



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE
AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS
COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES**

Ligia Dayanne Bonilla Sandoval

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE
AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS
COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LIGIA DAYANNE BONILLA SANDOVAL

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortíz del Cid
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Moro Blanco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de agosto de 2016.

Ligia Dayanne Bonilla Sandoval



Guatemala, julio de 2018

Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC.

Ingeniero Peralta.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que, como Asesor de la estudiante universitaria, Ligia Dayanne Bonilla Sandoval, con Documento de Identificación Personal 2618 20109 0101 y con número de Carné Universitario 2009 14945; he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES; el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Ingeniero Oswin Antonio Melgar Hernández

Colegiado No. 9443

ASESOR



REF.REV.EMI.103.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES**, presentado por la estudiante universitaria **Ligia Dayanne Bonilla Sandoval**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 4,317

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES**, presentado por la estudiante universitaria **Ligia Dayanne Bonilla Sandoval**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2018.

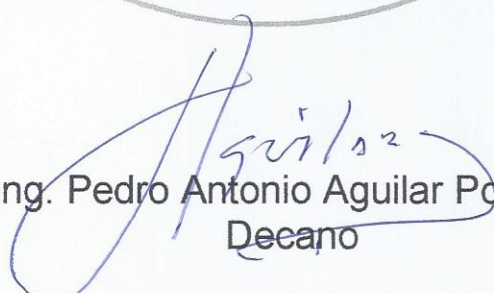


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO SOBRE TABLEROS DE AGLOMERADO, ELABORADOS DE VIRUTA Y ELEMENTOS POLIPLÁSTICOS COMO SUSTITUTO DE PRODUCTOS MADERABLES TRADICIONALES**, presentado por la estudiante universitaria Ligia Dayanne Bonilla Sandoval, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, Octubre de 2018



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por bendecir mi vida con todo lo que he necesitado, por ser mi ayuda y mi consuelo, mi fortaleza y firmeza ante las difíciles pruebas de la vida. Por ser mi luz, mi guía, mi protección y mi fuente de amor infinito.

Mi madre

Miriam Sandoval, por ser el motor que me impulsa a seguir adelante día a día. Por ayudarme, animarme y empujarme a la felicidad que he alcanzado. Sin su amor, esfuerzo y dedicación, nada habría sido posible.

Mi padre

Alfonso Bonilla, por haberme ayudado a crecer y a ser quien soy, por su dedicación y paciencia infinita. Por ser el ángel que desde el cielo cuida de mí y sigue guiando mis pasos.

Mi hermano

Roberto Bonilla, quien con su fortaleza, optimismo, valentía y autenticidad demostrada ante la adversidad me deja la mejor de las lecciones de vida. Su recuerdo y cariño permanecerá en mi corazón por siempre.

Mi hermana

Alejandra Morales, por su protección y amor incondicional. Por ser mi ejemplo de fe, bondad, esfuerzo y rectitud.

Mis padrinos

Lilia Sandoval y Dorian Lima, por ser mis segundos padres y parte fundamental de mi formación. Por su amor, apoyo, alegría y valiosos consejos.

Mi tía

Violeta Sandoval, por haber sido mi amiga y mi consuelo. Por su amor, paciencia y sabiduría compartida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.2. Facultad de Ingeniería.....	2
1.2.1. Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.....	4
1.2.1.1. Misión	5
1.2.1.2. Visión.....	5
1.2.1.3. Políticas.....	6
1.2.1.4. Estructura orgánica.....	8
1.2.1.5. Competencias.....	9
1.2.1.6. Recursos humanos.....	14
1.2.2. Sección de Gestión de la Calidad.....	14
1.2.2.1. Estudios realizados.....	15
1.2.2.2. Productos elaborados.....	15
1.3. Comercialización de productos maderables tradicionales	15
1.3.1. Medio ambiente	17
1.3.1.1. Definición.....	17
1.3.1.2. Constituyentes.....	18
1.3.1.3. Impacto.....	19

1.3.2.	Requisitos legales	22
1.3.2.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	25
1.3.2.2.	Consejo Nacional de Áreas Protegidas	27
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	29
2.1.	Descripción del producto	29
2.2.	Materia prima	32
2.2.1.	Elementos poliplásticos	33
2.2.1.1.	Obtención	33
2.2.1.2.	Procesado	34
2.2.1.3.	Manejo.....	36
2.2.2.	Viruta	37
2.2.2.1.	Obtención	38
2.2.2.2.	Procesado	38
2.2.2.3.	Manejo.....	38
2.3.	Herramientas y maquinaria	39
2.4.	Proceso	46
2.5.	Ensayos de laboratorio realizados para determinar propiedades mecánicas	47
2.5.1.	Ensayo de densidad	47
2.5.2.	Ensayo para determinar el contenido de humedad [u]	48
2.5.3.	Ensayo de flexión estática	49
2.5.4.	Corte	51
2.5.5.	Deflexión	52
2.5.6.	Resistencia a la penetración	53
2.5.7.	Durabilidad	53

3.	PROPUESTA PARA EL ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO	55
3.1.	Definición del problema	55
3.2.	FODA del proyecto	57
3.3.	Marco lógico del proyecto.....	61
3.4.	Proyecto de inversión	61
3.4.1.	Definición	62
3.4.2.	Tipo de proyecto	63
3.4.3.	Ciclo de vida del proyecto.....	63
3.5.	Fase de preinversión	65
3.5.1.	Idea del proyecto	65
3.5.2.	Perfil	67
3.6.	Formulación del proyecto	68
3.6.1.	Estudio de mercado y comercialización.....	68
3.6.2.	Estudio técnico de ingeniería o tecnológico básico	94
3.6.3.	Estudio administrativo legal	105
3.6.4.	Estudio económico	111
3.6.5.	Estudio financiero	112
3.6.6.	Estudio de impacto ambiental.....	114
4.	DESARROLLO DE PROPUESTA.....	125
4.1.	Valor de oportunidad	125
4.2.	Entidades responsables	125
4.2.1.	Universidad de San Carlos de Guatemala.....	126
4.2.2.	Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la USAC	126
4.3.	Divulgación	126
4.3.1.	Campañas de reciclaje	127

4.4.	Control en el proceso de abastecimiento	129
4.4.1.	Procesos de abastecimiento	130
4.4.2.	Operaciones de abastecimiento	131
4.5.	Costos en el control de la optimización del proceso de abastecimiento	132
4.6.	Control de calidad	133
4.7.	Protección al medio ambiente	135
5.	MEJORA CONTINUA	137
5.1.	Plan de mejora continua.....	137
5.1.1.	Análisis incremental	140
5.1.2.	Análisis de sensibilidad	140
5.2.	Resultados obtenidos.....	142
5.2.1.	Interpretaciones.....	142
5.2.2.	Aplicaciones	143
5.2.3.	Indicadores.....	143
5.3.	Optimización de recursos.....	144
	CONCLUSIONES.....	147
	RECOMENDACIONES	149
	BIBLIOGRAFÍA.....	151
	APÉNDICES.....	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general	8
2.	Valores para el módulo de elasticidad.....	31
3.	Dimensiones del aglomerado.....	32
4.	Viruta.....	37
5.	Sargento.....	39
6.	Espátula	40
7.	Bandeja	41
8.	Banco de trabajo	42
9.	Balanza	43
10.	Prensa neumática	44
11.	Horno	45
12.	Flexión a compresión y torsión.....	51
13.	Corte	52
14.	Deflexión	53
15.	Diagrama de Espina de Pez.....	56
16.	Ciclo de vida del proyecto	64
17.	Gráfico de edad.....	84
18.	Diagrama de flujo del proceso.....	97
19.	Diagrama de recorrido.....	101
20.	Plan de mitigación	121
21.	Ciclo de abastecimiento	131

TABLAS

I.	Recurso humano del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	14
II.	Valoración de propiedades mecánicas	30
III.	Peso de materia prima.....	33
IV.	Densidades en probetas	48
V.	Humedades en probetas.....	49
VI.	MOE y MOR en probetas.....	50
VII.	Matriz FODA	60
VIII.	Marco lógico del proyecto	61
IX.	Resultados	83
X.	(7) P	86
XI.	Propiedades físicomecánicas y tolerancias de aglomerados.....	88
XII.	Proyección anual	94
XIII.	Costos de producción	103
XIV.	Gastos anuales de administración	111

GLOSARIO

Aglomerado	Material que se vende en tableros y está compuesto por partículas de madera de diferentes tamaños, unidas entre sí por algún tipo de resina, cola u otro material, y posteriormente prensada a temperatura y presión controlada formando el tablero.
Características físicas	Cada una de las cualidades que posee una persona o cosa y que sirve para identificarla respecto a otras. Todas las personas y los objetos tienen aspectos auténticos que los diferencian de los demás y del resto de las cosas.
Comercialización	Acciones encaminadas a la distribución de bienes o servicios en el mejor de los grados o en el más favorable.
Comercialización de aglomerados	Entrega del tablero fabricado de viruta y elementos poliplásticos al cliente final por medio de un canal de distribución directo.
Derivados de madera	Se pueden definir como un producto en el que predominan la longitud y la anchura frente al espesor, y en el que el elemento constitutivo principal es la madera.

Desarrollo de productos nuevos	Se refiere a productos originales, mejoras y modificaciones de los productos y marcas nuevas que la compañía desarrolla a través de sus propias actividades de investigación y desarrollo.
Desecho (producción)	Los sobrantes o residuos de materias primas que arrojan los procesos de manufactura y que no pueden ser utilizados en el mismo proceso, y que no tienen valor para el propietario o un tercero.
Deterioro (ambiente)	Es la desintegración de la tierra a través del consumo de bienes, por ejemplo el aire, el agua y el suelo, así como la destrucción de ambientes y la erradicación de la vida silvestre.
Disponibilidad	Posibilidad de una cosa o persona de estar presente cuando se la necesita. La disponibilidad remite a esta presencia funcional que hace posible dar respuestas, resolver problemas o meramente proporcionar una ayuda limitada.
Estudio cualitativo	Metodología de investigación que requiere de un profundo entendimiento del comportamiento humano y que busca explicar las razones de los diferentes aspectos de tal comportamiento.
Estudio cuantitativo	Metodología de investigación que permite examinar los datos de manera numérica, es utilizado en

diferentes áreas, especialmente en el campo de la estadística.

Facilidad	Condiciones o situación que hacen más fácil, accesible o favorable una cosa.
Facilidad comercial	Medios y condiciones disponibles para llevar a cabo una relación cliente-proveedor, logrando satisfacer las necesidades del mismo.
Herramientas	Son consideradas como grandes invenciones que dan posibilidades tanto a las empresas como a las personas que las emplean, convirtiéndose en generadoras de trabajo.
Hidrópico	Que tiene la propiedad de absorber o exhalar la humedad.
Higroscópico	Un compuesto higroscópico es aquel que atrae agua en forma de vapor o de líquido del ambiente donde se encuentra, dada esta capacidad, a menudo son utilizados como desecantes.
Impacto ambiental	Es aquella alteración de la línea de base como consecuencia de la acción antrópica o de eventos de tipo natural.
Irreversibles	De los procesos que se producen solo en un sentido, o más exactamente, de los procesos que no pueden

invertirse sin que se produzcan cambios sustanciales en las condiciones del sistema.

Madera plástica

También se le conoce como Wood Plastic Composite o WPC por sus siglas en inglés. La misma es fabricada a partir de la mezcla de madera y plásticos reciclados, en un proceso industrial con tecnología sofisticada.

Madera tradicional

Es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol y de utilidades variadas.

Manejo

Es un sistema o combinación de métodos, instalaciones, mano de obra y equipamiento para transporte, embalaje y almacenaje para corresponder a objetivos específicos.

Materia prima

Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

Materiales simétricos

Materiales cuyos rasgos característicos pertenecen a formas geométricas, sistemas, ecuaciones y otros objetos materiales o entidades abstractas, relacionadas con su invariabilidad bajo ciertas transformaciones, movimientos o intercambios de materia.

MDF	Es un aglomerado elaborado con fibras de madera (que previamente se han desfibrado y eliminado la lignina que poseían) aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor, en seco, hasta alcanzar una densidad media.
Período evolutivo	Es un cambio de estado o un despliegue o desenvolvimiento y su resultado es un nuevo aspecto o forma del elemento en cuestión.
Poliplásticos	Aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.
Procedimiento	Es un método de ejecución o pasos a seguir en forma secuenciada y sistemática para la consecución de un fin.
Propiedades mecánicas	Propiedades relacionadas con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre los materiales. Se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas.
Proveedor efectivo	Aquellas personas o empresas que abastecen o satisfacen las necesidades de clientes con la capacidad de alcanzar este objetivo y producir el efecto deseado.

Registro posterior	Documentación subsiguiente a un estudio en la cual se relacionan ciertos acontecimientos o procesos, especialmente aquellos que deben constar permanentemente de forma oficial.
Reciclar	Someter materiales usados o desperdicios a un proceso de transformación o aprovechamiento para que puedan ser nuevamente utilizados.
Recursos naturales	Son aquellos bienes que pueden obtenerse de la naturaleza sin mediar la intervención de la mano del hombre.
Recursos renovables	Tipo de recurso natural que puede renovarse a partir de procesos naturales y con una rapidez mucho más elevada a la medida que el ser humano los consume.
Requerimiento	Atributos necesarios que comparten cualidades, facultades o características con capacidad de desarrollarse óptimamente.
Residuos	Todos aquellos restos y sobrantes que quedan del consumo del ser humano o bien de un proceso productivo.
Residuos maderables	Recursos provenientes de la madera que se generan en grandes cantidades luego de llevarse un proceso de producción de un determinado bien o servicio.

Reutilización	Es la acción que permite volver a utilizar los bienes o productos desechados y darles un uso igual o diferente a aquel para el que fueron concebidos.
Sostenible	Se refiere a algo que está en condiciones de conservarse o reproducirse por sus propias características, sin necesidad de intervención o apoyo externo.
Sustancias tóxicas	Productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente.
Sustentable	Hace referencia a todo aquello que se puede mantener en el tiempo por sí mismo, sin ayuda exterior y sin que se produzca la escasez de los recursos existentes.
Sustitutos	Son aquellos que pueden satisfacer la misma necesidad que otros objetos. De esta forma, a ojos del consumidor, el bien sustituto puede reemplazar la función de otro, sean o no similares en cuanto a sus características o precio.
Tablero	Plancha de madera, plana, más larga que ancha y poco gruesa, formada por una tabla o varias tablas ensambladas por el canto.

Tejido vascular	Tipo de tejido vegetal complejo, formado por varias clases de células y componentes, que se encuentra en las plantas vasculares.
Tercerizar	Es una práctica llevada a cabo por una empresa cuando contrata a otra firma para que preste un servicio que, en un principio, debería ser brindado por ella misma.
Vertederos	Sitios donde se vierten basuras, escombros y otros desperdicios que provienen de la actividad humana o industrial.
Viabilidad	Herramienta de la formulación de proyectos que identifica la demanda de individuos, empresas u otras instituciones económicas a fin de diseñar la mejor oferta que permita la puesta en marcha de un proyecto y satisfaga las necesidades o elimine un problema de un grupo de involucrados.
Viruta	Fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consta de cinco capítulos. El primer capítulo aborda los antecedentes generales y los conceptos básicos que facilitarán la comprensión del desarrollo del estudio cualitativo y cuantitativo de mercado, así como información sobre la comercialización de productos maderables tradicionales, medio ambiente y requisitos legales.

El capítulo dos expone un diagnóstico situacional actual. Se explica brevemente el producto y la materia prima, así como las herramientas y maquinaria utilizadas en el proceso de producción y mano de obra empleada.

En el tercer capítulo se elabora y presenta la propuesta para el estudio cualitativo y cuantitativo de mercado, y se define el problema que originó el planteamiento del proyecto de este trabajo de graduación. Este contempla e incluye el proyecto de inversión a nivel de definición, tipo y ciclo, además detalla la fase de preinversión para finalmente formular el proyecto mediante la elaboración de los estudios de mercadeo y comercialización, técnico de ingeniería o tecnológico básico, administrativo legal, económico, financiero y de impacto ambiental.

El cuarto capítulo describe el desarrollo de la propuesta, así como la divulgación, campañas de reciclaje y el proceso de abastecimiento que se utilizará en el proyecto, el control de calidad y la protección al medio ambiente.

El quinto capítulo trata sobre la mejora continua y su plan, abordando el tema de la rentabilidad, y herramientas como el análisis incremental y análisis

de sensibilidad, que pueden ser utilizadas en función de los resultados obtenidos de los estudios, para finalmente mencionar la optimización de recursos dentro del proceso de producción.

OBJETIVOS

General

Elaborar un estudio cualitativo y cuantitativo de mercado sobre tableros de aglomerado elaborados de viruta y elementos poliplásticos como sustituto de productos maderables tradicionales.

Específicos

1. Especificar las características físicas y propiedades mecánicas de los aglomerados para su introducción en el mercado.
2. Determinar la viabilidad comercial de los tableros de aglomerado fabricados a partir de viruta y elementos poliplásticos para su utilización como sustitutos de productos maderables tradicionales.
3. Definir los canales y medios de comercialización de tableros de aglomerado que cubran la demanda de los consumidores.
4. Establecer los clientes potenciales que tiene el mercado de tableros de aglomerado.
5. Hacer constar, por medio del trabajo de investigación, la viabilidad de la utilización de aglomerados como una alternativa más económica que la madera tradicional.

6. Encontrar una solución potencial a la utilización de residuos maderables y contribuir con el desarrollo sostenible y sustentable.
7. Crear conciencia sobre la utilización de material reciclado y ahorro de recursos naturales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación plantea un estudio cualitativo y cuantitativo de mercado sobre tableros de aglomerado, un producto nuevo e innovador que se desea introducir al mercado como un sustituto de los productos maderables utilizados tradicionalmente.

Durante la explotación forestal destinada a la industria de la madera se generan grandes cantidades de residuos, ocasionando deterioro al medio ambiente, agotamiento de los recursos naturales y pérdidas económicas para las empresas que dedican parte de su capital al manejo y almacenamiento de estos materiales. Por otra parte, al reciclar elementos poliplásticos se contribuye a la reducción de los residuos en los vertederos y la cantidad de sustancias químicas tóxicas, al tiempo que se ahorran los recursos naturales y se colabora con la protección al medio ambiente.

La idea de utilizar aglomerados es de aparición muy reciente y su industria está todavía en un período evolutivo, por lo que un conciso estudio sobre la introducción al mercado guatemalteco representa un reto y desafío, ya que deben ser expuestos los múltiples procedimientos y técnicas que se pueden aplicar en la manufactura de estos tableros, así como las posibilidades de desarrollo que estas industrias presentan para el futuro, conocimientos que brindarán una orientación tanto a los proveedores como a los consumidores potenciales.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por la Real Cédula de Carlos II, el 31 de enero de 1676. Logrando categoría internacional al ser declarada Pontificia por La Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Desde la época colonial sus aulas albergaron a criollos, españoles e indígenas, teniendo orgullosamente entre sus primeros graduandos a personas de origen indígena y de extracción popular, contando también desde los primeros decenios de su existencia con representantes que el país recuerda con orgullo, como el doctor Felipe Flores, que sobresalió con originales inventos y teorías que se anticiparon a muchas de ulterior triunfo en Europa. El doctor Esparragoza y Gallardo, que puede considerarse un extraordinario exponente de la cirugía científica, y en el campo del derecho, la figura del doctor José María Álvarez, autor de las renombradas Instituciones de Derecho Real de Castilla y de Indias, publicadas en 1818.

La universidad luchó por su autonomía y la logró con fecha 9 de noviembre de 1944, decretada por La Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico.

La Constitución de Guatemala emitida en 1945 consagró como principio fundamental la autonomía universitaria y el Congreso de La República complementó las disposiciones de La Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de La Universidad y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los

graduados que ejerzan su profesión en Guatemala. Desde septiembre de 1945 funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral y se procede conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica. Estableció como su misión, en su carácter de única universidad estatal, que le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará en el estudio y solución de los problemas nacionales. Su fin fundamental es elevar el nivel espiritual de los habitantes de La República, conservando, promoviendo y difundiendo la cultura y el saber científico. Contribuirá a la realización de la unión de Centro América y para tal fin procurará el intercambio de académicos, estudiantes y todo lo que tienda a la vinculación espiritual de los pueblos del istmo.

1.2. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que en su época inicial impartía únicamente los cursos de Física y Geometría, marcó así el principio de la enseñanza de las Ciencias Exactas, otorgando los títulos de Agrimensores, siendo los primeros graduados Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y el insigne poeta José Batres Montúfar.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y, por Decreto Gubernativo, en 1882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma universidad, separándose así de la Escuela Politécnica.

Debido a la preocupación existente entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron reformas, elevando el nivel académico y la categoría del *currículum*. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química y Mecánica, cursos que en resumen constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala.

Está formada por varias escuelas, entre ellas: La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, La Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas, entre otras. Se realizó en su historia varias reformas que incluyeron la aplicación de un *pensum* flexible que permite la adaptación al avance tecnológico y a las necesidades de desarrollo productivo del país, así como a la vocación de los estudiantes.

En 1976 se creó la Escuela de Ciencias, encargada de atender la Etapa Básica o común de las diferentes carreras de Ingeniería. En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, que inició sus actividades con un programa de estudios de hidrocarburos y varios cursos sobre exploración y explotación minera, geotecnia, pequeñas centrales hidroeléctricas e investigación geotérmica.

Actualmente la Facultad de Ingeniería se encarga de formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y al desarrollo sostenible del país y la región.

La Facultad de Ingeniería se localiza en el sector norponiente de la Ciudad Universitaria y ocupa los siguientes edificios: T-3: Edificio de Aulas; T-4:

Administración, Biblioteca y Centro de Cálculo; T-5: Centro de Investigaciones de Ingeniería; T-6: Auditorium; T-7: Ingeniería Mecánica

1.2.1. Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) 2 fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, punto noveno del Acta número ochocientos cuarenta y dos (842) de sesión celebrada el 27 de julio de 1963, y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La base para construir el Centro fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en el año de 1959 y la subsiguiente adición a los mismos de los laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria de las entidades ya mencionadas. En 1965 se agregó al CII el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala. En 1967 se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, que pasó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química, y posteriormente los laboratorios de Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas Escuelas.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales, así como a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos específicos, en las áreas de la Construcción, Ingeniería Sanitaria, Metrología Industrial y Química Industrial.

1.2.1.1. Misión

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole.

Desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería”¹.

1.2.1.2. Visión

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas”².

¹ *Misión.* Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3288_C.pdf. Consulta: 2018.

² *Visión.* Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3288_C.pdf. Consulta: 2018.

1.2.1.3. Políticas

El Centro de Investigaciones de Ingeniería básicamente da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto apoyar el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país, según está indicado en el Punto Segundo del Acta 48-91, de la sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario con fecha 25 de octubre de 1991.

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería:

- Prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos a entidades y personas que, mediante convenios específicos, deseen participar en sus actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos del mismo en relación con sus problemas técnicos específicos.
- Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuesta a los problemas nacionales.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y el adiestramiento y la promoción en la realización de trabajos de tesis, en sus laboratorios y áreas técnicas.

- Propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala.

Para el cumplimiento de esas políticas el Centro de Investigaciones, como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios. Se tiene una relación de prestación de servicios también con otras instituciones estatales y municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales (ONG's), sector privado de la construcción y otras industrias, así como con el público en general que solicite los servicios del Centro. Existe vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnico-científicas a nivel mundial.

Con propósitos del cumplimiento del Programa de Investigación se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC), cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI), y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), el cual es ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de ambas instituciones.

