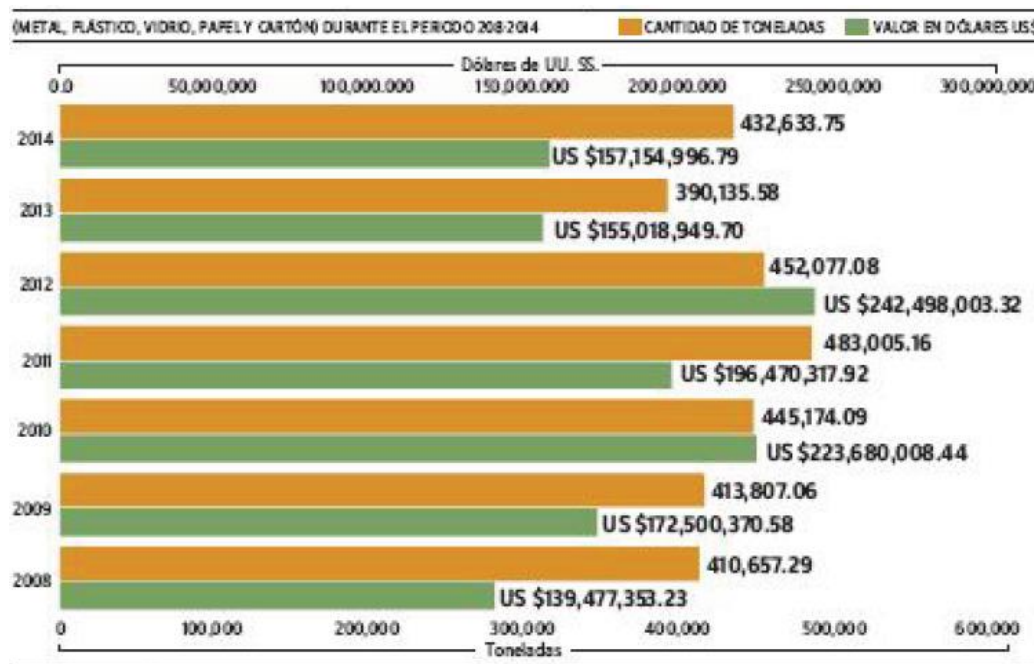


Figura 36: Exportaciones de Desperdicios de RD

Fuente: Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEIRD)

#### 4.4.7 Posible Relación entre la Industria Textilera y el Reciclaje del Papel

Desde siglos anteriores la industria textilera se ha visto indirectamente relacionada con la papelera, esto debido a que un principio en Europa, principalmente España se creaba papel a partir de los desechos de ropa (trapos), los cuales se les quitaba el polvo y se ponían a remojar para luego triturarlos para formar una pasta, igual que la pasta actual de celulosa que conforma la materia prima.



**Figura 37: Fabricación Artesanal del Papel antes de la Mecanización**

Fuente: Cuaderno de Didáctica y Difusión<sup>18</sup>, Museo del Molino de Papel de Capellades

La industria del papel nace con el reciclado, ya que en un principio como antes fue mencionado y descrito en la figura 37, se obtenía papel gracias a los desechos de ropas llamados trapos, pero debido a la demanda que cada día aumentaba esto terminó siendo insuficiente, teniendo que recurrir entonces a una nueva fuente de materia prima: la madera.

Antes era posible utilizar los trapos como materia prima para el papel debido a que eran hechos de algodón en su mayoría, elemento vegetal que al igual que el papel actual está compuesto por fibras de celulosa.

Actualmente la industria del papel y la textil poseen procesos muy similares a la hora de teñir el producto, aunque esto es más utilizado en la fabricación de telas que en la del papel y cartón. Con las exigencias medioambientales actuales las aguas tintadas residuales luego de la elaboración de telas al igual que las del papel deben de terminar en una planta de tratamiento que disminuya la carga de metales y químicos que llegan a ser nocivos para el ecosistema, tales como el plomo y mercurio.

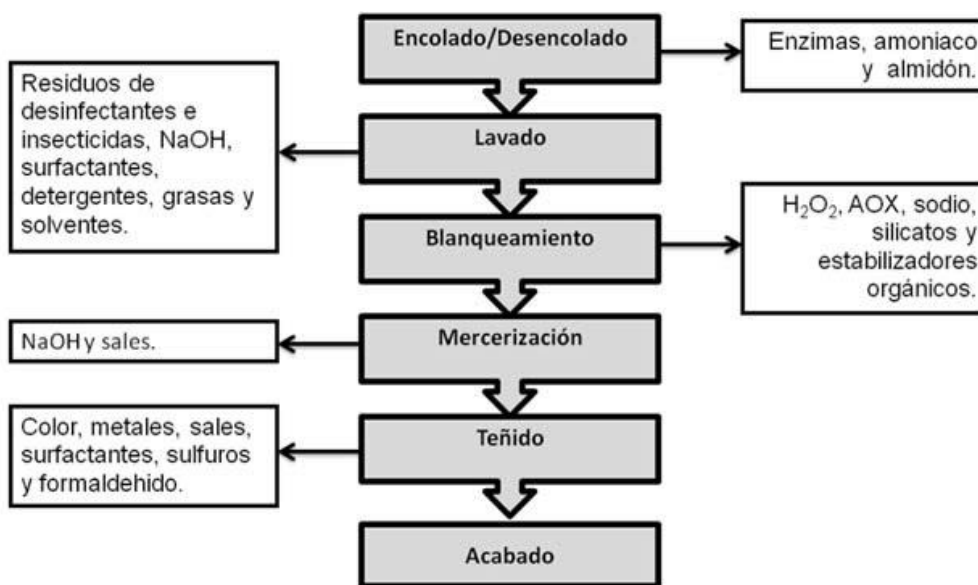


Figura 38: Contaminantes Generados por Colorantes En el Teñido de Telas

Fuente:  
[https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/multimedia/e1/e1\\_1.jpg](https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/multimedia/e1/e1_1.jpg)

Existen alternativas que algunas fuentes de investigaciones proponen como la del proceso RID, en el cual se colorea la parte reactiva a la fibra inicial (sobre el algodón) y maneja el baño de tintura disperso y ligeramente ácido como limpieza para el tinte reactivo de la fibra. Otros proponen utilizar estas aguas para teñir elementos con texturas menos complejas como es el caso del papel, que posee menos grosor y complejidad; es importante recalcar que estas proposiciones se quedan en planteamientos.

## 5. ESTADO DEL ARTE ARQUITECTÓNICO

### 5.1 El Papel y el Cartón en Arquitectura, Historia y Aplicación

La celulosa es un material ecológico que posee diversos usos bien vistos en arquitectura por ser amigable con el medio ambiente y poseer propiedades que se consideran ventajosas sobre otros. Este material es de baja densidad y por ende tiende a ser mucho más ligero y versátil que otros materiales de construcción, además de su capacidad de maleabilidad.

Es indudable que tanto el papel como el cartón son productos elaborados a partir de celulosa y su uso en arquitectura es claramente visible en los edificios orientales. Originariamente queda denotado en el interior de los edificios históricos japoneses el uso de puertas que en vez de cristal se utiliza papel, uno especial denominado **washi**, que posee mejores propiedades mecánicas que el papel común además de que por ser translucido permite un paso de luz natural hacia los espacios interiores.

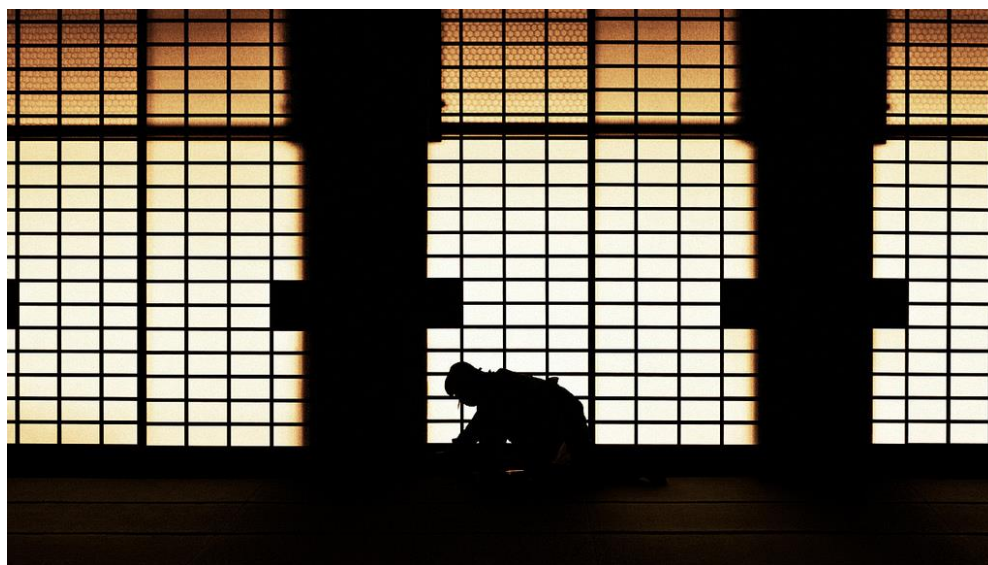


Figura 39: Uso de Papel (Washi) en puertas de Edificios Japoneses

Fuente:

[https://c1.staticflickr.com/5/4084/5064035085\\_049542c11c\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/5/4084/5064035085_049542c11c_b.jpg)

<sup>7</sup> El **washi** (和紙?), **wagami**, **papel del Japón**, **papel japonés** o **papel Japón** es un tipo de papel muy fino fabricado en Japón con procedimientos no bien conocidos, empleándose como materia prima plantas de la flora local, tales como *Broussonetipapyrifera* (楮 *Kaji*?) así también bambú, cáñamo, arroz y trigo./ <https://es.wikipedia.org/wiki/Washi>

Actualmente el uso del papel y cartón en arquitectura ha tomado mucho auge gracias a su puesta en uso protagónico en las obras de arquitectos como Shigeru Ban, Buckminster Fuller y Frei Otto.



Figura 40: Pabellón Japonés Para La Exposición Universal De Hannover En El Año 2000 A La Izquierda Y Catedral De Cartón De Christchurch (2013)

Fuentes: <http://www.lavoz.com.ar/tendencias/el-aleman-frei-otto-premio-pritzker-2015>

[https://gmasaarquitectura.files.wordpress.com/2013/08/5202ba51e8e44e949b000109\\_shigeru-ban-completes-cardboard-cathedral-in-new-zealand\\_d.jpg](https://gmasaarquitectura.files.wordpress.com/2013/08/5202ba51e8e44e949b000109_shigeru-ban-completes-cardboard-cathedral-in-new-zealand_d.jpg)

Estos arquitectos han podido utilizar principalmente el cartón de formas que no estaban estipuladas anteriormente, tal es el caso del uso estructural, divisiones exteriores y cubiertas, colocando el material como una buena elección en comparación con materiales muy elaborados y de mayor coste económico; por este último aspecto el material ha sido utilizado en viviendas económicas y refugios.

