



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“POTENCIAL REAPROVECHAMIENTO DEL POLIPROPILENO  
PARA UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE EN LIMA, 2017”  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**IVÁN JUNIOR VILLACORTA SANDOVAL**

**ASESOR:**

**DR. ELMER BENITES ALFARO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS**

**LIMA – PERÚ**

**2017-II**

**Página del jurado**

---

Jorge Leonardo Jave Nakayo  
Presidente

---

Haydee Suarez Alvites  
Secretario

---

Elmer Benites Alfaro  
Vocal

## Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por permitirme alcanzar este momento en mi vida.

A mis padres, Lucho y Miriam, quienes me apoyan incansablemente para lograr mis metas y sueños bajo cualquier circunstancia.

A mis abuelos Aida y Teodulfo, quienes desde el cielo me guiaron por el camino de la sabiduría y el bien.

Al resto de mi familia y amigos que conocí a lo largo de los últimos años, quienes me aportaron experiencia, fortaleza y ejemplo para seguir adelante.

A mis profesores, quienes me brindaron los conocimientos necesarios para lograr ser un profesional cabal.

## **Agradecimiento**

Quiero realizar un agradecimiento fundamental al Ingeniero Leandro Sandoval Alvarado por apoyarme técnicamente en el desarrollo de mi tesis con su amplio conocimiento en la gestión y manejo de residuos sólidos, así como el gran aporte a mi crecimiento profesional desde el inicio de mi carrera.

A la ONG Organización para el Desarrollo Sostenible, por brindarme la información completa acerca de mi investigación y el apoyo técnico para el desarrollo del mismo.

A mi asesor de tesis, Dr. Elmer Benites, quien me orientó y brindó las pautas para plantear y desarrollar mi tema de investigación de manera continua, así como agradecer la paciencia, experiencia y motivación para desenvolverme ampliamente en el campo laboral de mi profesión.

A mi gran amiga Nelly Vela, quien me apoyó académicamente y exigió continuamente para cumplir con mi propósito de lograr el título profesional.

## **Presentación**

La presente investigación comprende el reaprovechamiento potencial del polipropileno para la generación de una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima en el cual se presentaron algunos estudios e investigaciones previas relacionadas al tratamiento de los residuos reaprovechables, además se muestran los objetivos e hipótesis del estudio. En el segundo capítulo, se muestra el método para determinar el tipo de reaprovechamiento que se utilizará para el polipropileno, así como los instrumentos de recolección de datos y la validación de los mismos.

En el tercer y cuarto capítulo se muestran los resultados del estudio y discusiones acerca de la generación de una industria mobiliaria, por lo que en el quinto y sexto capítulo se mostrarán las conclusiones y recomendaciones que se determinará a través de la presente investigación.

## Resumen

Esta tesis pretende orientar acerca de una posible generación de una industria mobiliaria sostenible mediante un reaprovechamiento potencial del polipropileno, el tipo de plástico que muestra propiedades físicas y mecánicas con mayor adaptación al proceso de termoconformado. (RIVERA, 2004)

Uno de los métodos potenciales de reaprovechamiento de residuos del tipo plástico es el reciclaje mecánico, por lo que en el mercado de comercialización de residuos sólidos reaprovechables en la ciudad de Lima tiene una oferta elevada, lo que facilitaría el reaprovechamiento de estos y generación de mobiliarios sostenibles. Sin embargo, sólo el 10.1% de estos se reaprovecha (MINAM, 2014).

El objetivo de esta tesis es desarrollar el reaprovechamiento potencial del polipropileno mediante el reciclado mecánico para la generación de una industria mobiliaria de forma sostenible, con materiales plásticos con alta posibilidad de reaprovechamiento, realizando el establecimiento de parámetros físicos y mecánicos estándares para su óptimo reciclaje en la ciudad de Lima.

**Palabras clave:** Reaprovechamiento potencial, reciclaje mecánico, polipropileno, sostenibilidad, mobiliario sostenible.

## **Abstract**

This thesis aims to guide the possible generation of a sustainable furniture industry through a potential reuse of polypropylene, the type of plastic that shows physical and mechanical properties with greater adaptation to the thermoforming process. (RIVERA, 2004)

One of the potential methods of reuse of waste of the plastic type is mechanical recycling, so in the market for the commercialization of reusable solid waste in the city of Lima has a high offer, which would facilitate the reuse of these and generation of furniture. sustainable. However, only 10.1% of these are reused (MINAM, 2014).

The objective of this thesis is to develop the potential reuse of polypropylene through mechanical recycling for the generation of a sustainable furniture industry, with plastic materials with high reuse potential, making the establishment of standard physical and mechanical parameters for optimal recycling in the city of Lima.

**Keywords:** Potential reuse, mechanical recycling, polypropylene, sustainability, sustainable furniture.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	IV
Presentación .....	V
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Realidad problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Trabajos previos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Formulación del problema de investigación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 Justificación del estudio .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 Hipótesis.....</b>	<b>8</b>
<b>1.7 Objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.8 Marco Teórico .....</b>	<b>10</b>
<b>1.9 Marco Conceptual .....</b>	<b>15</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Tipo de estudio .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Diseño de Investigación .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Identificación de variables .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1. Operacionalización de variables .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Población, Muestra y Muestreo.....</b>	<b>24</b>
2.4.1. Población .....	24
2.4.2. Muestra .....	24
2.4.3. Muestreo .....	24
<b>2.5. Criterios de selección .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5.1. Criterios de inclusión.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5.2. Criterios de exclusión .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>25</b>



<b>2.7. Validación y confiabilidad del instrumento</b> .....	26
<b>2.8. Método de análisis de datos</b> .....	27
<b>2.9. Aspectos éticos</b> .....	28
<b>III. RESULTADOS</b> .....	30
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	44
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	48
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	50
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 3: Cantidad diaria deforestada en el Perú al año 2000 .....</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro N° 4: Cantidad diaria producida de madera rolliza en el Perú al año 2015.....</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro N° 1: Cantidad de residuos de polipropileno a reaprovechar .....</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro N° 2: Cantidad potencial de tableros de polipropileno reciclado producidos diariamente .....</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro N° 5: Cantidad de políticas ambientales cumplidas al generarse una industria mobiliaria sostenible .....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro N° 6: Matriz de identificación de impactos ambientales (cuadro resumen) .....</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro N° 7: Evaluación de impactos ambientales y medidas preventivas .....</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro N° 8: Demanda de tableros de polipropileno reciclado .....</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro N° 9: Matriz de intereses de industria mobiliaria sostenible .....</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro N° 10: inversión en sector MYPE Madera .....</b>	<b>41</b>

# CAPÍTULO I

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

La ciudad de Lima Metropolitana tiene una gran deficiencia de reaprovechamiento de residuos sólidos, siendo sólo el 7.9% reaprovechado de la cantidad total generada en los distritos que cuentan con Programa de Segregación en la Fuente, según el informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales del año 2013. De la cantidad reaprovechada sólo el 10.1 % es de tipo plástico, con lo cual observamos que aún existe una brecha amplia de reprovechamiento que debería ser cubierta. (Ministerio del Ambiente, 2014)

Los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables, están compuestos principalmente por ciertos tipos de residuos como el papel, cartón, vidrio, madera, metales, tetrapack, caucho, cuero, jebe y el plástico. Este último tipo de residuos se subdivide en siete (7) grupos: Polietileno de tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD), Policloruro de vinilo (PVC), Polietileno de baja densidad (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) y el último grupo son los compuestos de los seis anteriores grupos. Cada uno cuenta con características físicas y mecánicas particulares, sin embargo, el propileno se diferencia del resto por mayor adaptación al proceso de termoconformado. (RIVERA, 2004).

Mediante el proceso de termoconformado se busca reaprovechar los residuos de polipropileno generando una industria mobiliaria sostenible y fabricar un producto ecoeficiente capaz de reemplazar a la madera natural, conteniendo propiedades físicas similares, sin presentar la deficiencia de esta, contribuyendo a reducir los índices de deforestación de especies

forestales y minimizar costos de adquisición de mobiliarios fabricados a base de madera natural.

Por ello, en esta investigación se busca generar una industria mobiliaria sostenible cumpliendo con las metas de la ecoeficiencia, produciendo mayor cantidad de productos ecológicos con menos recursos, en este caso utilizando como insumo a un material reciclable. Además, utilizando el potencial reaprovechamiento del polipropileno se conservará recursos naturales, siendo las principales beneficiadas las especies forestales utilizadas en la fabricación de mobiliarios (principalmente de uso escolar), con lo cual también se crearía una nueva forma de adquisición de éstas: las compras públicas sostenibles de mobiliario escolar.

## **1.2 Trabajos previos**

En México, se utilizó este método novedoso utilizando pellets de plástico, sin embargo, esta materia prima tiene un precio alto y aumenta los costos de producción, lo cual repercute en el precio de venta, además en el mercado actual de ese país no se consideró esta alternativa con alta importancia, ya que no se realizó una promoción adecuada en la población acerca de este tipo de bien sostenible, por lo cual tuvo poco éxito.

Sin embargo, mediante esta investigación se busca identificar el potencial reaprovechamiento del polipropileno generando una industria mobiliaria sostenible, realizando acciones de reciclaje de este residuo, fomentando en la población las buenas prácticas de reciclaje.

A nivel nacional, aún no se ha generado este tipo de industria mobiliaria sostenible utilizando el polipropileno, sin embargo, existen empresas e instituciones que realizan este mobiliario utilizando como insumo a los residuos de tetrapak o pellets de plástico virgen, siendo incluso promovidos en algunas ferias ecológicas organizadas por el Ministerio del Ambiente.

### **1.2.1 Antecedentes**

Por ello, la visión de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), es lograr un desarrollo industrial sostenible e inclusivo (ISID) para sus Estados Miembros, donde el crecimiento social y económico sea más amplio y se sostenga dentro de un marco medioambientalmente sostenible. (Desarrollo Industrial Sostenible e Inclusivo. Creando una prosperidad compartida, protegiendo el medio ambiente., 2014)

La industria mobiliaria en el Perú a lo largo de los últimos años dentro de la actividad manufacturera fue avanzando debido a los actores que se dedican a esta actividad a pequeña escala (micro y pequeñas empresas), las cuales no realizan iniciativas de diversificación de productos direccionados hacia un desarrollo sostenible en nuestro país. (La Industria Sostenible en el Perú: Reto para el Desarrollo Nacional, 2002).