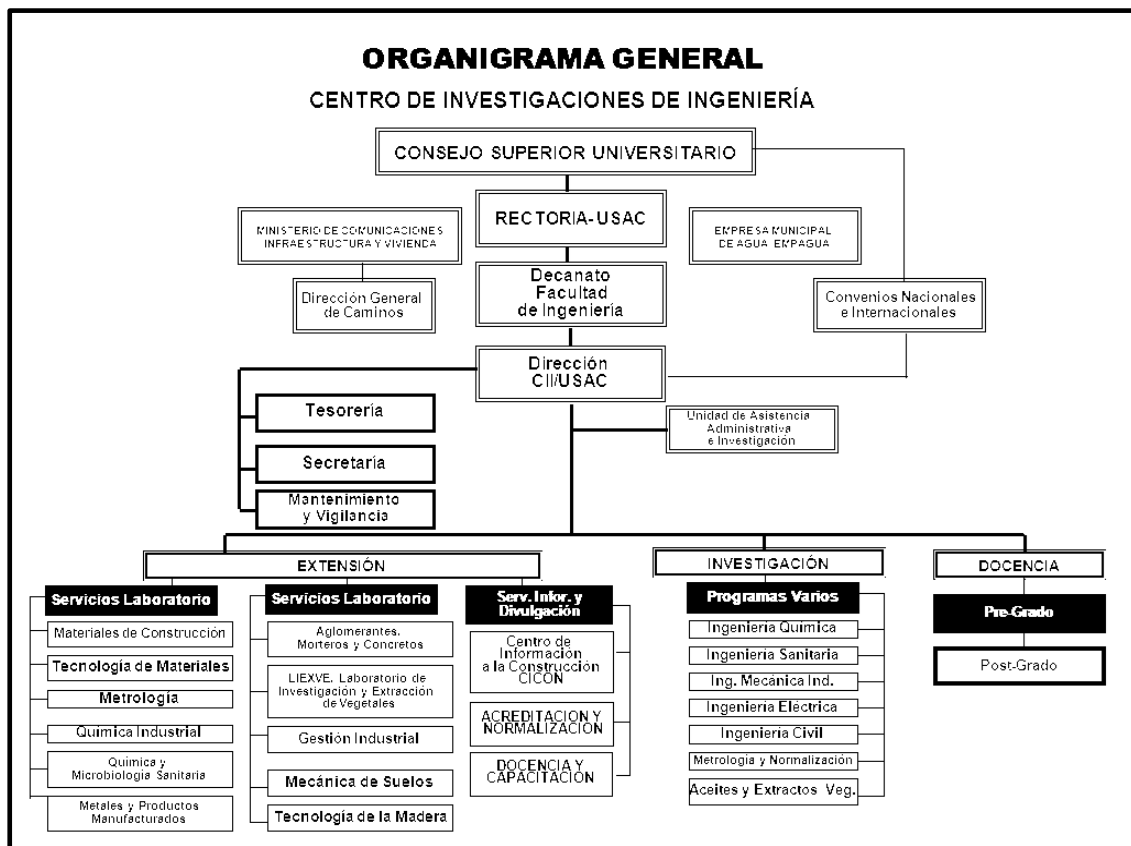
Los programas de Docencia se ejecutan mediante Prácticas de Laboratorio, con apoyo a diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras facultades, y la promoción en la realización de trabajos de tesis, tanto para

estudiantes de los niveles de pregrado como para estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

1.2.1.4. Estructura orgánica

El organigrama general del Centro de Investigaciones de Ingeniería se presenta en la figura 1:

Figura 1. Organigrama general



Fuente: elaboración propia.

1.2.1.5. Competencias

- Área de investigación:

En el área de investigación, el Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene definidas sus líneas de investigación en función de las líneas establecidas en los Programas de Investigación del Sistema Universitario y de las líneas establecidas en las Comisiones Sectoriales e Intersectoriales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La estructura, sin embargo, está abierta para que puedan realizarse aquellas investigaciones que no estén contempladas en las líneas anteriores y que sean susceptibles de obtener financiamiento en organizaciones nacionales e internacionales.

El financiamiento de los proyectos de investigación que se ejecutan proviene del Sistema Universitario de Investigación del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología y de los convenios que se establecen con organismos nacionales e internacionales. La Universidad no asigna fondos específicos para investigación en este centro.

- Líneas de investigación del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Las líneas de investigación del Centro de Investigaciones están en función de las líneas establecidas en los Programas de Investigación del Sistema Universitario de Investigación, cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI), y de las líneas establecidas por las Comisiones Sectoriales e Intersectoriales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, cuyo ejecutor es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT).

Los programas de investigación que corresponden al Sistema Universitario de Investigación, en los cuales el centro participa, son:

- Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos
- Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial
- Programa Universitario en Recursos Naturales y Ambiente

Las áreas de investigación en cada uno de los programas indicados son las que se indican a continuación:

- Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos.
- Condiciones sociohistóricas de los asentamientos humanos.
- Factores para el desarrollo de los asentamientos humanos.
- Movimientos sociales y estrategias para el desarrollo de los asentamientos humanos.
- Procesos culturales en el desarrollo de los asentamientos humanos.
- Caracterización de los asentamientos humanos.

Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial:

- Desarrollo Industrial
- Agroindustria
- Medio ambiente
- Recursos humanos
- Gestión empresarial
- Impacto social
- Tecnología
- Normalización y metrología

Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

- La sociedad guatemalteca y el ambiente.
- Evaluación y conocimiento del uso de los recursos naturales y ambiente.
- Opciones para la utilización sustentable de los recursos naturales y el ambiente.
- Monitoreo ambiental.

Las Comisiones del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, en las cuales el Centro de Investigaciones de Ingeniería participa, con los respectivos representantes, son:

- Comisión de Construcción
- Comisión de Energía
- Comisión de Formación de Recursos Humanos
- Comisión de Industria
- Comisión de Medio Ambiente
- Comisión de Popularización

Las líneas de Investigación que están definidas para estos sectores son las que a continuación se indican:

Sector construcción:

- Tipología de vivienda
- Materiales de construcción
- Sistemas y métodos constructivos

Sector de energía:

- Fuentes nuevas y renovables
- Conservación y uso
- Transferencia de tecnología

Sector medio ambiente:

- Recursos naturales renovables
- Área de contaminación
- Sociedad y ambiente

Sector industria:

- Madera
- Miel y cera
- Tintes y colorantes
- Grasas y aceites
- Caucho y hule
- Alimentos preparados
- Aceites esenciales
- Fibras naturales
- Fitofármacos
- Alimentos para animales
- Adhesivos
- Acumuladores de ciclo profundo
- Minería

Las comisiones de Popularización y Formación de Recursos Humanos tienen pendiente la definición de sus líneas de investigación por el proceso de organización actual del sistema de investigación a nivel nacional.

- Área de extensión:

En el Área de Extensión, el CII ofrece los servicios que se presentan en el Arancel de Prestación de Servicios que se adjunta en los anexos. Los servicios se prestan atendiendo a las solicitudes de los usuarios, quienes elaboran órdenes de trabajo para los trabajos que requieran. Las órdenes de trabajo están numeradas correlativamente y con órdenes de trabajo cobrables.

Por otro lado, en el Área de Extensión se ofrecen los servicios de información por medio del Centro de Información a la Construcción, adscrito al Centro de Investigaciones, el cual atiende un promedio de 30 usuarios diarios, entre estudiantes, profesionales y público en general que lo solicita. La finalidad del Centro de Información es la de servir de apoyo informativo en el campo de la construcción, vivienda, normalización y asentamientos humanos, principalmente. En la actualidad está en fase de formación el Centro de Información y Prevención de Desastres, que funcionará adscrito al Centro de Investigaciones, como parte del Centro Regional de Información de Desastres (CRID), que opera en el área latinoamericana, con apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Federación Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja y la Organización Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales.

1.2.1.6. Recursos humanos

El recurso humano con el que cuenta el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería se muestra en la tabla I:

Tabla I. **Recurso humano del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

CATEGORÍA	USAC	MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA	TOTAL
Profesional	18	2	20
Técnico	20	4	24
Operativo	11	2	13
Administrativo	7	1	8
TOTALES	56	9	65

Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Sección de Gestión de la Calidad

Esta sección desarrolla, entre otros, los siguientes proyectos:

- Proceso de innovación en las formulaciones de productos de limpieza
- Diseño de un centro técnico de desarrollo industrial
- Diseño de una línea de producción de productos deshidratados
- Procesos de fabricación con máquinas y herramientas
- Análisis fisicoquímicos de productos de limpieza
- Aplicación de software de simulación de proceso de ingeniería industrial

1.2.2.1. Estudios realizados

A continuación se presenta una reseña de los estudios realizados por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, en los cuales se involucra a la Sección de Gestión de la Calidad:

- Evaluación experimental del comportamiento de revestimientos utilizados en paredes de construcciones en tierra y su aplicación en una vivienda rural. FODECYT.
- Estudio tecnológico integral de la madera y la corteza del primer raleo de 4 especies de pino cultivadas con fines industriales. FODECYT.
- Implementación de un sistema de control de calidad en la edificación de muros utilizando maderas nacionales. FODECYT.

1.2.2.2. Productos elaborados

La Sección de Gestión de la Calidad ha elaborado productos de limpieza de manera artesanal, entre los que se encuentra el desinfectante identificado con el nombre de Espumita; además se han desarrollado tejas y tableros de aglomerados a base de *tetrabrik*.

1.3. Comercialización de productos maderables tradicionales

El sector forestal de Guatemala ha sido definido como un subsistema del sistema económico nacional, que sobre la base de motivaciones y decisiones socioeconómicas y ambientales desarrolladas en torno de ecosistemas con distintos grados de intervención, cuyo componente dominante son los árboles,

genera múltiples bienes maderables y no maderables y servicios ambientales, producto del desarrollo de un conjunto de actividades que se aplican de acuerdo a un régimen de ordenación con objetivos bien definidos que pueden incluir la extracción y aprovechamiento, la protección absoluta o la restauración de tierras forestales degradadas. Estas acciones descansan sobre una plataforma institucional pública y privada que incluye los ámbitos legal, financiero, académico y empresarial y que en conjunto determinan un desempeño que se refleja en las cuentas nacionales.

El sector forestal comprende un conjunto de actores (sector público, sector privado empresarial, ONGs, pequeños, medianos y grandes propietarios individuales, comunidades y grupos de campesinos propietarios colectivos de bosques, comunidades beneficiarias de concesiones forestales otorgadas por el Estado; municipalidades que tienen bajo su dominio tierras y bosques municipales) que se relacionan entre sí por intermedio de las actividades de aprovechamiento, protección, comercialización, industrialización, entre otras); recibe insumos (servicios primarios y secundarios como el transporte, financiamiento, seguros, capacitación, publicidad, comunicaciones, entre otros) y genera productos para otros sectores en el contexto del sistema económico nacional y global (bienes y servicios forestales).

La importancia económica de los bosques de Guatemala reside, por un lado, en el abastecimiento de bienes maderables, con lo cual se cubre la mayor parte de la demanda del mercado interno de la industria forestal, estimado alrededor de los 800 000 m³/año, y la demanda de leña como material combustible, estimado en un metro cúbico per cápita por año. Por otro lado, está la provisión de bienes no maderables (flora, proteína animal) y los servicios ambientales vinculados a los bosques.

En el plano social, más del 60 % de la población depende de los recursos forestales, especialmente de la leña, utilizada como fuente energética para la cocción de alimentos principalmente en áreas rurales, situación que ha sido corroborada con datos del inventario forestal nacional (FAO-INAB 2004) donde se encontró que para el 65 % de los pobladores uno de los principales usos de los productos y servicios del bosque es para leña. El consumo de leña se estimaba para 1996 en 11 millones de m³/año, que significaba un valor de US\$300 millones de dólares, si esta tuviera que sustituirse por un derivado de petróleo. Otro de los aspectos importantes del sector es la condición de generador de empleos directos e indirectos ligados a la producción y transformación de productos forestales

1.3.1. Medio ambiente

El ser humano forma parte de un perfecto sistema que se encuentra en la búsqueda constante de equilibrio. La relación entre ser humano y naturaleza inicia con el reconocimiento de la geografía como determinante de una dinámica específica y que a partir de ella surgen cuestionamientos sobre cómo personas individuales y organizaciones sociales pueden garantizar la sostenibilidad que de momento permite el desarrollo de la vida. Al entender esta relación es posible prepararse para hacer frente a los efectos, actuar de forma propositiva en la disminución del impacto de los desastres y, en cierta medida, trabajar para disminuir las acciones humanas que favorecen la recurrencia de eventos que afectan el entorno.

1.3.1.1. Definición

Se define como medio ambiente al espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y que permite la interacción de los mismos. Este sistema no

solo está conformado por seres vivos, sino también por elementos abióticos y por elementos artificiales.³

Por otra parte, se dice que el Medio Ambiente es la suma de las relaciones culturales y sociales, en un entorno, en momento histórico y un lugar en particular. Esto quiere decir que esta definición incluye las costumbres y el folklore dentro del concepto de medio ambiente, entre muchas otras cosas.

Dada su gran importancia, el Día Mundial del Medio Ambiente se conmemora en todo el mundo el 5 de junio de cada año. Es una celebración que no debe limitarse a promover actividades de separación de residuos y de reforestación

1.3.1.2. Constituyentes

El Medio Ambiente está formado por elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera. Uno de los principales componentes es la atmósfera, compuesta por una mezcla gaseosa de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua y partículas de polvo. Su función es proteger la tierra de la radiación ultravioleta, permitir la existencia de vida y modificar las diferencias térmicas.

El agua es otro factor que forma parte del medio ambiente, un 97 % se encuentra en los océanos, un 2 % en el hielo y solamente un 1 % pertenece al agua dulce. El suelo es producto de la interacción del clima con el sustrato rocoso, permitiendo la existencia de vida animal, humana y vegetal.

³ Enciclopedia de Conceptos. *¿Qué es el medio ambiente?* <http://concepto.de/medio-ambiente/>. Consulta: 25 de febrero de 2018.

Las plantas utilizan el agua, dióxido de carbono y luz solar para transformar materias primas en carbohidratos por medio de la fotosíntesis. A su vez, la vida animal requiere de las plantas en una secuencia de vínculos interconectados conocida como red trófica.

1.3.1.3. Impacto

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural.

Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social, mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

- Calentamiento global:

Las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂), principal gas responsable del cambio climático, proceden principalmente de la quema de carbón, petróleo y gas natural. El carbón, que se utiliza principalmente para la generación de electricidad, representa el 44 % de las emisiones de CO₂ procedentes de los combustibles fósiles a nivel mundial. El petróleo, que se

utiliza principalmente para el transporte, representa el 36 % de las emisiones de CO₂. El gas natural, que se utiliza para la electricidad y la calefacción, explica el 20 % restante de las emisiones de CO₂.⁴

A nivel mundial, los subsidios a los combustibles fósiles superaron 620 mil millones dólares en 2011, mientras que la energía renovable recibió sólo \$88 mil millones de subsidios. Desde la Revolución Industrial, el planeta se ha calentado en aproximadamente un grado. 2013 marcó el 37º año consecutivo de temperaturas superiores a la media. 4,000 millones de habitantes actuales de la Tierra nunca han experimentado un año que estaba más fresco que el promedio del último siglo. Además de más sequía generalizada y numerosos incendios forestales, el cambio climático trae más olas de calor extremas. En los últimos años se han roto muchos récords de temperaturas cálidas extremas, muchos de ellos en 2010, en que se batió el máximo de Asia.

En cultivos hay una regla de oro que por cada aumento: por cada 1°C por encima de la media durante la temporada de crecimiento disminuye un 10 % los rendimientos del trigo, el arroz y de maíz. Las pruebas de campo muestran que esta regla puede ser conservadora.

Durante este siglo, si los océanos continúan calentándose y el hielo continúa derritiéndose, se prevé que el nivel del mar se eleve a unos 2 metros, inundando ciudades costeras de todo el mundo, como Nueva York, Londres y El Cairo, y los focos agrícolas, como los deltas fluviales de cultivo de arroz. Desde el mes de abril la concentración de CO₂ en la atmósfera ha rebasado varias veces las 400 ppm.

⁴ *Calentamiento global. Sección de Ciencias.* <http://www.publico.es/ciencias/emisiones-globales-co2-crecen-2017-tres-anos-estancamiento.html>. Consulta: 22 de marzo de 2018.

- Deforestación:

En Guatemala la deforestación para cambio de uso de la tierra es de 50 000 hectáreas por año, haciéndose notar que el 76 % (más o menos) del total deforestado anualmente se presenta en el Departamento del Petén, es decir, 38 000 hectáreas.

La deforestación tiene causas principales en Guatemala:

- Deforestación para actividades agropecuarias: es la principal causa de la deforestación en superficie, consumiendo alrededor de 6.5 millones de mt³ anualmente que son quemados como práctica de la actividad agropecuaria. La mayor parte de esta deforestación se da en el Departamento del Petén y es producto de la colonización espontánea y dirigida de las tierras forestales del Estado, esencialmente por agricultores sin tierra provenientes del altiplano central, occidental y oriente del país.
- Deforestación para consumo de leña: se estima que el consumo de leña a nivel nacional es de 13 millones de mt³, más alto que el consumo de volumen de uso de la tierra. Aproximadamente el 85 % de los hogares guatemaltecos consumen leña como combustible. Se ha estimado que entre los años 2000 y 2010 el consumo de leña en Guatemala será de 20-21 millones de mts.
- Deforestación para producción de madera industrial: se estima que incluyendo la extracción de madera ilegal, la industria forestal consume entre 1.0 y 1.5 millones de mts, lo que implica el 7 % del consumo total de madera a nivel nacional. Es evidente que en

áreas del Estado la extracción forestal no cambia el uso de la tierra, pero abre la ruta para la entrada de la colonización agropecuaria.

La deforestación no solo afecta a la producción y al suelo sino que también a las personas de las comunidades indígenas y a la fauna del país. Hoy en día las empresas transnacionales ven la utilidad de los recursos y la productividad no centrándose en un desarrollo sustentable realmente a largo plazo.

1.3.2. Requisitos legales

La protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico del país de manera sostenida. Es fundamental la aplicación de políticas públicas en beneficio de solucionar la problemática ambiental que afronta Guatemala, lo cual se alcanza mediante la implementación de insumos que permitan la existencia de alternativas económicas en beneficio del desarrollo sostenible. En la actualidad el derecho ambiental se preocupa por la contaminación y por la existencia de un medio ambiente sano que permita alcanzar un adecuado desarrollo sostenible en el país. Entre las leyes que se preocupan por la conservación del medio ambiente están:

- Ley Forestal de Guatemala

En aspectos forestales en Guatemala, las actividades se rigen por lo establecido en la Ley Forestal (Decreto Legislativo 101-96), que crea el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, con carácter de entidad estatal, autónoma, descentralizada, con personalidad jurídica, patrimonio propio e independencia

administrativa, el cual es el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola en material forestal. Como parte de las atribuciones del INAB están:

- Promover y fomentar el desarrollo forestal del país, mediante el manejo sostenible de los bosques, la reforestación, la industria y la artesanía forestal basada en los recursos forestales y la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.
 - Desarrollar programas y proyectos para la conservación de los bosques y colaborar con entidades que así lo requieran.
- Ley de Áreas Protegidas

Las áreas protegidas de Guatemala, administradas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, se rigen por lo establecido por la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 del Congreso de la República y sus reformas en los Decretos 18-89 y 110-96), que tiene los siguientes objetivos:

- Asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para beneficio de todos los guatemaltecos.
- Lograr la conservación de la diversidad genética de flora y fauna silvestre del país.
- Alcanzar la capacidad de una utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional.
- Defender y preservar el patrimonio natural de la nación.

- Establecer las áreas protegidas necesarias en el territorio nacional, con carácter de utilidad pública e interés social.⁵
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

A la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente creada mediante el Decreto 68-86 y reformada por los Decretos 1-93 y 90-2000, aplicada en la actualidad por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, le corresponde cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

Algunos de los objetivos de la ley son:

- La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la restauración del medio ambiente en general.
- La prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes.

⁵ Decreto 4-89 del Congreso de la República de Guatemala. *Título I: principios, objetivos generales y ámbito. Capítulo I: principios fundamentales del CONAP. Artículo 5.* Guatemala, 1989.

- La creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente, entre otras.

1.3.2.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

“El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y den sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

De acuerdo con el artículo 29 Bis del Dto. No. 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, Ley del Organismo Ejecutivo, se establecen las Atribuciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las cuales son:

- Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.
- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.
- Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesquero y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento.

- En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.
- Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.
- Ejercer las Atribuciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.
- Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables.
- Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.
- Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.
- Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.
- Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.
- Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.
- Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.”⁶

⁶ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Institución*. <http://www.marn.gob.gt/>. Consulta: 25 de febrero de 2018.

1.3.2.2. Consejo Nacional de Áreas Protegidas

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) se encarga de asegurar la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica y las áreas protegidas de Guatemala, así como los bienes y servicios naturales que estas proveen a las presentes y futuras generaciones, a través de diseñar, coordinar y velar por la aplicación de políticas, normas, incentivos y estrategias, en colaboración con otros actores.

Las atribuciones que el CONAP tiene a su cargo son:

- Formular las políticas y estrategias de conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación por medio del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).
- Aprobar los reglamentos y las normas de funcionamiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).
- Aprobar los dictámenes de convenios y contratos con entidades internacionales.
- Aprobar su plan estratégico institucional, sus planes y programas anuales de trabajo y su presupuesto anual.
- Aprobar la memoria anual de labores y la liquidación de su presupuesto anual.

- Aprobar la suscripción de concesiones de aprovechamiento y manejo de las áreas protegidas del SIGAP y velar porque se cumplan las normas contenidas en los reglamentos establecidos para tal efecto.
- Servir de órgano asesor de la Presidencia de la República y de todas las entidades estatales en materia de conservación, protección y uso de los recursos naturales del país, en especial dentro de las áreas protegidas. Aquellas atribuciones que sean necesarias para el buen desarrollo y funcionamiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Descripción del producto

Los aglomerados fabricados son paneles manufacturados de materiales reciclados como la viruta, que es un material residual de la madera y diversos elementos poliplásticos que son sometidos a calor y presión, logrando un enlace entre las partículas hasta formar un bloque sólido con características mecánicas que los hacen una opción factible para la sustitución de aquellas materias primas maderables tradicionales.

Cabe mencionar que, en términos generales, las propiedades mecánicas de estos tableros fabricados a partir de viruta y elementos poliplásticos son inferiores a las propiedades que puede presentar un producto fabricado puramente de madera maciza; a pesar de esto, estos tableros de aglomerados cuentan con las siguientes propiedades mecánicas y características físicas:

Propiedades mecánicas:

- Resistencia a la flexión: se aplica un esfuerzo máximo en una probeta justo antes del punto de agrietación y ruptura.
- Módulo de elasticidad: parámetro que indicará la relación que existe entre los incrementos de tensión aplicados en la resistencia a la flexión y los incrementos de deformación longitudinal de la probeta.

- Resistencia a la tracción perpendicular al plano del tablero: es una propiedad que aporta información directa acerca de la fuerza de adhesión entre las partículas de madera y el agente encolante.
- Hinchamiento-espesor: variación en el peso del aglomerado antes y después de su inmersión al agua.

Los valores de estas propiedades analizadas para un tablero de aglomerado de 1x1x0.010 metros, se presentan en la tabla II según la Norma UNE-EN 325:2012:⁷

Tabla II. **Valoración de propiedades mecánicas**

PROPIEDAD MECÁNICA	UNIDAD	ESPESOR (0.010 mts)
Resistencia a la Flexión	N/mm ²	11
Tolerancia		±1.5
Elasticidad	N/mm ²	3500
Resistencia a la Tracción	N/mm ²	0.45
Tolerancia		±0.05
Hinchamiento Espesor 24 hr (max)	% Max	25

Fuente: elaboración propia.

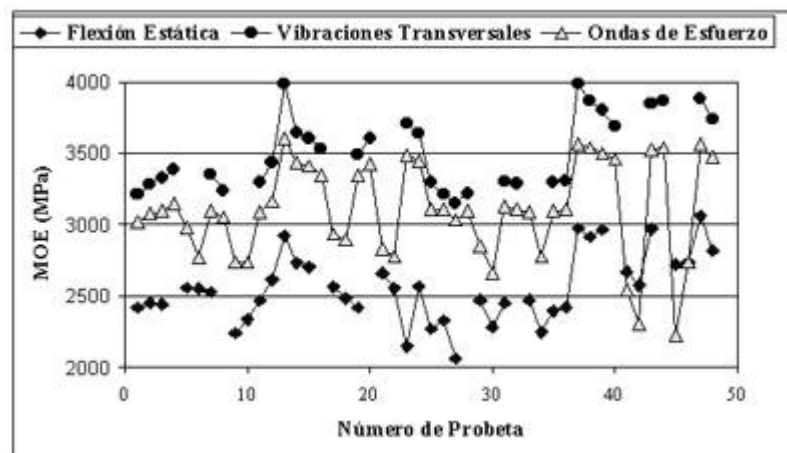
Para conocer más sobre estas propiedades se llevaron a cabo métodos experimentales aplicados a diferentes probetas de aglomerados. La tendencia

⁷ Conjunto de normas, normas experimentales e informes (estándares) creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN 325:2012.

general observada en la figura demuestra que el método dinámico de flexión en vibraciones transversales proporciona valores de MOE_{vt} (Módulo de Elasticidad Dinámico en Vibraciones Transversales) superiores a aquellos emanados de ensayos por ondas de esfuerzo MOE_{sw} (Módulo de Elasticidad Dinámico en Ondas de Esfuerzo). Además, los valores de MOE provenientes de ensayos en flexión estática (MOE_{st}) son más inferiores a aquellos de flexión dinámica.