Desde el punto de vista social y de bajo presupuesto se han desarrollado viviendas a base de reciclaje de papel y cartón, es el caso de las viviendas sociales de shigeru ban en Kobe, Japón, y también diseños por empresas como la alemana Wall AG que propuso un prototipo de vivienda prefabricada a base de un material (swisscell) que utiliza el reciclaje de papel periódico y cartón impermeabilizados con impregnación de resina.



**Figura 41: Casa Prefabricada De Papel Reciclado De La Empresa Alemana Wall AG**

Fuentes: <http://www.taringa.net/posts/ecologia/6612874/Casas-de-papel-habitables.html>

Otro ejemplo es la casa de una familia colombiana hecha de papel periódico y concreto, con una forma parecida a un balón y una magnitud de 24 metros cuadrados y 700 kilos de papel periódico, con una escotilla en la parte superior.



**Figura 42: Casa de Papel en medio de la Selva Colombiana**

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/ecologia/6612874/Casas-de-papel-habitables.html>

## 5.2 La Celulosa Como Material en Arquitectura



Figura 43: Celulosa Aislante

Fuente:  
<https://ecosectores.com/Portals/0/Articulos/Imagenes/guata.jpg>

Las pastas de celulosa no sólo constituyen la materia prima para elaborar papel y cartón, actualmente la industria de la construcción posee diversos materiales que son elaborados con gran porcentaje (aproximadamente un 92 %) de celulosa del tipo recuperada conjuntamente con otros productos que optimizan sus propiedades y versatilidad.

Una razón de la promoción reciente en el uso de la celulosa como aislamiento es la progresiva demanda por “construcciones verdes”. Hoy día no existe una definición pública y oficial de los aislamientos naturales, orgánicos, o incluso renovables y "verdes". Estos axiomas a menudo se emplean en demasía para la propaganda de materiales que no son para nada naturales o ecológicos; aunque se puede deducir las claves que diferencian a un aislante más "eco-responsable" para el aislamiento térmico de los edificios, analizando las fuentes o materias primas, que en este caso es el periódico reciclado, el gasto energético y de agua, aspectos que claramente han sido analizados anteriormente y demuestran la evidente disminución de los mismos.

El proceso de la elaboración del aislante de celulosa parte con la rigida de la materia prima (papel viejo) Este material se recoge en grandes contenedores, que son llevados a las plantas de proceso, luego el material pasa por una unidad mezcladora esencial que lo retira por lotes y lo prepara para el corte en tiras. Un poderoso imán acumula las grapas y restos metálicos, entonces, la unidad cortadora hace una primera transformación del material, cortándolo en tiras.

Al analizar el material y conocer sus bondades se pueden acentuar algunas características que lo representan y diferencia de los demás como las son:

- Baja Densidad, es muy ligera.
- Es sostenible, procede de fuentes renovables
- Es versátil, permite usos múltiples y funcionales.
- Bajo coste económico en su producción y por ende en el mercado.
- Mano de obra no especializada para su manipulación.
- No crea gases peligrosos en contacto con el fuego.
- Valores altos de absorción sonora.
- Provee buen aislamiento térmico-acústico.

### 5.3 Tipos y Usos Actuales de la Celulosa en Arquitectura

Desde un punto de vista técnico y de ahorro energético la celulosa como tal es utilizada en las edificaciones como un excelente aislante térmico y acústico, teniendo como productos en el mercado paneles, celulosa proyectada y celulosa insuflada.

#### 5.3.1 Celulosa Proyectada



Figura 44: Celulosa Proyectada

Fuente: <http://ecomarc.es/wp-content/uploads/2014/05/Aplicaci%C3%B3n-del-aislamiento-t%C3%A9rmico-con-celulosa-reciclada-600x380.png>

El proyectado de celulosa es una técnica excelente para utilizar el aislamiento térmico en muros y cubiertas de proyectos de obra nueva o rehabilitación. Se aplica en húmedo utilizando tubos finos de chorro de agua que humedecen la celulosa proyectada.

Este método en los últimos tiempos está siendo muy solicitado, debido a los resultados

óptimos que se logran al ser empleado en el campo edificado, además de ser un material completamente reciclado e inofensivo para la salud. Con su aplicación se consigue un revestimiento monolítico, fuerte y duradero.

Se puede reforzar el material diluyendo un pegamento durante la proyección y posee la gran ventaja de ser un sistema de aislamiento que envuelve todas las áreas, de esta manera se puede eliminar eficazmente los puentes térmicos y quedando libre de juntas.

Es idónea para su aplicación tanto en residencias de nueva edificación como para la rehabilitación energética de viviendas ya construidas, aunque al momento de colocarla hay que tener cuidado de no ensuciar demasiado las otras áreas y materiales que se encuentren cerca y puedan llegar a ser estropeados por la misma.

Según estudios el material no pierde propiedades a lo largo del tiempo y consta de comportamiento de forma anticíclica durante 12 horas, conservando así la frescura matutina en verano durante las tardes.

### 5.3.2 Celulosa Insuflada o Inyectada

Este tipo no disocia mucho de la proyectada debido a que la materia prima es la misma, papel periódico reciclado, no es más que un aislamiento en cavidades o huecos. La diferencia radica en la técnica el aislante de celulosa es inyectado en el espacio hueco, constituyendo un aislamiento libre de junta, bien estable y de ajuste perfecto. Dependiendo de la aplicación, la inyección se ejecuta con manguera, boquilla o lanza.



Figura 45: Celulosa Insuflada o Inyectada

Fuente: [http://www.ecoaislamientos.es/s/cc\\_images/cache\\_17364394.jpg](http://www.ecoaislamientos.es/s/cc_images/cache_17364394.jpg)

El método de insuflado de celulosa proporciona un nivel más alto de protección contra el aire exterior y la transmisión de sonido, debido a que se rellena el hueco de manera uniforme y sin fisuras evitando cualquier error que pueda ocurrir cuando se aplican otros materiales de aislamiento.

En comparación con el método inyectado posee la ventaja de que no se corre el riesgo de ensuciar elementos cercanos o estropear otros materiales en obra. Permite aislar en un día una casa sin necesidad de colocar andamios, sin obra, con un producto totalmente ecológico y a un bajo coste de inversión. La celulosa es el aislamiento idóneo para todas las épocas del año: protección térmica, acústica, control de condensación y humedad ambiental.

### 5.3.3 Paneles de Celulosa



Figura 46: Paneles de Celulosa

Fuente: <http://www.mimbrea.com/wp-content/uploads/2012/12/dammrolle-aus-recycling-gewebe-denim-60167-1965437.jpg>

Estos poseen las mismas características que la insuflada y la proyectada debido que las tres poseen la celulosa reciclada como materia prima. Al igual que la inyectada posee un acabado limpio, aunque se puede llegar a desprender partículas pequeñas, pero nada considerable.

En el mercado se puede encontrar una variedad de fabricantes de paneles de celulosa, cuyas propiedades pueden variar uno de otro gracias a las diferencias en la dosificación de los componentes. Posee características interesantes como lo es que se adapta de forma excelente a los elementos constructivos, lo cual quiere decir que se pacta sin juntas ni fisuras en los tramos a aislar empapando diferencias en la geometría y suministrando un buen acabado, de este modo se puede impedir puentes térmicos y acústicos.

Existen algunas consideraciones que hacen exclusivo este material con esta forma en específico:

- Aplicación sencilla.
- A nivel internacional es el único aislante de celulosa en forma de panel.
- Reciclable
- Gran oposición al moho.
- Pocos cortes por la variedad de medidas a modulación.
- Buenas prestaciones térmicas y acústicas.

### 5.4 Edificaciones en República Dominicana

Las edificaciones en este país ubicado en el centro del caribe dependen mucho del nivel económico en el que se encuentra el mismo; aunque ha tenido un crecimiento notable en su economía continúa siendo uno de los países de Latinoamérica de menor desarrollo en comparación con México, Argentina, Brasil, Chile y Panamá.

Un aspecto importante a destacar es el hecho del valor histórico que poseen muchos edificios en la ciudad de Santo Domingo, todo debido a que fue la primera ciudad erigida por los españoles en el siglo XVI. En esta ciudad se encuentra la Catedral Primada de América, el primer hospital del nuevo mundo, el Alcázar de Colón, entre otros monumentos.

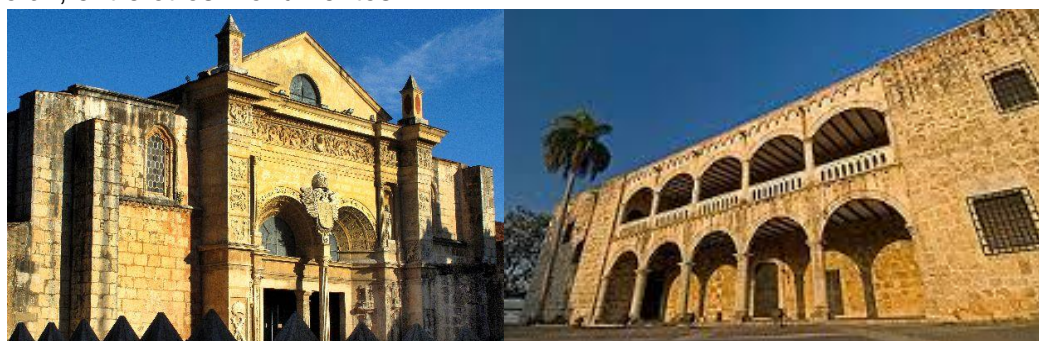


Figura 47: Monumentos Zona Colonial de Santo Domingo, RD

Fuente: <http://www.santo-domingo-live.com/santo-domingo/noticias/ano-2011/octubre-2011/los-atractivos-zona-colonial.html>

Otro punto, no menos importante, es el hecho del desarrollo turístico que posee el país, por ende, la proliferación de hoteles de todo tipo, en su mayoría los resorts, con el concepto del “todo incluido” enmarcan grandes zonas de albergue para los extranjeros y locales.



Figura 48: Hard Rock, Hotel y Casino, Punta Cana, R.D.