Parte de este sector manufacturero, tiene como actividad principal la industria maderera y mobiliaria, quienes durante décadas se dedicaban a la explotación de este recurso basándose en el desarrollo de actividades netamente extractivas, subestimación de los principios ambientales fundamentales, menosprecio de los valores culturales de la región y marginación de las poblaciones rurales y nativas. (Escobar Díaz, 2016)

Asimismo, observamos que el Perú presenta grandes recursos naturales, por lo que sitúa en el segundo lugar a nivel mundial en expansión de bosques amazónicos y cuarto país con bosques tropicales (FAO, 2016). Además, en nuestro país, los bosques ocupan más de la mitad del territorio peruano (56,9%), sin embargo, la deforestación de los bosques es alta en la parte amazónica. Por lo cual, debemos implementar tecnologías que nos permitan la inclusión de una industria sostenible en el Perú, aprovechando recursos que se puedan reutilizar

minimizando el consumo de recursos naturales, cumpliendo el principio de ecoeficiencia. Entre estos tenemos como materia prima a los residuos sólidos reaprovechables, realizando un hincapié en los residuos plásticos, puesto que tienen consumo masivo.

El reaprovechamiento de los residuos sólidos en el Perú tiene un bajo índice en comparación a la generación total de residuos sólidos que posee, esto ocasiona que desperdiciemos una gran oportunidad de innovar en alternativas ecoeficientes que contribuyan al desarrollo sostenible. Según la normativa peruana, las municipalidades tipo “B” deben contar con un programa de segregación en la fuente, que permitiría la minimización y reaprovechamiento de residuos reciclables, sin embargo, en la práctica esto no ocurre. (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, 2017). Casos como Suecia, Alemania, Francia o México, por nombrar algunos países, muestran alternativas para el reuso de estos residuos para la generación de energía, comercialización de residuos, entre otros.

En la ciudad de Lima, sucede la misma problemática que las otras regiones en cuanto a los bajos índices de reaprovechamiento de residuos sólidos, que ocasiona el aumento de residuos en dispuestos en rellenos sanitarios e inadecuadas prácticas de la población sobre el tema. Además, actualmente no se cuenta con alternativas ecológicas sostenibles para el reaprovechamiento de este tipo de residuos, motivo por el cual se consideró identificar cuál es el potencial de cada residuo para determinar un escenario para la generación de una industria mobiliaria sostenible.

Según, el quinto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales (2012) un tipo de residuo con alto potencial de reaprovechamiento es el plástico con porcentaje de 10.1% en Lima, que abarca un gran porcentaje de comercialización en el mercado actual, sin embargo debido a la falta de educación ambiental en la población, sólo se comercializa el Polietileno de

tereftalato (PET) y el polietileno de baja densidad (PEBD), sin considerar que otro de los residuos con alto potencial de reaprovechamiento es el polipropileno (PP), el cual comúnmente encontramos en los residuos de tapas de botella, empaques de fideos, galletas, etc., cuyas características físicas y químicas permiten identificar la posibilidad de generar una industria mobiliaria sostenible.

Tomando en consideración documentos, investigaciones y proyectos en otros países, se consideró que el polipropileno cuenta con características termoestables que mediante un proceso de termoconformado se puede crear un producto sustituyente a la madera natural, capaz de crear mobiliarios con propiedades especiales que se pueden adaptar a varios tipos de uso escolar o de otra índole.

Este proceso de termoconformado de plástico se viene realizando en otros países como México, el cual utiliza pellet de plástico para este proceso, sin embargo, en esta investigación se plantea realizar dicho proceso reaprovechando el polipropileno para la generación de una industria mobiliaria sostenible.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

El reaprovechamiento de residuos de polipropileno se ve reflejada en la elaboración de madera plástica, a partir de la evaluación de propiedades físicas y mecánicas del polipropileno, por ello la Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, presentó la “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales”, en el cual se evaluaron las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica y compararon con los tableros convencionales (tablero de partículas de bagazo de caña, tablero contrachapado y tablero de fibras de bagazo de caña) más utilizados en Cuba. El tablero de madera plástica se elaboró con residuos de la industria forestal

(aserrín), residuos industriales (termoplásticos) y aditivos químicos en proporciones de 50, 30 y 20 %, respectivamente; el tablero se obtuvo mediante moldeo por extrusión. Los resultados determinaron las diferencias con relación a los tableros convencionales. Los resultados indican que las propiedades físicas de los tableros de madera plástica mejoraron con el aumento de la densidad. Las propiedades mecánicas (flexión y tracción) fueron superiores. La tracción y flexión en los tableros de madera plástica fue similar que en los tableros contrachapados. Dadas sus propiedades, se considera que los tableros de madera plástica son capaces de sustituir tanto a los convencionales como a los de madera en condiciones de intemperie. (Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales, 2014).

Asimismo, en Guatemala se realizó un análisis de las propiedades físico-mecánicas para un sustituto de madera natural elaborado a base de plásticos reciclados, en el cual sometieron a la madera plástica a una evaluación físico-mecánica para determinar las propiedades que tiene para ser sustituto de la madera natural. Por ello, los resultados de esta investigación se logró determinar que la madera plástica (polipropileno reciclado), es un material apto para ser utilizado en la fabricación de piezas que serán sometidas a esfuerzos de compresión y corte, no importando en cuál de los sentidos se aplique, superando a seis de siete especies de madera natural, aunado a la característica que supera en impermeabilidad en un 100% a cualquier especie de madera, haciéndolo el material ideal para aplicaciones a la intemperie.

#### **1.4 Formulación del problema de investigación**

En el ámbito local, el aumento en la generación de los residuos sólidos y el nulo o bajo índice de reaprovechamiento de residuos sólidos municipales, contribuye al aumento de la contaminación del medio físico, biológico y alteración del componente social de la población. En las actuales acciones municipales de



reaprovechamiento no existe tecnología ni asesoría técnica que permita enfrentar la problemática actual; asimismo las inadecuadas prácticas ambientales de la población, así como los bajos niveles de educación y cultura ambiental en el reaprovechamiento de residuos en la capital no permite generar y aplicar acciones de minimización y aplicación de la ecoeficiencia para el beneficio económico, ambiental y social. Entonces nos formulamos lo siguiente:

#### **1.4.1 Problema General**

¿De qué manera el potencial reaprovechamiento del polipropileno permite una industria mobiliaria sostenible en Lima, 2017?

#### **Problema Específico 01**

¿Cuál será el potencial ambiental de reaprovechamiento del polipropileno para una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima?

#### **Problema Específico 02**

¿Cuál será el potencial de reuso del polipropileno en una industria mobiliaria sostenible en Lima?

#### **Problema Específico 03**

¿Cuáles serán las características ambientales y económicas de la industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima para el reaprovechamiento de los residuos de polipropileno?

## **1.5 Justificación del estudio**

El presente proyecto de investigación se eligió para determinar la contribución a la creación de una industria mobiliaria sostenible mediante el reaprovechamiento potencial del polipropileno, buscando fomentar el desarrollo sostenible en la industria, a través de la mejora de las prácticas adecuadas de reaprovechamiento de residuos en la población, con lo cual se minimiza la cantidad de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios, se genera la ampliación de un mercado de comercialización de residuos reciclables, específicamente del polipropileno; se genera una economía circular sostenible y eficiencia de los residuos cumpliendo con la normativa ambiental vigente, conservando las especies forestales utilizadas en la fabricación de mobiliarios y mejorando la calidad de vida de la población.

El potencial reaprovechamiento del polipropileno para una industria mobiliaria sostenible aportará beneficios ambientales como la conservación de recursos naturales, reduciendo los índices de deforestación, beneficios económicos como la generación de empleo y compra de productos ecoeficientes para el sector público y privado, así como beneficios sociales contribuyendo a la mejora de la educación ambiental en acciones de reaprovechamiento de residuos reaprovechables.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

El potencial reaprovechamiento del polipropileno permite la creación de una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima.

## **1.6.2 Hipótesis específica**

### **Hipótesis Específica 01**

El potencial ambiental de reaprovechamiento del polipropileno permite una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima.

### **Hipótesis Específica 02**

El potencial reuso del polipropileno es beneficioso en una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima.

### **Hipótesis Específica 03**

Las características ambientales y económicas de la industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima son propicias para el reaprovechamiento de los residuos de polipropileno.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar el potencial del reaprovechamiento del polipropileno que permita una industria mobiliaria sostenible en Lima, 2017.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

#### **Objetivo Específico 01**

Determinar el potencial ambiental de reaprovechamiento del polipropileno para una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima.

## **Objetivo Específico 02**

Determinar el potencial de reuso del polipropileno en una industria mobiliaria sostenible en Lima.

## **Objetivo Específico 03**

Determinar las características ambientales y económicas de la industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima para el reaprovechamiento de los residuos de polipropileno.

## **1.8 Marco Teórico**

### **1.8.1 RESIDUOS SÓLIDOS**

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2004 pág. 12)

### **1.8.2 DESARROLLO SOSTENIBLE**

Desarrollo Sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (ONU, 1987)

### **1.8.3 INDUSTRIA DEL MUEBLE**

La industria del mueble está integrada por pequeñas, medianas y grandes empresas ubicadas en diversas regiones del país, con una oferta productiva que comprende mobiliario para el hogar, jardín, oficina-negocios, elaborados con materiales de maderas, metal, herrajes, plástico y tapicería.

Además del mobiliario tradicional, se han desarrollado conceptos con innovación y diseño a partir de las necesidades de funcionalidad y confort del usuario, así como para responder a demandas específicas, por ejemplo,

muebles para alojar nuevos aparatos de audio, video y consolas de juegos digitales, entre otros. (2016).

#### **1.8.4 VENTAJAS DEL REUSO DEL POLIPROPILENO**

Según la ONG Organización para el Desarrollo Sostenible (2009), el polipropileno reutilizado presenta ventajas comerciales como las siguientes:

- No se astilla ni se agrieta
- No proliferan bacterias ni le afectan las plagas de insectos que atacan la madera natural.
- Resistente a ácidos, álcalis, y alcoholes
- Resiste cambios de temperatura ambiental
- Es inodoro e insípido
- Es flexible y tiene buenas propiedades dieléctricas
- Bajos coeficientes de dilatación
- Buena resistencia mecánica y estabilidad dimensional
- Es higiénica e irrompible
- Posee una vida útil mucho mayor a la madera natural.

#### **1.8.5 RECICLADO MECÁNICO**

El reciclado mecánico consiste en el tratamiento de los residuos plásticos por medio de la presión y el calor para volver a darles forma y conseguir otros objetos iguales o distintos de los iniciales. Por ello sólo se aplica a los termoplásticos, ya que estos materiales son reciclables por naturaleza. (RIVERA, RAUL. 2004)

### **1.8.6 RECICLADO MECÁNICO MANUAL**

Los recicladores, gracias a la experiencia del trabajo, han adquirido una gran habilidad para seleccionar y clasificar los residuos plásticos, aunque desconocen la codificación internacional. (RIVERA, RAUL. 2004).

### **1.8.7 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN SU MANUFACTURA**

Consiste en separar los residuos plásticos por el proceso mediante el cual han sido elaborados, soplado o inyección (generalmente serán los de polietileno y polipropileno). Cada proceso le da ciertas características al material y lo que se busca es que el plástico sea reutilizado en el mismo proceso del cual proviene. La identificación es visual. (IPES. 1996).