En la figura 2 se muestran los valores del módulo de elasticidad según el método utilizado para su determinación.

Figura 2. **Valores para el módulo de elasticidad**



Fuente: elaboración propia.

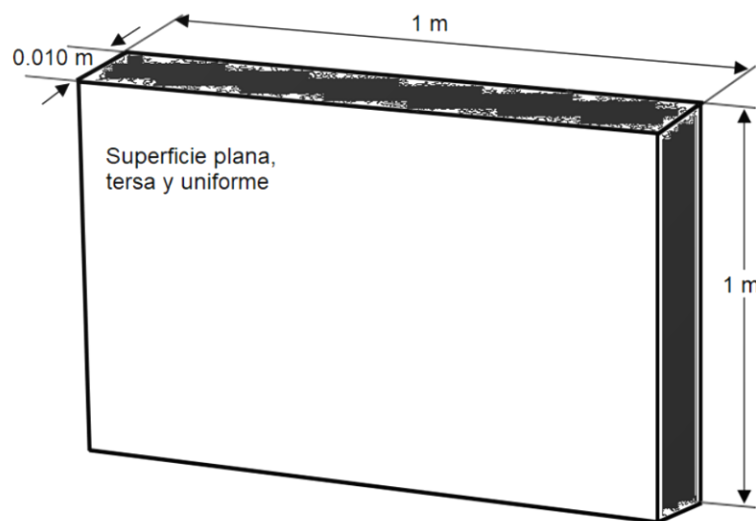
Características físicas:

- Plancha de 1 x 1 x 0.010 mts.
- Superficie plana, tersa, uniforme, compacta.
- Carece de nudos.

- Admite cualquier tipo de elemento decorativo como la aplicación de color o finas láminas de chapa de madera o laminado plástico pegadas sobre su superficie. Estas chapas pueden incluso imitar a la madera natural como el roble, castaño, etc.

La figura 3 es un esquema de las dimensiones para un tablero de aglomerado.

Figura 3. **Dimensiones del aglomerado**



Fuente: elaboración propia.

2.2. **Materia prima**

Para la fabricación de los aglomerados será necesario contar con la siguiente materia prima:

Tabla III. **Peso de materia prima**

MATERIA PRIMA	PESO (Kg)
Polietileno de baja densidad	4
Polialumino (<i>tetrabrick</i>)	2
Viruta	2

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Elementos poliplásticos

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Al hablarse de elementos poliplásticos, se hace referencia a la combinación de varios tipos de plásticos.

2.2.1.1. Obtención

En un principio, la mayoría de los plásticos se fabricaban a partir de resinas de origen vegetal, como la celulosa (del algodón), el furfural (de la cáscara de la avena), aceites de semillas y derivados del almidón o del carbón. La caseína de la leche era uno de los materiales no vegetales utilizados.

A pesar de que la producción del *nylon* se basaba originalmente en el carbón, el aire y el agua, y de que el *nylon* 11 se fabrica todavía con semillas de ricino, la mayoría de los plásticos se elaboran hoy con derivados del petróleo.

2.2.1.2. Procesado

La fabricación de los plásticos y su manufactura incluye los siguientes procesos:

- **Síntesis del polímero**

El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización. Los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de condensación y las de adición. Estos métodos pueden llevarse a cabo de varias maneras.

En la polimerización en masa se polimeriza solo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que se coagula seguidamente.

En la polimerización por interface los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles y la polimerización tiene lugar en la interface entre los dos líquidos.

- **Aditivos**

Con frecuencia se utilizan aditivos químicos para conseguir una propiedad determinada. Por ejemplo, los antioxidantes protegen el polímero de degradaciones químicas causadas por el oxígeno o el ozono. De una forma parecida, los estabilizadores lo protegen de la intemperie. Los plastificantes producen un polímero más flexible, los lubricantes reducen la fricción y los pigmentos colorean los plásticos.

Algunas sustancias ignífugas y antiestáticas se utilizan también como aditivos. Muchos plásticos se fabrican en forma de material compuesto, lo que implica la adición de algún material de refuerzo (normalmente fibras de vidrio o de carbono) a la matriz de la resina plástica.

Los materiales compuestos tienen la resistencia y la estabilidad de los metales, pero por lo general son más ligeros. Las espumas plásticas, compuestas de plástico y gas, proporcionan una masa de gran tamaño pero muy ligera.

- Forma y acabado

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: tiempo, temperatura y deformación. La naturaleza de muchos de estos procesos es cíclica, si bien algunos pueden clasificarse como continuos o semicontinuos.

Una de las operaciones más comunes es la extrusión. Una máquina de extrusión consiste en un aparato que bombea el plástico a través de un molde con la forma deseada. La máquina de extrusión también realiza otras operaciones, como moldeo por soplado o moldeo por inyección.

Otros procesos utilizados son el moldeo por compresión, en el que la presión fuerza al plástico a adoptar una forma concreta, y el moldeo por transferencia, en el que un pistón introduce el plástico fundido a presión en un molde.

El calandrado es otra técnica mediante la que se forman láminas de plástico. Algunos plásticos, y en particular los que tienen una elevada resistencia a la temperatura, requieren procesos de fabricación especiales.

2.2.1.3. Manejo

Existen distintos procesos de manejo en función de los distintos plásticos que se tengan. Los principales sistemas de reciclaje son los siguientes:

- Reciclaje mecánico: consiste en cortar las piezas de plástico en pequeños granos para posteriormente tratarlos. Se trabaja con macromoléculas de los polímeros.
- Reciclaje químico: se basa en degradar los materiales plásticos, mediante calor o con catalizadores, hasta tal punto que se rompan las macromoléculas y queden solamente moléculas sencillas (monómeros), a partir de las cuales se podría conseguir otros tipos de plásticos o combustibles.

Una de las aplicaciones principales de los plásticos reciclados mezclados es la madera plástica. Su principal aplicación es la creación de mobiliario urbano, debido a las ventajas que presenta sobre otros materiales, por ejemplo, es mucho más resistente a la acción de los agentes externos (agua, radiación solar, temperatura), que la madera normal. Algunos de los productos más utilizados son los bancos, bolardos, vallas, etc. Otro material hecho a partir de plásticos reciclados es la fibra textil. El PET es uno de los materiales que más se reciclan para obtener estas fibras, que luego se transforman en ropa, alfombras, cuerdas, etc., con muy buena apariencia.

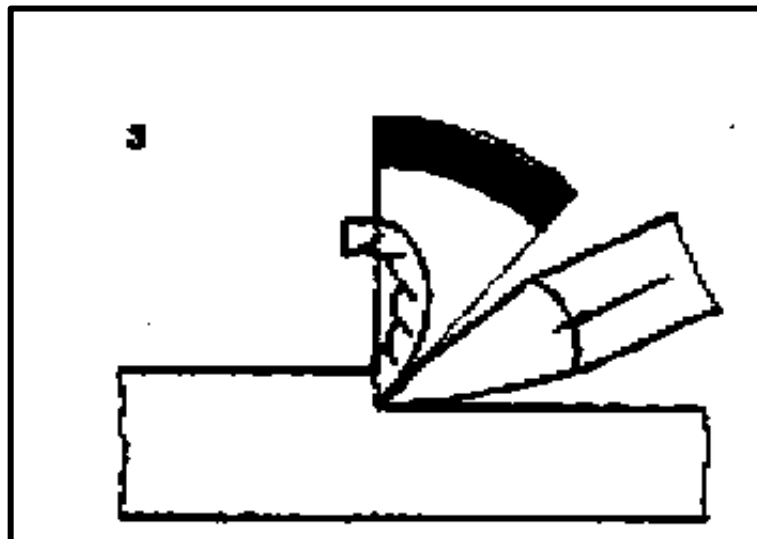
La mayoría de las botellas se vuelven a reciclar para obtener más botellas, eso sí, una vez recicladas no pueden usarse como envase de productos de consumo humano, pero sí para otros fines como son, por ejemplo, los productos de limpieza, ya que no contienen tensoactivos.

Los plásticos reciclados también se utilizan en construcción, por ejemplo los ladrillos hechos a partir de PEAD, tuberías, vallas, etc.

2.2.2. Viruta

La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral, se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Viruta



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.1. Obtención

La viruta se extrae mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales. Se obtiene al trabajar aceros blandos, cobre, plomo, estaño y algunos materiales plásticos con altas velocidades de corte.

Todas las virutas desarrollan una curvatura al salir de la superficie de la pieza. Entre los posibles factores que contribuyen al fenómeno están la distribución de esfuerzos en las zonas primaria y secundaria de corte, los efectos térmicos, las características del endurecimiento por trabajo por material de la pieza y la geometría de la cara de ataque de la herramienta de corte.

2.2.2.2. Procesado

Las variables del proceso y las propiedades del material afectan al formado de rizos de la viruta. En general, el radio de curvatura baja (la viruta se enrosca más) a medida que disminuye la profundidad de corte; esto aumenta el ángulo de ataque y disminuye la fricción entre herramienta y viruta. Además, el uso de fluidos de corte y de diversos aditivos en el material de la pieza influye en el formado de rizos.

2.2.2.3. Manejo

Tanto la materia prima como la viruta obtenida a partir de ella no atraviesan en su proceso de elaboración ningún tipo de tratamiento químico, ya que se obtiene de forma artesanal. La viruta se puede almacenar durante largos períodos de tiempo sin que ello afecte a su calidad, tanto en almacenes como en la calle tapada. Es de fácil manejo debido a su reducido peso.

2.3. Herramientas y maquinaria

A continuación se detallan algunas de las herramientas utilizadas:

- Sargento

Es una herramienta manual que se compone de dos mordazas, regulables con un tornillo que al girar en uno de sus extremos ejerce presión sobre la pieza colocada entre dichas mordazas. Los sargentos se utilizan para sujetar piezas que van a ser mecanizadas (si son metales) o van a ser pegadas con cola si se trata de madera. Los sargentos tienen muchos tamaños diferentes, esto se aprecia en la figura 5.

Figura 5. **Sargento**



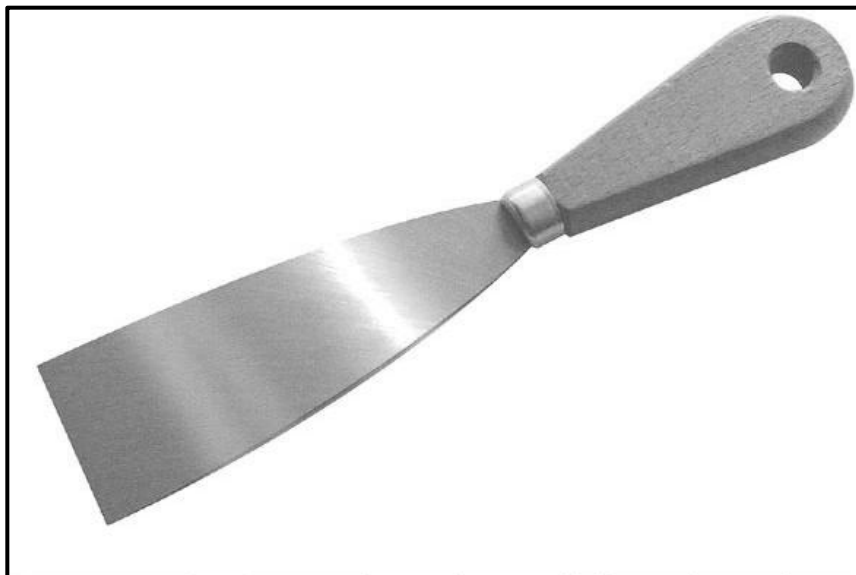
Fuente: Stanley. *Manual de herramientas*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- **Espátula**

Las espátulas son herramientas manuales utilizadas generalmente para el raspado de diversos materiales. La espátula consta de dos piezas unidas firmemente: un mango y la hoja o lámina metálica plana, que generalmente son de acero inoxidable.

El espesor de la hoja o lámina varía. Todo depende del uso que se le dará a la espátula. Generalmente son utilizadas para retirar las viejas capas de pintura, pero también tienen un uso muy preciso: distribuir y emparejar superficies con yeso, enduido, masilla, etc. Sirven también para retirar cualquier elemento extraño de una superficie (óxido, pegamentos, etc.), tapar grietas, ranuras, etc. En la figura 6 se puede observar una espátula.

Figura 6. **Espátula**



Fuente: Stanley. *Manual de herramientas*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- **Bandeja**

Consisten de una pieza plana o algo cóncava, con una superficie lisa y con sus bordes levantados en todo el perímetro para trasladar la materia prima del producto. En la figura 7 se aprecia una bandeja utilizada en laboratorios.

Figura 7. **Bandeja**



Fuente: Stanley. *Manual de herramientas*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- **Banco de trabajo**

Mesa acondicionada para realizar sobre ella un trabajo específico. Los bancos de trabajo suelen estar ubicados en talleres y en empresas de fabricación, elaboración, montaje o manipulación de productos. Un ejemplo de banco de trabajo puede observarse en la figura 8.

Figura 8. **Banco de trabajo**



Fuente: Stanley. *Manual de herramientas*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- **Balanza**

Instrumento que se utiliza para medir o pesar masas. Otro de los usos más frecuentes que se le da a las balanzas es en los laboratorios donde se hacen pruebas o análisis de determinados materiales, generalmente este tipo de balanzas se caracterizan por la fidelidad y precisión de aquello que pesan. Las características de una balanza pueden apreciarse en la figura 9.

Figura 9. **Balanza**



Fuente: PCE-BS 3000. PCE Instruments Latinoamérica. *Manual de laboratorio*.
http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- Maquinaria
 - Prensa neumática:

Las prensas neumáticas son controladas por la manipulación de aire a presión. El aire es forzado en un tubo que se llena con el aire y se aplica con presión que hace que la prensa se desplace hacia abajo. Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de las válvulas y los resortes mecánicos, haciendo que la bomba se mueva de nuevo hacia arriba. La mayor ventaja de las prensas neumáticas es su velocidad. Pueden moverse diez veces más rápido que las prensas hidráulicas. También pueden

parar en cualquier momento en que el operador abra la válvula para liberar el aire. Las prensas neumáticas son extremadamente versátiles, capaces de ser colocadas en una fábrica en cualquier posición en la que el operador requiera, incluso boca abajo. Son muy fáciles de usar y los controles son similares a las prensas de estilos más tradicionales. En la figura 10 se puede observar una prensa neumática.

Está compuesta de tres partes que son:

- Diafragma
- Plato de presión
- Estructura o armadura

Figura 10. **Prensa neumática**



Fuente: Catálogo GME/sd. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

- Horno:

El horno aumenta su temperatura gradualmente conforme pase el tiempo, así como según sea su programación. Cuando la temperatura sea la óptima y se estabilice, el térmico mantendrá la temperatura; si esta desciende, volverá a activar las resistencias para obtener la temperatura programada. Respecto al aglomerado, el rango de temperatura va de 213 grados en temperatura inicial a 203 grados como temperatura final. Esta variación se debe a la pérdida de calor que ocurre al momento de abrir el horno e introducir el aglomerado. Posee un tablero de control que muestra el punto de regulación y la temperatura real dentro del horno, está montada al frente para su fácil lectura, aunque algunos modelos anteriores no lo tienen, estos cuentan con una perilla graduada que regula la temperatura del horno. En la figura 11 se puede observar un horno:

Figura 11. **Horno**



Fuente: Catálogo COTECNO. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: junio de 2018.

2.4. Proceso

Para el desarrollo del aglomerado deben seguirse los pasos detallados a continuación: (cabe mencionar que las proporciones de materia prima a utilizar variarán conforme la elaboración de las diferentes muestras, hasta obtener aquella que satisfaga las necesidades buscadas):

- Debe precalentarse el horno durante una hora hasta tener una temperatura inicial de 213 grados. Paralelamente, preparar el molde de la siguiente manera:
 - Untar aceite mineral en todas las paredes del molde.
 - Añadir una capa de talco distribuida de manera uniforme, tanto en el molde como en la tapa.
- Proceder a colocar la materia prima en el molde de la siguiente manera: colocar una bolsa plástica, luego agregar una capa de polialuminio, seguida de una capa de viruta de madera, todas distribuidas de manera uniforme; agregar nuevamente una bolsa plástica, otra capa de polialuminio y otra de viruta de manera, todas distribuidas de manera uniforme. Por último agregar una bolsa plástica más y proceder a tapar el molde.
- Introducir el molde al horno durante 30 minutos con una temperatura inicial de 213 grados y una temperatura final de 203 grados.
- Aplicar presión durante 20 minutos.
- Dejar enfriar durante 10 minutos y sacar el aglomerado del molde.

2.5. Ensayos de laboratorio realizados para determinar propiedades mecánicas

La evaluación de la calidad de los tableros de aglomerado fabricados a partir de viruta y elementos poliplásticos pueden realizarse por medio de ensayos de laboratorio que incluyen métodos destructivos en los cuales se destruye total o parcialmente la probeta en análisis, para así poder hallar y determinar las propiedades mecánicas de los tableros.

2.5.1. Ensayo de densidad

La determinación de la densidad basada en la Norma EN 323 fue realizada con probetas de aglomerados que fueron colocadas en un espacio de temperatura ambiente para que las mismas alcanzaran su peso constante. Posteriormente se determinó el espesor y masa final, así como la medida paralela a los bordes. Para ello se utilizó la siguiente ecuación.

$$d = \frac{m}{b_1 * b_2 * e}$$

Donde:

d= densidad (Kg/m³)

m= masa (g)

$b_1 * b_2$ = medidas ortogonales de los lados (mm)

e= espesor (mm)

La tabla IV muestra valores de densidades para diferentes probetas con diferentes espesores.

Tabla IV. **Densidades en probetas**

No. DE PROBETA	DENSIDAD (Kg/m3)		
	8%	10%	12%
1	698	724	761
2	702	726	764
3	700	729	767
PROMEDIO	700	726	764

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. **Ensayo para determinar el contenido de humedad [u]**

El objetivo de este ensayo es definir la cantidad de agua contenida en la probeta. La eliminación de agua ocurre por secamiento en estufa a una temperatura alrededor de los 100°C, hasta alcanzar masa constante. Se realizó bajo la Norma EN 322 y mediante la ecuación que se presenta a continuación:

$$U = \frac{m_1 - m_s}{m_s} * 100$$

Donde:

U = contenido de humedad del tablero aglomerado (%)

m_1 = masa inicial (g)

m_s = masa final seca (g)

La tabla V muestra valores de humedades para diferentes probetas con diferentes espesores:

Tabla V. **Humedades en probetas**

Núm. de probeta	Humedad (%)		
	8%	10%	12%
1	5	5	4,3
2	5,4	4,9	4,2
3	5,6	5,1	5,3
PROMEDIO	5,3	5,0	4,6

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Ensayo de flexión estática

El ensayo de flexión estática tuvo como objetivo determinar el módulo de elasticidad y módulo de ruptura. Se midió la probeta en la mitad del largo y el espesor en la intersección diagonal. La probeta fue apoyada en soportes con una distancia entre ellos de 20 veces el espesor nominal. Este ensayo se realizó mediante la siguiente ecuación y bajo la norma EN 310.

$$MOE = \frac{l_1^3 * (F_2 - F_1)}{4 * b * e^3 * (a_2 - a_1)}$$

Donde:

MOE = módulo de elasticidad (MPa)

a_2 y a_1 = deflexión en la mitad del vano (m)

L_1 = distancia entre los soportes (m)

b = ancho del cuerpo (m)

e = espesor del cuerpo (m)

$F_2 - F_1$ = incremento de fuerza (N)

Para el cálculo del módulo de ruptura (MOR) se utilizó el mismo teste de flexión estática y mediante la ecuación:

$$MOR = \frac{3 * F_{max} * l_1}{2 * b * t^2}$$

Donde:

MOR = módulo de ruptura (MPa)

l_1 = distancia entre los soportes (m)

b = ancho del cuerpo (m)

t = espesor del cuerpo (m)

F_{max} = fuerza de ruptura (N)

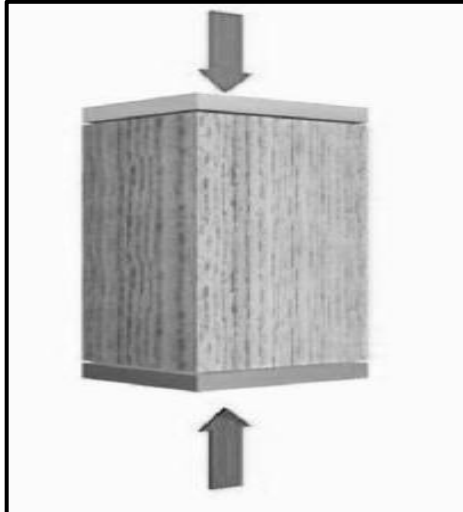
La tabla VI muestra valores de MOE y MOR en probetas

Tabla VI. **MOE y MOR en probetas**

Núm. de probeta	Modulo elasticidad MOE (Mpa)			Modulo rotura mor (Mpa)		
	8 %	10 %	12 %	8 %	10 %	12 %
1	2,41	2,69	2,89	23,1	26	27,8
2	2,42	2,7	2,92	23	26,3	28
3	2,45	2,71	2,91	23,4	26,2	28,4
Promedio	2,43	2,70	2,91	23,17	26,17	28,07

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Flexión a compresión y torsión**



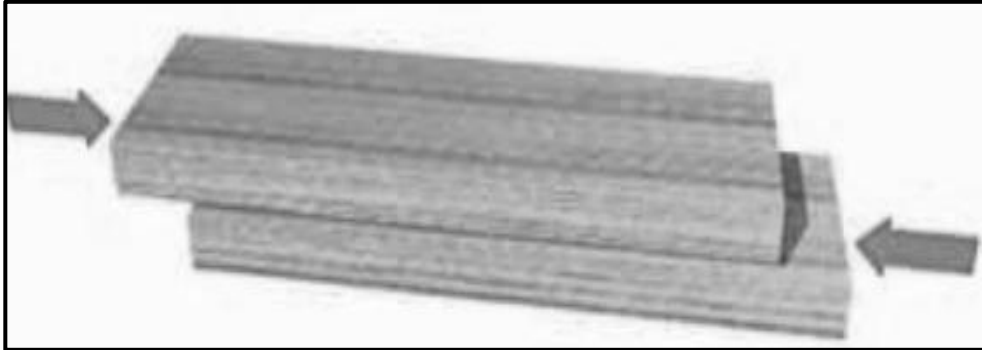
Fuente: CANCIANI, José. *Cátedra Estructuras 1*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: 2018.

2.5.4. Corte

En el ensayo de corte aplicado al aglomerado se puede determinar la medida de la capacidad de la probeta para resistir fuerzas que tienden a causar deslizamiento de una parte de la pieza sobre otra. Las fuerzas actúan de forma tangencial al área de corte.

La figura 13 muestra el ensayo de corte con claridad:

Figura 13. **Corte**



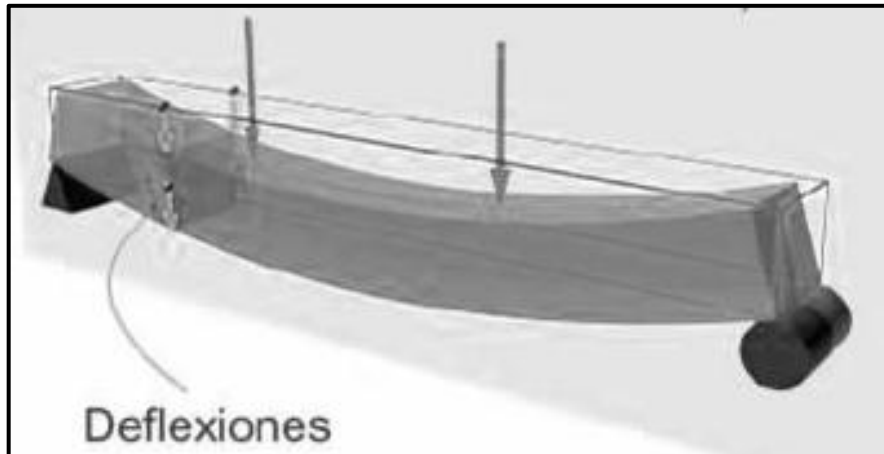
Fuente: CANCIANI, José. *Cátedra Estructuras 1*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: 2018.

2.5.5. Deflexión

Por medio de un ensayo de deflexión se puede determinar aquella deformación que sufre un elemento por el efecto de las flexiones internas. En este caso la deflexión será la deformación que registra una probeta de aglomerado elemento a partir de la aplicación de una fuerza. La deflexión, en este marco, se genera por una flexión interna.