Fuente: [http://www.hardrockhotelpuntacana.com/files/1431/Kids\\_Pool\\_1\\_headercrop.jpg](http://www.hardrockhotelpuntacana.com/files/1431/Kids_Pool_1_headercrop.jpg)

Toda edificación diseñada en este país es pensada para sobrellevar un clima tropical húmedo, donde se presentan temperaturas calientes durante todo el año que rondan entre 35°C y 39°C, grandes precipitaciones y humedad, además de amenazas de fenómenos naturales como los huracanes, tormentas tropicales y sismos

#### 5.4.1 Tipologías

No es una novedad que el concepto de tipo corresponde a un conjunto elementos que poseen parámetros en común; las tipologías pueden generarse a partir de distintas variables, unas de ellas corresponden al tipo de uso de las edificaciones (habitacional, educativa, hospitalaria, entre otras), pero también por los estilos surgidos en cada época. Desde el inicio de ciudad de Santo Domingo en el 1501 a raíz de la conquista de los españoles cabe destacar los estilos más representativos a los que pertenecen grupos importantes de edificios: Vernácula, Colonial (en este estilo se encuentran una mezcla de corrientes europeas como el románico, gótico y renacimiento) Republicano, Art Decó, Moderna, Posmoderna y Contemporánea. [12]

En la República Dominicana pueden considerarse unos tipos actuales que vienen dados por los estratos sociales, es así como en el sector de la construcción se emplean tres categorías que inducen la formación de tipologías:



Figura 49: Edificio Corporativo 2010, Santo Domingo

Fuente: <http://arquitecto.com/wp-content/uploads/2014/01/corpo8.jpg>

-Edificaciones de Lujo: sin importar el uso, los materiales utilizados y el diseño de los espacios tanto exteriores e interiores corresponden a una alta calidad y coste. La capacidad adquisitiva de los inversionistas y usuarios se hacen denotar por medio de la envolvente de la edificación forjando así una imagen con características que enmarcan la tipología. Este tipo de edificaciones poseen un coste aproximado de 800€ a 1000 € por m<sup>2</sup> de construcción.



Figura 50: Edificio Habitacional, Santo Domingo, R.D.

Fuente:

[http://cdn2.clasificados.com/do/pictures/photos/000/018/190/original\\_img50f3e757184e2.jp](http://cdn2.clasificados.com/do/pictures/photos/000/018/190/original_img50f3e757184e2.jp)

-Edificaciones Medias: Este tipo hace referencia a aquellos edificios cuyo nivel de terminación no es ni muy costoso ni muy básico o pobre. El coste por m<sup>2</sup> de construcción de estas edificaciones es de 500€ a 700€ aproximadamente.



Figura 51: Ciudad Juan Bosch, Santo Domingo, R. D.

Fuente:

<http://www.proceso.com.do/media/1489849/la-nueva-barquita.jpeg>

-Edificaciones Económicas: Muchas pertenecientes a proyectos sociales del Estado Dominicano, este tipo corresponden edificios muy básicos, sin ningún elemento extra que pueda representar un costo extra por mínimo que sea. El coste por m<sup>2</sup> de construcción ronda entre 200€ a 400€.



Figura 52: Sector Cristo Rey, Santo Domingo, R.D.

Fuente:

[http://farm9.staticlickr.com/8157/6986031408\\_1e60102436\\_z.jpg](http://farm9.staticlickr.com/8157/6986031408_1e60102436_z.jpg)

-Edificaciones Informales: Corresponden a aquellos edificios generados sin ningún tipo de orden ni reglamento, constituyendo un sector marginado de la ciudad, sin poder descifrar el coste aproximado. Estas utilizan un sin número de materiales como bloques de hormigón, planchas onduladas de zinc, en ocasiones cartones, madera, vidrio, entre otros.



Figura 53: Casa Rural de República Dominicana

Fuente:

<https://static.panoramio.com/storage.googleapis.com/photos/larqe/54419638.jpg>

-Edificaciones Rurales: Creadas con una mezcla de materiales del lugar como la madera y hojas de palma, junto con materiales como el cemento y hojas de metal de zinc. Estas poseen un coste muy económico, con alrededor de 100€ a 150€ el metro cuadrado.

#### 5.4.2 Materiales y Sistemas Constructivos más Usados

La República Dominicana es un país donde el cemento y por ende el hormigón son los materiales de construcción predilectos, en su defecto, la mayoría de los otros materiales utilizados no son producidos en el lugar, dando cabida a una importación masiva tanto de sistemas, técnicas y productos internacionales.

Es posible encontrar una gran variedad de productos para distintos usos en el mercado caribeño, ahora bien, a la hora de mencionar cuáles son los productos y sistemas más utilizados en la industria de la construcción del país en cuestión podemos citar los siguientes:



Figura 54: Bloque de Hormigón

Fuente:

<http://www.materialesnavarro.es/catalogo/fotosgrandes/01850687.jpg>

-Bloque de Hormigón: Dícese de aquellos productos modulares utilizados para constituir muros de mampostería.



Figura 55: Enlates de Madera

Fuente:  
<http://www.casascarbonell.es/wp-content/uploads/2014/07/Madera-Aserrada.ico>

-Madera: De distintos tipos, calidad y tamaños, este es uno de los materiales más utilizados en edificaciones rurales y en las informales.



Figura 56: Paneles Sheetrock

Fuente:  
<http://homefixcos.com/wp-content/uploads/2014/05/drywall.gif>

-Sistema de Paneles SheetRock o Drywall: Se trata de paneles de yeso para divisiones interiores, con buen comportamiento contra el fuego y con una superficie de papel reciclado en la parte posterior.

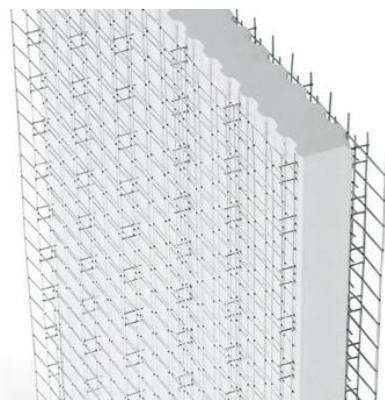


Figura 57: Paneles M2

Fuente:  
<HTTP://WWW.M2DOMINICANA.COM>

-Sistema de Polietileno expandido M2: Consiste en un panel portante divisorio con un alma de polietileno expandido, fortalecido en ambas caras por una malla electrosoldada de acero galvanizado de Ø2.4mm.



Figura 58: Láminas de Zinc

Fuente:  
[http://3.bp.blogspot.com/\\_HYgDdwz7gP0/Sma](http://3.bp.blogspot.com/_HYgDdwz7gP0/Sma)

-Hojas de Zinc: Muy utilizada para techar tanto edificaciones informales como rurales. Se trata de unas láminas de metal de Zinc, colocadas sobre un armazón de madera.

En cuanto al coste total de un proyecto visto de forma porcentual, el cemento y el Hormigón en las edificaciones de República Dominicana se encuentra en un rango de 4.9 % a 12.8% dependiendo el tipo. En las edificaciones de clase media alta existe un porcentaje menor del peso del cemento, esto es debido a que las terminaciones suelen ser utilizados materiales de mayor coste y especificaciones diferentes que las de clase media baja. [13]

Peso del Cemento en Proyectos de Construcción (Incluyendo Costo de Terreno) Distribución estimada del cemento por tipo de edificación

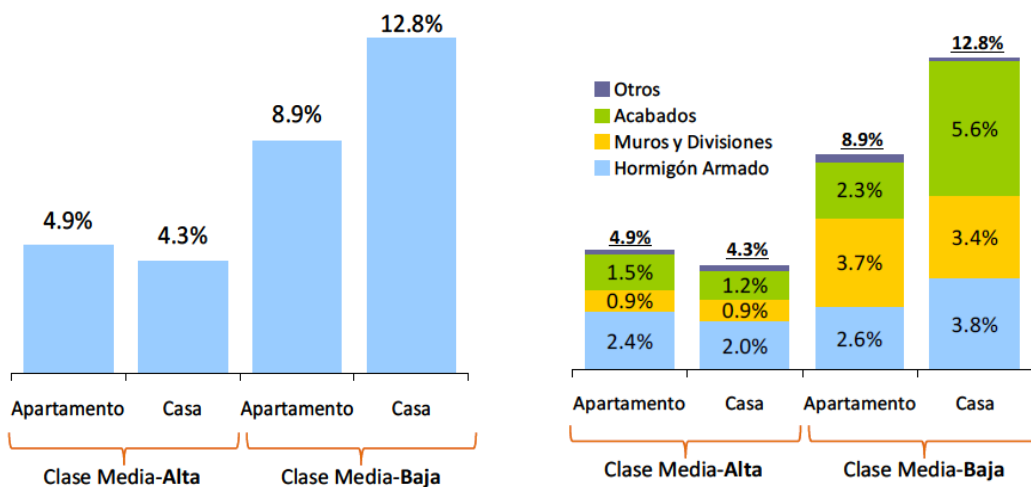


Figura 59: Gráficas porcentual del Peso del Cemento y su Distribución de Proyectos en R.D.

Fuente: Estudio, *Peso del Cemento en la Construcción de Proyectos Habitacionales en la República Dominicana, marzo 2009*


## 6.Estado de Arte Industrial


### 6.1 Productos de Construcción Actuales a Base de Celulosa

Actualmente el uso de la celulosa ha crecido gracias a los distintos productos que cada día se han ido innovando y saliendo al mercado. En la base de datos del Materfad aparecen 114 materiales dentro de la búsqueda con la palabra celulosa y 8 materiales con la palabra claves de celulosa reciclada, de los cuales 41 corresponden únicamente a materiales elaborados a partir de celulosa.