### **1.8.8 CORTADO Y MOLIDO DEL PLÁSTICO (SCRAPS)**

Los residuos plásticos clasificados son acondicionados para su molienda; este acondicionamiento se realiza reduciéndolos de tamaño de tal manera que faciliten su manipulación en el momento de ser introducidos a la tolva del molino. El cortado puede ser realizado de dos maneras: Manualmente usando machetes. La productividad es baja y el riesgo de accidentes alto. También pueden usarse pequeñas cizallas. Mecánicamente, usando una máquina provista de una banda transportadora y una guillotina que es accionada intermitentemente por un sistema biela manivela, con motor eléctrico generalmente. Otra forma es mediante el uso de sierras de cinta. (IPES. 1996)

**Molienda:** Los plásticos cortados son reducidos de tamaño en un molino, obteniéndose hojuelas de plástico conocidas como scraps, de un tamaño aproximado a un centímetro. Se introduce el plástico seleccionado y acondicionado en la tolva de alimentación; luego es molido por el corte de tres cuchillas que giran en un eje axial impulsadas por un motor eléctrico y una

banda de transmisión y la acción de cuchillas fijas que son las contrapartes de las rotatorias. Se pueden encontrar variaciones. Cuando el tamaño de las partículas de plástico molidas es de un centímetro o menos caen por gravedad por unos agujeros que se encuentran en la parte inferior, hacia el depósito de scrap del molino de plástico. (IPES. 1996)

### **1.8.9 LAVADO**

En esta etapa se separan algunos residuos (orgánicos, tierra, restos de etiquetas, etc) del plástico molido. El scrap es lavado utilizando agua, detergente industrial y soda cáustica en una proporción 50/50. El agua y detergente industrial se usan para eliminar grasas y otros elementos físicos (etiquetas, pegamento, etc). La soda cáustica se usa para desinfectar, eliminando restos orgánicos si existiesen. Si el material está limpio no es necesario el uso de detergentes y soda cáustica. Luego es enjuagado con agua fría para retirar los restos de detergente y soda cáustica.

El lavado es importante porque determina la calidad del scrap que resulte lo cual influye en el precio. Puede ser manual o mecánico. En el Perú el proceso de lavado se realiza después del molido (a excepción de las bolsas de plástico). En otros países se realiza antes y durante la clasificación de los residuos plásticos. Asimismo, en nuestro país se usa por lo general un recipiente cilíndrico con un pequeño motor para accionar unas paletas que agitan el agua a baja velocidad y favorecen el proceso de lavado; esto hace más productivo el proceso. El agua empleada en esta etapa es recomendable que sea tratada y reutilizada. (RIVERA, RAÚL. 2004).

### **1.8.10 SECADO**

Una vez limpio, el scrap es secado con el objeto de retirarle los restos de humedad. Esta labor se realiza generalmente utilizando un secador rotatorio de aire caliente generado por un quemador de gas propano o kerosene. La humedad final recomendada es 0,5%.

Los secadores que por lo común se usan en las empresas de plástico tienen una capacidad de procesamiento entre 100 y 150 kilogramos por hora. Otras técnicas utilizan primero un escurridor centrífugo para separar el agua y se procede a secar los scraps con aire caliente para reducir el contenido de humedad hasta aproximadamente 0,5%. Otra alternativa empleada principalmente en los meses de verano es secar el material exponiéndolo al sol. (RIVERA, RAÚL. 2004).

### **1.8.11 PROCESOS DE MOLDEO**

El material plástico reciclado (pellets, scraps, o aglomerado) puede ser procesado directamente y obtener productos con menores especificaciones que las fabricadas con plástico virgen. Con la formulación adecuada, puede procesarse junto con resina virgen; esto permite una disminución en los costos de producción. También puede coextruirse entre material virgen, por ejemplo, en la fabricación de botellas donde la capa intermedia es de material reciclado y, tanto la capa interna como la externa son de material virgen. Existen varias técnicas para conformar los polímeros. En su mayoría son utilizadas para aquéllos de naturaleza termoplástica. El termoplástico es calentado a una temperatura cercana o superior a la temperatura de fusión, de tal manera que se haga plástico o líquido. Entonces es vaciado o inyectado en un molde para producir la forma deseada. (ASKELAND, DONALD. 1998).



### **1.8.12 TERMOCONFORMADO**

Las hojas de polímero termoplástico que son calentadas hasta llegar a la región plástica se pueden conformar sobre un molde para producir diversos productos. El conformado se puede efectuar utilizando moldes a vacío y aire a presión. (RIVERA, RAÚL. 2004)

### **1.8.13 MERCADO POTENCIAL DE REAPROVECHAMIENTO DE POLIPROPILENO**

Tomando como base la información del tercer y quinto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales del año 2009 y 2012, respectivamente se determinó que el 0.69% de residuos en el país pertenecen al polipropileno. Esto representa una cantidad de 473.57 toneladas al día de polipropileno que pueden ser reaprovechado en Lima Metropolitana y ser procesado mediante el termoconformado para la producción de bienes mobiliarios.

## **1.9 Marco Conceptual**

- **Residuos sólidos**

Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normativa nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. . (2000)

- **Ambiente**

Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

- **Residuos del ámbito de gestión municipal:** Son los residuos de origen domiciliario, comercial, de limpieza de espacios públicos y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos.

- **Residuos Domiciliarios:** Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.
- **Tratamiento:** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.
- **Bolsa de Residuos:** Instrumento de información cuyo propósito es fomentar la transacción y facilitar la valoración de los residuos que puedan ser reaprovechados.
- **Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS):** Persona jurídica que desarrolla actividades de comercialización de residuos para su reaprovechamiento.
- **Generación de residuos:** Acción no intencional de generar residuos.
- **Residuo del ámbito de gestión no municipal:** Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal.
- **Sostenibilidad:** Señalar brevemente las medidas que se han adoptado en relación con la disponibilidad de recursos para cubrir los costos de operación y mantenimiento, el cumplimiento de los arreglos institucionales, la participación de los usuarios, el uso de los servicios, la gestión de riesgos de desastres y la gestión ambiental.

- **ASTM:** Sociedad Americana de Ensayos y Materiales. Organización voluntaria que se ocupa del desarrollo de normas de consenso, procedimiento de pruebas y especificaciones de productos. (Mendez, 2010)
- **Módulo de elasticidad:** Expresa la relación existente entre la carga y la deformación dentro del límite de proporcionalidad. (Mendez, 2010)
- **Módulo de ruptura:** Tensión máxima que un espécimen de prueba rectangular puede soportar en una prueba a flexión. (Mendez, 2010)

### **Marco Legal**

- En la ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, ley 26821, se establece que el Estado deberá elaborar inventarios y valorar los recursos naturales, así como los servicios ambientales que estos podrán proveer.
- La ley general del ambiente, ley 28611, reconoce que los recursos naturales y demás componentes del ambiente cumplen funciones que permiten mantener las condiciones de los ecosistemas y del ambiente, generando beneficios que se aprovechan sin que medie retribución o compensación. Por ello, señala que el Estado deberá establecer mecanismos para valorizar, retribuir y mantener la provisión de dichos servicios ambientales. Esta norma establece una relación de lo que se entiende por servicios ambientales, entre los que se incluyen: la protección del recurso hídrico, la protección de la biodiversidad, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la belleza escénica. Determina, además, que será la autoridad ambiental nacional la que promoverá la creación de mecanismos de financiamiento, pago y supervisión de servicios ambientales.

- Decreto Legislativo N° 1278, Decreto que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos, tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, co-procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.
- El Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM), el cual establece el marco de los regímenes de lo establecido por la Ley N° 27314-Ley general de residuos sólidos.
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental N° 28245, la cual tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- La ley forestal y de fauna silvestre, ley 27308, establece que son servicios ambientales del bosque los que tienen por objeto la protección del suelo, la regulación del agua, la conservación de la diversidad biológica, de los ecosistemas y de la belleza escénica, la absorción de dióxido de carbono y, en general, el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, los que proveen los recursos forestales y de fauna silvestre otorgados bajo las modalidades de aprovechamiento.
- Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021, establece como uno de sus objetivos específicos lograr la conservación y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural del país, con eficiencia, equidad y bienestar social, priorizando la gestión integral de los recursos naturales y lograr el desarrollo

ecoeficiente y competitivo de los sectores público y privado, promoviendo las potencialidades y oportunidades económicas y ambientales nacionales e internacionales. Asimismo, una de sus metas al 2021 es el manejo, reaprovechamiento y disposición adecuada del 100% de residuos sólidos del ámbito municipal.

- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, establece como sus principios rectores a los siguientes:
  - Prevención y minimización. - La salud de las personas y del ambiente son primordiales y por ello se priorizan las medidas destinadas a conseguir la reducción de la generación de residuos sólidos, así como su peligrosidad.
  - Eficiencia de Residuos. - Promover un uso eficiente de los recursos y de la energía, la proyección es crear infraestructuras sostenibles, facilitar el acceso a servicios básicos y a productos sostenibles, así como generar empleos verdes.
  - Reciclaje. - Se facilitará a través de la valorización de los residuos, la recuperación directa de los residuos, potenciando el reaprovechamiento y reciclaje formal y los mercados de los productos recuperados, introduciendo enfoques de economía y mercado en su gestión.
  - Sostenibilidad. - Se enmarcará en la búsqueda de la sostenibilidad ambiental, social y económica de la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional como a nivel local.
  - Generación de una economía sostenible. - Promover acciones en busca de desarrollar una economía sostenible. Estas acciones estarán asociadas a la creación de economías más inclusivas, eficientes en el uso de recursos, así como ambientalmente responsables.

# **CAPÍTULO II**

## **MÉTODO**

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo de estudio**

Investigación aplicada, debido a que la presente investigación determinará el potencial del reaprovechamiento del polipropileno mediante la creación de una industria mobiliaria sostenible en Lima.

### **2.2. Diseño de Investigación**

El diseño de investigación será descriptivo, debido a que se validará la creación de una industria mobiliaria sostenible mediante la descripción del potencial reaprovechamiento del polipropileno en la ciudad de Lima.

### **2.3. Identificación de variables**

#### **2.3.1. Operacionalización de variables**

En la presente investigación se identifica las variables de investigación, realizando su definición para determinar de qué manera se realizará la observación y medición de cada una de estas variables.