La figura 14 muestra la deflexión en la probeta de aglomerado:

Figura 14. **Deflexión**



Fuente: GERE, James. *Mecánica de Materiales*. http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016. Consulta: 2018.

2.5.6. Resistencia a la penetración

La resistencia a la penetración es un indicador del nivel de compactación de un determinado producto, en este caso la compactación del aglomerado. Un ensayo de resistencia a la penetración está determinado o influido por la humedad, densidad aparente y textura de la probeta en análisis.

2.5.7. Durabilidad

La durabilidad hace referencia a la capacidad de servicio y uso que puede darse a los tableros de aglomerado:

- Clases de servicio: se definen en función del contenido de humedad que alcanzan los elementos que forman parte del aglomerado, afectando tanto al cálculo estructural como a su durabilidad.

- Clases de uso: intentan valorar el riesgo de ataque o degradación del aglomerado de viruta y elementos poliplásticos, por agentes xilófagos que dependen principalmente del grado de humedad que pueden alcanzar los elementos o productos estructurales y de la presencia de insectos xilófagos en su lugar de utilización.

3. PROPUESTA PARA EL ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MERCADO

3.1. Definición del problema

La evidencia del desgaste progresivo del medio ambiente refleja la inexistencia de compromiso de la población en la búsqueda de soluciones para el cuidado y conservación del mismo. Adicionalmente, existe el deseo de creación de proyectos empresariales que permitan dar a conocer el talento científico y productivo que poseen los estudiantes de la Universidad de San Carlos y que pueden dar a conocer mediante el trabajo continuo en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

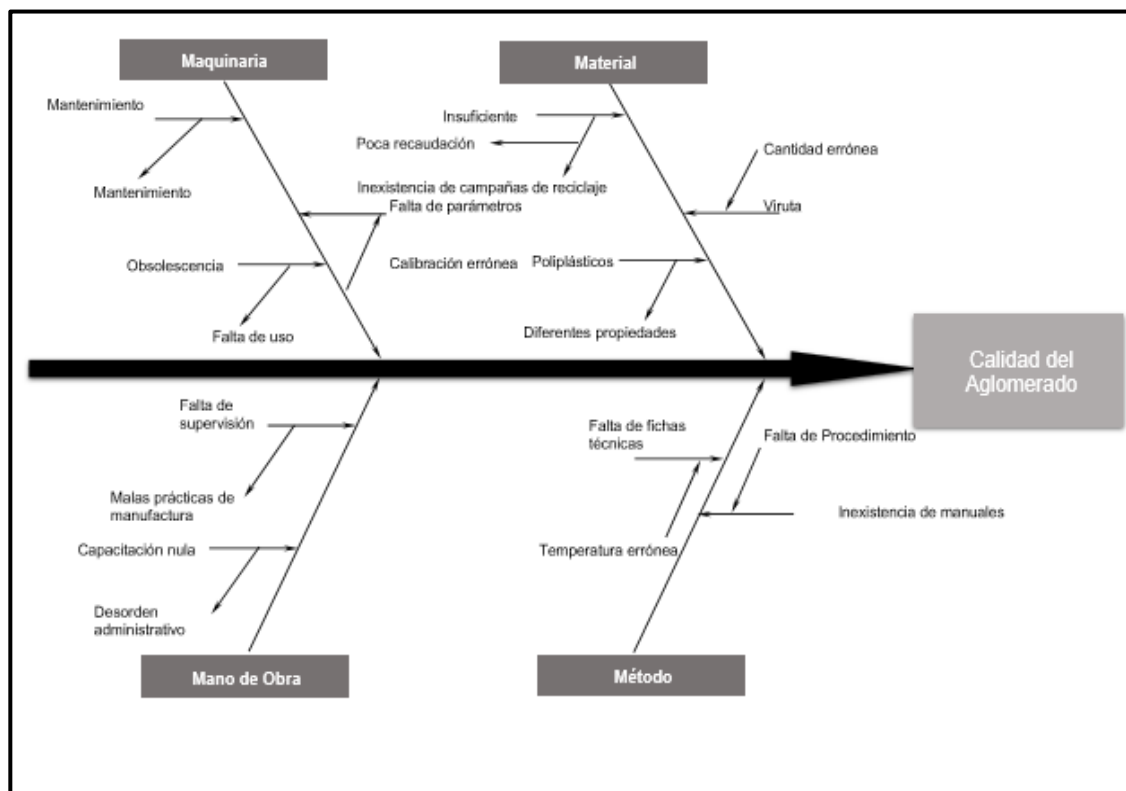
Es por ello que el estudio cualitativo y cuantitativo de mercado sobre la producción de tableros de aglomerados de viruta y elementos poliplásticos, busca mostrar soluciones y aplicaciones a estos dos parámetros descritos anteriormente. Para el efecto se presenta un diagrama de espina de pez para ilustrar el tema en mención.

- Diagrama de Espina de Pez

Para realizar el diagrama de causa y efecto del proyecto de investigación se tomaron en cuenta las posibles causas y efectos que pueden afectar la calidad del aglomerado como producto final. La poca existencia o mala calidad en la materia prima obtenida en las campañas de reciclaje afecta la calidad del tablero de aglomerado, ya que en ella inciden el tamaño de la partícula, la clase de madera, la calidad de los materiales adhesivos y otros factores que alteran la

fabricación del material. La maquinaria también puede influir en la calidad del aglomerado durante el proceso productivo del aglomerado, así como la mala operación, falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, mala calibración, entre otros. Sumado a estos factores, la mano de obra se ve afectada por el poco conocimiento tecnológico del uso de la maquinaria. A continuación, en la figura 15, se presenta un diagrama de causa y efecto para la calidad del producto aglomerado.

Figura 15. Diagrama de Espina de Pez



Fuente: elaboración propia.

3.2. FODA del proyecto

A continuación se presenta el análisis FODA del proyecto:

- Fortalezas:
 - F1. Alta demanda de tableros de aglomerado, siendo esta mayor al 50 %.
 - F2. Se cuenta con un laboratorio equipado con maquinaria reciente con la capacidad de llevar a cabo el proceso de producción del aglomerado.
 - F3. Capacidad académica para apoyar el proceso empresarial.
- Oportunidades:
 - O1. Auge de las campañas de reciclaje que permitirán la obtención de la materia prima.
 - O2. Amplio mercado.
 - O3. Versatilidad del producto para diferentes fines.
- Debilidades:
 - D1. Falta de manuales de procedimientos operacionales para la creación de los aglomerados.

- D2. Poca divulgación de las oportunidades existentes.
- D3. Desorganización administrativa del personal encargado del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.
- D4. No se cuenta con la capacidad instalada adecuada para competir.
- Amenazas:
 - A1. Presupuesto inexistente para el mantenimiento y/o reparación de la maquinaria.
 - A2. Desinterés del estudiantado de pertenecer a las campañas de reciclaje.
 - A3. Cierre del área de Control de Calidad por falta de aprovechamiento de la misma.
- Estrategias (FO):
 - E1. (Para F1, O2)

Crear técnicas de mercadeo y publicidad para el aglomerado, aprovechando la demanda alta del mercado.

- E2. (Para F3, O1)

Pedir la colaboración de catedráticos para impulsar en los estudiantes la participación en las campañas de reciclaje.

- Estrategias (FA):

- E1. (Para F2, A1)

Creación de manuales que describan el funcionamiento y uso de la maquinaria empleada para su correcto uso y prevención de daños.

- E2. (Para F3, A2)

Establecer compromisos entre catedráticos y estudiantes para crear conciencia sobre el reciclaje de materiales.

- Estrategias (DA):

- E1. (Para D2, A3): organizar ferias de emprendimiento en las cuales se den a conocer los productos elaborados en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, con el fin de motivar al estudiante para ser parte de proyectos de emprendimiento.

- Estrategias (DO):

- ✓ E8. (Para D2,O3)

Hacer público el nuevo proyecto y la versatilidad del mismo con el fin de crear interés y que de esta manera surjan ideas innovadoras.

Tabla VII. **Matriz FODA**

No.	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
1	Alta demanda de tableros de aglomerado, siendo ésta mayor al 50 %	Amplio mercado a nivel nacional	Poca divulgación mediática de las oportunidades existentes	Cierre del área de Control de Calidad por falta de aprovechamiento de la misma
2	Se cuenta con un laboratorio equipado con maquinaria reciente con la capacidad de llevar a cabo el proceso de producción del aglomerado	Versatilidad del producto para ser moldeado y fabricado para diferentes fines	Falta de manuales de procedimientos operacionales para la fabricación de los aglomerados	Presupuesto inexistente para el mantenimiento y/o reparación de la maquinaria
3	Capacidad académica para apoyar el proceso empresarial	Auge de las campañas de reciclaje que permitirá la obtención de la materia prima	Desorganización administrativa del personal encargado del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería USAC.	Desinterés del estudiantado de pertenecer a las campañas de reciclaje que promueve el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Marco lógico del proyecto

La tabla VIII presenta el marco lógico del proyecto.

Tabla VIII. Marco lógico del proyecto

ESTRATEGIA DEL PROYECTO	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
OBJETIVO SUPERIOR Comercialización de tableros elaborados a partir de materiales reusables como la viruta y elementos poliplásticos, con el fin de percibir utilidades y contribuir al cuidado del ambiente.	Porcentajes de la demanda nacional de tableros de aglomerado.	Encuestas sobre la preferencia de la población por este tipo de producto.	Introducción al mercado de productos sustitutos de fabricación y comercialización más sencillas.
OBJETIVO DEL PROYECTO Elaboración de un estudio cualitativo y cuantitativo de mercado para la introducción, desarrollo y comercialización de aglomerados.	Confiabilidad de las propiedades que presentan los aglomerados para verificar la factibilidad de producción de los mismos.	Ensayos de laboratorio que permitan establecer la confiabilidad de las propiedades de aglomerados.	Recaudación inexistente de material reciclado que se utilizaría como materia prima para la fabricación
RESULTADO Realización de aglomerados fabricados a partir de elementos reciclados tales como la viruta y productos poliplásticos.			

Fuente: elaboración propia.

3.4. Proyecto de inversión

En un entorno que cambia constantemente y que está marcado por el avance científico y tecnológico, especialmente visible en los procesos de industrialización, la generación de proyectos de inversión es una fuente de desarrollo, puesto que propone nuevas formas de conocimiento, comercialización y por ende progreso de toda una sociedad.

Gracias al avance en la evaluación beneficio-costos que conlleva la realización de un proyecto de inversión, estos se han convertido en un instrumento de amplio uso en diversos sectores de la sociedad, tomando en cuenta que el éxito de los mismos depende del conocimiento de los factores económicos, sociológicos y culturales propios de cada país o región.⁸

En este caso particular, se busca aprovechar el material considerado como basura y darle uso como materia prima para la fabricación de un producto que pueda en algún momento competir directamente con la madera y el mdf, generando ingresos económicos y al mismo tiempo protegiendo el medio ambiente

3.4.1. Definición

Un proyecto de inversión es una propuesta que nace a partir de una idea o expectativa, con el fin de proporcionar una solución a una necesidad y que va ligada a la asignación de recursos económicos, materiales, humanos y técnicos. Todo proyecto de inversión está condicionado a estudios previos por medio de los cuales se verifica la viabilidad de la realización del mismo. A partir del momento en que surge la idea de proyecto, se efectúa un conjunto de actividades relacionadas directamente y que deben cumplirse en un período de tiempo previamente estipulado. El objetivo primordial de un proyecto de inversión es aprovechar los recursos, con el fin de generar un beneficio económico a un determinado plazo.

⁸ COHEN, Ernesto; FRANCO, Rolando. *Evaluación de proyectos sociales*. p. 11.

3.4.2. Tipo de proyecto

En el presente trabajo de graduación se hará la evaluación de un proyecto de inversión privado. En este caso particular, el proyecto es realizado por la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Se busca en primera instancia desarrollar un producto a base de material de desecho, que permita ofrecer al mercado una alternativa funcional y económica para diferentes aplicaciones, aprovechando el recurso existente en el Centro de Investigaciones. Los beneficios que se esperan de este proyecto son los resultados del valor de la venta del producto y adicionalmente el apoyo que se le brindará a diferentes Facultades a través de proporcionar un producto a un costo bastante accesible comparado con productos similares que se ofrecen en el mercado. Como una segunda fase se analizará el que dicho producto elaborado en planchas pueda ser comercializado a nivel nacional, como una alternativa para la madera y que tenga como base un costo competitivo y se pueda explotar el tema de que no causa efectos negativos al medio ambiente.

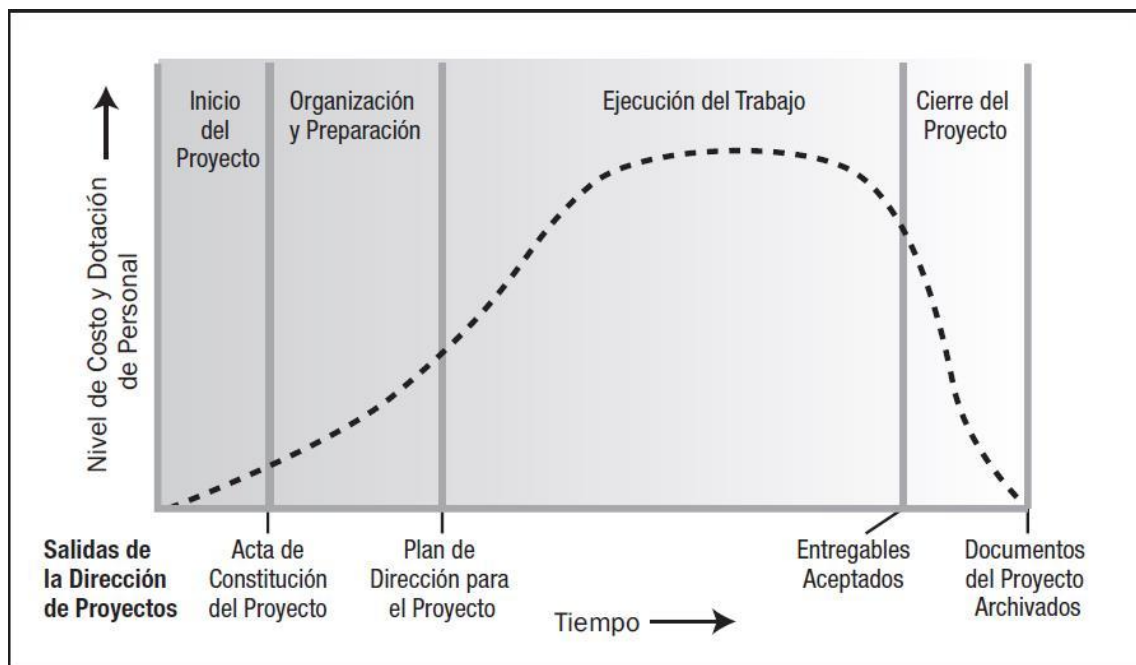
3.4.3. Ciclo de vida del proyecto

Un proyecto se desarrolla en diferentes etapas que se suceden y se relacionan entre sí, constituyen lo que se llama el ciclo de vida del proyecto. La naturaleza cíclica se justifica puesto que se parte de una realidad o idea existente y se llega a la misma realidad pero la misma es transformada en función de los objetivos fijados. Una vez planteada la idea generadora del proyecto, se produce un desarrollo y crecimiento del proyecto en la etapa de formulación, una madurez durante la ejecución y operación y finalmente un ocaso que termina en la desaparición.

A lo largo del ciclo de un proyecto se ha de tomar gran número de decisiones que resuelven determinados problemas de una fase anterior, inicialmente las decisiones a tomar son poco numerosas pero de una gran importancia para el desarrollo del proyecto. Conforme se avanza en el ciclo el número de decisiones aumenta progresivamente hasta la fase de ejecución pero se reduce su importancia estratégica.

En la figura 16 puede apreciarse el ciclo de vida de un proyecto y las fases que este incluye.

Figura 16. **Ciclo de vida del proyecto**



Fuente: Project Management Institute. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. p. 78.

3.5. Fase de preinversión

A esta fase le corresponde el estudio de viabilidad económica del proyecto, tomando en cuenta las diferentes alternativas que darán solución a las ideas planteadas para el proyecto. Esta etapa permite reducir la incertidumbre sobre algunas variables que condicionan el resultado en la medición de la rentabilidad de un proyecto, a costa de una mayor inversión en estudios.⁹

En la etapa de preparación y evaluación de un proyecto, o etapa de análisis de preinversión, se deben realizar estudios de mercado y comercialización, técnicos de ingeniería, administrativo legal, económicos, financieros y de impacto ambiental. Estos serán desarrollados en el numeral 3.3 del presente trabajo de investigación.

3.5.1. Idea del proyecto

La etapa de idea corresponde al proceso sistemático de búsqueda de nuevas oportunidades de negocios o de posibilidades de mejoramiento en el funcionamiento de una empresa.¹⁰ Se requiere la complementación mediante acciones en diferentes campos y, en este caso puntual, el aprovechamiento de material reciclado.

La idea de trabajar este tipo de producto surge de observar la cantidad de material de desecho del cual se dispone diariamente dentro de la Universidad de San Carlos. Ante esta situación se conceptualiza la idea de poder fabricar o

⁹ CHAIN, Sapag. *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. p. 32.

¹⁰ *Ibíd.* p. 30.

procesar un producto hecho con base en los desechos, específicamente poliplásticos y viruta de madera.

Además de la disponibilidad de la materia prima que se utilizaría, se considera también que mucha de la maquinaria y equipo que actualmente se encuentra en el Centro de Investigación está subutilizado, es decir, es equipo que está en perfectas condiciones de funcionamiento y es empleado durante una mínima cantidad de horas durante el día. Se busca también aprovecharlo al máximo al definir y desarrollar un producto como el que se está pensando trabajar en esta investigación.

Se busca que el producto desarrollado, que de ahora en adelante se llamara aglomerado, sea una opción para ofrecer al mercado interno en primera instancia, y que pueda competir contra la madera y el mdf al momento de seleccionar un material para realizar algún trabajo en madera. Se pretende brindar a la comunidad universitaria esa opción que le permita obtener un producto con similares características a la madera y/o mdf, a un precio accesible, considerando que la materia prima que se utiliza es material de desecho.

Mediante el desarrollo del perfil y de la formulación del proyecto que se presenta y desarrolla más adelante, se definirá la viabilidad de proceso y financiera que representa la elaboración y fabricación de aglomerado en el Centro de Investigaciones de la Universidad, para de esta forma tomar la mejor decisión en cuanto a continuar con el proyecto o abandonarlo.

3.5.2. Perfil

La fase de perfil corresponde a un análisis preliminar de diversas alternativas de solución a un problema, así como la evaluación correspondiente de los beneficios y costos de cada una de ellas.¹¹

Por medio del perfil se analiza la viabilidad del proyecto dadas las alternativas propuestas, permitiendo hacer un descarte de aquellas que no aportan valor o simplemente no satisfacen los objetivos planteados. Esta fase reconoce si es posible o no continuar con el estudio de prefactibilidad o proceder al diseño y operación o ejecución del proyecto en cuestión.

El estudio del perfil permite adoptar alguna de las siguientes decisiones:¹²

- Profundizar el estudio en los aspectos del proyecto que lo requieran. Para facilitar esta profundización conviene formular claramente los términos de referencia.
- Ejecutar el proyecto con los antecedentes disponibles en esta fase, o sin ellos, siempre que se haya llegado a un grado aceptable de certidumbre respecto a la conveniencia de materializarlo.
- Abandonar definitivamente la idea si el perfil es desfavorable a ella.

¹¹ Secretaría de Planificación y Programación. *Manual de formulación y evaluación de proyectos*. [http://snip.segeplan.gob.gt/sche\\$sinip/documentos/Manual_de_Formulacion.pdf](http://snip.segeplan.gob.gt/sche$sinip/documentos/Manual_de_Formulacion.pdf). Consulta: 10 de junio de 2018.

¹² MORALES CASTRO, Arturo. *Proyectos de inversión optativa*. <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/7/finanzas3.pdf>. Consulta: 10 de junio de 2018.

- Postergar la ejecución del proyecto.

3.6. Formulación del proyecto

Un proyecto se concibe como la unidad mínima operacional que vincula recursos, actividades y componentes durante un período determinado y con una ubicación definida.¹³ La formulación del proyecto implica coordinar coherente y estratégicamente los distintos aspectos que forman parte de la implementación de una idea innovadora.

Los proyectos pasan por procesos evaluativos que determinarán si son o no aprobados para su financiamiento. En el caso del presente trabajo de investigación, se formulará en función de la viabilidad que tiene la producción de tableros de aglomerado elaborados de viruta y elementos poliplásticos, como sustituto de productos maderables tradicionales.

3.6.1. Estudio de mercado y comercialización

Este estudio debe cumplir con una serie de objetivos importantes de cara a la recopilación de información que más adelante será utilizada en el estudio económico y financiero de la propuesta.

- Descripción del producto

El aglomerado es un producto fabricado a partir de residuos de madera (viruta) y poliplásticos, de forma que pueden ser aprovechados por sus ventajas

¹³ LIENDO REY, Lorena. *Introducción a la formulación de proyectos*. <http://www.solucionesong.org/posts/105>. Consulta: 29 de julio de 2018.

físicoquímicas pero mejorando las propiedades al incorporar las ventajas de la madera: durabilidad alta y que no requiere tratamiento adicional.

El producto final puede ser empleado de la misma manera que la madera natural, principalmente en la fabricación de muebles, divisiones modulares, etc., con numerosas ventajas. El aglomerado es un sustituto de la madera dura y madera suave, esto porque tiene características físicas muy similares a la madera natural, además se trabaja de manera similar, puede cortarse con serrucho, sierra, etc.; además puede ser trabajada de la misma forma, es decir, cepillada, torneada, perforada y atornillada con las mismas herramientas con las que se trabaja la madera natural.

El producto que se está considerando fabricar es:

- Plancha de 1 X 1 X 0.010 mts

Entre las características propias del aglomerado se encuentran las siguientes:

- No se pudre al aire o el contacto con arena o polvo
 - Buena resistencia mecánica, material duradero
 - No se agrieta ni produce astillas
 - Alto nivel de impermeabilidad
- Mercado potencial

Del total de consumo de madera del país, únicamente el 3 % es destinado a la industria. Cerca de la mitad de la madera (46,2 %) se pierde por tumba y quema y un 46,3 % es consumido en forma de leña. Adicionalmente, un 4,2 %

de la madera es consumido en la producción de carbón y un 0,3 % es utilizado en otros productos como postes, tutores, vivienda rural, etc.¹⁴

En Guatemala la demanda total de madera aserrada para el sector industrial se encuentra alrededor de los setecientos cincuenta y tres mil (753 000) metros cúbicos al año, sin embargo, el mercado está definido por el sector de la construcción y el sector de los muebles de madera, de aquí se puede obtener un mercado potencial de 451 800 metros cúbicos de madera aserrada.

En este estudio se considera que la demanda del aglomerado estará dada por el mercado interno de las Facultades de la Universidad de San Carlos y por las extensiones departamentales que están funcionando. Por esta razón se toma el mercado objetivo equivalente a un 0,005 %, que a su vez equivale a 2 259 metros cúbicos.

- Ventajas competitivas y propuesta de valor

Para competir con empresas especializadas en el sector se ofrece un producto que representa fortalecer la conciencia ambiental y que quiere contribuir con el mejoramiento del entorno, ofreciendo un producto a base de viruta de madera y poliplásticos reciclables que permiten una excelente durabilidad en la elaboración de muebles, pisos y diferentes clases de artículos para la industria, que generan una permanente confianza y satisfacen las exigencias de los clientes con productos de alta calidad. Adicionalmente se puede mencionar lo siguiente:

¹⁴ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. *Análisis de la información sobre productos forestales madereros en los países de América Latina*. Consulta: 14 de mayo de 2018.

- Elaborada a base de viruta de madera y poliplásticos. Sus pruebas físicas han demostrado excelentes características en resistencia a la flexión, compresión, tracción y otras.
- Ecológica. Disminuye la tala de bosques, contribuyendo directamente de esta manera a la protección del medio ambiente. Es un producto reciclable al 100 %.

El aglomerado es un material innovador que puede representar una solución al problema ambiental que se ha detectado y que puede directamente competir con la madera sintética y el mdf. Este material contribuye al medio ambiente, es amigable y es una alternativa a la tala de bosques, tiene la apariencia de madera, convirtiéndola en un recurso sustituto que puede ser utilizado, como se mencionó anteriormente, en la fabricación de muebles o pisos. Adicionalmente la fabricación de aglomerado tiene ventajas en términos de costos, durabilidad e impacto ambiental.