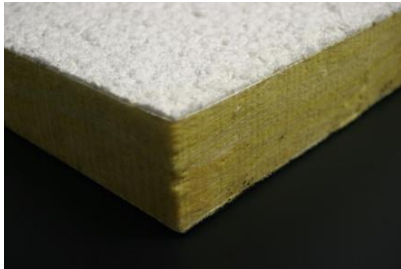
#### 6.2.1 Productos de Celulosa Básica

Atendiendo al uso en la construcción y a que se presenten más completa las propiedades cabe mencionar de forma más representativa los siguientes materiales elaborados a partir de celulosa básica (no reciclada):

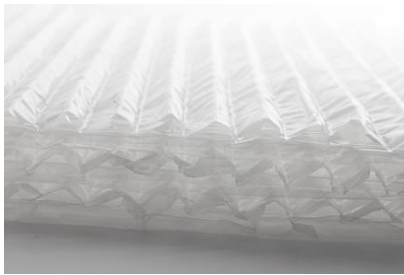
Producto: Geodeck	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/152/geodeck">http://es.materfad.com/material/152/geodeck</a></p>	<p>Perfil compuesto de polietileno, celulosa y minerales.</p>	<p>Densidad: 1,2e+3 (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Rigidez: 2,778587 (GPa)</p> <p>Conductividad Térmica: Desconocida.</p>	<p>Mezcla, composición y extrusión de fibra de celulosa con minerales y un material termoplástico, con una relación en peso aproximada del material termoplástico para los demás componentes de 1:1.3.</p>	<p>Construcción de terrazas y barandillas.</p>
<p>Comentario: Atendiendo el campo de los pavimentos este material es considerado una opción si se busca que sea antiresbalante, que no produzca deslumbramiento y debido a los materiales que lo componen sea una opción por encima de aquellos materiales que tengan una transmitancia térmica bien elevada.</p>				

Producto: Lignocel	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/2164/lignocel-arboce">http://es.materfad.com/material/2164/lignocel-arboce</a></p>	<p>Es un aditivo de celulosa, pulverulento o hasta fibroso, destinado a los productos químicos de la construcción.</p>	<p>Densidad: 0 / 1e+3 (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Rigidez: -</p> <p>Conductividad Térmica: Desconocida.</p>	<p>Extracción mecánica de celulosas naturales e insolubles en agua (no comparables con los éteres de celulosa hidrosolubles)</p>	<p>Aditivo para productos químicos de la construcción cuando los materiales con contenido de madera tienen efectos positivos sobre los productos acabados.</p>


Comentario: Este material es una opción cuando se requiere aumentar la versatilidad de un material de revestimiento, de manera que confiere ciertas características importantes que posee la madera, como la acústica, densidad entre otras.

Producto: Cottomix acoustics	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/630/cottonmix-acoustics">http://es.materfad.com/material/630/cottonmix-acoustics</a></p>	<p>Cottonmix es un producto sin fisuras, un producto de acabado natural. Está únicamente compuesto de fibras naturales de celulosa, como algodón, lino, pulpa de madera y viscosa.</p>	<p>Sus valores exactos son desconocidos, pero se encuentra dentro del rango de las normativas EN ISO - 354</p> <p>EN ISO - 11654</p> <p>ASTM C 42</p>	<p>Unión (Adhesiva y/o química, Mecánica) de celulosas y compactación de la misma.</p>	<p>Aislamiento térmico y acústico, y está especialmente indicado en edificios con varias plantas.</p>

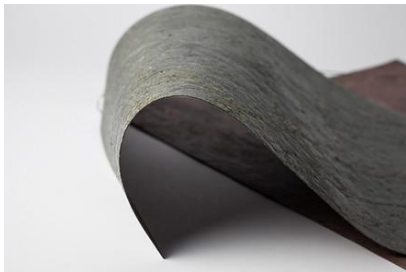
Comentario: Este producto es un claro ejemplo de que la celulosa es considerada un buen material para realizar aislamientos en las edificaciones. Un punto importante es que su geometría corresponde a un panel que al final es revestido por otros materiales, de manera que funciona como una capa que ayuda a mejorar la transmitancia de los muros.

Producto: Moniflex	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/1352/moniflex">http://es.materfad.com/material/1352/moniflex</a></p>	<p>Consiste en películas de diacetato de celulosa, plegadas y laminadas transversalmente. Es completamente inodoro e inócua.</p>	<p>Densidad: 13 (kg/m<sup>3</sup>)            Coeficiente de absorción acústica: 0,2            Conductividad Térmica: 5,6e-2 (W/m·K)</p>	<p>Mecanización (Corte) / Unión (Adhesiva y/o química, Mecánica)</p>	<p>Aislamiento de grandes superficies, previene corrientes de aire frío, pérdida de calor y la entrada de calor no deseada del exterior.</p>


Comentario: Particularmente considero este material interesante por su transparencia, además del típico uso de los productos a base de celulosa como aislante este material posee de un 24 a un 85% de transmisión lumínica, es así que puede ser incorporado en los vidrios, los cuales siempre poseen alta conductividad térmica.

Producto: Wellboard, Celulosa Ondulada	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/1577/wellboard">http://es.materfad.com/material/1577/wellboard</a></p>	<p>Se trata, pues, de un contrachapado de varios cartones, con una buena estabilidad dimensional. Pese a ello, su densidad es muy baja.</p>	<p>Densidad: 13 (kg/m<sup>3</sup>)            Coeficiente de absorción acústica: 0,2            Conductividad Térmica: 5,6e-2 (W/m·K)</p>	<p>se fabrica con un 100% de celulosa proveniente de pulpa de madera, estampando en calientes cartones ondulados. Se obtiene por mecanización (Fresado, Corte) / Unión (Adhesiva y/o química) / Acabado (Pintado y/o esmaltado)</p>	<p>Expositores para exhibiciones, mobiliario, decoración de interiores, escenarios de teatro.</p>

Comentario: Este material es una muestra más de que el cartón es bien visto en la construcción de edificios, representa un coste económico, y posee características debido a la celulosa que lo conforma que lo aventajan entre otros materiales.

Producto: Flexible Stone	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/2479/flexible-stone">http://es.materfad.com/material/2479/flexible-stone</a></p>	Superficie ultrafina de piedra genuina sobre tejido de celulosa.	Los valores de sus propiedades son sensibles, se estima que es muy ligero, resistente a los uv.y reciclable.	Las capas originales de roca, extremadamente delgadas, se mezclan con fibras de celulosa usando a su vez un soporte que aporta al producto la suficiente fuerza y flexibilidad que lo caracteriza.	Diseño de Interiores.


Comentario: Un material visto como revestimiento, una alternativa para el diseño de interiores procedente de fuentes naturales y pensado para ser reciclado como muchos de la competencia actual. Lo interesante de este material es la forma en como incluyen la piedra como lámina, de manera que, si se busca algo flexible, pero a la vez resistente gracias a las propiedades de la piedra este producto sería una opción.


Producto: Wellboard, Celulosa Ondulada	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/433/drop-paper">http://es.materfad.com/material/433/drop-paper</a></p>	Es un tejido a partir de poliéster, celulosa y fibra de vidrio. Está disponible en 15 colores en 2,40m de ancho y 42 colores adicionales fabricados bajo pedido.	Resistencia mecánica: 0 / 0,02 (GPa) Límite elástico: 0 / 0,02 (GPa)	Mecanización (Troquelado, Corte) / Unión (Adhesiva y/o química, Mecánica) / Otros procesos (Proceso con láser)	Exposiciones, Stands, Museos, Diseño de Interiores


Comentario: Producido como una opción a la hora de añadir revestimiento de color, lo especial de esto es que a pesar de ser un tejido a base de fibras de elementos flameables como el poliéster y la celulosa es retardante de llama, aspecto fundamental a la hora de aplicar en el interior de las edificaciones.


### 6.2.2 Productos de Celulosa Reciclada


La totalidad de los casos encontrados como celulosa reciclada del Materfad no corresponden al uso en construcción, en este trabajo se reúnen los más significativos aplicables en arquitectura:

Producto: Max Compactforming	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/1101/max-compactforming">http://es.materfad.com/material/1101/max-compactforming</a></p>	Laminado de Alta Presión compuesto por celulosa e impregnado de resinas termoendurecibles y prensado a alta presión y temperatura.	Densidad: $1,45e+3$ (kg/m <sup>3</sup> ) Rigidez: 11 (GPa) Conductividad Térmica: 0,3 (W/m·K)	Mecanización (Troquelado, Fresado, Corte)	-Revestimientos Interiores - Encimeras de Baño - Encimeras de Bancos
<p>Comentario: Este es un material que debido a ser laminado posee resistencia al desgaste, es una opción a la hora de revestir en interiores y debido a que ha sido impregnado con resinas es hidrófugo.</p>				


Producto: Fermacell	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/1500/fermacell">http://es.materfad.com/material/1500/fermacell</a></p>	Panel de yeso y fibras de celulosa obtenidas del reciclaje de papel.	Densidad: $1,15e+3$ / $1,25e+3$ (kg/m <sup>3</sup> ) Rigidez: 3,8 (GPa) Conductividad Térmica: 0,32 (W/m·K)	Mezcla homogénea de estas dos materias primas naturales, con la adición de agua – y sin ningún aditivo aglutinante – se prensa, sometida a alta compresión y secado	Destinado a la construcción económica de interiores.
<p>Comentario: Un producto que responde al reciclaje, que según las propiedades puede ser considerado a la hora de elegir un material para divisiones interiores, dependiendo de la tipología arquitectónica.</p>				

Producto: Solera Knauf Brio W1	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/1511/solera-knauf-brio-w1">http://es.materfad.com/material/1511/solera-knauf-brio-w1</a></p>	<p>Placa de fibroyeso con un alto contenido reciclado, desarrollado especialmente para su uso en nuevos o renovados edificios residenciales y comerciales.</p>	<p>Densidad: <math>1,17e+3</math> / <math>1,27e+3</math> (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Rigidez: - (GPa)</p> <p>Conductividad Térmica: <math>0,3</math> / <math>0,38</math>(W/m·K)</p>	<p>Mezcla de yeso mejorado con adiciones de celulosas de papel reciclado, en prensa de alta presión.</p>	<p>Construcción residencial y comercial.</p>
<p>Comentario: Este es un material que al ser elaborado con yeso posee cierta resistencia al desgaste y al fuego, su densidad no es baja pero tampoco muy alta, pero puede ser considerado en aspectos ambientales debido a que es reciclable y se produce con materiales reciclados.</p>				

Producto: Coretech	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/212/coretech">http://es.materfad.com/material/212/coretech</a></p>	<p>Tablero técnico de altas prestaciones con un gran comportamiento a la humedad y excelentes características de absorción y aislamiento acústico comparado con otros materiales.</p>	<p>Densidad: 850 (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Rigidez: 1 GPa)</p> <p>Conductividad Térmica: 9,8 (W/m·K)</p>	<p>Mecanización (Troquelado, Fresado, Corte) / Unión (Adhesiva y/o química, Mecánica) / Acabado (Pintado y/o esmaltado)</p>	<p>Construcción.</p>
<p>Comentario: Otro material que es parte del reciclaje, su posible uso como cerramiento interior que, aunque posee muchas características favorables como la resistencia a los ataques de las condiciones del ambiente sus propiedades cuantificables demuestran que no es el mejor pero tampoco el peor en aspectos como conductividad térmica y rigidez.</p>				

Producto: Isofloc	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/996/isofloc">http://es.materfad.com/material/996/isofloc</a></p>	<p>Es un aislante térmico y acústico a base de fibras de celulosa.</p>	<p>Resistente al fuego y está libre de compuestos sintéticos.</p>	<p>Fabricado mediante un proceso de reciclaje de papel de periódico desfibrado y mezclado con sales bóricas o fosfato de amonio, que impiden el ataque de insectos, el moho o la putrefacción. Durante la producción las fibras se separan y se tratan con aditivos (aproximadamente el 8 %) para ofrecer propiedades ignífugas y antimoho.</p>	<p>Se aplica como recubrimiento de aislamiento térmico en paredes, suelos, techos, muros y huecos mediante una proyección en húmedo o un insuflado para cámaras o cavidades</p>

Comentario: Material muy utilizado como aislante en cerramientos ya sea por proyección o insuflado, aunque el fabricante no proporciona propiedades cuantitativas con las que se pueda comparar.