En la siguiente tabla, se identifica la variable dependiente e independiente, su definición conceptual, dimensiones, indicadores y escala de medición:

Variables		Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Potencial reaprovechamiento del polipropileno		El potencial físico del reaprovechamiento del polipropileno se basará en las dimensiones y forma del material para ser transformado en mobiliario.	Potencial ambiental del polipropileno	Beneficios ambientales frente a otros materiales	Nº de beneficios ambientales
					Impacto ambiental frente a la reforestación	Cantidad potencial reforestada (Ha/año; Ha/día)
			Máximo nivel de reutilización que se otorga a las características físico mecánicas del polipropileno con la finalidad de brindar un tipo de servicio en un lugar determinado. (Askeland, Donald. 1998)	El potencial reuso del polipropileno se basará en los parámetros físico-mecánicos para resistencia a tracción y flexión del material.	Potencial reuso en la industria sostenible según sus propiedades	Resistencia a la tracción
		Deformación				%
		Módulo de elasticidad				Kg-f/cm2, MPa
		Resistencia la Flexión				Kg-f/cm2, MPa
		Anchura efectiva				cm
		Grosor efectivo				cm
		Tiempo				Min
		Velocidad	Mm/min			
Carga de Resistencia	lb, kg-f					
	La cantidad de residuos de polipropileno se determina a partir de la generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos de polipropileno	Cantidad de polipropileno a procesar por termoconformado	Nº de tableros diarios producidas		



Variables		Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
			reaprovechables en el departamento de Lima.			
Dependiente	Industria mobiliaria sostenible	Se infiere que la industria mobiliaria sostenible es la integrada por empresas con una oferta productiva que comprende mobiliario elaborado con materiales de madera, metal, tapicería sin comprometer la capacidad y disponibilidad de recursos para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. <b>(ONG - ODS; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Facultad de Ingeniería Forestal UNALM. 2008)</b>	Las características ambientales van a ser determinados por los impactos ambientales positivos que generan una industria mobiliaria sostenible y el cumplimiento de políticas ambientales locales.	Características ambientales de la industria sostenible	Análisis de impactos ambientales	Impactos positivos (%)
					Análisis de aplicación de políticas ambientales	Cumplimiento de políticas (%)
			La creación de una industria mobiliaria sostenible dependerá de la sostenibilidad que se determine mediante la oferta y demanda del producto elaborado mediante el polipropileno reaprovechado y los actores clave que permitirán su sostenibilidad.	Características económicas de la industria sostenible	Demanda de mobiliarios en Lima	Cantidad demandada del producto (Nº mobiliario/año)
					Oferta de mobiliarios en Lima	Cantidad ofertada del producto (Nº mobiliario/año)
					Lista de actores clave a intervenir	Matriz de intereses

## 2.4. Población, Muestra y Muestreo

### 2.4.1. Población

Según el **(INEI, 2016)**, en el año 2015 se generó 8,013 toneladas diarias de residuos domiciliarios en la ciudad de Lima, de los cuales según el **(MINAM, 2016)**, indica que el 6.83% son residuos reciclables, es decir 547.29 toneladas diarias. Finalmente, la población de la presente investigación se basa en el tercer informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales, el cual indica que, en la Región de Lima, la representatividad de residuos de polipropileno alcanza el 0.62%, por lo cual aplicando el criterio de representatividad de las 547.29 toneladas, nuestra población de la presente investigación será de 3.39 toneladas diarias de residuos de polipropileno.

### 2.4.2. Muestra

En la presente investigación se utilizará 4,50 Kg de polipropileno reciclado, la cual es la cantidad necesaria para producir una plancha de 1.00 x 0.5 x 0.02 metros, la cual será verificada en base a los resultados del cuestionario del especialista químico o ambiental.

### 2.4.3. Muestreo

La presente investigación utilizará el método no probabilístico intencional, el cual aplica el muestreo a criterio o juicio del investigador, con la finalidad de cumplir efectivamente con los objetivos de la investigación.

## **2.5. Criterios de selección**

### **2.5.1. Criterios de inclusión**

En el presente trabajo de investigación se incluirán sólo a las especies de madera natural que son trasladadas desde provincias y comercializadas en la ciudad de Lima y a la cantidad de polipropileno (específicamente de las tapas de botellas plásticas para bebidas) generado en Lima, así como el insumo necesario de éste para la generación de una plancha de 1.00 x 0.50 x 0.02 m.

### **2.5.2. Criterios de exclusión**

En el presente trabajo de investigación se excluye a los otros tipos de residuos que se encuentran clasificados dentro del tipo Polipropileno. Así como también se excluye a los otros seis (06) tipos de plástico.

## **2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica de recolección de datos**

Entre las técnicas de recolección de datos para la presente investigación, tenemos a la observación, obtenida de fuente tipo primaria. Además, se consideró utilizar la técnica de la entrevista, mediante el uso de instrumentos como el cuestionario. Ver Anexo N° 2.

### **Cuestionario**

Se realizará un (01) cuestionario para recolectar información acerca del polipropileno reutilizado. El cuestionario se realizará a un especialista ambiental, industrial o químico con conocimientos técnicos acerca de las características físico-químicas del polipropileno reutilizado y gestión y manejo de residuos sólidos. Este cuestionario se realiza con la finalidad de determinar la situación actual de la producción de bienes mobiliarios sostenibles con dicho

residuo y evaluar la mejor alternativa para una industria sostenible para la ciudad de Lima. El formato del cuestionario se puede observar en el Anexo N° 2 del presente trabajo de investigación.

### **Ficha Técnica**

Se utilizará la ficha técnica de evaluación con parámetros estandarizados para determinar las características físicas y mecánicas del polipropileno reciclado, de los cuales se extraerá una muestra y serán analizados, con la finalidad de determinar si es un material adecuado para la fabricación de mobiliario y determinar la sostenibilidad del polipropileno reutilizado. El formato del cuestionario se puede observar en el Anexo N° 1 del presente trabajo de investigación.

## **2.7. Validación y confiabilidad del instrumento**

### **Validación**

Se consideró la validación por contenido utilizando el criterio de jueces especializados en el tema de investigación para verificar la eficacia de los instrumentos empleados, por lo cual se cuenta con un formato establecido para la evaluación, observación y validación de estos.

N°	Nombres y apellidos	N° CIP	Especialidad	El instrumento empleado aporta sustancialmente a la investigación		Observaciones
				SI	NO	
1	Sanchez Cueva, Luis Alberto	184739	Ingeniero Ambiental	SI		
2	Pinedo Pinedo, Elvis Junior	184480	Ingeniero ambiental	SI		
3	Sandoval Alvarado, Leandro	48745	Ingeniero Civil (Especialista en Gestión y Manejo de Residuos Sólidos)	SI		

## 2.8. Método de análisis de datos

El análisis estadístico de datos será descriptivo. Los datos recopilados serán evaluados mediante la aplicación de tablas y gráficos que faciliten la interpretación de los mismos. Para el desarrollo del análisis estadístico se utilizará el programa estadístico Microsoft Excel.

- Estadística descriptiva:
  - Promedio: Parámetro que sirve para indicar la cantidad de insumo que se requerirá para aplicar el presente trabajo de investigación.
  - Tabla de frecuencias: Nos permitirá ordenar y resumir los datos más importantes del trabajo de investigación.

- Gráficos de barras: Se utilizará con la finalidad de visualizar los resultados comparativos en cantidades de porcentajes.

## **2.9. Aspectos éticos**

El investigador se compromete a demostrar y respetar la veracidad de los resultados, la propiedad intelectual de la información, la conservación del medio ambiente y la biodiversidad, la confiabilidad de los datos proporcionados por las instituciones o empresas involucradas en el trabajo de investigación y la identidad de los individuos que participan en el estudio.

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Potencial ambiental del reaprovechamiento del polipropileno

Según los datos recopilados en la entrevista, un potencial reaprovechamiento del polipropileno trae consigo una serie de beneficios ambientales, empezando por el beneficio de sus propiedades físicas, entre las cuales se muestran a continuación:

- ✓ Es inherente a los aromas
- ✓ Es impermeable
- ✓ Es liviano
- ✓ Resistente a la ruptura
- ✓ No se astilla
- ✓ No se agrieta

Asimismo, también se menciona que las propiedades físicas y mecánicas de este material tenga una **vida útil cinco veces mayor que el mobiliario fabricado con madera natural** (fabricado en base a melamine u otro tipo maderero), además en caso se fraccione el mobiliario de polipropileno reciclado se puede reprocesar para la fabricación de un nuevo mobiliario similar o diferente a gusto del cliente.

Además, como parte de sus propiedades mecánicas los tableros producidos a base de polipropileno reciclado muestran los siguientes beneficios ambientales:

- ✓ **Contribuye al menor consumo de recursos naturales.**
- ✓ **Contribuye a la disminución en los índices de deforestación.**
- ✓ **No proliferan bacterias ni plagas asociadas a la madera natural.**
- ✓ **Es resistente a ácidos y álcalis.**
- ✓ **Contribuye al cumplimiento de políticas ambientales actuales en el país.**
- ✓ **Contribuye a la generación de compras sostenibles.**



- ✓ **Aplica el principio de responsabilidad extendida del productor para residuos plásticos de consumo masivo.**

Finalmente, como beneficios adicionales se observaría el aumento de conciencia ecológica por parte de la población al sustituir mobiliario tradicional a base de madera natural por un mobiliario sostenible mediante el plástico reaprovechado y se reduciría considerablemente la cantidad comercializada de toneladas de madera natural extraída de los bosques amazónicos de nuestro país.

Por otra parte, los índices de deforestación disminuirían considerablemente al utilizarse esta alternativa, siendo los índices actuales los siguientes:

**Cuadro N° 1: Cantidad diaria deforestada en el Perú al año 2000**

<b>AÑO</b>	<b>CANTIDAD DEFORESTADA (Ha/año)</b>	<b>CANTIDAD DEFORESTADA DIARIA (Ha/día)</b>
2000	7,172,554	19,650.8

Fuente: Anuario de estadísticas ambientales 2016 – INEI

Con este dato podríamos determinar que, al potencial máximo de producción de tableros fabricados a base de polipropileno reaprovechado, podríamos contrarrestar 19,650.8 hectáreas que se encuentran deforestadas en la amazonía peruana. Asimismo, se tiene la producción de madera rolliza, utilizada para elaboración de mobiliarios, como se muestra a continuación:

**Cuadro N° 2: Cantidad diaria producida de madera rolliza en el Perú al año 2015**

<b>AÑO</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA DE MADERA ROLLIZA (m3/año)</b>	<b>CANTIDAD PRODUCIDA DE MADERA ROLLIZA DIARIA (m3/día)</b>
2015	1694431	4642.3

Fuente: Anuario de estadísticas ambientales 2016 – INEI

Con 3.39 Toneladas diarias de polipropileno reaprovechado mediante el reciclado mecánico, se puede contrarrestar 4642.3 m<sup>3</sup> de madera rolliza, tales

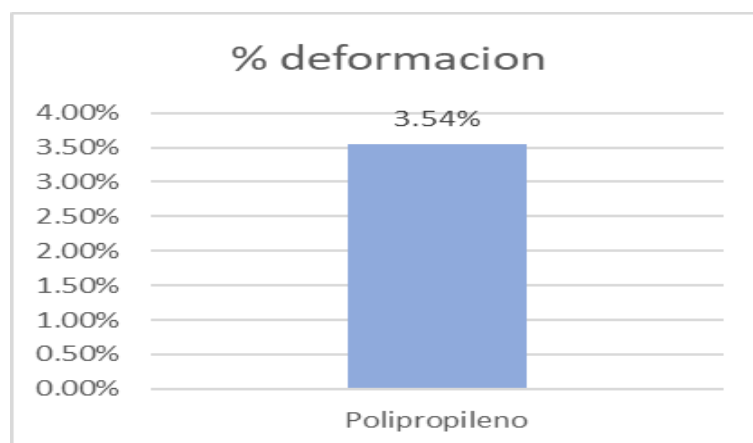
como caoba, catahua, cedro, eucalipto, tornillo, roble, ishpingo, entre otros que se conservarían en su hábitat natural amazónica.