- Cantidad y bajo costo de la materia prima

Los materiales que se utilizan para la fabricación del aglomerado: viruta de madera y poliplásticos, provienen en un 100 % de procesos de reciclaje, lo que puede ser considerado también como un proceso de logística inversa, lo cual hace que su costo se reduzca considerablemente. Lo que se obtiene al utilizar este tipo de material es que se logra disminuir la tala de bosques, ya que el aglomerado puede sustituir de forma total a la madera natural.

- Bajo impacto ambiental

La utilización de este tipo de materiales apoya el reciclaje, aprovecha desechos y disminuye la contaminación en la medida en que estos materiales se utilizan como un sustituto a productos de madera natural, convirtiéndose en un sustituto ideal.

- Apariencia y manejo

Las planchas de aglomerado se pueden trabajar como la madera: se pueden lijar, atornillar, taladrar, cepillar, pintar, etc. Esto no representa ningún inconveniente para la industria y el mercado al que se enfoca el producto, ya que esta materia prima se maneja igual que la madera tradicional.

- Durabilidad

Los materiales o componentes del aglomerado requieren de un menor mantenimiento que la madera natural y tradicional, ya que al poseer características plásticas no se ven afectadas por la humedad o insectos, lo cual hace que este tipo de materiales sean comúnmente expuestos a condiciones ambientales duras, tradicionalmente en interiores y exteriores.

- Análisis del sector y comercialización

Se puede considerar que el sector de madera tradicional es el que concentra un porcentaje equivalente al tres por ciento (3 %) del movimiento comercial que se realiza en el país. Principalmente se utiliza en el sector de la construcción, el cual está teniendo un crecimiento importante y considerable.

En el sector de fabricación de muebles la madera tradicional es la principal materia prima utilizada actualmente, el objetivo de fabricar y producir el aglomerado es competir directamente con los productos fabricados con madera natural. La estructura de la comercialización de la madera en Guatemala está dada por los siguientes grandes grupos:

- Madera para cubrir necesidades energéticas:
 - Carbón
 - Leña

- Madera para uso industrial:
 - Carpintería
 - Mobiliario
 - Uso estructural
 - Estibas y empaques (tarimas)
 - Otros (lanchas, ataúdes, palillos, etc.)

- Madera para tableros:
 - Tableros aglomerados
 - Tableros de fibra

- Madera para postes y varas

- Madera para papel y cartón

La madera aserrada básicamente es aquella que se obtiene del tronco del árbol pero sin corteza, este tipo de madera es la de mayor distribución en el país, en muchos casos es utilizada en la industria de la construcción y de la fabricación de muebles.

- Análisis de mercado

Se puede iniciar mencionando que el comercio de los productos y servicios forestales contribuye con un dos por ciento (2 %) al PIB mundial y representa el tres por ciento (3 %) del comercio internacional de mercancías, según datos de la FAO. La madera ofrece usos muy diversos, por lo que se comercializa de diferentes formas, una de ellas es como madera en rollo (troncos), otra es la madera aserrada, también se puede distribuir en forma de astillas para la fabricación de tableros o como pasta para fabricación de papel.

La demanda mundial de madera presenta grandes diferencias en cuanto al uso que se le da a la misma, de forma general el cincuenta y uno por ciento (51 %) de la madera presenta un uso doméstico, se dedica a la calefacción y cocción de alimentos. El restante cuarenta y nueve por ciento (49 %) está distribuido en la quema y tala, y una menor cantidad es empleada en la industria y sus usos van desde la construcción de estructuras o la fabricación de muebles, hasta la elaboración de papel, cartulina y cartón.¹⁵

Es importante mencionar que se está viviendo actualmente un cambio de los modelos tradicionales del comercio y uso de la madera, debido a los nuevos mercados emergentes asociados a productos amigables con el medio ambiente. Es por esta razón que se encuentran más frecuentemente materiales alternativos y sustitutos que reducen y mitigan el daño ambiental producido por la utilización de la madera natural. El mercado potencial del aglomerado se encuentra ubicado en los sectores de la construcción y el de los muebles, esto es un porcentaje considerable, arriba del tres por ciento (3 %) del total de la demanda de madera en Guatemala.

¹⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Estadísticas sobre la madera*. p. 32.

Según el informe económico del año 2016, el sector de la construcción empieza a tener un crecimiento importante, en términos generales, la mayoría de indicadores del sector cerraron el año con crecimiento positivo. Por otro lado, el mercado de la fabricación de muebles se concentra a nivel del país en municipios como San Juan Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez y Antigua Guatemala. Este mercado se puede dividir en subsectores, el que más contribuye al consumo de madera natural es el que se dedica a la fabricación de muebles para el hogar, seguido por el de fabricación de muebles para oficina y comercio.

De aquí se puede determinar que el mercado potencial es de 2 259 metros cúbicos. Importante mencionar que en esta fase del proyecto se considera únicamente un porcentaje (%) mínimo, que es el que se busca cubrir con la puesta en marcha de este proyecto, el mercado potencial se reduce al consumo de madera natural que tienen actualmente las Facultades de la USAC y los centros regionales.

- Consumidores y clientes potenciales

Los aspectos que más valoran los consumidores de la madera natural al momento de adquirir productos son los atributos de calidez que brinda un producto cien por ciento (100 %) natural y no tanto la modernidad e innovación, ya que es un sector tradicional. Estos datos quedaron plasmados en la encuesta realizada y que puede encontrarse en la página correspondiente al apéndice I de este trabajo de graduación.

Actualmente, en la compra de productos de madera, la decisión del consumidor se basa en las variables: precio, diseño y tipo de madera, pero lo más importante es el hecho de que el producto sea fabricado de forma

amigable con el medio ambiente y que ofrezca una garantía del futuro de los bosques a los consumidores y habitantes de la región. El aglomerado es un producto que vela por el futuro del planeta, el valor agregado es ofrecer un producto sustituto a la madera natural que cumpla con los requisitos del consumidor y que a su vez no dañe el medio ambiente y contribuya a la reducción de tala de árboles en el país.

Los consumidores del producto estarán ubicados en la Universidad de San Carlos (USAC) y en los centros regionales que funcionan a nivel nacional, se buscará dar a conocer el producto en diferentes núcleos de comercialización fuera de la universidad y eventualmente se le proveerá directamente a constructoras o empresas que requieran el aglomerado para proyectos de vivienda, locales u oficinas.

Se identifica la oportunidad clara en el mercado al ofrecer un producto que sea generoso y amigable con el medio ambiente y que brinde una calidad equivalente a la madera natural, esto gracias a las características propias del aglomerado.

- Análisis de la demanda del mercado potencial

En la Universidad de San Carlos y los centros regionales se estima que la demanda en la fase inicial debe satisfacer la demanda existente y considerando la realización de proyectos nuevos de expansión que puedan presentarse durante el año. Para este proyecto la demanda estará definida por el mercado en el que se enfoca el mismo, por esta razón se considera que el mercado es el equivalente a un 0,005 % del mercado potencial y equivale a un mercado objetivo de 2 259 metros cúbicos anuales.

- Estudio de mercado

La herramienta base utilizada es la investigación de mercado, esta se realizó mediante la recolección de datos y opiniones del mercado objetivo, esto permitió establecer factores importantes para el direccionamiento del proyecto, ya que de alguna forma ellos definieron las oportunidades en el mercado actual que tiene el aglomerado.

Existe una falta de conocimiento de los sectores de construcción y muebles sobre los productos sustitutos que brindan alternativas amigables con el medio ambiente y que pueden ser utilizados como opción a la madera natural. La encuesta se utilizará para elaborar el estudio de mercado con datos e información sobre la cantidad de producto demandado.

- Definición y limitación del problema

Se tiene como objetivo determinar las características del mercado objetivo y de los posibles competidores para elaborar y definir estrategias que se utilicen para la introducción del aglomerado en el mercado objetivo. Para el efecto se debe recopilar y consolidar información que permita llevar un análisis detallado del entorno económico, legal, ambiental, entre otros, que conduzcan el estudio de mercado para el aglomerado y realizar una evaluación económica financiera para la viabilidad del proyecto.

- Alcance

Determinar el nivel de conocimiento que poseen las personas que se encuentran dentro de los eslabones de la cadena productiva de la madera natural y la posible sustitución de la misma por el aglomerado.

- Metodología

Se realizará en tres fases:

- Fase 1: recolección de datos
- Fase 2: análisis de datos
- Fase 3: generación de conclusiones

La ventana de tiempo para realizar estas fases es de seis (6) semanas.

- Fuente de datos y tamaño de muestra

Se realizarán un total de 200 encuestas personales y 100 utilizando las redes sociales, el cuestionario consistirá en quince (15) preguntas, distribuidas de la siguiente forma: cinco (5) para tener conocimiento del entrevistado, estas no se encuentran numeradas, las otras diez (10) preguntas están numeradas y contienen datos para conocer las preferencias, interés por el producto y la frecuencia de compra. En el apéndice I se adjunta el formato de encuesta que se utilizó.

Para la realización de la investigación se trabaja con muestra aleatoria, la población objetivo a la cual va dirigida esta investigación está localizada en la Universidad de San Carlos (Facultades) y centros regionales, para el efecto se solicitó el apoyo de personal asignado a los centros para poder entregar el cuestionario en la fase 1.

Esta es la forma en que los datos serán recopilados para su posterior análisis, la información será vaciada en archivos de Excel para poder ser manipulados y analizados. El número de encuestas que se debe realizar,

utilizando un nivel de confianza del 90 % y un error estándar de 0,015, es de 200 encuestas, esto calculado con base en la población existente.

- Encuesta

Se estructura de la siguiente forma, incluye el total de las quince (15) preguntas que se harán a los encuestados y cuyo formato puede encontrarse en la página correspondiente a la sección de apéndice de este trabajo de graduación:

Estas primeras cinco (5) preguntas son de información general sobre el encuestado, en algún momento del análisis podrán ser empleadas dependiendo de los resultados obtenidos:

- Edad. Se manejan rangos de edades, desde 18-23 hasta más de 43 años.
- Estado civil. Se manejan las opciones: casado, libre, soltero, unión libre y viudo.
- Escolaridad. Se manejan como opciones: primaria, básicos, bachillerato, pregrado y posgrado.
- Estrato. Las opciones son: bajo, medio, alto.
- Género. Aquí puede ser masculino o femenino.

Las preguntas presentadas a continuación son específicas:

- ¿Tiene algún conocimiento sobre el aglomerado? Las opciones de respuesta son Sí / No.
- ¿Ha utilizado aglomerado alguna vez? Las opciones de respuesta son Sí / No.

- Evalúe el aglomerado como sustituto de la madera natural. Las opciones son: excelente, bueno, regular, malo y pésimo.
- ¿Qué aspectos son importantes al momento de comprar madera natural?
 - Medio ambiente. Las opciones son: muy importante, importante, poco importante y no es importante.
 - Textura y apariencia. Las opciones son: muy importante, importante, poco importante y no es importante.
 - Precio. Las opciones son: muy importante, importante, poco importante y no es importante.
 - Disponibilidad. Las opciones son: muy importante, importante, poco importante y no es importante.
- Si tuviera la opción de aglomerado, ¿lo utilizaría en la próxima compra? Las opciones son Sí / No.
- En caso de incluir este producto en la compra, ¿estaría dispuesto a pagar más que el precio de la madera natural? Las opciones son Sí / No.
- ¿Piensa usted que el aglomerado es un producto innovador? Las opciones son Sí / No.

- ¿Con qué frecuencia compra o utilizada productos de madera natural? Las opciones son: mensual, semestral, una vez al año, cada 1 y 3 años y más de tres años.
- Las principales características que debe tener la madera para que usted la compre son:
 - Dureza
 - Resistencia
 - Vida útil

Las opciones son: muy importante, importante, poco importante y no es importante.

- ¿Recomendaría el aglomerado?. Las opciones son Sí / No.
- Análisis de la encuesta

El 70 % de los encuestados se encuentra en las edades de 18 a 35 años, el 65 % se encuentra en estado civil soltero, los encuestados, al realizarse la encuesta en la Universidad, tienen como mínimo el bachillerato, el estrato económico en un 32 % es bajo, siendo de género masculino el cincuenta y cuatro (54 %) de los encuestados.

El 35 % de los encuestados conoce el aglomerado, esto implica que se debe realizar un trabajo de promoción exhaustivo, iniciando con los rubros de mercado y publicidad, que son importantes al inicio de la operación. Esto significará que el porcentaje aumente y en la medida que más personas conozcan el aglomerado más fácilmente será obtener una potencial compra.

El 23 % ha trabajado la madera directamente una vez, el 55 % de los encuestados evalúan y consideran el aglomerado como un buen sustituto de la madera, siendo en un 25 % una excelente opción para los encuestados.

El 90 % utilizaría el aglomerado después de conocerlo, importante mencionar que únicamente un 32 % estaría dispuesto a pagar más por el aglomerado, por lo tanto la estrategia de penetración de mercado debe basarse en una estrategia de precio más bajo que la madera natural. Más del 95 % de los encuestados considera que el aglomerado es un producto innovador, especialmente cuando la frecuencia de compra es de por lo menos una vez al año.

Los resultados de la encuesta se presentan en la tabla VIII:

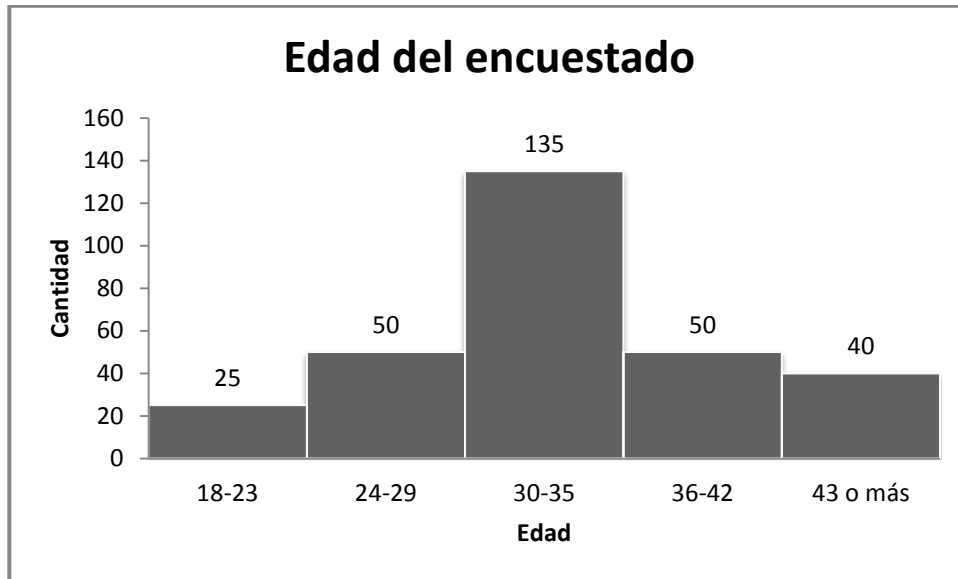
Tabla IX. Resultados

TABLA DE DATOS ENCUESTA						
I. Las siguientes preguntas son de información general.						
1 Edad:	18-23	25 24-29	50 30-35	135 36-42	50 43 o más	40
2 Estado Civil:	Soltero	195 Casado	90 Unión libre	5 Viudo	10	
3 Escolaridad:	Primaria	55 Básicos	45 Bachillerato	175 Pregrado	15 Posgrado	10
4 Estrato económico:	Bajo	96 Medio	180 Alto	24		
5 Género:	Masculino	162 Femenino	138			
II. Las siguientes preguntas son específicas.						
6 Tiene algún conocimiento sobre el aglomerado?			Si	105 No	195	
7 Ha utilizado productos de aglomerado?			Si	125 No	175	
8 Evalúe el aglomerado como sustituto de la madera tradicional? Lo considera:			Excelente	165 Bueno	100 Malo	35
9 Que aspectos son importantes al momento de comprar madera natural?						
Medio ambiente:	Muy importante		Importante		Poco importante	
Textura y apariencia:	Muy importante		Importante		Nada importante	
Precio:	Muy importante		Importante		Poco importante	
Disponibilidad:	Muy importante		Importante		Poco importante	
10 Si tuviera la opción de aglomerado, lo utilizaría en la próxima compra?			Si	270 No	30	
11 En caso de incluir este producto en la compra, estaría dispuesto a pagar más que el precio de la madera natural?			Si	96 No	204	
12 Piensa que el aglomerado es un producto innovador en el mercado?			Si	288 No	12	
13 Con que frecuencia utiliza productos de madera natural:	Mensual		Semestral		Una vez al año	
14 Las principales características que debe tener la madera para que la compre son:						
	Dureza		Resistencia		Vida útil larga	
15 Recomendaría el aglomerado:			Si	210 No	90	

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico se observan los resultados obtenidos en la pregunta relacionada con la edad:

Figura 17. **Gráfico de edad**



Fuente: elaboración propia.

- **Análisis de la competencia**

Definitivamente es importante analizar la competencia y tomar en consideración los puntos que directa o indirectamente influyen en la decisión de compra del consumidor y del mercado objetivo. Para el análisis se consideraron los siguientes aspectos:

- Amenaza de la competencia
- Poder de negociación de los clientes
- Poder de negociación de los proveedores
- Rivalidad entre los competidores existentes
- Amenaza de productos sustitutos

- Estudio de precios

La decisión de la elección del precio es un tema estratégico y crítico para todas las compañías e industrias a nivel mundial, se debe analizar el mercado, competidores directos, clientes, proveedores y los posibles actores que ingresarán a competir en el mercado con productos similares o sustitutos al que se propone en este trabajo de graduación. Para la fijación del precio inicial se debe considerar que el precio permita una recuperación de los costos de producción, distribución y venta, para lo cual debe realizarse un análisis de costo.

El establecimiento y fijación del precio depende en gran manera de la predicción acertada de la demanda, ya que cada precio variará de forma constante en función de la demanda del producto. En este caso particular, una ventaja competitiva importante para el aglomerado es que maneja costos de materia prima y producción bajos, deberá considerarse también cuáles son los precios de mercado de la competencia, en este caso, la madera natural y el mdf.

El precio fijado para la plancha de aglomerado de 1 X 1 X 0,010 mts es de trece quetzales con ochenta y nueve centavos, iva incluido (Q.13,90), el detalle de costos de producción se describe en el numeral 3.6.2. del presente trabajo, así como el equilibrio entre ingresos totales y costos totales al punto de equilibrio de unidades anuales producidas.

- Plan de mercadeo

Se debe trabajar un plan de mercadeo que utilice una mezcla de acuerdo a las características y objetivos definidos, se debe concentrar en manejar un

presupuesto que permita convertir los gastos en inversión y que no representen un costo para el proyecto. De tal forma la distribución de presupuesto propuesta en este trabajo de investigación enfocado a buscar estrategias para las siete (7) P es la siguiente:

Tabla X. (7) P

P	Porcentaje
Producto	45
Precio	10
Plaza	10
Promoción	10
Personal	5
Proceso	15
Presentación	5

Fuente: elaboración propia.

- Producto (concepto)

El aglomerado es un producto fabricado a base de viruta de madera y elementos poliplásticos, de forma que se aprovechan las características fisicoquímicas de la madera natural por medio de la viruta pero mejorando sus propiedades al incorporar las ventajas que brinda el poliplástico: alta durabilidad sin mantenimiento. El producto puede ser utilizado de la misma manera que la madera natural, para uso en interiores y exteriores.

El aglomerado es un sustituto de la madera natural, suave y dura, y puede ser utilizado en forma de planchas para pisos, divisiones, muebles, etc. Es un producto de características físicas muy similares a la madera natural, resistente a la corrosión, ácido o ataque bioquímico. El aglomerado se trabaja de manera

similar a la madera natural, puede cortarse, cepillarse, perforarse y atornillarse con las mismas herramientas con las que se trabaja la madera natural.

El color es definido desde el proceso de fabricación, puede eventualmente cambiarse al aplicarle una pintura luego de que la plancha ha sido producida, tiene una vida útil estimada de más de 100 años. El aglomerado ayuda en la conservación del medio ambiente, ya que es un sustituto de la madera natural y que la sustituye en muchas aplicaciones, por lo que no se justifica sacrificar el recurso natural si se emplea el aglomerado.

Los ensayos de resistencia aplicados al aglomerado han permitido determinar parámetros tales como:

- Coeficiente o módulo de elasticidad: resistencia del núcleo a la deflexión o curvatura cuando se le aplica una carga, las caras del tablero controlarán la rigidez mejor que el núcleo.
- Módulo de resistencia: mide la capacidad de resistir a la ruptura o curvatura bajo cargas de corta duración, por lo general esta fuerza se reflejará en el contenido de viruta del tablero compuesto o en la densidad general del aglomerado.
- Resistencia al impacto: es la capacidad de soportar el daño producido por un impacto o choque de una carga al caer sobre el aglomerado.

Si de propiedades mecánicas se trata, las de los tableros de aglomerados son de niveles inferiores a las propiedades que posee un tablero fabricado puramente de madera. Además, las aplicaciones estructurales son mínimas en

este tipo de tableros de aglomerado y estas son las que poseen mayores requerimientos mecánicos.

La siguiente tabla muestra una compilación de las propiedades de los aglomerados:

Tabla XI. **Propiedades físico-mecánicas y tolerancias de aglomerados**

AGLOMERADO DE VIRUTA Y POLIPLÁSTICOS			ESPELOR/mm
PROPIEDAD	UNIDAD	TOLERANCIA	10
Densidad	[Kg/m ³]		1200± 25
Flexión	[N/mm ²]	± 10	30
Tracción	[N/mm ²]	± 20	1
Hinchamiento	[%]		Max. 25

Fuente: elaboración propia.

- Estrategias de distribución

El Centro de Investigaciones de Ingeniería deberá llevar un óptimo control de la producción, se recomienda utilizar un modelo de justo a tiempo a nivel de bodega. Al inicio de la operación se tendrá un control de producción que estará en función de los pedidos de los clientes que sean solicitados. El canal de distribución utilizado es el canal corto, no se utilizan intermediarios en la primera fase del proyecto. El producto va directamente del Centro de Investigaciones de Ingeniería al consumidor final, la venta directa es la estrategia definida para la distribución del aglomerado; como se mencionó anteriormente, no se utilizarán intermediarios para llevar el producto al cliente final. La venta se realizará por

medio de teléfono, Internet y un pequeño grupo de personas que realizará la labor de venta.

Al inicio de la operación se debe tener un nivel controlado del inventario, para que pueda ser inmediato el despacho a los clientes, para el efecto se cuenta con un vehículo del Centro de Investigaciones que será utilizado para la entrega del producto que sea solicitado.

La estrategia de distribución será constantemente revisada considerando la evolución de las ventas, costos y utilidad obtenida. Al inicio el canal de distribución corto es el que brinda una cobertura de mercado óptima, considerando que el volumen solicitado es limitado. En la medida que la venta aumente, se podrá considerar una estrategia y canal de distribución que incluya intermediarios, esto para mejorar la cobertura. La estrategia de distribución será modificada luego de evaluar los siguientes aspectos:

- Cobertura del mercado. Se debe considerar al inicio de la operación que el mercado es la USAC y los centros regionales, si este cambia y se amplía, la capacidad instalada para la distribución debe ser incrementada.
- Costos de distribución. Si en caso se presentara un crecimiento acelerado a nivel de producción y distribución, se evaluará la opción de tercerizar la entrega y distribución, especialmente en regiones alejadas del centro de producción.
- En la etapa inicial del proyecto, la distribución del mismo se concentrará en el Centro de Investigación. Como se explica anteriormente, se utilizará el canal corto, de existir un crecimiento

acelerado se evaluará un canal de distribución con intermediarios, es decir, un canal nivel 2.

- Estrategias de precio

Se utilizará una estrategia de precio que consiste en fijar un precio inicial bajo al aglomerado en su única presentación, plancha de 1 X 1 X 0.010 Mt, con esto se busca lograr una penetración de mercado más rápida y eficaz, la idea es atraer a un número de clientes de forma rápida y que la cuota de mercado pueda ir incrementando a través del tiempo.

Para establecer el precio, inicialmente se consideró el precio del producto en el mercado y luego se hizo el análisis de costos correspondiente para la fijación y determinación final del precio, esto se describe más adelante en detalle.

Si el volumen de ventas crece considerablemente, permitirá reducir aún más los costos, esto se reflejará en un precio de venta menor al inicial. La idea es que el precio ofrecido sea siempre menor a los productos de madera natural y mdf que existen en el mercado actualmente, en donde la competencia ofrece precios que oscilan entre Q. 15,00 y Q. 17,00 para una plancha con las mismas dimensiones.