Producto: Wall Flats, Mural de celulosa en relieve	Descripción	Propiedades	Fabricación	Aplicación
 <p><a href="http://es.materfad.com/material/996/isofloc">http://es.materfad.com/material/996/isofloc</a></p>	<p>son una colección de grandes baldosas fabricadas con bagazo de caña, propio de la familia de materiales del papel y el Cartón.</p>	<p>100% Reciclable 4/5 Ligereza y Escaso volumen</p>	<p>El proceso es desconocido, pero la materia prima es el bagazo de caña con el que se elabora el papel.</p>	<p>revestimiento de paredes y techos.</p>

Comentario: Este material es versátil ya que atendiendo a las indicaciones del fabricante aparte de que es reciclable permite una variedad de formas y texturas interesantes para el diseño y decoración de interiores, aunque presenta deficiencias por tener poca resistencia al agua y por ende a la humedad.

### 6.2.3 3D Wall Paper Panels



Figura 59: Ejemplo 3D Wall Paper Panel

Fuente:

[http://img.archiexpo.es/images\\_ae/photo-g/87947-3316067.jpg](http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/87947-3316067.jpg)

Al igual que muchas innovaciones de mercado, surgen estos pequeños paneles tridimensionales que se introducen en el ámbito del diseño y decoración de interiores como revestimientos, un mercado muy competitivo en cuanto a materiales y el tiempo de aplicación de los mismos. Actualmente existen una serie de distribuidores principalmente en Estados Unidos (país originario del concepto), Europa y Australia, variando materias primas y diseños.



#### 6.3.1 Concepto y Materias Primas

Estos revestimientos de paredes 3D están hechos de un material respetuoso con el medio ambiente y fáciles de instalar, es así que tanto para uso profesional y de bricolaje este recubrimiento de paredes está pensado para crear la apariencia de una pared texturizada y con la opción de elegir el color.

Las materias primas que se utilizan para elaborar estos productos en algunos casos es el papel y cartón reciclado, en otros, el bagazo de la caña de azúcar, fibras vegetales recicladas, fibras de bambú, en fin, todos elementos conformados básicamente por celulosa. La idea es proveer un pequeño panel que sea capaz de colocarse con cinta adhesiva doble cara sobre superficies verticales, de manera que sea fácil instalarlo y quitarlo, además de que posteriormente pueda reciclarse.

#### 6.3.2 Empresas que Distribuyen

Las distintas empresas muestran catálogos con una amplia variedad de formas y colores que pueden llegar a dinamizar tanto muros como falsos techos, confiriendo propiedades consideradas de buen comportamiento acústico y térmico, además de densidades mínimas para lograr diseños versátiles y ligeros. A continuación, se hace un análisis de distintas empresas de Europa y Estados Unidos:

Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web: <a href="http://mioculture.com">http://mioculture.com</a></p>		<p>Empresa estadounidense ubicada en Philadelphia cuyo producto se trata de baldosas texturizadas y con color hechas de papel y cartón reciclado.</p>	<p>La empresa ofrece productos para revestir paredes, y techos, además de mobiliario para interiores y divisiones de espacios, lo que le confiere versatilidad con un concepto sostenible.</p>


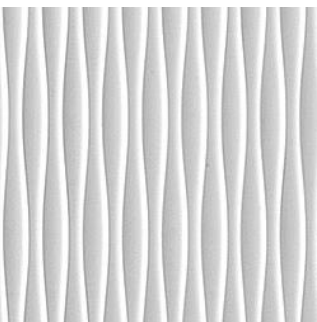
Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web: <a href="http://www.walldecor3d.com/">http://www.walldecor3d.com/</a></p>		<p>Empresa estadounidense que al igual que otra fabrica paneles de pared 3d elaborados con el residuo fibroso de la caña de azúcar.</p>	<p>Esta empresa no solo posee paneles de fibra de caña de azúcar, también tiene de fibras de madera. Es una de las tantas competencias por el producto derivado de los restos de la caña de azúcar utilizado para el diseño y decoración de interiores.</p>

Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web: <a href="https://inhabitoliving.com">https://inhabitoliving.com</a></p>		<p>Empresa estadounidense radicada en Indianapolis que fabrica paneles de pared 3d elaborados también con el residuo fibroso de la caña de azúcar, material con el que se elabora cierto tipo de papel.</p>	<p>Esta empresa posee un producto que ha sido muy vendido en estados unidos, posee un concepto ecológico, estético y funcional que luego queda a opción pintarlo y obtener el color y la combinación que se quiera en el espacio donde va a ser instalado.</p>

Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web:<a href="http://3dcora.es/content/2-informacion-paneles-decorativos-3D">http://3dcora.es/content/2-informacion-paneles-decorativos-3D</a></p>		<p>Empresa Española ubicada en Valencia, dedicada a la distribución mayorista de láminas decorativas o paneles decorativos 3D hechos de fibras de Bambú, con tratamientos ignífugos.</p>	<p>Una alternativa a tomar en cuenta en Europa, en este caso la materia prima proviene de un material fibroso celulósico como lo es el bambú. Una empresa radicada en una región contigua a Cataluña, donde el concepto es similar a las otras empresas, crear un panel versátil para revestimientos interiores.</p>

Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web:<a href="http://www.3dwallpanels.com.au">http://www.3dwallpanels.com.au</a></p>		<p>Empresa australiana que ofrece un producto para revestimiento de muros interiores hechos de fibras blandas residuales obtenidas de los aserraderos tratando de incorporar un concepto sostenible en su producto.</p>	<p>La empresa incorpora en su filosofía la utilización de residuos generados por la industria de la madera, además de llevar al mercado un producto texturizado con la particularidad de dejar a opción del cliente el acabado dependiendo el uso y el lugar donde se vaya a instalar.</p>


Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p><a href="http://www.3dboard.co.uk/about-us/">http://www.3dboard.co.uk/about-us/</a></p>		<p>Empresa establecida en UK que fabrica un panel 3D decorativo hecho a partir de fibras vegetales recicladas que tratan de dar un acabado elegante, limpio y amigable con el medio ambiente.</p>	<p>Otra empresa que hace eco de reciclaje de fibras constituyendo así un producto para revestir muros interiores</p>

Empresa	Producto	Descripción	Opinión
 <p>Web:<a href="http://www.archsystems.com">http://www.archsystems.com</a></p>		<p>Empresa estadounidense emplazada en California, cuyo producto se trata de un panel utilizado para revestir muros disponibles con imprimación para pintar o sin terminar. Siguiendo las prácticas de fabricación responsables, la colección está envasado en cartón 100% reciclado.</p>	<p>Esta es una empresa que ofrece un producto 3d que añade una textura interesante en los acabados, se caracteriza al igual que otras por la versatilidad y sostenibilidad del producto.</p>


## 6.2 Patentes de Materiales de Construcción a Base de Celulosa


Una patente es un documento que avala la invención y autoría de un producto, ya sea industrial o intelectual dependiendo el país. Las patentes se conceden sin garantía de validez, esto es debido a que si una persona es capaz de encontrar un documento con fecha anterior a la registrada esta puede quedar anulada.


Existen diversas páginas en internet que funcionan como base de datos y facilitan la búsqueda de patentes, que en este caso corresponden a materiales y posibles sistemas de construcción que poseen celulosa en su composición; dentro de estas podemos citar:


Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web:<a href="http://lp.espacenet.com">http://lp.espacenet.com</a></p> <p>Página que cuenta con el apoyo de la Oficina Europea de Patentes, el Gobierno de España y enlaces de países Latinoamericanos.</p>	<p>Método mejorado para la fabricación de una lámina ondulada sin amianto a base de una mezcla de 40% a 60% de cemento, 30 a 40% de sílice y de 5 a 15% de fibras celulósicas.</p>	<p>CIP: B28B11/10 C04B14/06 C04B16/02 (+3) Información de publicación: AR015792 (A1) 2001-05-16</p>	<p>KVAERNER PANEL SYS GMBH</p>
<p>Comentario: La búsqueda fué realizada como Panel de Celulosa Reciclada, los resultados fueron 64, muchos de los cuales la mayoría fueron productos pensados para generar energía; la patente establecida en esta tabla corresponde a una lámina ondulada pensada para cubiertas informales.</p>			


Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
<p>Web:<a href="http://www.google.es/patents/WO2011073851A1?cles">http://www.google.es/patents/WO2011073851A1?cles</a></p> <p>Invención que se relaciona con un proceso para la producción de una gran variedad de materiales de construcción a partir del residuo papelerero.</p>	<p>Proceso para fabricar materiales de construcción a partir de residuos celulósicos</p>	<p>Información de publicación: WO 2011073851 A1 No.: PCT/IB2010/055622</p>	<p>QUIROZ Edwin Andrés GARCIA, Los Ríos Trejos David De</p>
<p>Comentario: Esta patente provee las bases para la formación de distintos productos de construcción a base de celulosa, desde paneles, revestimientos y aislantes.</p>			


Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web: <a href="http://lp.espacenet.com">http://lp.espacenet.com</a></p>	<p>Método para la fabricación de tableros de fibra, que se caracteriza por comprender la mezcla de una masa de material lignocelulósico sometido a la acción de vapor y reducido mecánicamente a fibras, con una solución de los ingredientes esencialmente sin reaccionar de una resina termoestable, comprimiéndose la masa resultante, hasta obtener el espesor deseado, entre platos calentados separadamente y mantenidos a una temperatura por encima de 93°C</p>	<p>Información de publicación: ES410868 (A3) 1975-12-01</p> <p>Número de solicitud: ES19680004108 1973012</p>	Desconocido
<p>Comentario: Otro método cuyo objetivo es la formación de tableros o paneles de celulosa con otros ingredientes que ayudan a conformarse y a ser estables, ya en el mercado podremos observar una diversidad de tableros de este tipo.</p>			

Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web: <a href="http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;ll=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20121011&amp;CC=ES&amp;NR=2388256T3&amp;KC=T3">http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;ll=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20121011&amp;CC=ES&amp;NR=2388256T3&amp;KC=T3</a></p>	<p>Tablero y/o elemento preformado decorativos, especialmente adecuado(a) para utilización en interiores y exteriores de edificios, consistente en una capa de núcleo prensada que está compuesta de una o varias capas, de fibras de madera y/o fibras de celulosa o productos de serrín, y laminada por uno o por ambos lados con una capa decorativa, estando las fibras o los productos de serrín impregnados de una resina como aglutinante.</p>	<p>Información de publicación: ES2388256 (T3) 2012-10-11</p> <p>Número de solicitud: ES20020002045T 20020208</p>	SCHUREN GEER VAN DER VORST CHRIS
<p>Comentario: Este es un ejemplo claro de la unión de fibras principalmente de la madera para la formación de un elemento rígido, pero a la vez decorativo, pensado como división exterior e interior por sus características hidrófugas e ignífugas.</p>			

Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web:  <a href="http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;I=1&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20100525&amp;CC=ES&amp;NR=2339832T3&amp;KC=T3">http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;I=1&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20100525&amp;CC=ES&amp;NR=2339832T3&amp;KC=T3</a></p>	<p>Tablero de un material que contiene celulosa, - con una proporción de virutas que contienen celulosa y - con una proporción de aglutinantes, en el que al menos dentro de una capa del tablero está previsto un material de microvirutas, caracterizado porque las virutas presentan una proporción de microvirutas encoladas con un diámetro de menos de 1,0 mm que asciende al menos al 75% en peso, y una proporción de microvirutas encoladas con un diámetro de menos de 0,4 mm que asciende al menos al 35% en peso.</p>	<p>Información de publicación:ES23 88256 (T3) 2012-10-11</p> <p>Número de solicitud: ES20090158439 T 20040407</p>	<p>BERGER MARTIN [AT] RIEPERTIN GER MANFRED [DE]</p>
<p>Comentario: Este producto corresponde a un material conformado en gran proporción por elementos diminutos como las virutas, sus datos son un poco recientes ya que provienen del año 2012. Como es de esperarse la celulosa forma parte fundamental y es pensado como una alternativa para divisiones que aligeran las cargas muertas de una edificación.</p>			

Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web:  <a href="http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;I=2&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20100128&amp;CC=ES&amp;NR=2332188T3&amp;KC=T3">http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;I=2&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=20100128&amp;CC=ES&amp;NR=2332188T3&amp;KC=T3</a></p>	<p>Tablero de contrachapado con un recubrimiento superficial aplicado al menos en algunas secciones con al menos una capa de una resina sintética aplicada líquida, caracterizado porque la al menos una capa de una resina sintética aplicada líquida está mezclada con partículas de celulosa.</p>	<p>Información de publicación:ES23 32188 (T3) 2010-01-28</p> <p>Número de solicitud: ES20060002044 T 20060201</p>	<p>SCZEPAN RALF [DE]</p>
<p>Comentario: Esta patente pone en evidencia que la celulosa para poder ser utilizada es necesario ser acompañada de alguna resina que la convierta en hidrófuga, debido a su gran capacidad de absorber agua gracias a su porosidad.</p>			

Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web:  <a href="http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;II=19&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=19790316&amp;CC=ES&amp;NR=472688A1&amp;KC=A1">http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;II=19&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=19790316&amp;CC=ES&amp;NR=472688A1&amp;KC=A1</a></p>	<p>Pared ignífuga separadora de habitaciones o recintos y susceptible de desmontarse y de volverse a montar. Es un tabique separador de habitaciones o pared posterior de un armario separador de habitaciones o pared posterior de un armario separador de habitaciones, constituida por una construcción de soporte (esqueleto) con postes verticales a base de perfiles de metal ligero o de acero y placas de cubierta (paneles), hechos de material calorífugo, en particular placas de yeso y fibras (yeso con fibras de celulosa incrustadas) un perfil hueco cerrado de sección transversal aproximadamente rectangular en conjunto.</p>	<p>Información de publicación:ES47 2688 (A1) 1979-03-16</p> <p>Número de solicitud: ES19880004726 19780818</p>	<p>PAN BRASILIA WERK GMBH [DE]</p>
<p>Comentario: Esta patente denota la típica pared tipo sándwich cuyas capas interiores están conformadas por celulosa y yeso que permita un mejor comportamiento térmico, pero además no represente combustión en caso de incendios.</p>			

Fuente y Detalle	Producto	Patente	Inventor
 <p>Web:  <a href="http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;II=18&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=19791001&amp;CC=ES&amp;NR=473583A1&amp;KC=A1">http://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=lp.espacenet.com&amp;II=18&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=es_LP&amp;FT=D&amp;date=19791001&amp;CC=ES&amp;NR=473583A1&amp;KC=A1</a></p>	<p>Procedimiento para la construcción de cuerpos moldeados de fibras de material vegetal con contenido de celulosa, diferente aquellos cuyo material originario es la madera, en el que el material con contenido de celulosa se limpia, tritura, se macera en un medio acuoso, se lava con agua y se reduce a fibras, las fibras obtenidas se deshidratan después y valiéndose de aglomerantes se prensan para formar cuerpos conformados de fibras.</p>	<p>Información de publicación:ES47 3583 (A1) 1979-10-01</p> <p>Número de solicitud: ES19830004735 19780922</p>	<p>GARRIGA CUCURULL JAIME S [DE]</p>
<p>Comentario: Aunque no es pensado como material de construcción al momento de patentizar, esta creación ha sido muy considerada para crear elementos arquitectónicos hoy día, por su maleabilidad.</p>			

## 7. Deducción e Interpretación

### 7.1. Estado Actual del Reciclaje del Papel y Cartón

Algo obvio gracias a las distintas fuentes y posturas planteadas en el presente trabajo, es que a nivel mundial la tendencia actual es tratar de generar cosas del menor impacto ambiental posible, es por ello que la reutilización de desechos en muchos países desarrollados es prácticamente ley.

En torno a las estadísticas que han sido presentadas dentro de la exploración detallada anteriormente, podemos plantear que el papel y el cartón simbolizan uno de los porcentajes más grandes dentro de los desechos de la mayoría de las poblaciones, es por ello que significan uno de los principales objetivos del reciclaje, debido a la gran producción por necesidad de su uso. Al presente el reciclaje del papel y del cartón es una necesidad tanto para los países como para las diferentes industrias, todo por la gran demanda que se presentan del mismo.

Grandes países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y muchos de la Unión Europea como Alemania, Francia, Italia y España, sus industrias papeleras poseen de manera indudable dentro de su infraestructura y logística el reciclaje. Otro punto interesante es que no solo se representa una ventaja medioambiental, también significa una ventaja a nivel económico, el aspecto más importante para los empresarios.

Ahora bien, a nivel de América Latina y El Caribe, el control y logística del reciclaje es mucho más deficiente; es cierto que países como México, Brasil, Chile, Panamá y Argentina si han llegado a incorporar políticas de reutilización de desechos importantes como el papel y el cartón, pero no a niveles óptimos como los países mencionados en el párrafo anterior.

En la Región del Caribe la situación es aún más crítica, priorizando el de las Antillas mayores, esto debido a la situación política y económica que presentan los países que conforman ésta área, como lo son Cuba, Jamaica, Haití, República Dominicana y Puerto Rico.

La búsqueda de información ha quedado contextualizada en República Dominicana como punto de interés, un país de poco desarrollo, donde los desechos no son reutilizados como consumo propio. Esta perspectiva se basa en los distintos planteamientos arrojados por la búsqueda de información realizada previamente y que podemos verificar en distintas gráficas y apartados como la figura 36 del apartado 4.4.6, donde claramente se puede apreciar que, en vez de reciclar el segundo residuo más producido en este país, se exporta, de modo que se vende para beneficiar otros países; toda esta información podremos verificarla también en artículos integrados dentro de los anexos.

Si bien es cierto que las exportaciones proveen un aporte económico directo, esto puede verse afectado a la hora de importar los productos que se generen gracias a los desperdicios que pudieron ser utilizados para beneficios del Estado Dominicano.

Teniendo como ejemplo los países de mayor desarrollo, los apartados 4.4.4 concernientes a los aspectos medioambientales y económicos sobre el reciclaje del papel y el cartón, vemos que algunos de los aspectos más importantes que proveen de mejoras al país que lo realiza son ahorro energético, de agua y materias primas naturales como la madera, aspectos que también pueden ser mejorados poco a poco al implementar políticas públicas y privadas de reciclaje.

Actualmente en la República Dominicana existe un reciclaje mínimo a través de un comercio informal de industrias privadas nacionales e internacionales que compran por peso los desechos de cartón y papel que particulares (llamados buzos, pueden visualizarse en la figura 34) puedan recolectar de vertederos y basureros.

## **7.2. Uso Actual del Papel y Cartón Reciclado con Relación a las Edificaciones**

El hecho de arquitectos internacionales como Shigeru Ban tengan mucho éxito por la implementación de papel y cartón reciclados para el diseño de sus obras (afirmación basada en el apartado 5.1) demuestra que sea cuál sea el contexto, mejor aún si es de escaso desarrollo, esta tendencia denota beneficios claros en el lugar que se realice, teniendo cuidado en la logística y en las inversiones que se ejecuten. A partir de los diversos proyectos del arquitecto de origen japonés antes citado podemos afirmar que el cartón reciclado y con un debido tratamiento es posible utilizarlo para distintos objetivos dentro de un edificio, desde divisiones interiores, exteriores, estructuras y techos. Cabe destacar que las distintas obras de Shigeru han sido realizadas con el mismo material, el cartón reciclado, pero en zonas de climas muy distintos, desde lugares como Francia de clima templado a países tropicales húmedos como Haití.

Es importante destacar que existe una gran variedad de productos en el mercado que utilizan la celulosa reciclada, en su mayoría del papel y cartón, pero también de fibras vegetales, otro planteamiento elaborado en base a los datos expuestos en el estado de arte industrial. Todo esto denota que para funciones específicas la celulosa posee ventajas sobre otros materiales, tal es el caso de la acústica, el aislamiento térmico y la densidad.