### **3.2 Resultados del potencial reuso de reaprovechamiento del polipropileno para la generación de una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima**

Para la determinación de los resultados, en primer lugar, se procedió a realizar análisis de las propiedades del polipropileno, utilizando fichas técnicas para la recolección de datos. Para ello, se tomó como fuente un diagnóstico preliminar del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en colaboración con la ONG ODS – Organización para el desarrollo sostenible (2008), para el análisis de propiedades mecánicas de los plásticos en general. Para esta investigación se tomó específicamente al análisis del polipropileno en ensayos de resistencia a la flexión y resistencia a la tracción paralela en placas de 50 \* 50 cm.

De acuerdo a la ficha técnica de las propiedades físicas y mecánicas del reaprovechamiento del polipropileno, se obtuvieron los siguientes datos del ensayo de tracción:

**Gráfico N° 1: Deformación del polipropileno reaprovechado**

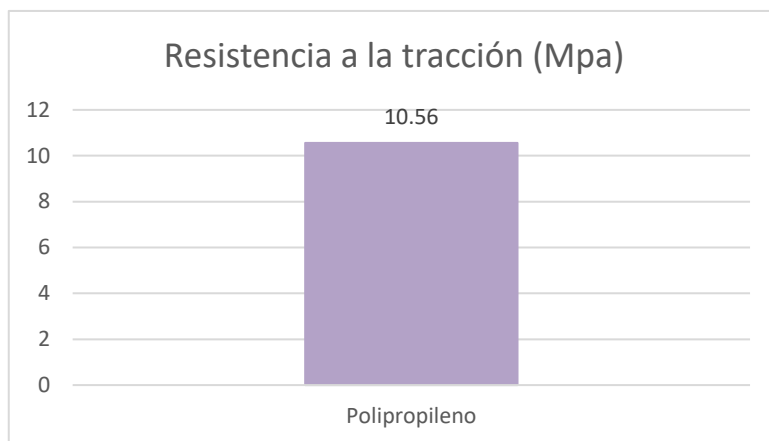


Fuente: Ficha técnica del polipropileno reaprovechado

La deformación encontrada en este material alcanza el 3.54%, lo cual se encuentra dentro del rango promedio según otras teorías relacionadas mostradas en el primer capítulo.

Asimismo, se obtuvo el indicador de la resistencia a la tracción que se muestra a continuación:

**Gráfico N° 2: Resistencia a la tracción del polipropileno reaprovechado**

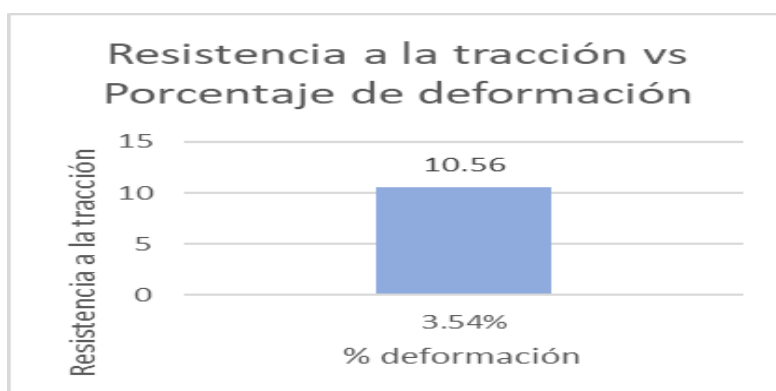


Fuente: Ficha técnica del polipropileno reaprovechado

Según el gráfico, se obtuvo que la resistencia a la tracción es de 10.56 MPa, que según las dimensiones de la muestra es adecuado para el material. No se acerca al rango de otras teorías similares mencionadas en el primer capítulo, esto debido a que se agregaron otros componentes al material, como aserrín y otros similares.

Asimismo, se puede obtener un análisis comparativo entre la deformación y la resistencia a la tracción, tal como se muestra a continuación:

**Gráfico N° 3: Resistencia a la tracción vs porcentaje de Deformación**



Fuente: Ficha técnica del polipropileno reaprovechado

Además, se realizaron ensayos de flexión a los cuales se realizó una gráfica en comparativa con el porcentaje de deformación, como se muestra a continuación:

**Gráfico N° 4: Resistencia a la tracción vs porcentaje de Deformación**



Fuente: Ficha técnica del polipropileno reaprovechado

Asimismo, de acuerdo a la referencia mencionada en la ficha técnica (Anexo N° 1) y a las conclusiones planteadas, el polipropileno reaprovechable es un material resistente a la tracción y flexión, compatible con la madera plástica que se produce en otros países de la Región. Por lo cual, se demuestra que este material puede utilizarse para la producción de mobiliarios y para este caso, mediante las propiedades físicas y mecánicas con las que cuenta el polipropileno, se puede aplicar un reciclaje mecánico utilizando el proceso de termoconformado,

### 3.1 Cantidad de residuos de polipropileno a procesar por Termoconformado

Según los datos recopilados del especialista en Gestión y Manejo de Residuos Sólidos e impulsor de la planta piloto de fabricación de mobiliario en base a plásticos reaprovechados, Leandro Sandoval (Anexo N° 2), la cantidad de polipropileno utilizado para producir tablas de 1.00 x 0.50 x 0.02 m, es de 4.50 Kg, por lo cual si calculamos según nuestra población tenemos lo siguiente:

**Cuadro N° 3: Cantidad de residuos de polipropileno a reaprovechar**

<b>Generación anual de residuos sólidos (Ton/año)</b>	<b>Generación diaria de residuos sólidos (Ton/día)</b>	<b>Cantidad de residuos reaprovechables (Ton/día)</b>	<b>Cantidad de residuos de polipropileno reaprovechables (Ton/día) (A)</b>
<b>2,924,779</b>	<b>8,013.09</b>	<b>547.29</b>	<b>3.39</b>

Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales 2016, PLANRES 2016-2024, Tercer informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales.

Por medio de los datos recopilados, se obtiene que la cantidad de residuos de polipropileno a reaprovechar es de 3.39 toneladas al día. Por lo cual, se procede a determinar la cantidad de tableros de polipropileno reciclado que se podría someter a producción diaria, tal como se muestra a continuación:

**Cuadro N° 4: Cantidad potencial de tableros de polipropileno reciclado producidos diariamente**

<b>Cantidad de residuos de polipropileno reaprovechables (Ton/día) - (A)</b>	<b>Cantidad de polipropileno reciclado que se utiliza como insumo para un tablero (Ton/día/tablero) - (B)</b>	<b>Potencial producción diaria de tableros de polipropileno reciclado (N° tableros/día) - (A) / (B)</b>
<b>3.39</b>	<b>0.0045</b>	<b>754</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que la cantidad potencial de tableros de polipropileno producidos por el proceso de reciclaje mecánico y termoconformado al día es de 754. Esto quiere decir que podría generarse 754 tipos de mobiliario sostenible al día en la ciudad de Lima.

### 3.1.1 Políticas cumplidas a efectos del potencial reaprovechamiento del polipropileno

Para el caso de las políticas cumplidas a efectos del potencial reaprovechamiento del polipropileno se analiza los objetivos principales de cada política ambiental vigente relacionado a la gestión y manejo de residuos sólidos municipales y no municipales.

Para ello, tenemos un cuadro de cumplimiento de estas políticas a nivel nacional, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 5: Cantidad de políticas ambientales cumplidas al generarse una industria mobiliaria sostenible**

<b>Políticas ambientales</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>PLANRES 2016-2024</b>	
<b>Principios rectores:</b>	
Prevención y minimización	X
Eficiencia de residuos	X
Reciclaje	X
Sostenibilidad	X
Generación de una economía sostenible	X
Ciencia y tecnología	X
<b>Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) - ONU</b>	
Obj. 3: Salud y Bienestar	X
Obj. 11: Ciudades y comunidades sostenibles	X
<b>PLANAA 2011-2021</b>	
<b>Acción estratégica</b>	
Asegurar el tratamiento adecuado de los residuos sólidos del ámbito municipal	X
Minimizar la generación, mejorar la segregación, recolección selectiva y reciclaje de residuos sólidos del ámbito municipal	X
<b>Porcentaje cumplido de políticas ambientales</b>	<b>100%</b>

Tal como se aprecia en el cuadro, en caso se genere una industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima, cumpliría cabalmente con las metas, lineamientos y políticas ambientales que se tienen a nivel nacional (100%), por lo que una industria mobiliaria sostenible traería consigo un modelo ejemplo de tratamiento y reaprovechamiento de residuos sólidos municipales.

### 3.3.2. Identificación y análisis de Impactos ambientales

Para obtener un dimensionamiento de los impactos ambientales que podría ocasionar la generación de una industria mobiliaria sostenible, a través de la producción de tableros a base de polipropileno reaprovechado, se realizó una matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, tal como se muestra a continuación:

**Cuadro N° 6: Matriz de identificación de impactos ambientales (cuadro resumen)**

	Componentes	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Variables físicas	AIRE	Generación de material particulado por transporte de materiales	Contaminación del aire
		Emisión de gases insignificativos por calentamiento de insumo (plástico)	Contaminación del aire
	RUIDO	Generación de ruido por actividad de calentamiento de plástico en horno	Contaminación sonora
	AGUA	Generación de efluentes por lavado de plástico	Contaminación de recurso hídrico
	SUELO	Alteración en la disponibilidad del recurso suelo	Contaminación del recurso suelo
Cambios en la geomorfología del suelo			

Al identificarse los impactos ambientales, se procedió a valorizar estos impactos para determinar si el proceso productivo de este material es positivo o negativo.