- Estrategias de promoción

En el caso del aglomerado, contar con una estrategia de promoción no garantiza aumentar la base de clientes. En función del comportamiento del volumen de ventas, se considerará oportunamente una promoción que incluya un descuento por cantidad, esto porque hay que considerar que eventualmente

un incremento en las promociones y descuentos puede provocar un sobre *stock* en el cliente y esto por ende castigaría los niveles de compra a futuro. La promoción del aglomerado se realizará mediante las siguientes estrategias de promoción:

- Tele mercadeo. Esta estrategia pretende alcanzar un número mayor de clientes potenciales con una mínima inversión, el objetivo principal es un aumento en ventas.
- Boletines. Por este medio se pretende lograr una penetración mayor, aprovechando la plataforma electrónica con la que cuenta la USAC y centros regionales.
- Página web. Se busca lograr incursionar en las redes sociales e Internet, brindando la opción de contactar directamente a través de la dirección www.centrodeinvestigacionaglomerado.gob.gt

Como estrategias complementarias de promoción para lograr el posicionamiento del aglomerado y obtener un mayor volumen de venta, se realizarán demostraciones del aglomerado y ventajas de uso, esto mediante visitas guiadas al centro de producción ubicado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Estrategias de comunicación

La importancia de esta estrategia radica en definir claramente qué es lo que se ofrece al mercado objetivo y qué es lo que se pretende. Adicional a las estrategias de promoción, estas estrategias de comunicación complementan la venta, ya que es importante dejar claramente definido que el Centro de

Investigación de Ingeniería tiene una línea de producción que ofrece al mercado el aglomerado, reforzando el tema de que es un producto netamente ecológico y amigable con el medio ambiente.

- Estrategias de servicio

Se deben desarrollar relaciones ganar-ganar con los clientes, idealmente a mediano y largo plazo, para que permitan un incremento importante en el volumen de ventas. Además deberá recopilarse información de los clientes para poder brindar un servicio postventa que satisfaga oportunamente los reclamos, quejas y sugerencias que puedan surgir, considerando que el producto es nuevo para el mercado objetivo. Las bases de datos de clientes deben estar actualizadas y claramente definidos los sistemas de pago disponibles para que las transacciones de venta sean realizadas de manera rápida y eficaz.¹⁶

- Estrategias de calidad

Uno de los objetivos principales dentro de esta estrategia es la de implementar los principios sencillos y utilizados para mejorar la calidad del producto, el aglomerado en este caso, que se ofrecerá al mercado objetivo.

Para el efecto se deben manejar ciertos indicadores de calidad que permitirán de alguna forma garantizar que los niveles de calidad y servicio ofrecidos son los requeridos.¹⁷

¹⁶ Softland. Clientes y cobranzas. *Manual de usuario*. p. 12.

¹⁷ Hereda Consultores. *ISO 9001. Calidad*. <http://hederaconsultores.com/calidad-iso-9001/>. Consulta: 29 de julio de 2018.

- Cumplimiento en la entrega de pedidos superior al 85 % del total registrado.
- Satisfacción del cliente mayor o igual al 95 %.
- Atención y resolución de reclamos con un máximo de dos (2) días.
- Producto no conforme y no superior al 1,5 % de lo fabricado.

Como parte del proyecto, en un mediano plazo se debe considerar obtener la certificación ISO 9001, esto le permitirá al Centro de Investigaciones competir más agresivamente en el mercado, ya con el respaldo de una certificación de calidad internacional. La base del control de calidad son los indicadores antes mencionados, el mismo será realizado durante el turno diurno únicamente, en caso de ser necesario se extenderá a turno nocturno.

- **Proyección de ventas**

El Centro de Investigación de Ingeniería debe encaminar todos sus esfuerzos a incrementar las ventas del aglomerado, las personas encargadas de la parte comercial deben trabajar agresivamente para penetrar el mercado y lograr posicionar el producto, es la única forma de generar rentabilidad en el proyecto.

Se considera manejar al inicio de la operación una línea de crédito, de tal manera que el flujo de caja sea atractivo para proveedores, así como para la gerencia del proyecto, la idea es poder obtener crédito también para algún insumo o equipo que pueda ser necesitado.¹⁸

¹⁸ ZAPATA, Rocío. *Cómo evaluar proyectos de inversión*. <https://www.entrepreneur.com/article/262890>. Consulta: 29 de julio de 2018.

El porcentaje de crédito no deberá ser superior al cincuenta y cinco (55 %) del costo total del producto ordenado, esto porque con el restante cuarenta y cinco por ciento (45 %) es suficiente para cubrir los costos de producción. La proyección de ventas se hace para un horizonte de 5 años, que es la duración propuesta del proyecto para efectos de preparación y evaluación. El detalle de la proyección incluye el crecimiento del seis por ciento (6 %) anual que se espera obtener, tal como lo muestra la tabla XI.

Tabla XII. **Proyección anual**

AÑO	PROYECCIÓN metros cúbicos de aglomerado (m3)
1	720.00
2	763.20
3	809.00
4	858.00
5	908.98

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Estudio técnico de ingeniería o tecnológico básico

En esta parte del proyecto se deben considerar aspectos técnicos importantes que influyen directamente en el tipo de proyecto que se está evaluando. Un concepto técnico importante y parte de lo que el Centro de Investigación de Ingeniería emplea en este proyecto es la logística inversa.

La logística inversa es la gestión, de manera eficiente y efectiva del costo del flujo de materiales, inventarios en proceso, producto terminado destinado al reprocesamiento, reciclaje, reutilización o disposición final, para recuperar total o parcialmente su valor, disminuyendo el impacto ambiental y costos

asociados.¹⁹ Este proceso incluye todas las actividades físicas y de gestión que apoyan la recolección de la materia prima, la adecuación, transporte y manejo desde la manufactura o el punto de consumo hasta el punto de recuperación o punto de disposición adecuada. Es decir que es el proceso inverso de la logística tradicional, porque en lugar de llevar un producto de la fábrica al consumidor, se lleva un producto desechado (por defecto o porque como parte del proceso se considera merma) del consumidor a la fábrica o al sitio de disposición final.

En este caso puntual, toda la viruta de madera, así como los elementos poliplásticos que son desechados, deben ser transportados o depositados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería para el proceso de fabricación correspondiente. Después de realizar este proceso de logística inversa, se debe transformar la materia prima en producto final y ya se retoma el proceso normal logístico para la distribución del aglomerado al mercado objetivo.

Los ensayos de laboratorio que se realizan al producto para garantizar su calidad son los que se describieron en el numeral 2.5 de este trabajo de graduación.

- Razones para realizar la logística inversa

Dentro de las razones se pueden mencionar las siguientes:²⁰

- Cumplimiento de la legislación ambiental.
- Beneficios económicos: reducción de costos de producción, ahorros en compra de materias primas, etc.

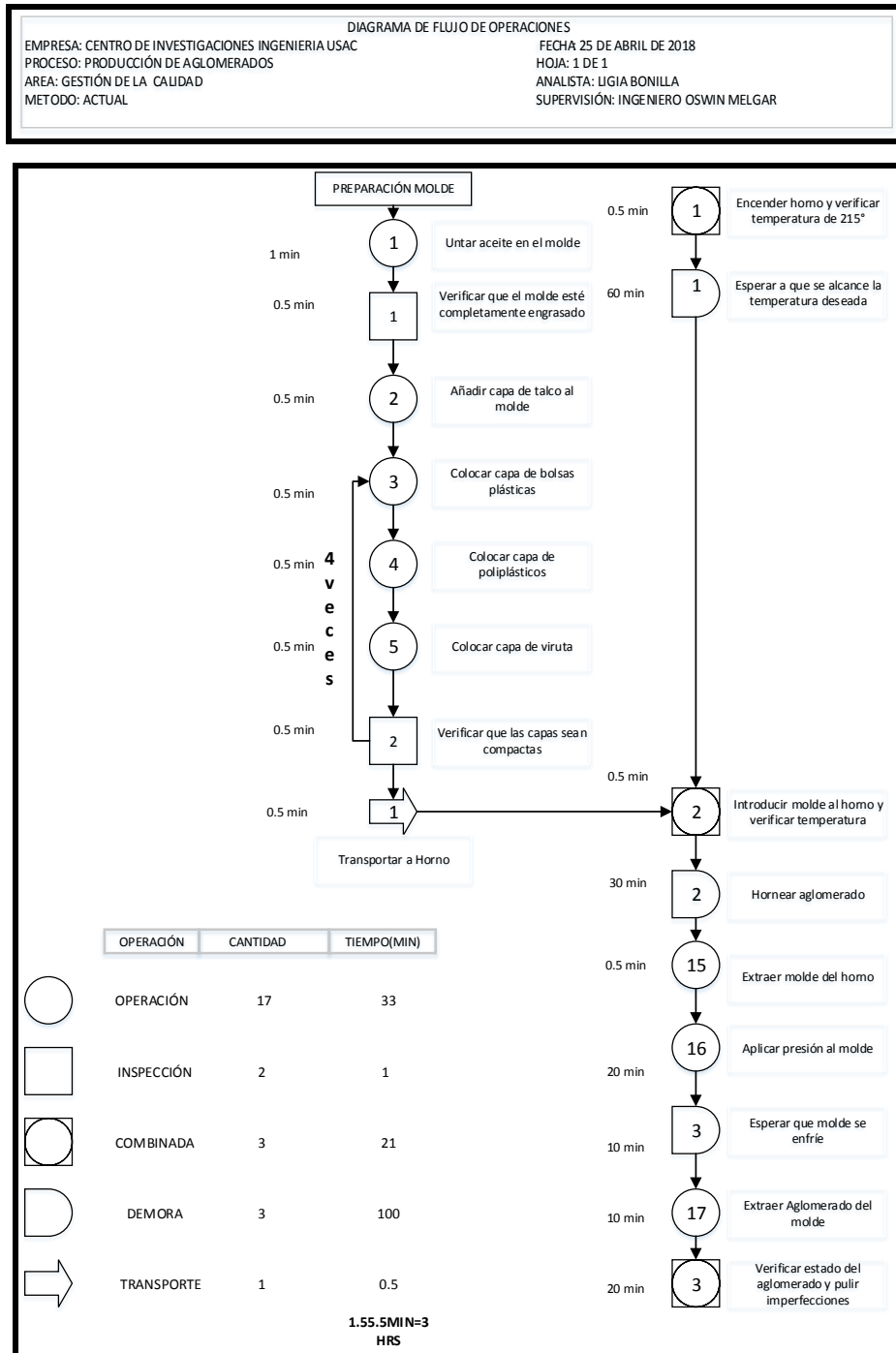
¹⁹ MONROY, Néstor; AHUMADA, María. *Logística reversa. Retos para la ingeniería industrial*. p. 15.

²⁰ *Ibíd.*

- Recuperación y reutilización de materias primas.
- Descripción del proceso

El proceso fue mencionado en el numeral 2.4, a continuación se detallan nuevamente las operaciones más importantes del proceso y en la figura 18 se puede observar el diagrama de proceso correspondiente:

Figura 18. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

Las operaciones del proceso se listan a continuación:

- Precalentamiento del horno.
- Preparación del molde.
- Aplicación de aceite mineral.
- Untar aceite mineral en todas las paredes del molde.
- Añadir una capa de talco, tanto en el molde como en la tapa.
- Proceder a colocar la materia prima en el molde.
- Colocar una bolsa plástica en el molde.
- Agregar una capa de polialuminio, seguida de una capa de viruta de madera, todas distribuidas de manera uniforme.
- Agregar nuevamente una bolsa plástica, otra capa de polialuminio y otra de viruta de madera, todas distribuidas de manera uniforme.
- Agregar una bolsa plástica más y proceder a tapar el molde.
- Introducir el molde al horno durante 30 minutos con una temperatura inicial de 213 grados y una temperatura final de 203 grados.
- Aplicar presión durante 20 minutos.

- Dejar enfriar durante 10 minutos.
- Sacar el aglomerado del molde.
- Dejar enfriar el aglomerado.
- Control de calidad.
- Almacenamiento en bodega.
- Entrega de producto final.
- Despacho del pedido.
- Requerimientos

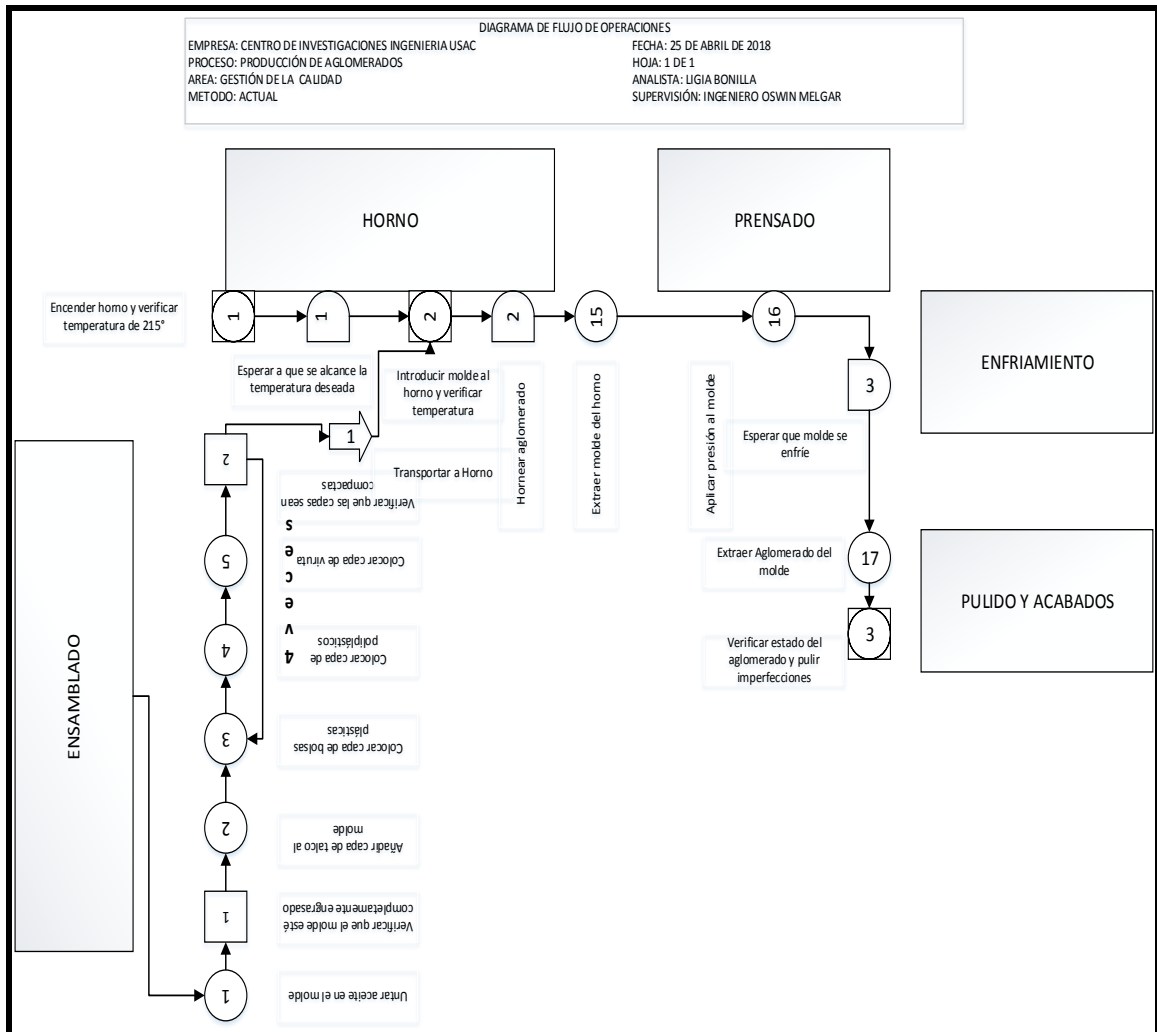
Para iniciar la operación se debe contar con los siguientes requerimientos para cumplir el objetivo de maximizar utilidades:

- Área para producción y almacenamiento de producto terminado.
- Área para almacenamiento de la materia prima.
- Viruta y elementos poliplásticos que servirán de materia prima.
- Moldes.
- Horno.

- Termómetro digital.
- Cronómetro.
- Prensa hidráulica.
- Herramientas manuales (de carpintería tradicional, como sierras manuales, lijadoras de mano, compresor, cepillos, etc.)
- Un vehículo unitario de dos ejes para realizar despacho locales.

En la figura 19 se puede observar el diagrama de recorrido correspondiente:

Figura 19. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

- Tecnología

En este proceso la principal herramienta tecnológica que se tendrá disponible para la producción de aglomerado es el horno. Esta máquina es en donde finalmente el aglomerado se convertirá en el producto final, es una

máquina de fácil operación, con capacidad de procesar y producir diferentes mezclas plásticas mediante un proceso de fundición, previo a ser prensado.

- Materias primas

El aglomerado está compuesto de viruta de madera y elementos poliplásticos, procedentes de envases domésticos e industriales. La composición de los elementos poliplásticos, con un alto porcentaje de polietilenos de alta y baja densidad (HDPE, LDPE) y de polipropileno (PP), hace que el producto final presente una alta resistencia estructural. A continuación se define cada uno de ellos:

- HDPE: polietileno de alta densidad. Incluye recipientes para leche, bolsas para basura, botellas para detergente o cloro, botellas para medicina, etc. Este representa aproximadamente el treinta y uno (31 %) de todos los plásticos.
- LDPE: polietileno de baja densidad. Incluye las bolsas de supermercados, bolsas para pan, envolturas para alimentos, botellas exprimibles, etc. Este representa aproximadamente el treinta y tres (33 %) de todos los plásticos.
- PP: polipropileno. Incluye envases para *yogurt*, botellas para champú, recipientes para margarina, etc. Este representa aproximadamente el nueve (9 %) de todos los plásticos.

De la misma forma se utiliza el PET, material utilizado para la fabricación de envases para líquidos, representa aproximadamente el treinta y dos (32 %) de todos los plásticos.

- Localización

La planta de producción de aglomerado se encuentra ubicada en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos. En este caso, se toma la decisión de ubicar la planta en este lugar, considerando que además de ser un proyecto desarrollado por el Centro de Investigaciones, se cuenta con el recurso humano y equipo ya ubicado y disponible en este lugar.

- Capacidad de producción

La capacidad instalada de la planta de producción es de fabricar 10 planchas de 1 X 1 X 0.010 por turno de 8 horas de trabajo, esto equivale a un total de medio (0,50) metro cúbico por día laboral. Se trabajará de lunes a viernes, por lo que la capacidad mensual es diez (10) metros cúbicos de aglomerado. La capacidad anual estimada es de mil doscientos metros cúbicos, que equivalen aproximadamente a 120 000 planchas de aglomerado.

Tabla XIII. **Costos de producción**

- Costos fijos

Alquiler	Q. 0.00 (No tiene costo el alquiler)
Sueldos	Q. 31,500

- Costos variables

Mano de obra	Q.12, 000
Materia prima	Q. 0.00 (No tiene costo)
Precio de venta	Q13.90
Punto de equilibrio	38,000 unidades anuales

Continuación de la tabla XIII.

○ Mano de obra mensual

Salario mensual	Q. 3,000 por operador
Prestaciones	Equivale al 43% del salario a provisionar.
Total	

○ Horas trabajadas por año

Valor de la hora	Q. 9.78
Horas de mano de obra directa	7,680
Por aglomerado	
Valor de mano de obra directa	Q75, 110.40
Por aglomerado	

Fuente: elaboración propia.

Con esta información se logra el equilibrio entre ingresos totales y costos totales al punto de 38 000 planchas de aglomerado.

El importe de estas planchas o unidades de equilibrio es:

$$(p*q) = 38,000 * 13.90 = Q 528,200$$

• Infraestructura

El espacio que se utilizará para la planta de producción es de 200 metros cuadrados. En este espacio se distribuyen las áreas para:

- Oficinas
 - Carga y descarga de materia prima
 - Almacenamiento de materia prima
 - Moldes
 - Maquinado y prensa
 - Horno
 - Producción
 - Almacenamiento de producto terminado
- Mano de obra requerida

Para la producción del aglomerado únicamente se requiere de dos operarios que se encargarán de manejar los moldes, preparación y precalentamiento, preparación y secado. Ellos mismos serán los que se encarguen del proceso de desmoldado y secado del aglomerado. Se deberá realizar también el control de calidad correspondiente, así como el almacenamiento en el área de producto terminado.

3.6.3. Estudio administrativo legal

Aquí se define la estructura organizacional que se utilizará para este proyecto: la estructura lineal-funcional. Se describen a continuación los puestos más importantes y las líneas de mando correspondientes.

- Gerente de producción: es una persona con ética y principios, debe velar por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revelar información importante y confidencial sobre el proceso, titulado en ingeniería o carreras similares, preferiblemente con estudios en planificación de la

producción, gestión de la producción o aseguramiento de calidad, logística e idealmente manejar un segundo idioma, inglés de preferencia.

- Atribuciones:

- Elaborar y dirigir los planes y programas de producción.
- Supervisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado.
- Montaje de nuevas instalaciones
- Definición y evaluación de *lay out* de la planta
- Encargado de recursos humanos: es una persona con principios y ética que vela por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revela información importante y privilegiada, titulado o *pensum* cerrado en psicología, con estudios en técnicas de gestión de recursos humanos, competencias, legislación laboral, mercado de trabajo, y debe manejar un segundo idioma, inglés de preferencia.

- Atribuciones

- Diseñar, elaborar y aplicar programas de capacitación y formación a distintos niveles.
- Coordinador de finanzas: es una persona con principios y ética que vela por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revela información confidencial, debe ser titulado o *pensum* cerrado en ciencias económicas o administrativas, preferiblemente con experiencia en temas financieros, conocimientos de contabilidad, matemática

financiera, legislación mercantil y fiscal, análisis de inversiones, costos, cobros, mercados y capitales, y manejar un segundo idioma, de preferencia inglés.

- Atribuciones

- Elaborar e implementar estrategias financieras para el proyecto, así como la coordinación de tareas contables, cobro, tesorería y auditoría interna y análisis financiero.

- Coordinador de mercadeo y ventas: es una persona con principios y ética que vela por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revela información confidencial, debe ser titulado o pensum cerrado en ingeniería o ciencias económicas, preferiblemente con experiencia en mercadeo, ventas, comercialización de productos, y debe manejar un segundo idioma, de preferencia inglés.

- Atribuciones

- Evaluar e implementar planes que permitan cumplir con los objetivos comerciales del proyecto.

- Diseñar estrategias de mercadeo, ventas y comercialización del aglomerado y supervisar su aplicación.

- Secretaria y servicio al cliente: es una persona con principios y ética que vela por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revela información confidencial, tiene

buena presentación personal, con excelente redacción y ortografía, facilidad de expresión verbal y escrita, dominio de Windows, Microsoft Office e Internet, alta habilidad para manejar conflictos y reclamos, así como buenas relaciones interpersonales, trabajo en equipo y toma de decisiones. Debe tener estudios de ingeniería, ciencias económicas, y de preferencia manejar el inglés como segundo idioma.

- Atribuciones
 - Recepción de llamadas para toma de pedidos, información general sobre el producto y reclamos de clientes.
 - Evaluación de proveedores y control de entregas.
 - Servicio postventa a clientes.
 - Diseñar estrategias de mercadeo, ventas y comercialización del aglomerado y supervisar su aplicación.
 - Operario: es una persona con principios y ética que vela por el crecimiento y sostenibilidad de la empresa y no revela información confidencial, hombre con estudios de bachillerato técnico o técnico universitario en mantenimiento, conocimientos de electricidad, electrónica o técnico en carpintería, de preferencia experiencia en trabajo con madera.

- Atribuciones
 - Operación de la prensa hidráulica.
 - Operación del horno, así como de la preparación de moldes, antes y después de la producción.
 - Producción del aglomerado.
 - Realizar limpieza y mantenimiento al horno y equipo utilizado.

- Mano de obra
 - Dos (2) operarios para el manejo de la prensa y horno
 - Dos (2) operarios para la preparación de moldes
 - Un (1) vigilante
 - Un(1) piloto

Se busca aprovechar dentro de las personas que laboran actualmente en el Centro de Investigación a quienes ocupen los puestos arriba descritos, y para los puestos o vacantes que no pueden ser ocupados por los perfiles de los trabajadores actuales se activará el proceso de dotación de personal correspondiente. El coordinador de recursos humanos debe trabajar y desarrollar el manual de atribuciones y puestos del proyecto.

- Esquema de contratación

El esquema de contratación propuesto es realizar contratos escritos de trabajo donde se elabora un documento especificando la relación laboral entre empleador y trabajador, siendo muy puntuales en las atribuciones y obligaciones del puesto, jornadas, remuneración y demás requisitos legales.

Los contratos de trabajo tendrán una duración con finalización indefinida, es decir, sin fecha de terminación, las partes pueden darlo por terminado cuando lo decidan, ya sea de manera unilateral o por faltas al reglamento interno de trabajo o código de trabajo, que ameriten su finalización.