Volviéndonos a centrar en el contexto caribeño el uso del cartón en esta zona está un poco dissociado con los edificios, aunque dentro de las edificaciones informales existen personas de escasos recursos que se ven obligadas a realizar divisiones interiores con cartones, un indicio de que esto puede repercutir de forma favorable para el planteamiento de una prospectiva futura.

### 7.3. Diagnóstico Actual en la República Dominicana

Uno de los problemas principales que posee el sector de la construcción en la República Dominicana es el hecho de que el cemento que representa un gran peso porcentual en la totalidad de los materiales, se obtiene a partir de la arena de los ríos, lo cual conlleva a una clara degradación de los ecosistemas existentes, provocando con esto la sequía de los mismos. Todo lo anterior es posible avalarlo con los datos estadísticos que se plantean en el apartado 5.4.2 sobre materiales y sistemas constructivos más usados en República Dominicana. A continuación, se puede apreciar unos puntos a considerar de la situación de hoy día de este país:



Tomando en cuenta el hecho de que además de que existe escasez en la producción nacional de productos para la construcción, también existe poca consideración de innovar y crear materiales elaborados a partir del reciclaje.

Al igual que en varios países de Latinoamérica la República Dominicana no se ve exenta de que en sus edificaciones informales se vea el uso del cartón principalmente en muros y techos, de modo que indirectamente en los estratos sociales bajos, el uso del material es una opción debido a lo fácil y barato de conseguir. Esto lo podemos visualizar en las siguientes imágenes:



Figura 60: Imágenes de Búsqueda de Techos de Cartón en R.D.

Fuente:

[https://www.google.com.do/search?q=techos+de+carton&biw=1600&bih=799&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqj=-2&ved=0ahUKEwi\\_0ZaBzLDPahUFbxQKHXCfAN0Q\\_AUIBiaB](https://www.google.com.do/search?q=techos+de+carton&biw=1600&bih=799&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqj=-2&ved=0ahUKEwi_0ZaBzLDPahUFbxQKHXCfAN0Q_AUIBiaB)

Actualmente los arquitectos dominicanos no consideran dentro de sus opciones la utilización del cartón, como material para construir, posiblemente por el hecho de que el tipo que se puede conseguir no posee el tratamiento adecuado para combatir la alta humedad del lugar; opiniones obtenidas de arquitectos reconocidos en este país como los son Franc Ortega y Daniel Pons.

La importación de materiales es algo ineludible en el presente dominicano, es así como un material para llegar a la República dominicana puede sobrepasar distancias consideradas factibles, pudiendo ser más de 1500 km, considerando elementos importados desde Europa y China.

## 8. Prospectiva

### 8.1 Planteamiento

Aunque no existen políticas en marcha del Estado Dominicano para la clasificación de desechos y el reciclaje, han florecido iniciativas por parte del Ministerio de Medio Ambiente del país que un futuro no lejano (aproximadamente 10 años) puede llegar a convertirse en una realidad vehemente.

Debido a la fuerte inversión de capitales extranjeros en el negocio de la construcción en distintos puntos de la República Dominicana conllevan a considerar que conjuntamente con políticas de reciclaje, el uso del cartón y el papel reutilizados como material de construcción se convertirá en una alternativa económica y viable para distintos tipos de edificaciones.

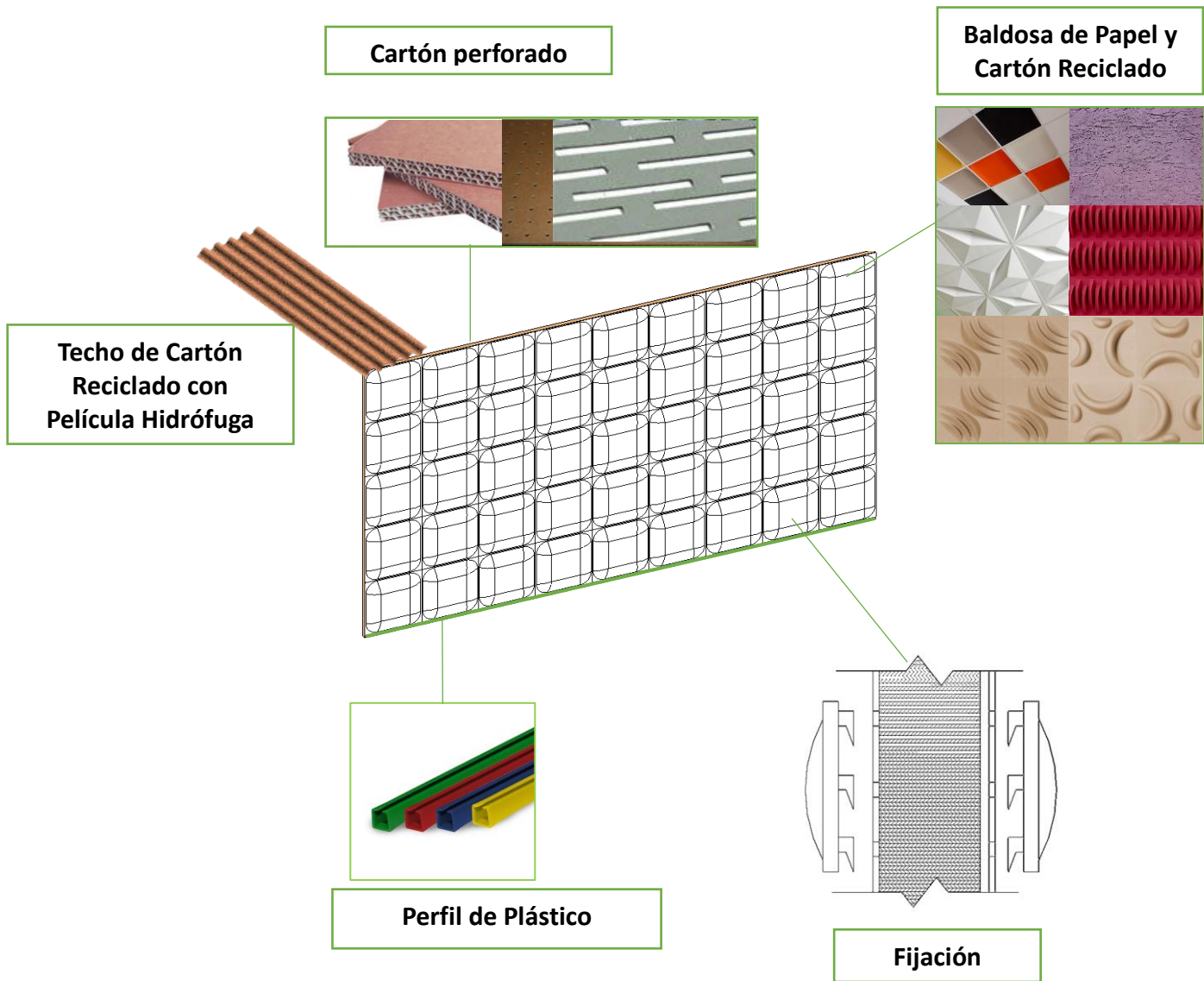
Es indudable el hecho de que el cartón y el papel reutilizado es y será más económico que un bloque de hormigón, aún este siendo preparado y protegido por una película que lo convierta en hidrófugo e ignífugo. Al estar en un mundo globalizado y haber en el mercado internacional tantos materiales creados a partir de celulosa reutilizada (papel y cartón reciclado) la idea de crear similares en República Dominicana no dista mucho de la realidad ni del tiempo, teniendo en cuenta de que las materias primas existen en demasía en el lugar.

Atendiendo a los puntos anteriores y a las propiedades ya conocidas de la celulosa se puede intuir que el cartón y el papel reciclados debidamente tratados serán una excelente alternativa para divisiones interiores y techos, bien consideradas tanto por los fabricantes de materiales de construcción dominicanos como los profesionales del área, dígase arquitectos e ingenieros.

En edificaciones de lujo y media alta es posible que se llegue a manejar un sistema que emplee tanto el cartón como el papel moldeado con diseños 3D para crear divisiones interiores interesantes. Para los usuarios de edificaciones informales una buena opción será la creación de láminas onduladas que sustituyen las de metal de Zinc por cartón laminado que resista el paso del agua, intentando así dejar atrás el óxido y las temperaturas elevadas gracias a la conductividad térmica tan alta de los metales como el Zinc.

Todo esto puede visualizarse de manera gráfica en los siguientes esquemas demostrativos de los planteamientos anteriormente hechos en este apartado:

### Planteamiento de Sistema de Planchas de Cartón Perforado y Baldosas de Papel y Cartón Reciclados



El sistema puede estar conformado por la idea es fijar en el suelo y en el techo perfiles de plásticos mediante tornillos de acero, dentro de los cuales se colocarían planchas de cartón perforado en los cuales encajarían las baldosas. Aunque también se podrían emplear cartones lisos o corrugados para evitar gastos adicionales. Todo se diseñaría de forma modular para permitir utilizar distintos tamaños y formas de las baldosas texturizadas, que a opción del usuario puede ser pintada o no.

## **8.2 Ventajas, Desventajas y Oportunidades Futuras del Uso del Papel y Cartón Reciclado en Edificaciones de República Dominicana**

### Ventajas:

- Los posibles sistemas y materiales constructivos derivados del papel y el cartón reutilizados proporcionan rapidez, ya que es posible ser instalado por una sola persona.
- Se reducen los desechos de papel y cartón que terminan en los vertederos.
- Se contribuye a una acción ecológica que favorece el medio ambiente, ahorrando agua, energía, pulpa de madera y disminuyendo el uso del cemento.
- Constituye un ahorro en el gasto de la obra, gracias a lo económico del material.
- Debido a las propiedades aislantes de la celulosa significaría un aumento en el confort térmico que frenaría el paso del calor abrasivo producido por el sol en la Región del Caribe, aspecto que en comparación con las láminas onduladas de Zinc coloca al material en una posición ventajosa.
- Gasto mínimo de material para la colocación.
- Puede ser reciclable.
- Fácil Transporte.
- Ligero en comparación con los bloques de hormigón.
- Grandes posibilidades de industrialización y prefabricación.
- Permite ser moldeable.

### Desventajas:

- Sin el debido tratamiento ante la alta humedad presente en el trópico puede desgastarse.
- A la hora de aplicar ciertas resinas que lo convierta en hidrófugo puede representar un peligro contra el fuego, ya que tienden a generar combustión.
- No ha sido utilizado antes en el mercado de la construcción dominicana (generaría desconfianza).

### Oportunidades:

- Es posible aplicarlo en todas las tipologías de vivienda, con mayor incidencia en las informales.
- Representa una buena alternativa para las divisiones internas y sustitución de láminas metálicas en techos.
- Gracias a sus propiedades y a ejemplos evidentes puede llegar a ser un elemento estructural.

## 9. Conclusiones Generales

Atendiendo al propósito del trabajo de evaluar en base a un compendio de productos elaborados con papel y cartón reciclado la posibilidad de una alternativa eficaz que pueda ser aplicada en un contexto latino-caribeño, es posible concluir lo siguiente:

1. El reciclaje del papel y el cartón sin importar el método utilizado ni el lugar para su producción representan un ahorro considerable en recursos como el agua, la energía, la pulpa extraída de la madera y el dinero.
2. En los diversos procesos de fabricación de papel y cartón ya sean nuevos o recuperados, se ven asociados al uso de adhesivos, mayormente utilizado el almidón.
3. Tanto para el ciclo de vida del material como la huella ecológica el papel y el cartón recuperados se posicionan por encima de muchos otros materiales pensados para la construcción.
4. En Europa y Estados Unidos existe una política segura y comprobada de reciclaje de papel, lo que sirve de base para comenzar a implementar esa tendencia en países de Latinoamérica como La República Dominicana.
5. El papel constituye en la mayoría de los países del mundo uno de los materiales más utilizados y, por ende, más desechados.
6. Existen en el mercado europeo y estadounidense una gran variedad de materiales producidos a partir de celulosa, productos de la misma como el papel y el cartón dirigidos en su mayoría a aislar acústica y térmicamente las edificaciones debido a propiedades que avalan este uso.
7. Dada la tecnología de impresiones 3D y la moldeabilidad de la celulosa es posible crear formas interesantes conformadas en baldosas para revestir divisiones interiores.
8. La República Dominicana posee un gran potencial de inversión para el reciclaje y posterior creación de elementos constructivos a base de papel y cartón para ser utilizados en sus edificaciones.

## 10. TABLA DE FIGURAS

• Fig.1 Estructura de la Celulosa .....	13
• Fig.2 Obtención de Celulosa por Procesos Mecánicos .....	15
• Fig.3 Obtención de Celulosa Reciclada .....	16
• Fig.4 Estructura jerárquica de la madera: del árbol a la celulosa.....	17
• Fig.5 Estructura Idealizada de las Fibras de Celulosa.....	18
• Fig.6 Celulosa Como Combustible: ETANOL.....	19
• Fig.7 Nanocelulosa .....	19
• Fig.8 Tabla de Adhesivos.....	25
• Fig.9 Vista Microscópica del Almidón.....	26
• Fig.10 Engrudo.....	26
• Fig.11 Detalle Superficial de la Disposición de la Fibra del Papel.....	27
• Fig.12 Cartón.....	28
• Fig.13 Consumo Mundial de Los Distintos Usos del Papel.....	30
• Fig.14Tipos de Cartón en Función del Material y el Grosor.....	31
• Fig.15 Fabricación del Papel Árabe.....	32
• Fig.16 Proceso Actual de Fabricación del Papel.....	33
• Fig.17: Comparación de Ligantes.....	33
• Fig.18: Papel Estucado.....	35
• Fig.19: Relación Recursos-Obtención de Pape .....	36
• Fig. 20: Análisis Gráfico del Ciclo de Vida del Papel.....	37
• Fig. 21: Pérdida de Estructura de Fibras Recicladas Según las Veces Que Sean Recicladas .....	38
• Fig. 22: Canastas hechas con Papel Periódico.....	39
• Fig. 23: Muebles Fabricados con Papel Maché .....	40
• Fig. 24: Pared Revestida Con Papel Maché, simulando Piedra.....	40
• Fig. 25: Separación del Papel Viejo de Otros Elementos .....	41
• Fig. 26: Célula de Destintado.....	41
• Fig. 27: Blanqueo Convencional.....	42
• Fig. 28: Fabricación de Papel a Partir de Fibras Secundarias.....	43
• Fig. 29: Evolución de la Tasa de Reciclado de Papel en Europa Oriental .....	44
• Fig.30: Agua, Energía Y Madera (fusta en catalán) Necesaria Para Fabricar Un Kg De Papel .....	45

- Fig.31: Gráfico comparativo de la Huella Ecológica de los Materiales ----- 45
- Fig.32: Principales Ecoetiquetas Reglamentadas En Europa ----- 45
- Fig. 33: Relación De Residuos En RD----- 46
- Fig. 34: Personas en Búsqueda de Residuos Comprables por Empresas----- 47
- Fig. 35: Grafico Porcentual de Residuos Sólidos en RD ----- 47
- Fig. 36: Exportaciones de Desperdicios de RD----- 48
- Fig. 37: Fabricación Artesanal del Papel antes de la Mecanización----- 49
- Fig. 38: Contaminantes Generados por Colorantes En el Teñido de Telas----- 50
- Fig. 39: Uso de Papel (Washi) en puertas de Edificios Japoneses----- 51
- Fig. 41: Casa Prefabricada De Papel Reciclado De La Empresa Alemana Wall AG----- 52
- Figura 40: Pabellón Japonés Para La Exposición Universal De Hannover En El Año 2000 A La Izquierda Y Catedral De Cartón De Christchurch (2013)----- 53
- Fig. 42: Casa de Papel en medio de la Selva Colombiana ----- 54
- Fig. 43: Celulosa Aislante ----- 54
- Fig. 44 Celulosa Proyectada ----- 56
- Fig. 45: Celulosa Insuflada o Inyectada ----- 57
- Fig. 46: Paneles de Celulosa ----- 58
- Fig. 47: Monumentos Zona Colonial de Santo Domingo, RD ----- 59
- Fig. 48: Hard Rock, Hotel y Casino, Punta Cana, R.D. ----- 59
- Fig. 49: Edificio Corporativo 2010, Santo Domingo ----- 60
- Fig. 50: Edificio Habitacional, Santo Domingo, R.D. ----- 61
- Fig. 51: Ciudad Juan Bosch, Santo Domingo, R. D ----- 61
- Fig. 52: Sector Cristo Rey, Santo Domingo, R.D. ----- 61
- Fig. 53: Casa Rural de República Dominicana ----- 62
- Fig. 54: Bloque de Hormigón ----- 62
- Fig. 55: Enlades de Madera ----- 63
- Fig. 56: Paneles Sheetrock ----- 63
- Fig. 57: Paneles M2 ----- 63
- Fig. 58: Láminas de Zinc ----- 64
- Fig. 59: Gráficas porcentual del Peso del Cemento y su Distribución de Proyectos en R.D ----- 64
- Fig. 60: Ejemplo 3D Wall Paper Panel ----- 72
- Fig. 61 Imágenes de Búsqueda de Techos de Cartón en R.D. ----- 83



## 11. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Esther Font, Raquel Roca, Manel Batet, Victoria Rabal, “El Paper”, Colección Biodiversidad y Tenodiversidad No.4, Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña, Museo del Molino de Papel de Capellades.
- [2] R.J. Moon, McGraw-Hill Yearbook in Science & Technology, McGraw-Hill (2008), pp. 225–228.
- [3] Vicente Giménez Marín, “Curso de reciclaje para formación laboral papelera: curso básico. libro del profesor / realiza equipo pedagógico IFES”, Volumen 1, Terrasa, Cataluña, España.
- [4] James E. Kline, “Paper and Paperboard, Manufacturing and converting fundamentals”, Segunda Edición, Miller Freeman Publications, Inc, 1991, San Francisco, California, Estados Unidos.
- [5] José Gussinyer Cnadell, “Estucado del Papel”, Ediciones De La Escuela Superior de Ingenieros de Terrassa, 1991, Terrassa, Catalunya, España.
- [6] CIADICICYP, “III Congreso Iberoamericano De Investigación en Celulosa y Papel”, Editora PROCOGRAF, noviembre 2004, Córdoba, España.
- [7] Ken I. Patrick, “Paper Recycling, strategies, Economics, and Technology”, Miller Freeman Publications, 1991, San Francisco, California, Estados Unidos.
- [8] José F. Colom Pastor, Antonio L. Torres López, “El Destintado del Papel”, Ediciones De La Escuela Superior de Ingenieros de Terrassa, 1991, Terrassa, Catalunya, España.
- [9] ASPAPEL, CEPI, ERPA, “Declaración Europea sobre la Recuperación y el Reciclaje de Papel”, 2005.
- [10] CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), “Evaluación Técnico-Económica De Los Procesos de Reciclaje de Desechos Domésticos. Los Casos Del Vidrio, Papel y Plástico. 1993.



- [11] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, República Dominicana, 2014. “Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)” Santo Domingo.
- [12] Moré, Gustavo Luis/ Vicioso Prieto, Historias para la Construcción de la Arquitectura de La República Dominicana 1492-2008, Editora Grupo Jiménez, 2008, Santo Domingo, República Dominicana.
- [13] De Jesús, Krudo/ Gómez, Rubén/ ADOCEM, Peso del Cemento en la Construcción de Proyectos Habitacionales en la República Dominicana, marzo 2009, Santo Domingo, Rep. Dom.

### **Referencias Útiles de Internet**

CELULOSA, FIBRAS Y PAPE  
GRUPO POCHTECA © 201

<http://www.pochteca.com.mx/celulosa-fibras-y-papel/2>

MATERIALES LIGNOCELULOSICOS

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8503/Fundamentos-5.pdf?sequence=4>

La OEPM es el Organismo Público responsable del registro y la concesión de las distintas modalidades de Propiedad Industrial.

<http://www.oepm.es/es/invenciones/>

HISTORIA DEL PAPEL MACHÉ O CARTA PESTA

Walter Costas & Rubén Romero, viernes, 16 de septiembre de 2013

<http://web.archive.org/web/20140731074447/http://www.waltercostas.com.ar/historia.htm>

Una Casa de Papel en medio de la Selva Colombiana

7 ene. 2010 - Subido por afpes

[https://www.youtube.com/watch?v=NgI\\_VW1qEZc](https://www.youtube.com/watch?v=NgI_VW1qEZc)

Curiosidades del reciclaje.

Publicado 21st March 2012 por HEDO HEDO

<http://hedo-reciclaje.blogspot.com.es/>



Wikkelhouse: la casa de cartón que puede durar hasta 100 años  
24 de mayo de 2016

<http://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2016/05/24/1140015/wikkelhouse-casa-carton-puede-durar-100-anos.html>