**Cuadro N° 7: Evaluación de impactos ambientales y medidas preventivas**

V	Componentes	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Valoración ambiental	Medidas de prevención y/o mitigación
Variables físicas	AIRE	Generación de material particulado por transporte de materiales	Contaminación del aire	-1	Riego diario en vía de transporte principal adyacente a la planta de producción

V	Componentes	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Valoración ambiental	Medidas de prevención y/o mitigación
		Emisión de gases insignificativos por calentamiento de insumo (plástico)	Contaminación del aire	-1	Mantenimiento preventivo de equipos (horno)
	<b>RUIDO</b>	Generación de ruido por actividad de calentamiento de plástico en horno	Contaminación sonora	-1	Mantenimiento preventivo de equipos (horno)
	AGUA	Generación de efluentes por lavado de plástico	Contaminación de recurso hídrico	-1	Los efluentes de lavado está compuesto principalmente por espuma, por lo cual estas sólo se eliminarán con el constante rociado de agua potable.
	SUELO	Alteración en la disponibilidad del recurso suelo	Contaminación del recurso suelo	0	Ninguna
Cambios en la geomorfología del suelo					
Variable	BIOLÓGICO	Alteración de flora	Pérdida de la biodiversidad local	0	Ninguna
		Alteración de fauna			
Variable social	SOCIOECONÓMICO	Riesgo en la seguridad de trabajadores	Peligro en la salud de operarios	-1	Uso de mascarilla y guantes por el personal operario.
		Opinión Pública	Mejora de la imagen en Gestión y tratamiento de residuos solidos	+3	Difusión y marketing acerca del mobiliario sostenible
		Generación de empleo	Mejora en la economía local	+3	Brindar oportunidades laborales a las personas del entorno local
		Alteración del paisaje	Pérdida de la imagen paisajística original	0	Ninguna



Leyenda:

Neutral	0
Insignificante	1
Moderado	2
Altamente Significativo	3

Impacto:

Positivo	+
Negativo	-

Resultado de evaluación:

Impactos	Total
Positivos	+6
Negativos	-5

El saldo de la evaluación determinó que existen mayores impactos ambientales positivos para el proceso de fabricación de tableros a base de polipropileno reaprovechado en la ciudad de Lima.

### 3.3.3. Demanda de tableros de polipropileno reaprovechado

Por otra parte, se tiene a la producción anteriormente calculada, determinándose ahora la producción anual que podría ser demandada en el país:

**Cuadro N° 8: Demanda de tableros de polipropileno reciclado**

Cantidad de residuos de polipropileno reaprovechables (Ton/día)	Potencial producción diaria de tableros de polipropileno reciclado (N° tableros/día)	Demanda de tableros de polipropileno reciclado (N° tableros/año)
3.39	754	275,210

Asumiendo que cada tablero de polipropileno reciclado de medidas 1x 0.5x 0.02 m, se elabora una unidad de mobiliario, dando el ejemplo de una carpeta; se produciría 275,210 unidades mobiliarias sostenibles anualmente. Esto contrarresta con las

29,000 unidades productos madereros (Diario Gestión, 2015) que se demanda en las viviendas de Lima.

Esto quiere decir que las unidades de mobiliario sostenible satisfacen la demanda de mobiliario maderero, en un escenario de búsqueda de productos alternativos y sostenibles.

### 3.3.4. Lista de actores clave a intervenir en un escenario de la generación de una industria mobiliaria sostenible

Por otra parte, se realizó una matriz de intereses en un escenario de la generación de una industria mobiliaria sostenible:

**Cuadro N° 9: Matriz de intereses de industria mobiliaria sostenible**

<b>Nº</b>	<b>Intereses de la industria</b>	<b>Actores clave</b>	<b>Apoyo técnico</b>	<b>Beneficiarios</b>
1	Sustituir la madera natural	MINAM, MINCETUR, SERFOR, PRODUCE, CITE Madera y Sector privado	Sector privado	CONSUMIDOR FINAL
2	Desarrollar y promover el uso de la tecnología	CITE Madera, PRODUCE, MINAM, Sector privado	PRODUCE, MINAM, ADEX	
3	Aumentar la comercialización de los residuos de polipropileno	MINAM, Sector privado, EC-RS, asociaciones de recicladores municipales	MINAM	
4	Contar con personal técnico adecuado	CITE Madera, sector privado	SUNEDU, Universidades públicas y privadas	
5	Desarrollo social	MINTRA, SUNAFIL, MINAM	MINAM	
6	Contar con sistema de control de calidad	PRODUCE, Sector	MINAM, PRODUCE	

		privado, MINAM		
--	--	-------------------	--	--

Esta matriz de intereses nos permite conocer a los actores alternativos a intervenir en la demanda de polipropileno reciclado para la generación de mobiliario sostenible entre los cuales los más importantes, lo representan el MINAM y PRODUCE, así como el sector privado juega un papel importante al contribuir al desarrollo y difusión de esta tecnología.

### 3.3.5. Oferta de mobiliarios en la ciudad de Lima

Según, FONCODES (FONCODES, 2016), el Sector PRODUCE, muestra una inversión en el sector MYPE de Madera natural al año 2016 según el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 10: inversión en sector MYPE Madera**

SECTOR MYPE	N° MYPE	INVERSIÓN (S/.)
MADERA	939	92,405,020.00

Fuente: FONCODES

Según el cuadro 939 MYPEs tuvieron una inversión de 92,405,020 nuevos soles en actividades extractivas de madera natural y sus derivados. Asimismo, se tiene que para el sector Educación, se adquirieron 111,276 módulos escolares (carpetas, sillas, pupitres) para instituciones educativas de la sierra y 103,424 módulos escolares para instituciones educativas de la selva. (FONCODES, 2016).

Asimismo, para 746 instituciones educativas de los distritos de Lima Sur y Lima Norte se destinan 286,950 módulos de sillas y carpetas, lo cual demanda un inversión de 74.29 millones de soles.

### Costos unitarios variables del polipropileno reciclado

Los costos variables incluyen la materia primera y la mano de obra directa (obreros y/o empleados cuyos esfuerzos están directamente asociados al producto elaborado). Tenemos 2 costos variables: el de una placa 100cmx50cm y el de un mobiliario.

El costo variable de una placa de 100cmx50cm contiene:

- Materia y Insumo: Polipropileno, Desmoldante, Trapo Industrial, Agua, Electricidad
- Mano de obra: Operario de producción

**Su costo unitario variable es de S/. 12,97 nuevos soles.**

El costo variable promedio de un mueble escolar contiene:

- Materia y Insumo: Placa 100cmx50cm, Abrasivos, Tubos, Piezas metálicas, Tornillos, tuercas, Soldadura, Pintura, Electricidad, Bolsas y papel (Embalaje)
- Mano de obra: Operario de fabricación

**Su costo unitario variable es de S/.35.65 nuevos soles.**

# **CAPÍTULO IV**

## **DISCUSIÓN**

## **IV. DISCUSIÓN**

### **4.1. Potencial ambiental y de reuso del polipropileno para generación de industria mobiliaria sostenible**

Para confirmar que el método de termoconformado y reciclaje mecánico es el adecuado, se tuvieron que realizar en ensayos de resistencia a la tracción y flexión. Por lo cual, de acuerdo a los análisis físicos y mecánicos, los resultados determinan que la resistencia a la tracción obtenida, varía de acuerdo a la deformación del material y su módulo de elasticidad, es así como obtenemos con una deformación de 3.54% a una resistencia a la tracción de 10.56 MPa, comparado a los 1028 MPa según la referencia de la ficha técnica, el cual utilizó plástico virgen y material maderero como adicional. Por lo cual, al no existir estudios a nivel nacional y encontrar estudios a nivel internacional con ensayo de polipropileno con mezcla, este resultado se relaciona directamente según la deformación. Al ser este 3.54%, la resistencia a la tracción es promedio con respecto a otros materiales plásticos y la madera natural.

Por otra parte, los ensayos de flexión nos indican que se obtuvo una resistencia a la flexión de 13.48 MPa, comparados a la referencia de la ficha técnica del estudio en Cuba (17.53 MPa), podríamos deducir que son indicadores similares en cuanto a resistencia a la flexión. Por lo tanto, dado los ensayos de tracción y flexión, se infiere que el material reaprovechado es adecuado para el proceso de termoconformado y reciclaje mecánico, por lo cual podemos indicar que puede producirse mobiliarios en base a este material reciclado y generar una pequeña industria mobiliaria sostenible.

Asimismo, según el cuadro N° 1 y 2, obtenemos que la producción potencial diaria de tableros a base de polipropileno reaprovechado es de 754 tableros por día. Esto nos indica que en el caso que se genere una industria mobiliaria sostenible, su capacidad de producción actual de 754 mobiliarios, lo cual nos confirma a los antecedentes proporcionados, que existe un porcentaje de reaprovechamiento que no fue utilizado adecuadamente y mediante estos resultados, nos indica que existe una alternativa sustitutoria al mobiliario de madera natural.

#### **4.2. Beneficios ambientales del reaprovechamiento potencial del polipropileno para generación de industria mobiliaria sostenible**

Los resultados nos indican que las propiedades físicas y mecánicas del reaprovechamiento del polipropileno son numerosas y positivas, siendo los principales beneficios, la vida útil cinco veces mayor que el mobiliario elaborado a base de madera natural, no cuenta con sus desventajas (agrietamiento, astillamiento, proliferación de bacterias o plagas, resistencia a ácidos y álcalis) y el beneficio fundamental sería la disminución de los índices de deforestación. Esto nos determina que podrían restaurarse 19650.8 hectáreas de áreas deforestadas actualmente.

Además, con 3.39 toneladas diarias de polipropileno reaprovechado, se pueden evitar la comercialización de 4642.3 m<sup>3</sup> de madera rolliza, las cuales podrían conservarse en su hábitat natural. Esto nos indica que la implementación de este estudio, proporciona los mismos beneficios ambientales de las teorías relacionadas al tema, validando nuestros resultados.

#### **4.3. Característica ambientales y económicas para el reaprovechamiento de polipropileno en una industria mobiliaria sostenible**

De acuerdo a las referencias bibliográficas, nos indican que para conocer si el reaprovechamiento del polipropileno va dentro de los lineamientos de una sostenibilidad ambiental es importante conocer si se ajusta a la política local ambiental del país, por lo cual, los resultados del cuadro N° 5 nos indican que este reaprovechamiento potencial se alinea a las políticas ambientales actuales dentro de nuestro país, tales como los principios rectores del PLANRES 2016-2024, los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU y las acciones estratégicas del PLANAA 2011-2021. Por lo cual cumple con las metas y lineamiento que se traza en la normativa peruana y podría generarse una pequeña industria mobiliaria sostenible.

Asimismo, los resultados muestran la evaluación de impactos ambientales negativos y positivos del potencial reaprovechamiento de polipropileno; los cuales determinas que son mayores los impactos ambientales positivos, destacándose entre ellos la opinión pública mediante la mejora de la imagen local en gestión y

tratamiento de residuos sólidos municipales y la mejora en la economía local, mediante la generación de puestos de empleo en la ciudad de Lima. Por lo tanto, esto nos indica que se refuerza la teoría que cumple con alcanzar la sostenibilidad ambiental del proyecto.

Por otra parte, se determinó la demanda de tableros de polipropileno reaprovechado, siendo 275,210 tableros que podrían fabricar anualmente, satisfaciendo la demanda local y sustituyendo a productos fabricados a base de madera natural. Siendo este, un indicador positivo de sostenibilidad ambiental, al referirse al desarrollo de tecnologías que sustituyan el consumo de recursos natural, evitando el agotamiento de estos.



# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES**

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Los análisis físicos y mecánicos que se analizaron al material reaprovechado, indican que es un material resistente a tracción y flexión, por lo cual se podrían elaborar tableros y mobiliarios a base de polipropileno reciclado.
- ✓ La producción potencial de este material reciclado, mediante la fabricación de tableros y mobiliarios, sería de 754 tableros, lo cual representaría al porcentaje actual material PP no reaprovechado localmente.
- ✓ Los beneficios ambientales que trae consigo el reaprovechamiento potencial del polipropileno es la disminución en áreas deforestadas y consumo de madera rolliza utilizada para la fabricación de mobiliarios, siendo 4642. m<sup>3</sup> de madera que se conservaría en los bosques amazónicos.
- ✓ El presente trabajo de investigación, se alinea y cumple con las políticas ambientales locales e internacionales, por lo cual contribuiría a la búsqueda de alternativas tecnológicas sostenibles para sustituir el consumo de los recursos naturales para procesos productivos.
- ✓ La evaluación de impactos ambientales determina un saldo positivo, mediante la mejora en la gestión y tratamiento de residuos sólidos municipales y la generación de empleo local en la ciudad de Lima.
- ✓ La matriz de intereses nos determinó la oportunidad de reforzar la implementación del reaprovechamiento potencial del polipropileno en la ciudad de Lima, contando como actores clave a instituciones como PRODUCE, MINAM, CITE Madera y el sector privado, así como el apoyo técnico de estos para la mejora en el proceso productivo de los tableros a base de material reciclado.
- ✓ El costo unitario variable de cada mobiliario sería de 35 nuevos soles aproximadamente, un valor 60% menor al costo de producción de un mobiliario elaborado a base de madera natural.
- ✓ Las discusiones nos infieren que la generación de una industria mobiliaria sostenible es posible mediante el reaprovechamiento potencial del polipropileno, mostrando mediante sus propiedades, beneficios y características ambientales y económicas que se alinean a los trabajos de investigación locales e internacionales.

# **CAPÍTULO VI**

## **RECOMENDACIONES**

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe fomentar el reaprovechamiento del polipropileno en las viviendas e instituciones públicas y privadas, ya que este material se encuentra fácilmente en envases de consumo masivos, como tapas de botella de agua y aceite.
- ✓ Para la generación de una industria mobiliaria sostenible, se debe realizar coordinaciones y mesas de trabajo con los actores clave y apoyo técnico encontrado en la matriz de intereses, siendo los principales llamados a intervenir PRODUCE, MINAM y el sector privado.
- ✓ El estado debe fomentar las compras públicas sostenibles, basándose como uno de los recursos la fabricación de mobiliario sostenible del polipropileno reaprovechado y realizando una implementación piloto en las escuelas públicas con la compra de sillas, carpetas y muebles.
- ✓ El plan de modernización municipal, en el cual el MEF establece metas presupuestarias para la gestión de residuos sólidos, debería contar con un acápite en el que se refuerce la compra de mobiliario sostenible o tecnologías alternativas para el uso de la localidad, en el cual la municipalidad metropolitana de Lima, sería el llamado a iniciar al contar con datos relevantes en esta investigación.
- ✓ Los municipios distritales de la ciudad de Lima, deberían incluir en sus programas de recolección selectiva a los residuos de polipropileno, fomentando su comercialización con asociaciones de recicladores y/o EC-RS.
- ✓ El estado, mediante el Ministerio del Ambiente, debe fomentar la presentación de ferias ecológicas, mostrando tecnologías ambientales alternativas al consumo de recursos naturales y creando conciencia y cultura ambiental entre la población local.
- ✓ La generación de una industria mobiliaria sostenible en Lima podría ser a gran escala, si el Estado crea Asociaciones Público Privadas para el intercambio y/o implementación de este tipo de tecnologías ambientales a cambio que este otorgue un servicio ambiental a la población.

**CAPÍTULO VII**

**REFERENCIAS**

**BIBLIOGRÁFICAS**

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ASKELAND, Donald R.** Ciencia e Ingeniería de los materiales. Internacional Thomson Editores. 3ra edición. 1998.

*Desarrollo Industrial Sostenible e Inclusivo. Creando una prosperidad compartida, protegiendo el medio ambiente.* **ONU DI. 2014.** Viena : Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2014.

**Diario Gestión. 2015.** El 65% de los limeños prefieren productos de madera para sus hogares. *Diario Gestión.* 2015.

**Escobar Díaz, José Antonio. 2016.** El Desarrollo Sostenible y su relación con la industria maderera en la ciudad de Iquitos. *El Desarrollo Sostenible y su relación con la industria maderera en la ciudad de Iquitos.* Iquitos : s.n., 2016.

*Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales.* **Martínez-López, Yonny y Fernández-Concepción, Raúl R. 2014.** 3, Guantánamo : Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 2014, Vol. 20.

**FAO. 2016.** *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015.* Roma : FAO, 2016. ISBN 978-92-5-309283-3.

**FONCODES. 2016.** *Compras a MYPErú.* Lima : s.n., 2016.

**2016.** GOB.MX. [En línea] 2016.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/129438/sector\\_Industria\\_Muebles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/129438/sector_Industria_Muebles.pdf).

**Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2010.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

**Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2006.** *Metodología de la Investigación.* México D.F. : McGRAWHILLINTERAMERICMA EDITORES, SA DE C.V , 2006. ISBN 970-10-5753-8 .

**INEI. 2016.** *Anuario de Estadísticas Ambientales 2016.* Lima : INEI, 2016.

*La Industria Sostenible en el Perú: Reto para el Desarrollo Nacional.* **Romero B., Alfonso, Inche M., Jorge y Cáceres S., César. 2002.** 1, Lima : Industrial Data, 2002, Vol. 5.

**LA REPUBLICA. 2014.** Lima tiene más de 6 mil colegios privados y cerca de 2 mil centros públicos, según Mapcity. *Sociedad.* Diario, 2014, <http://archivo.larepublica.pe/21-07-2014/lima-tiene-mas-de-6-mil-colegios-privados-y-cerca-de-2-mil-centros-publicos-segun-mapcity>.

**2000.** *Ley General de Residuos Sólidos. Ley 27314.* Lima : MINAM, 2000.

**Mendez, Emerson Victor Manuel Perez. 2010.** Análisis de las propiedades físico-mecánicas para un sustituto de madera natural elaborado a base de plásticos reciclados. *Análisis de las propiedades físico-mecánicas para un sustituto de madera natural elaborado a base de plásticos reciclados*. Guatemala : s.n., 2010.

**MINAM. 2016.** *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Lima : MINAM, 2016.

**MINISTERIO DE AMBIENTE.** Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público. *Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público*. [En línea] [Citado el: 21 de Mayo de 2015.] <http://ecoeficiencia.minam.gob.pe/public/docs/28.pdf>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2012.** Ciudadanía Ambiental Guía educación en Ecoeficiencia. *Ministerio del Ambiente*. [En línea] Agosto de 2012. [Citado el: 25 de Abril de 2015.] <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2013/10/Gu%C3%ADa-Educ-en-Ecoef-en-Word-18-Jul.pdf>. ISBN: 201208386.

—. **2009.** La Política Nacional del Ambiente. *Ministerio del Ambiente*. [En línea] 23 de Mayo de 2009. [Citado el: 27 de Mayo de 2015.] <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/Pol%C3%ADtica-Nacional-del-Ambiente.pdf>.

—. **2004.** *Ley General de Residuos Sólidos N° 27314*. Lima : El Peruano, 2004.

—. **2005.** *Ley General del Ambiente N° 28611*. Lima : El Peruano, 2005.

—. **2005.** *Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental N° 28245*. Lima : El Peruano, 2005.

**Ministerio del Ambiente. 2014.** *Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal 2013*. Lima : s.n., 2014.

**ONG - ODS; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Facultad de Ingeniería Forestal UNALM. 2008.** *Propiedades Mecánicas preliminares de la Madera Plástica*. Lima : Oficina de Medio Ambiente OMA -MVCS, 2008.

**ONU. 1987.** *Informe Brundtland*. Nueva York : s.n., 1987.

**ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL. 2005.** Decreto Supremo N° 008-2005-PCM . *Ministerio del Ambiente*. [En línea] 2005. [Citado el: 19 de Mayo de 2015.] [http://www2.oefa.gob.pe/documentos/marcojuridico/MJ010\\_DS008-2005-PCM.pdf](http://www2.oefa.gob.pe/documentos/marcojuridico/MJ010_DS008-2005-PCM.pdf).

**Trespalacios, Juan, Vázquez, Rodolfo y Bello, Laurentino. 2005.** *Investigación de Mercados*. [Libro] Madrid : Grafica Rogar, 2005. ISBN: 84-9732-377-7.

# **ANEXOS**



## ANEXO N° 1

### FICHA DE PROPIEDADES FISICO – QUÍMICAS DEL POLIPROPILENO RECICLADO

#### DATOS GENERALES:

DENOMINACIÓN O NOMBRE COMÚN: Polipropileno (PP)

DESCRIPCIÓN:

FORMA: Tablero cuadrado

APLICACIÓN: Tapas de botellas, películas para alimentos, bolsas tejidas, jeringas descartables, entre otros.

Norma de ensayo: ASTM D 1037-64

Fuente: (ONG - ODS; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Facultad de Ingeniería Forestal UNALM, 2008)

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

MATERIAL: Polipropileno reciclado

#### DIMENSIONES:

	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
ALTURA TOTAL	2	cm
ANCHO TOTAL	50	cm
LARGO TOTAL	50	cm

#### Parámetros de Ensayo de tracción:

Probeta	Tiempo (min)	Velocidad (mm/min)	Carga de R (lb)	Carga de R (kg-f)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Polipropileno	1.50	3.84	1224	555.55	4.30	1.20

## ENSAYO DE TRACCIÓN:

Para el ensayo de tracción, se utilizó como referencia la resistencia a la tracción de tableros de madera plástica con 1028 MPa a una deformación de 0.15%. (Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales, 2014)

Deformación (%)	Resistencia a la tracción (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Tracción (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (MPa)
3.54	107.66	10.56	3041.5	298.27

## ENSAYO DE FLEXIÓN:

Para el caso del ensayo de flexión, se precisa que las dimensiones no coinciden con las indicadas en la norma ASTM para flexión de materiales aglomerados y/o particulados. Como referencia se tuvo a que el módulo de rotura para tablero de Madera plástica es de 17.53 MPa. (Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales, 2014)

Grosor efectivo (cm)	Anchura Efectiva (cm)	Módulo de elasticidad (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Flexión (MPa)
1.7	4.3	1.12	137.46	13.48

## Conclusiones:

De acuerdo a los ensayos de tracción en comparación a la referencia, la resistencia de tracción es ampliamente diferente debido a que el índice de deformación varía en más del 3% y la muestra no es del todo uniforme, sin embargo, según para Ministerio de Vivienda bajo una mejora en el proceso de calentamiento, este índice puede elevarse.

Asimismo, para el caso de la resistencia a la flexión se observa que el resultado obtenido es cercano al indicador de la referencia, por lo cual se ciñe a la línea de lo que se quiere conseguir, que es un material resistente con propiedades físicas y mecánicas capaz de reemplazar a la madera natural.