La remuneración de los trabajadores es salario ordinario. Un salario acordado por el empleador que cumpla con los requerimientos legales vigentes en cuanto al salario mínimo aprobado debe incluir todas las prestaciones de ley que le corresponden al trabajador, reglamentadas por el Código de Trabajo.

- Costos administrativos

Los costos administrativos se dividen en gastos de personal, puesta en marcha del proyecto y gastos anuales de administración.

- Gastos de puesta en marcha

Se incluyen dentro de los gastos de puesta en marcha los gastos preoperativos. Estos son los gastos que se deben realizar antes de iniciar la empresa:

- Gastos preoperativos
- Otros gastos
- Adecuaciones de la planta de producción

En la tabla XII se muestran los gastos anuales de administración por rubro.

Tabla XIV. **Gastos anuales de administración**

Rubro	Mensual	Anual
Energía eléctrica	Q.1,200	Q.14,400
Arrendamiento	Q.0	Q.0
Combustibles	Q.3000	Q.36,000
Salarios	Q.12,000	Q.144,000
Teléfono	Q.550	Q.6,600
Servicios	Q.350	Q.4,200
Papelería y útiles	Q.750	Q. 9,000
Total		Q. 214,200

Fuente: elaboración propia.

Los gastos anuales de administración son cubiertos con el presupuesto asignado al Centro de Investigación, vale la pena mencionar que por tal razón el arrendamiento tiene un valor de cero quetzales.

3.6.4. Estudio económico

Aquí se calculan los flujos netos de efectivo correspondientes a cada uno de los períodos que forman parte del proyecto. Se definió que el alcance para el análisis económico y financiero es de cinco (5) años. El estudio económico resulta ser bastante simple considerando que no hay costo de materia prima ni de arrendamiento, que el equipo está depreciado y que no existe endeudamiento de ninguna índole para el inicio de la operación.

3.6.5. Estudio financiero

Para este proyecto de investigación el estudio financiero es bastante simple, el escenario que se maneja es de aporte del 100 % por parte del Centro de Investigaciones para la puesta en marcha del mismo, esto significa que no será necesario buscar ninguna fuente de financiamiento para el proyecto.

Según la información obtenida, se definió que el punto de equilibrio anual a nivel de unidades es de 38 000 planchas de aglomerado, esto equivale a un total en unidades monetarias de Q. 528 200: para esto se considera que el precio de venta unitario es de Q.13,90. Estos datos fueron detallados en el numeral 3.6.2, en la sección de capacidad de producción. Adicionalmente se considera y se proyecta que año tras año las ventas crecerán un seis por ciento (6 %), teniendo en cuenta la capacidad instalada de la planta de producción. En el transcurso del período de evaluación del proyecto se evaluará oportunamente la inversión en otra prensa hidráulica y hornos.

El precio de Q.13,90 por plancha, en comparación con la competencia, es más bajo, los precios de la competencia para una plancha de las mismas dimensiones oscilan entre Q.15,00 y Q.17,00. Para el rubro de cuentas por cobrar los días promedio de recuperación de cartera serán de 45 días y la rotación máxima será de ocho (8) veces al año.

Para efectos del criterio de decisión sobre la viabilidad del proyecto se espera un rendimiento o TMAR de un treinta y cinco (35 %), se debe obtener un VAN (valor actual neto) positivo, tomando en cuenta que no se está considerando endeudamiento externo para la puesta en marcha del proyecto.

$$TMAR = \textit{tasa de inflación} + \textit{premio al riesgo}$$

Para este estudio se deben proyectar al año 5 el balance general y el estado de resultados, esto para que se puedan visualizar claramente los valores del activo, pasivo y capital en el caso del balance general; y en el caso del estado de resultados proyectado, calcular los estados de flujo netos para cada uno de los períodos, considerando la tasa de descuento definida para aplicar el método del valor actual neto (VAN) a los flujos y determinar si el valor actual neto es positivo. El ejercicio se efectuó y el VAN resulta positivo, esto definitivamente significa que el proyecto bajo las condiciones actuales es rentable.

- Indicadores financieros
 - Razón corriente. Se tiene la suficiente liquidez para cumplir con las necesidades a corto plazo, esto se debe a que los activos corrientes son mayores a los pasivos corrientes y van en aumento.
 - Prueba ácida. Se obtiene una correlación con la razón corriente, los inventarios no representan un porcentaje alto dentro de los activos corrientes.
 - Nivel de endeudamiento. En este caso el financiamiento del proyecto es por parte del Centro de Investigaciones, esta es la razón por la que al inicio del proyecto los pasivos están en cero.
 - Rentabilidad (ROA-ROE). El ROA que se observa es de aproximadamente un veinticinco por ciento (25 %), en el caso del ROE se observa que aumenta progresivamente a razón de un 10 % mínimo.

- Margen bruto. Se observa un crecimiento paulatino del margen bruto a través del tiempo, esto es el porcentaje (%) de la utilidad bruta sobre las ventas, esta utilidad se considera alta en comparación con los gastos operativos.
- Margen EBITDA. Se puede observar que el proyecto empieza a proporcionar utilidad a partir del segundo año, el porcentaje de ganancia es superior al 35 %, que es lo que se definió originalmente. Este margen de utilidad muestra la ganancia del proyecto antes de interés, impuestos y amortizaciones.

Se puede concluir que el proyecto es viable y rentable, gran parte del éxito financiero del mismo radica en el hecho de que la materia prima y arrendamiento no tienen costo y que la inversión inicial del proyecto no se considera, ya que el equipo está instalado y ya fue depreciado a nivel contable.

3.6.6. Estudio de impacto ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) busca dar avisos y alertas tempranas sobre el impacto que tiene un proyecto sobre el medio ambiente, ya sea directa o indirectamente. El proyecto de producción de aglomerado no representa ningún impacto negativo al ambiente, por el contrario es un proyecto en el que se busca reutilizar materiales que ya son considerados como desecho, y a partir de ellos fabricar un producto que pueda ser utilizado nuevamente. Es requisito tener el permiso ambiental que emite el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el mismo deberá ser tramitado en un tiempo prudencial para tenerlo listo y disponible previo al inicio de la operación formal de la planta de producción.

El Acuerdo Gubernativo 20-2016 establece en Q. 50 el cobro de licencias ambientales y sus renovaciones, una drástica reducción a las que se regían de Q 5 mil, Q 15 mil y Q 25 mil, establecidas en el acuerdo 60-2015. Los pasos que deben tomarse en cuenta para el estudio de este proyecto son los siguientes:

- Contratación de un Consultor Ambiental registrado en el MARN.
 - Todos los documentos legales de la empresa y/o representante legal.
 - Original del informe técnico según la Guía de Términos de Referencia proporcionada por el MARN.
 - Constancia de publicación en un diario de mayor circulación (no Diario de Centroamérica) en el tamaño de 2 x 4 pulgadas.
- Plan de reciclaje

Diseñar y realizar un programa de reciclaje para una empresa o comunidad es una tarea relativamente sencilla. La forma ideal o más económica para concientizar es aquella donde el producto a reciclar sea separado en la fuente de origen. Esto implica un cambio de hábitos y de mentalidad, ya que hay que dejar de ver como basura a los recursos que se desperdician día a día. La reflexión y cambio de hábitos son los secretos primordiales en el diseño y planificación del programa.

Pasos a seguir:

- Escribir un proyecto sobre el programa a diseñar, que incluya una introducción, objetivos generales y específicos, la operatividad del programa y el cronograma de actividades a seguir.
 - Realizar un cómputo de los residuos que se desechan en la comunidad estudiantil, o bien, directamente en el laboratorio de CII.
 - Crear un sistema práctico de recolección.
 - Establecer el uso de los ingresos obtenidos por el programa.
 - Mantenerse informado de las mejoras ecológicas y económicas que rinde el programa.
 - Tener / contar con el apoyo de la comunidad estudiantil.
 - Realizar, cumplir y apegarse al cronograma de actividades.
- Plan de reciclaje paso a paso

Introducción:

- Explicar cómo surge la idea dentro del sistema que lo quiere desarrollar.

Objetivo general:

- Reciclar, reusar y reaprovechar los desechos sólidos que se generan en la comunidad o empresa.

Objetivos específicos:

- Ofrecer una solución económica para los desechos generados por la comunidad estudiantil/empresa.

- Promover el reciclaje dentro de la comunidad/empresa a fin de lograr los mejores resultados.
- Hacer campañas de educación para el consumo y reciclaje, explicando los beneficios que conlleva a la comunidad/empresa.
- Operatividad del programa

Para que el programa se lleve a cabo con éxito y efectividad debe incluir ciertas actividades como:

- Apoyo e intervención a toda la comunidad o alta gerencia. Esto motiva a las personas a participar y a sentirse comprometidas con el programa.
- Proceso de educación a los participantes del programa en los siguientes aspectos: educación para el consumo, cambio de hábitos de consumo, crear conciencia en el manejo de desechos, explicar los beneficios y ventajas del reciclaje.
- Asignar coordinadores de reciclaje con un representante de cada sector de la comunidad/empresa, los cuales serán responsables de las actividades dentro del programa.
- Cómputo de los residuos

En esta etapa se determinará cuáles residuos deben ser recolectados para su reciclaje

- Crear un sistema práctica de recolección

Se conocerán los materiales potencialmente reciclables. Los coordinadores de reciclaje seleccionarán los contenedores apropiados para la recolección de estos materiales. Es más económico y práctico separar los materiales en la fuente de origen (casas u oficinas), también es fundamental que los participantes del programa aprendan a clasificar los desechos, es decir: el papel, el vidrio, el aluminio, el plástico y los desechos orgánicos deben ser separados en contenedores individuales para cada tipo de material. Si estos materiales se colocan juntos estarán contaminados y no podrán ser reciclados.

La clasificación correcta evita la contaminación, además de ser la clave fundamental para que la basura se convierta en material aprovechable. Lo ideal es que la comunidad/empresa tenga su propio centro de acopio que disponga de una balanza, una máquina compactadora, contenedores y personas que apoyen en esta actividad. Esto se logra con el tiempo y organización.

El reciclaje de desechos sólidos corresponde a todos los residuos que provienen de actividades humanas y de animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles. El término residuo comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales. Esta acumulación es una consecuencia directa de la vida.

Tipos de residuos sólidos.

- Municipales
- Industriales
- Mineros

- Hospitalarios
- Domiciliarios
- Agrícolas

Por otra parte, los desechos líquidos son todos los residuos en estado líquido provenientes de actividades realizadas por los seres humanos, como: los residuos peligrosos que son materiales corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológico-infecciosos en estado líquido, como por ejemplo aceite usado, queroseno, aguas con metales tóxicos, entre otras.

Clasificación de desechos líquidos:

- Domésticas
- Industriales
- Agropecuarias
- Minería
- Lluvia
- Por filtración
- Comerciales

El tratamiento de desechos líquidos se basa en la combinación de operaciones de filtración y centrifugación. La filtración y la centrifugación se basan en la separación de la materia sólida en suspensión o sedimentada presente en los residuos líquidos.

- Establecer el uso de los ingresos del programa

Es recomendable usar los ingresos obtenidos de esta actividad para campañas educativas y recordatorias donde se incentive el reciclaje dentro de

grupos organizados, colegios, empresas, comunidades, hospitales y cualquier organización afín. De igual forma se podría ahorrar este dinero para la compra de maquinaria o el mantenimiento de las mismas en el CII.

- Mantenerse informado sobre las mejoras económicas y ecológicas

Los coordinadores asignados a este programa deben estar al tanto de las mismas y estar preparados y en la capacidad de comunicarlas en charlas, reuniones, boletines, talleres, seminarios que se realicen en la comunidad/empresa.

- Cronograma de actividades:

Para que el programa sea eficiente las personas que participen deberán planificar todo basándose en un cronograma de actividades que involucre el desarrollo consecutivo del programa.

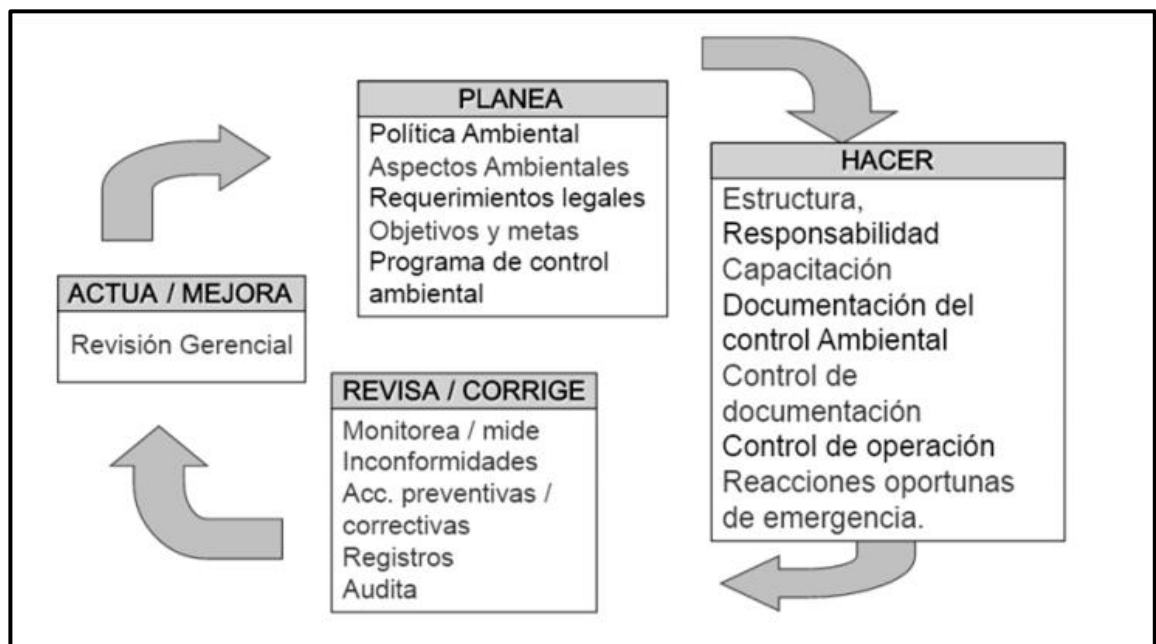
- Plan de mitigación

Un plan de mitigación contiene aquellas estrategias definidas que tratan de reducir la probabilidad de ocurrencia del riesgo o reducir el impacto que pueda causar. Es importante entender que el objetivo de mitigación de riesgos es reducir la exposición al riesgo con la intención de llevarlo a los límites de los umbrales aceptables para cada organización. La exposición al riesgo es la función de la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto de este riesgo en el proyecto. Un plan de mitigación tiene como características:

- Las acciones se definen antes de que ocurra o no ocurra el riesgo.
- Se asignan recursos por adelantado debido a la situación de riesgo identificada.
- Se mitigan los riesgos que están por encima del umbral establecido, aplicando planes de respuesta para reducir probabilidad e impacto.
- Trabaja como un plan proactivo.

A continuación, se describe un plan de mitigación, haciendo uso de la herramienta conocida como Círculo de Deming:

Figura 20. **Plan de mitigación**



Fuente: *Formulación de un plan de manejo ambiental. Ingeniería Ambiental. Bogotá, 2016.*

- Plan de salud y seguridad ocupacional

Según el Artículo 305 del Acuerdo Gubernativo 229-2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, todo patrono que cuente con 10 trabajadores en adelante debe contar también con un comité bipartito de SSO, y además disponer de un plan de salud y seguridad ocupacional, firmado por un médico registrado en el Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión social, el mismo incluirá:

- Perfil de riesgo de los puestos de trabajo.
 - Sistema de vigilancia de la salud de los trabajadores tomando como referencia el perfil de riesgos.
 - El sistema de vigilancia epidemiológica de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales en las empresas.
 - Programación y metodología para la información, educación y comunicación de las medidas preventivas de accidentes y enfermedades profesionales, tomando como referencia los factores de riesgo descritos en el perfil de los puestos de trabajo.
 - Disponer de botiquín portátil y accesible, de conformidad con la normativa vigente establecida, en este reglamento.
- Plan de dotación de equipo de protección personal

En cuanto a la dotación de equipos de protección individual y ropa de trabajo, se establece los lineamientos y normas obligatorias para que las áreas

con necesidades de equipos de protección individual (EPP) y ropa de trabajo puedan solicitar a la Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional apoyo y asesoría para dotar a sus trabajadores de lo mencionado. Para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Área solicitante:
 - Solicitar asesoría y apoyo sobre cuáles son los EPP o ropa de trabajo necesarias para sus áreas.
 - Adquirir equipos de protección y ropa de trabajo.
 - Entregar y tener registro de entrega y re dotación de equipos de protección personal y ropa de trabajo.
 - Solicitar capacitación sobre el uso, medidas higiénicas y re dotación para el personal.
 - Solicitar una re inspección y verificación de los equipos de protección personal y ropa de trabajo.
- Docentes
 - Verificar el uso de los equipos de protección personal y no dejar ingresar a las áreas de trabajo a los estudiantes que incumplan con las medidas de protección.

- Estudiantes
 - Cancelar costo de equipos de protección personal
 - Utilizar los equipos de protección personal en laboratorios o talleres
- Adquisiciones
 - Solicitar apoyo para las adquisiciones de EPP o ropa de trabajo.

4. DESARROLLO DE PROPUESTA

4.1. Valor de oportunidad

El costo de oportunidad es una manera de medir lo que cuesta algo. En lugar de limitarse a la identificación y añadiendo los costos de un proyecto, también se puede identificar la mejor alternativa para pasar la misma cantidad de dinero. Los beneficios percibidos de la mejor alternativa son el costo de oportunidad de la elección original.

En este caso puntual el valor de oportunidad será aquel que se genera con la puesta en marcha de este proyecto, esto porque la infraestructura y el equipo ya se encuentra en el Centro de Investigaciones, se puede decir que es una inversión que se realizó y que a la fecha no está brindando un beneficio económico directo, estando en las condiciones de ser utilizado y aprovechado, para lograr así ofrecer al mercado objetivo un producto que es funcional, innovador, de buena calidad y a un precio competitivo, que además representa rentabilidad para el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

4.2. Entidades responsables

Es importante definir claramente quiénes son las entidades responsables de que este proyecto sea ejecutado según lo previsto y que se realicen las supervisiones correspondientes para que todo marche según lo planificado.

4.2.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

Definitivamente el rol y responsabilidad de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el éxito de este proyecto es crítico e importante, debe estar enfocado a la supervisión directa y oportuna de las actividades relacionadas con el proyecto, esto puede en algún momento incluir algún tipo de auditoría sorpresiva que permita confirmar que los procedimientos y normas establecidos se están cumpliendo a cabalidad.

4.2.2. Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la USAC

Es la parte medular del proyecto en el sentido de liderazgo y ejecución, a través de este Centro de Investigaciones de Ingeniería es que se va a materializar el proyecto, teniendo la visión a mediano plazo de presentar un crecimiento importante, fuera del mercado objetivo definido originalmente. Su responsabilidad primaria radica en que es el lugar físico en donde la producción se llevará a cabo y por esta razón el cumplimiento de los procesos es vital y necesario para obtener los resultados planificados, definitivamente el enfoque es a penetrar el mercado y lograr un crecimiento multianual de por lo menos un seis por ciento (6 %).

4.3. Divulgación

La divulgación es definida como la actividad de difundir, promover o publicar algo para ponerlo al alcance del público. En el caso particular y específico de este trabajo de investigación la divulgación, debe estar asociada a una tarea importante e intensa de comunicación mediante la cual se darán a conocer a los potenciales clientes los beneficios que tiene el aglomerado, características y formas de utilizarlo, y también aprovechar a transmitir que el

precio de este producto es menor al de la madera natural y mdf que se comercializan en el mercado. El enfoque de lo que se publicará y divulgará debe estar al alcance del mercado objetivo, especialmente porque con la puesta en marcha de este proyecto se está ofreciendo al mercado un producto nuevo e innovador, en donde la campaña debe ser muy intensa y bien dirigida para poder obtener los resultados deseados.

Se realizará un tipo de divulgación científica, consiste en la tarea de procesar y difundir el conocimiento científico de un modo que resulte accesible para el público general. Esta actividad deberá ser realizada por científicos o las personas que poseen grandes conocimientos sobre la temática en cuestión y que ponen sus esfuerzos en traducir el lenguaje científico al habla coloquial.

La divulgación científica se realizará por medio de la plataforma instalada en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por medio de internet. Se debe tener especial cuidado, ya que la divulgación científica pierde su valor si lo que se difunde es información falsa o errónea.

Internet es, sin lugar a dudas, la herramienta más valiosa a la hora de realizar la divulgación de este producto, esto porque se puede aprovechar en la fase inicial la plataforma existente para que sea promovido y divulgado el aglomerado, adicionalmente se considera el aprovechamiento de redes sociales considerando la facilidad que representan y el número considerable y creciente de usuarios de las mismas.

4.3.1. Campañas de reciclaje

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización. Gracias al reciclaje se

previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima, además de reducir el uso de energía, la contaminación del aire (a través de la incineración) y del agua (a través de los vertederos), así como disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos. El reciclaje es un componente clave en la reducción de desechos contemporáneos y es el tercer componente de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar).

Para que una campaña de reciclaje sea exitosa se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Las campañas de reciclaje tienen un tiempo de comienzo y fin establecidos, si no se convierten en programas. Hay una fecha de comienzo y otra de finalización.
- Se debe realizar una buena comunicación en la zona donde se planea realizar la campaña, hay que utilizar todo tipo de medios como afiches, publicidad, redes sociales, puerta a puerta, entre otros.
- Dar información clara a la hora de difundir la campaña para que todos entiendan el mensaje y cómo se realizará la misma.
- Antes de empezar la campaña se tiene que gestionar qué se hará con los residuos o materiales que se recolecten.
- Involucrar a todos los sectores sociales y comunitarios para que sea realmente exitosa.

- Cuando se concluye la campaña se debe informar los resultados en diferentes medios para que los que participaron sepan cómo terminó y lo que se logró.
- Las campañas de reciclaje pueden repetirse pero es conveniente ser creativo y comunicar en forma distinta.

Las campañas de reciclaje se manejarán en la etapa inicial a nivel local, es decir, abarcando el mercado objetivo únicamente. Se debe centrar en los productos y materiales que son residuos pero que no deben ser desechados, ya que generarían contaminación además de desaprovechar recursos, y principalmente aquellos que son la materia prima del aglomerado.

El reciclaje debe convertirse en la principal forma de gestionar los residuos, y para este proyecto en particular son la fuente principal de materiales que se usan como materia prima en el proceso. Es una forma directa en la que el proyecto colabora directamente con la protección del medio ambiente. Una buena campaña de reciclaje debe concientizar e informar sobre la necesidad del reciclaje y dar información de cómo hacerlo.

4.4. Control en el proceso de abastecimiento

El abastecimiento de la materia prima para el proceso es parte crítica y esencial dentro del proyecto, la divulgación, la planificación y realización de campañas de reciclaje apoyan directamente la recolección de materia prima para el proyecto. Es por ello que es necesario establecer mecanismos de control que garanticen que en cualquier momento y en tiempo real se puede determinar claramente la existencia de materia prima y la cobertura que representa para la producción.

4.4.1. Procesos de abastecimiento

El abastecimiento o aprovisionamiento es el conjunto de actividades que permite identificar y adquirir los bienes y servicios que una organización requiere para su operación adecuada y eficiente, ya sea de fuentes internas o externas. Dentro del proceso de abastecimiento se tienen las siguientes actividades:

- Cálculo de necesidades
- Compra o adquisición
- Obtención
- Almacenamiento
- Despacho o distribución
- Control de *stocks*
- Utilización de desperdicios

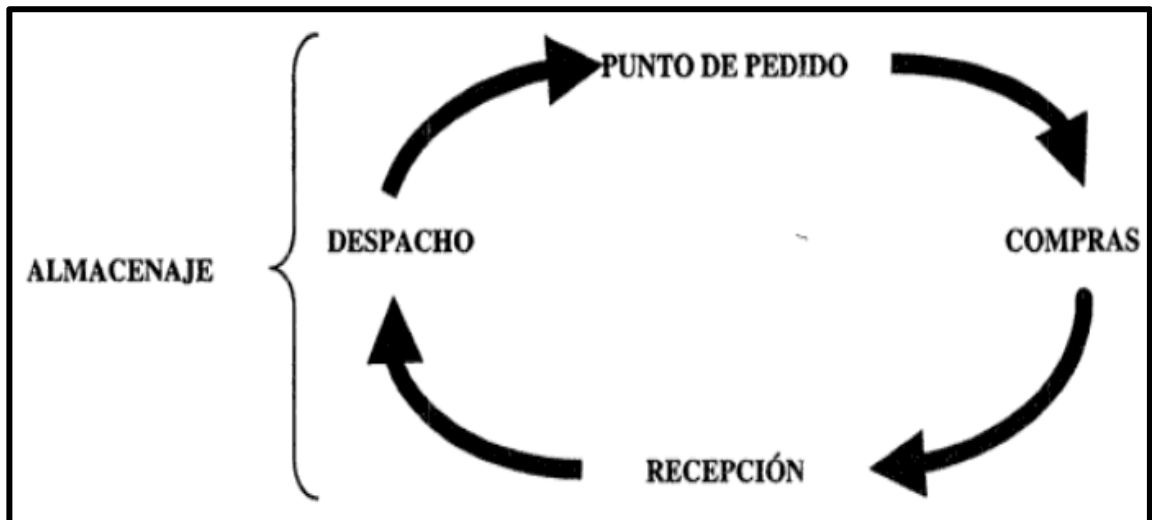
Se considera también al abastecimiento como una de las etapas de lo que suele llamarse cadena de suministro. En términos generales este concepto engloba los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios que son ofrecidos y distribuidos a los usuarios para satisfacer su demanda. En particular, el abastecimiento puede ser entendido como el proceso realizado por una empresa para conseguir aquellos bienes y servicios que requiere para su operación y que son producidos o prestados por terceros.

El objetivo general del sistema de abastecimiento es proveer a la función de producción de los materiales y recursos necesarios, en tiempo y forma adecuados. El sistema de abastecimiento comprende 3 atribuciones:

- Gestión de compras / recolección
- Recepción
- Almacenaje – Administración de *stock*

En la siguiente figura se pueden apreciar las atribuciones antes mencionadas:

Figura 21. **Ciclo de abastecimiento**



Fuente: BOLAND, Lucrecia. *El ciclo de abastecimiento: atribuciones de la administración*. p. 81.

4.4.2. Operaciones de abastecimiento

Considerando el ciclo de abastecimiento presentado en el numeral anterior, vale la pena mencionar que en el caso de este proyecto de investigación la operación de abastecimiento se realizará principalmente en el Centro de Investigaciones.

Son los encargados de recibir y recolectar todos los residuos, materiales, etc., que se utilizarán en el Centro de Investigaciones. Esta operación es clave dentro del proceso, ya que adicional a la operación de selección propiamente dicha, debe clasificarse el material recibido y de esta forma garantizar un nivel mínimo de *stock* que pueda ser utilizado por el Gerente de Producción al momento de realizar la planificación del programa correspondiente. El sistema de inventario que se utilizará es FIFO (First In First Out) por sus siglas en inglés, la idea es que el material en el orden que se recibe en la bodega sea clasificado y enviado directamente al área de producción.

4.5. Costos en el control de la optimización del proceso de abastecimiento

La optimización del proceso de abastecimiento es una parte importante del proyecto, se deberá analizar y evaluar durante la fase de operación del mismo, se definió anteriormente que para efectos de este proyecto y su viabilidad operativa el abastecimiento es clave.

Se deben buscar mecanismos efectivos que garanticen el abastecimiento de la materia prima, bajo ninguna circunstancia se debe permitir un quiebre en el nivel de *stock* de materia prima, obtenida directamente del abastecimiento. Se tiene un grado alto de dependencia hacia la materia prima que se recolecta en base semanal y que es utilizada para la producción del aglomerado.

Al momento de que el proyecto se encuentra operando normalmente, se puede iniciar al análisis de costos que permitan una optimización del abastecimiento. El objetivo de este análisis es obtener una reducción en el costo de almacenaje que, a pesar de ser mínimo, tiene una influencia

importante al momento de requerir una reducción del precio de venta del aglomerado

4.6. Control de calidad

El control de calidad se entiende como una mejora continua y supervisada de un proceso considerado como estable. Este término puede tener diferentes significados si se analiza desde distintos puntos de vista. En el caso de un comprador, este asocia la calidad de acuerdo al valor, utilidad e incluso el precio. Para un productor se asocia al diseño, materia prima y producción de determinado producto con el fin primordial de satisfacer las necesidades de los clientes.

También es posible asociar la calidad como la adecuación al uso de determinado bien o servicio, que para este caso específico de los aglomerados elaborados de viruta y elementos poliplásticos como sustituto de productos maderables tradicionales se refiere a que dicho producto llegará a satisfacer las necesidades del cliente final. La calidad respecto a la adecuación al uso que se le dará a los aglomerados está basada en las siguientes características:

- Tecnológicas: soporta las propiedades mecánicas del aglomerado.
- Calidad en el diseño: se define por la investigación realizada previo a la elaboración del aglomerado y contiene las especificaciones del mismo y su impacto en el mercado.
- Calidad en la conformidad: crear un aglomerado que satisfaga las necesidades requeridas.

- Orientadas en el tiempo: incluye la confiabilidad y garantía a través del tiempo de uso del aglomerado.
- Éticas: el compromiso de contribuir al cuidado y protección del medio ambiente por medio de la utilización de materiales reciclables para la elaboración de los aglomerados.

Otros aspectos que influyen en la calidad del aglomerado son los siguientes:

- Disponibilidad: define la continuidad de servicio al cliente final.
- Confiabilidad: relaciona el espacio-tiempo en que el cliente podrá hacer uso del tablero de aglomerado.
- Facilidad en el servicio: referida a la reparación del aglomerado para ponerlo en uso después de presentar alguna falla.
- Servicio en campo: representa la garantía, reparación o remplazo del aglomerado después de ser adquirido.

Para el estudio y control de la calidad existen métodos estadísticos considerados como los más aptos para este fin. Dentro de estos métodos estadísticos es posible mencionar los siguientes, los cuales se han utilizado en el desarrollo de este trabajo de graduación:

- Análisis de Pareto
- Diagramas de causa y efecto
- Diagramas de dispersión

- Histogramas o gráfica de barras
- Gráficas de control
- Hoja de control

4.7. Protección al medio ambiente

Al hablar de aglomerados fabricados a partir de viruta y elementos poliplásticos, se hace referencia a un proceso que involucra campañas de reciclaje y concientización con el fin primordial de proteger al medio ambiente, ya que la elaboración de productos maderables tradicionales conlleva un proceso que incluye:

- **Prácticas forestales insostenibles:** cuando se utilizan troncos en vez de residuos de madera como fuente de fibra el principal impacto ambiental de la fabricación atañe al manejo de los recursos forestales. Este tipo de impactos puede reducirse mediante un mayor uso de fibras recicladas o recuperadas en la fabricación de tableros.
- **Emisiones a la atmósfera:** los procesos de producción de tableros y productos de madera particulada pueden generar una amplia gama de emisiones a la atmósfera, dependiendo del método empleado.
- **Aguas residuales:** los aserraderos que se dedican a la fabricación de tableros y productos de madera pueden incluir operaciones intensivas en términos de agua, incluido el lavado de astillas y la vaporización y ablandamiento de las astillas durante la producción.
- **Materiales peligrosos:** los tableros y productos de madera fabricados de madera tradicional pueden requerir el uso de grandes cantidades de

resinas durante el proceso de fabricación. Estas resinas pueden contener distintos compuestos tóxicos. El formaldehído es un componente frecuente de estas resinas, aunque el producto final podría contener otros agentes tóxicos, como plaguicidas y fungicidas.

En conclusión, según el Instituto Nacional de Bosques (INAB), Guatemala pierde 55 mil hectáreas de bosques cada año. Los terrenos deforestados anualmente podrían elevarse hasta 95 mil hectáreas. La superficie del país está cubierta en un 23 % de densos bosques y la materia prima forestal es utilizada para la industria o para el uso doméstico.

Respecto a los elementos poliplásticos, el destino principal de los envases de plástico suele ser el vertedero (88 %). La incineración se aplica al 5 % y el reciclado al 7 % (solo el 2 % de los envases de plástico consumidos en el hogar se recicla).

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Plan de mejora continua

Es importante determinar la verdadera rentabilidad que se obtiene con el proyecto a través del tiempo, definitivamente el proyecto da inicio con una rentabilidad calculada de manera teórica en función de los flujos de caja netos de cada período, es necesario el monitoreo y seguimiento de los valores de ventas, costos y gastos originalmente definidos, para detectar oportunamente si alguna variación o cambio importante en alguno de ellos, especialmente hacia el alza, impacta directamente la rentabilidad esperada del proyecto.

- Análisis de las posibles causas que han provocado problemas en el tiempo:

Para cumplir con este requerimiento se recomienda tener en consideración los siguientes puntos.

- Identificar el área y procesos a ser mejorados, para lo cual se debe priorizar en función de su importancia, en relación a la misión, visión y objetivos estratégicos de la organización.
- Analizar el impacto que tiene el proceso en el área, para alcanzar los objetivos estratégicos planteados por la empresa.

- Describir las causas y efectos negativos de la problemática, apoyándose con diversas herramientas y técnicas de análisis como: diagrama de causa y efecto (Espina de Pescado).
- Propuesta y planificación del plan:

Deberá ser viable, flexible y que permita integrar nuevas acciones a corto, mediano o largo plazo, para lo cual se debe tener en cuenta las siguientes acciones:

- Definir objetivos y resultados del análisis realizado en el punto 1.
- Analizar las posibles soluciones apoyándose en herramientas como: lluvia de ideas, diagrama de flujo, matriz de relación y diagrama de comportamiento
- Establecer acciones para la solución: en esta fase es necesario asignar tareas a cada miembro del equipo; se sugiere aplicar diferentes herramientas para la solución de problemas que se han identificado, entre ellas están: planificación estratégica y operativa, análisis y rediseño de procesos, cuadro de mando integral, *benchmarking* (aprender mejores prácticas).
- Verificar la aplicación de las acciones en el proceso.
- Especificar los indicadores que evidencien la mejora en el proceso.
- Documentar el plan de mejora.

- Implementación y seguimiento:

Para realizar la implementación y seguimiento del plan de mejora es indispensable incorporar al proceso al personal encargado de realizar las acciones propuestas; los mismos que deben ejecutar las siguientes funciones:

- Informar sobre el plan.
- Ejecutar las acciones programadas con las personas involucradas.
- Dar seguimiento con base en los indicadores de impacto y desempeño, este deberá realizarse en un periodo determinado por los involucrados.
- Verificar que se cumpla el plan de acuerdo a lo que se proyectó.
- Valorar el cumplimiento del plan.

- Evaluación:

Este punto consiste en verificar el cumplimiento del plan de mejora continua de acuerdo a la propuesta, planificación e implantación. La evaluación es necesaria para poder observar las irregularidades que han surgido en el tiempo de ejecución. La técnica utilizada para la evaluación del plan de mejora es:

- Diseñar un plan de evaluación, basándose en los objetivos e indicadores.

- Ejecutar el plan de evaluación.
- Realizar un informe sobre la evaluación indicando las ventajas y desventajas de los resultados obtenidos del plan de mejora.

5.1.1. Análisis incremental

El análisis incremental es una técnica utilizada para ayudar a la toma de decisiones mediante la evaluación del impacto de los cambios pequeños o marginales. Esta técnica permite considerar dos o más alternativas mutuamente excluyentes y a su vez considerar la mejor opción económicamente.

El principio más importante de análisis incremental es que los únicos elementos relevantes para una decisión son los que van a ser diferentes debido a la decisión. Un segundo principio es que si un pasado negativo o costo no es recuperable o extraíble, es irrelevante para una decisión futura. Esos dos principios tienen aplicación universal.

El análisis incremental es aplicable a problemas de corto y largo plazo, pero es especialmente adecuado para las decisiones de ejecución a corto plazo. Es por ello que se define esta herramienta para el análisis de la rentabilidad del proyecto.

5.1.2. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un término financiero, muy utilizado en las empresas para tomar decisiones de inversión, que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN (en un proyecto, en un negocio, etc.), al cambiar una variable (la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento

de los ingresos, los costos, etc.). Teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN es posible calcular y mejorar las estimaciones sobre el proyecto que se va a comenzar, en el caso de que esas variables cambiaran o existiesen errores de apreciación por parte del investigador en los datos iniciales.

Para hacer el análisis de sensibilidad es necesario comparar el VAN antiguo con el VAN nuevo, lo cual dará un valor que al multiplicarlo por cien arroja el porcentaje de cambio. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$(VANn-VANe)/VANe$$

Donde VANn es el nuevo VAN obtenido y VANe es el VAN que se tenía antes de realizar el cambio en la variable. La base para aplicar este método es identificar los posibles escenarios del proyecto de inversión, los cuales se clasifican en los siguientes:

- Pesimista: es el peor panorama de la inversión, es decir, es el resultado en caso del fracaso total del proyecto.
- Probable: este sería el resultado más probable que se supone en el análisis de la inversión, debe ser objetivo y basado en la mayor información posible.
- Optimista: siempre existe la posibilidad de lograr más de lo que se proyecta, el escenario optimista normalmente es el que se presenta para motivar a los inversionistas a correr el riesgo.

5.2. Resultados obtenidos

Este numeral va orientado hacia una revisión y análisis de los resultados que se obtuvieron en fases anteriores de la evaluación del proyecto. Una herramienta importante es el cuestionario utilizado en la encuesta, para brindar valiosa información en cuanto al conocimiento que tienen los potenciales clientes sobre el aglomerado. Es importante mencionar que un alto porcentaje de ellos no conoce el producto, por lo que se hace necesario diseñar una campaña de divulgación importante que considere, en su parte medular, transmitir y comunicar las características y beneficios del aglomerado, incluir el tema de que es un producto amigable con el medio ambiente a un precio menor al que ofrece la competencia por productos similares hechos a partir de madera natural.

5.2.1. Interpretaciones

Se refiere a la forma en que la información proveniente de los estudios previamente desarrollados puede brindar información importante para tomar decisiones respecto al proyecto aquí presentado. El enfoque principal de interpretar información va orientado al estudio de mercado incluido y desarrollado en este proyecto. El producto que se está considerando producir, es decir tablas de aglomerado, tiene un alto potencial de convertirse en un sustituto real para los productos de madera natural utilizados en el mercado.

Tiene un alto grado de dificultad si se considera que es un producto nuevo e innovador y que por lo mismo requiere de un esfuerzo importante en cuanto al diseño de las estrategias de promoción y penetración para cumplir con las proyecciones de ventas, ya que estas directamente influyen en el resultado final que se vaya a obtener con la comercialización del aglomerado.

5.2.2. Aplicaciones

En función de las interpretaciones de los resultados obtenidos, se procederá a definir una a una las diferentes aplicaciones y cuál es el objetivo propuesto de cada una de ellas, básicamente se busca reforzar el tema de introducción de un producto nuevo y cómo garantizar el abastecimiento de materia prima para el proceso de producción.

5.2.3. Indicadores

Se requiere diseñar una serie de indicadores clave de desempeño de la operación del proyecto, el enfoque principal debe ser el abastecimiento de materia prima. Estos indicadores deben considerar puntualmente:

- Frecuencia de recepción de materia prima. Este indicador debe considerar la frecuencia de recepción comparada con la frecuencia planificada de recepción.
- Porcentaje de cobertura para producción. Este relaciona directamente la cantidad de materia prima almacenada contra la cantidad de materia prima utilizada por turno de producción.
- Campañas de abastecimiento. Este indicador relaciona la cantidad de campañas programadas durante un período definido de tiempo y la cantidad de campañas de abastecimiento realizadas.

5.3. Optimización de recursos

Se debe buscar la forma de optimizar los recursos empleados en el proceso de producción del aglomerado, es una tarea compleja considerando que la materia prima, que es uno de los rubros críticos y más importantes del proceso, no tiene costo y por ende no hay manera de optimizar ese recurso específicamente.

Existen otros recursos que pueden ser optimizados, uno de ellos es el envío de producto a los centros regionales o clientes potenciales que están ubicados a una distancia grande de la planta de producción. En algún momento se debe considerar la opción de tercerizar el envío de producto, para el efecto se hace necesario un análisis costo-beneficio que permita tomar la decisión de tercerizar esta operación. Ahora bien, al momento de llevar a cabo una estrategia sobre cómo optimizar los recursos, es conveniente desarrollar los siguientes pasos:

- Definir los objetivos para descubrir cómo conseguir algo de forma más eficaz, primero hay que tener muy claro qué es lo que se quiere lograr.
- Evaluar los recursos y procesos. Recopilar toda la información disponible sobre el funcionamiento del proyecto es clave. Para ello se debe realizar un exhaustivo análisis a partir de indicadores de gestión, de calidad y de procesos.
- Identificar las debilidades. ¿Qué está fallando? La clave para la mejora continua es localizar las áreas críticas de mejora.

- Planificar las acciones. Tras determinar el estado del proyecto y los objetivos, el siguiente paso consiste en concretar las medidas que se van a poner en marcha para ello.
- Revisar los resultados. El trabajo no termina con la ejecución de las estrategias, sino que saber cómo optimizar los recursos de una empresa es un proceso constante y cíclico, por lo que es indispensable evaluar el impacto de las medidas para poder detectar los fallos y aciertos de las mismas y aplicar esa experiencia en la mejora continua.

CONCLUSIONES

1. El tablero de aglomerado que se producirá en el Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene unas dimensiones de un (1) metro por un (1) metro por 0,10 metros de espesor.
2. Es viable la comercialización de tableros de aglomerado, considerando los estudios realizados en la formulación del proyecto.
3. Para la comercialización y distribución de los tableros de aglomerado se utilizará un canal de distribución corto, directo, sin intermediarios.
4. El mercado objetivo y los clientes potenciales para el mercado de tableros de aglomerado es la Universidad de San Carlos de Guatemala y sus facultades, así como los Centros Regionales.
5. El aglomerado es una opción más económica que la madera tradicional.
6. Un 35 % de los encuestados conoce el aglomerado, pero es necesario diseñar un programa de promoción y divulgación intenso que permita dar a conocer las características y beneficios del mismo.
7. Si existe conciencia sobre la utilización de material reciclado y el producto desarrollado en este trabajo de graduación, puede ser empleada en campañas de protección al medio ambiente para la reutilización y ahorro de recursos.

RECOMENDACIONES

1. Revisar periódicamente el proceso de abastecimiento de materia prima para el proceso, considerando campañas de reciclaje y recolección con una frecuencia definida.
2. Crear un programa de divulgación y comunicación que sea asertivo y que permita dar a conocer los beneficios del uso del aglomerado a los potenciales clientes.
3. Mantener la comunicación tanto con la Facultad de Ingeniería como con el resto de Facultades y Centros Regionales para recibir retroalimentación tanto del producto en sí como de su desempeño.
4. Evaluar para un mediano plazo, producir diferentes estándares de aglomerados, reducir su precio de venta o bien mejorar sus propiedades mecánicas, para abrir las opciones de penetrar mercados diferentes que hoy están dominados por productos maderables tradicionales.
5. Realizar un estudio de mercado y posicionamiento al final del tercer año de implementación del producto, para determinar si el mercado objetivo y la comercialización planeada se alinean con los resultados obtenidos.
6. Realizar más proyectos de este tipo que sean amigables con el medio ambiente y que permitan el aprovechamiento de los recursos y equipo que se encuentra en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

7. Crear una campaña de concientización permanente que describa los beneficios de comprar el producto, desde la perspectiva de precio y medio ambiente, minimizar la tala inmoderada de árboles y proponer el reciclaje de estos productos maderables naturales.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO, Juan José. *Estado actual de la información sobre productos forestales en Guatemala*. Consultor FAO, 2015.
2. CHAIN, Sapag. *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. 2a ed. Chile: Pearson, 2010. 32 p.
3. CHOPRA, Sunil. *Administración de la cadena de suministro*. 5a ed. Chile: Pearson, 2016. 110 p.
4. COHEN, Ernesto; FRANCO, Rolando. *Evaluación de proyectos sociales*. México: McGraw-Hill, 2015. 11 p.
5. Decreto 4-89 del Congreso de la República de Guatemala. *Título I: principios, objetivos generales y ámbito. Capítulo I: principios fundamentales del CONAP. Artículo 5*. Guatemala, 1989.
6. Enciclopedia de conceptos. *Medio Ambiente*. [en línea]. <<http://concepto.de/medio.ambiente/>>. [Consulta: 10 de junio de 2018].
7. Facultad de Ingeniería. *Sobre CII, Centro de Investigaciones de Ingeniería*. [en línea]. <<http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/#nogo/>>. [Consulta: 14 de mayo de 2018].

8. FERRÉ TRENZANDO, José María. *Investigación de mercados estratégica*. España: Reverte, 2000. 211 p.
9. GUILLE GALÁN, José Manuel. *Manual básico de elaboración y evaluación de proyectos*. 5a ed. Barcelona, España: McGraw-Hill, 2004. 198 p.
10. Hereda Consultores. *ISO 9001. Calidad*. [en línea]. <<http://heredaconsultores.com/calidad-iso-9001/>>. [Consulta: 29 de julio de 2018].
11. LIENDO REY, Lorena. *Introducción a la formulación de proyectos*. [en línea]. <<http://www.solucionesong.org/posts/105/>>. [Consulta: 2018]
12. MÉNDEZ, Rafael. *Formulación y evaluación de proyectos, enfoque para emprendedores*. 6a ed. 2011.
13. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Institución*. [en línea]. <<http://www.marn.gob.gt/>>. [Consulta: 2018].
14. MONROY, Néstor; AHUMADA, María. *Logística reversa. Retos para la ingeniería industrial*. Revista de Ingeniería. Bogotá, 2006.
15. MORALES CASTRO, Arturo. *Proyectos de inversión optativa*. [en línea] <<http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/7/finanzas3.pdf/>>. [Consulta: 14 de junio de 2018].

16. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Estadísticas sobre la madera*. Roma, Italia: ONU, 2016. 125 p.
17. Público. *Calentamiento Global*. [en línea]. <[http://www.publico.es/ciencias/emisiones-globales-co2-crecen-2017-tres-anos-estancamiento.htm](http://www.publico.es/ciencias/emisiones-globales-co2-crecen-2017-tres-anos-estancamiento)>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
18. RABADÁN ANTA, Rafael. *Técnicas cualitativas para investigación de mercados*. 2a ed. Chile: Evolución S. A., 2012. 132 p.
19. Secretaría de Planificación y Programación. *Manual de formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: Segeplan, 2013. 80 p.
20. STANLEY. *Manual de herramientas: catálogo*. [en línea]. <http://www.demaquinasyherramientas.com/portfolio_item/catalogo-de-herramientas-manuales-stanley-2016>. [Consulta: 25 de febrero de 2018]
21. ZAPATA, Rocío. *Cómo evaluar proyectos de inversión*. [en línea]. <<https://www.entrepreneur.com/article/262890>>. [Consulta: 29 de julio de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. Encuesta, tableros de aglomerado

I. Las siguientes preguntas son de información general.

- 1 Edad: 18-23 24-29 30-35 36-42 43 o más
2 Estado Civil: Soltero Casado Unión libre Viudo
3 Escolaridad: Primaria Básicos Bachillerato Pregrado Posgrado
4 Estrato económico: Bajo Medio Alto
5 Género: Masculino Femenino

II. Las siguientes preguntas son específicas.

- 6 Tiene algún conocimiento sobre el aglomerado? Si No
- 7 Ha utilizado productos de aglomerado? Si No
- 8 Evalúe el aglomerado como sustituto de la madera tradicional? Lo considera: Excelente Bueno Malo
- 9 Que aspectos son importantes al momento de comprar madera natural?
- | | | | |
|-----------------------|---|-------------------------------------|--|
| Medio ambiente: | Muy importante <input type="checkbox"/> | Importante <input type="checkbox"/> | Poco importante <input type="checkbox"/> |
| Textura y apariencia: | Muy importante <input type="checkbox"/> | Importante <input type="checkbox"/> | Nada importante <input type="checkbox"/> |
| Precio: | Muy importante <input type="checkbox"/> | Importante <input type="checkbox"/> | Poco importante <input type="checkbox"/> |
| Disponibilidad: | Muy importante <input type="checkbox"/> | Importante <input type="checkbox"/> | Poco importante <input type="checkbox"/> |
- 10 Si tuviera la opción de aglomerado, lo utilizaría en la próxima compra? Si No
- 11 En caso de incluir este producto en la compra, estaría dispuesto a pagar más que el precio de la madera natural? Si No
- 12 Piensa que el aglomerado es un producto innovador en el mercado? Si No
- 13 Con que frecuencia utiliza productos de madera natural: Mensual Semestral Una vez al año
- 14 Las principales características que debe tener la madera para que la compre son: Dureza Resistencia Vida útil larga
- 15 Recomendaría el aglomerado: Si No

Fuente: elaboración propia.