**Reporte fotográfico:**

<b>Probeta traccionada</b>	<b>Fractura de probeta</b>
	
<b>Probeta flexionada</b>	<b>Fractura de probeta</b>
	

## ANEXO N° 2

### CUESTIONARIO SOBRE LOS ASPECTOS AMBIENTALES POSITIVOS Y NEGATIVOS PARA LA GENERACIÓN DE UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE CON POLIPROPILENO REAPROVECHADO

**Objetivo:** Conocer los impactos ambientales positivos y negativos producidos por el reaprovechamiento de polipropileno como insumo para la producción de bienes mobiliarios. Para esto, se realizará una entrevista a un especialista ambiental, químico o industrial con conocimientos técnicos sobre las propiedades del polipropileno reaprovechado y su impacto ambiental mediante la producción de bienes mobiliarios.

#### I. DATOS GENERALES

**Nombres y Apellidos:** Leandro Sandoval Alvarado

**Profesión:** Ingeniero Civil CIP N° 48745

**Especialidad:** Especialista en Gestión y Manejo de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales.

#### II. DATOS TÉCNICOS

Responder las siguientes preguntas:

##### 1. ¿Qué beneficios trae el reaprovechamiento de residuos de polipropileno para la producción de bienes mobiliarios?

Rpta: El reaprovechamiento de los residuos de polipropileno tienen una variedad de beneficios ambientales y económicos que contribuirían a una economía circular en el país, ya que son fácilmente recopilados al estar presente en productos de consumo masivo, tales como tapas de botellas, cajas para bebidas, bolsas de rafia tejidas, películas/film para alimentos, baldes para pintura, fibras para tapicería, entre otros y tienen las propiedades que son inertes al contenido, resistentes a una temperatura de hasta 135 °C, es inherente a los aromas, es impermeable, liviano, resistente a la ruptura, no es

tóxico y tiene una alta resistencia química. Por lo cual, al estar al alcance de un acopio rápido de estos residuos y al contar con propiedades físicas y mecánicas óptimas para un proceso de reciclaje mecánico y termoconformado, esta puede ser utilizada para producir tablas de plástico, mobiliario escolar y de hogar que sustituiría al mobiliario convencional como la madera natural, por una sostenible que puede ser re-procesado a través del tiempo, originando una economía circular, generando puestos de trabajo y contribuyendo al desarrollo sostenible. Además, facilitaría el acceso a las compras públicas sostenibles, el cual es uno de los lineamientos a seguir en el Plan Nacional de Residuos Sólidos 2016-2024.

**2. ¿Cuáles son los impactos positivos o negativos que trae consigo la comercialización de residuos de polipropileno en la producción de bienes mobiliarios?**

Rpta: Si se logra una adecuada comercialización de residuos de polipropileno, siendo el más común las tapas de botellas de agua o aceite, podría marcar el inicio de la producción de mobiliarios sostenibles, ocasionando que la cantidad de residuos disminuya considerablemente, evitando una disminución en la vida útil de los rellenos sanitarios y minimizando los costos de recolección de residuos, ahorrando recursos naturales como energía y materia prima que se utilizan para producir mobiliarios con madera natural, reduciendo energía en el transporte de materiales, causando además una disminución en el consumo de combustible y contribuyendo a la reducción del efecto invernadero.

Asimismo, se generan puestos de empleo para las asociaciones de recicladores, remuneración económica en la venta de estos residuos y contribuyendo a una imagen social positiva al implementarse el reciclaje de estos residuos en la ciudad de Lima.

**3. ¿Qué cantidad de residuos de polipropileno reaprovechado o recuperado se necesita para producir un tablero de densidad media?**

Rpta: En conjunto a la empresa RECOMAT y recibiendo el aval del Ministerio del Ambiente, en el año 2009 se creó una planta piloto para aplicar el reciclaje mecánico y termoformado de los residuos reaprovechados, tales como el PET y el polipropileno, creando tablas de densidad media de medidas 1.00 x 0.50 x 0.02 m, para esto se necesitó 4,50 kg de residuos de polipropileno triturado y lavado (previamente seleccionado por color) como insumo por cada tablero, siendo uniforme al pasar por un proceso de calentamiento y enfriamiento por prensa de aire y posteriormente tallado en el área de carpintería.

**4. ¿Qué maquinaria se necesita para producir bienes mobiliarios con residuos de polipropileno?**

Rpta: Para la planta piloto, analizamos la maquinaria que se necesitaba para la producción de estos tableros, en cuyo caso se instalaron como equipamiento a una picadora, un equipo de refrigeración, un horno de calentamiento, una prensa de aire de 1500 PSI, moldes y bandejas. Para la carpintería y tallado de los mobiliarios se instalaron un tupí, una cepilladora, una soldadora, una sierra circular, un horno de pintura, atornilladores eléctricos y un equipo de pintado.

**5. ¿Se puede volver a reutilizar la plancha de polipropileno para producir bienes mobiliarios?, ¿Por qué?**

Rpta: Las propiedades físicas y mecánicas del polipropileno ocasionan que la vida útil del mobiliario sostenible generado tenga una vida útil cinco veces mayor que el mobiliario fabricado con madera natural, además que en caso de fraccionamiento del mobiliario, los fragmentos pueden volver a pasar por un proceso de reciclaje mecánico para generar el mismo u otro tipo de mobiliario, como carpetas, sillas, bancas entre otros del gusto del consumidor sin que se vea afectada sus propiedades de resistencia.

**6. ¿Qué propiedades principales tiene el polipropileno reaprovechado que permite la generación de industria mobiliaria para este en Lima?**

Rpta: A diferencia de la madera natural, el polipropileno tiene una vida útil 5 veces mayor a la madera, además al término de este se puede reprocesar para crear el mismo u otro tipo de mobiliario, por lo cual contribuye a disminuir el consumo de recursos naturales. Asimismo, al crear el mobiliario a partir del polipropileno reaprovechado cuenta con la propiedad que no se astilla, no se agrieta, no proliferan bacterias ni es afectado por alguna plaga que son comunes a la madera, es 100% impermeable y resistente a ácidos y álcalis, lo que alza significativamente sus beneficios ambientales y propicia el inicio de una pequeña industria mobiliaria sostenible en la ciudad de Lima y en otras ciudades con potencial de reaprovechamiento de plásticos.

**7. ¿Qué de tipo de industria mobiliaria sostenible se produciría con el reaprovechamiento de los residuos de polipropileno en la producción de bienes mobiliarios?**

Rpta: Como lo dije anteriormente, el Estado podría generar las compras públicas sostenibles, iniciándose a manera de piloto la instalación de mobiliarios escolares fabricados a base de material reciclado, tales como carpetas, sillas y bancas. Esto concientizaría a la población de la importancia del reciclado de los envases plásticos y otros tipos de residuos reaprovechables, viendo al mobiliario sostenible como una opción de compra y una imagen que el ciudadano aporta a la conservación del medio ambiente; asimismo la comercialización de mobiliario maderero se vería afectada en una disminución, puesto que se optaría por una opción más amigable con el medio ambiente y a gusto del consumidor. Esto nos ayudaría a cumplir con las metas del PLANRES y PLANAA, quienes buscan el reaprovechamiento de residuos al 100% a nivel nacional para residuos municipales.


**8. ¿Se cuenta con convenios o alianzas para la comercialización de residuos de polipropileno con alguna institución o empresa en Lima?, en caso fuera afirmativo, ¿cuáles son?**

Rpta: En la ciudad de Lima, existen Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS) autorizadas por DIGESA, que realizan el acopio y reciclaje de residuos plásticos de empresas e instituciones públicas y privadas, entre los cuales se encuentra el polipropileno. Asimismo, existen instituciones privadas como el grupo RECÍCLAME, quienes lo conforman empresas que producen envases de consumo masivo (Coca Cola, Tetrapak, Owen Illinois, entre otros) y buscan implementar a nivel nacional el principio de responsabilidad extendida del productor, con el objetivo de crear una economía circular y la generación de una producción sostenible concientizando un manejo adecuado de productos post consumo.



Feedback Studio - Mozilla Firefox  
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1051031624&lang=es&e=3&o=891868999

feedback studio | Ivan Junior Villacorta Sandoval | POTENCIAL REAPROVECHAMIENTO DEL POLIPROPILENO PARA UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE EN LIMA, 2017



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“POTENCIAL REAPROVECHAMIENTO DEL POLIPROPILENO  
 PARA UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE EN LIMA, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
 AMBIENTAL**

AUTOR:  
 IVÁN JUNIOR VILLACORTA SANDOVAL

ASESOR:  
**DR. ELMER BENITES ALFARO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS**

**Resumen de coincidencias**

20 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida...	4 %
2	sinia minam.gob.pe	2 %
3	animadmo.blogspot.c...	2 %
4	pirhua.udep.edu.pe	2 %
5	redpeia.minam.gob.pe	1 %
6	www.gob.mx	1 %
7	desmitificandolamineri...	1 %
8	prezi.com	1 %
9	www.legislacionambie...	1 %
10	documenta.mx	1 %
11	tesis.pucp.edu.pe	1 %

Página: 1 de 68    Número de palabras: 11167    Text-only Report    High Resolution    Activado



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página <u>1</u> de 1

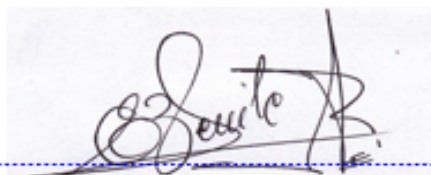
Yo, ELMER BENITES ALFARO, docente de la Facultad de INGENIERIA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada:

***“POTENCIAL REAPROVECHAMIENTO DEL POLIPROPILENO PARA UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE EN LIMA, 2017”***

Del estudiante: IVÁN JUNIOR VILLACORTA SANDOVAL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrita (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, ...13 setiembre, 2018



Firma Docente

DNI: ...07867259.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Luis Junior Villacorta Sandoval  
 identificado con DNI N° 73258370, Egresado(a) de la Escuela  
 Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo,  
 autorizo ( X ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi  
 trabajo de investigación titulado: "Potencial reaprovechamiento del  
palupropalmo para una industria maderera sostenible en  
Lima, 2018"  
 en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),  
 según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de  
 Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 73258370

FECHA: Los Olivos 13 de Septiembre del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitalización de  
Tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Juan Junior Villacorta Sandoval con DNI N° 73258370, domiciliado (a) en  
Calle Miguel Grau 126 Urbanización San Cayetano - El Agustino,  
ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-II del programa ...INGENIERÍA  
AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700011028 de la Escuela de  
Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitalización de Tesis  
.....  
.....  
.....

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de  
justicia.

Lima, 13 de 09 de 2018





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

IVÁN JUNIOR VILLACORTA SANDOVAL

INFORME TÍTULADO:

**“POTENCIAL REAPROVECHAMIENTO DEL POLIPROPILENO  
PARA UNA INDUSTRIA MOBILIARIA SOSTENIBLE EN LIMA,  
2017”**

:

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/12/2017

NOTA O MENCIÓN: 12

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro