

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y FINANCIERO
PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS DE MADERA Y PLÁSTICO EN
VENEZUELA”**

TOMO I

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR

Br. Rahal R., Maya

Br. Sleiman J., Seidy

PROFESOR GUÍA

Ing. Villanueva, Alirio

FECHA

Octubre 2013.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y FINANCIERO
PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS DE MADERA Y PLÁSTICO EN
VENEZUELA”**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado
su contenido con el resultado:.....**

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre:.....

Nombre:.....

Nombre:.....

REALIZADO POR

Br. Rahal R., Maya

Br. Sleiman J., Seidy

PROFESOR GUÍA

Ing. Villanueva, Alirio

FECHA

Octubre 2013.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivos General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Alcance y limitaciones.....	6
1.3.1. Alcance.....	6
1.3.2. Limitaciones.....	6
MARCO TEORICO	7
1.1. Antecedentes.....	7
1.2. Bases Teóricas.....	10
MARCO METODOLÓGICO	19
3.1. Tipo de investigación	19
3.2. Enfoque de la investigación	20
3.3. Diseño de la investigación	20
3.3.1. Estructura del trabajo especial de grado	21
ESTUDIO DE MERCADO.....	22
4.1. Materia prima.....	22
4.1.1. Situación actual del mercado de madera en Venezuela.....	22
4.1.2 Situación actual del mercado de plástico en Venezuela.....	29
4.2. Definición del producto	31
4.3 Mercado de WPC.....	31
4.3.1. Mercado global de WPC.....	31
4.3.2. Mercado de WPC en América Latina.....	32
4.4. Posibles competidores.....	33
4.3.1. Mercado de WPC en Venezuela:.....	33
4.4.2. Empresas productoras de tablonés de madera en Venezuela.	34

4.5. Empresas de aditivos en Venezuela.....	40
ESTUDIO TÉCNICO	41
5.1. Producto a elaborar	41
5.2. Proceso productivo general de WPC	41
5.3. Manejo de materia prima	45
5.4. Proceso de madera en rolas.....	45
5.4.1. Descortezado.	45
5.4.2. <i>Splitting</i>	47
5.4.3. Molienda	47
5.4.4. “ <i>Hammermilling</i> ” (Molino de martillos).	48
5.5. Proceso productivo del aserrín	48
5.6. Proceso productivo de residuos vegetales	48
5.7. Diseño de la planta	49
5.7.1 Capacidad de la planta	49
5.7.2. Capacidad Instalada.....	50
5.7.3. Proyección de la demanda	51
5.7.4. Precios.....	52
5.7.5. Determinación de recursos necesarios.....	53
5.7.6. Requerimientos y necesidades.....	55
5.8. DISTRIBUCION ESPACIAL.....	59
5.8.1 Requerimientos de Espacio.....	59
5.8.2. Distribución de Espacios	59
5.9. Manejo de Materiales.....	68
5.10 Cadena de Suministro	68
ESTUDIO ECONÓMICO- FINANCIERO	71
6.1. Inversión inicial	71
<i>Fuente:</i> Elaboración Propia.	72
6.2. Ingresos por Venta.....	72
6.3 Costos de Materia Prima.	73
6.4 Costos de Mano de Obra.....	74

6.4.1 Mano de Obra directa	74
6.4.2 Mano de Obra Indirecta y Administrativo.....	75
6.5 Depreciación de Activos.	75
6.6 Financiamiento.....	76
6.7 Flujo de Caja de la Inversión.	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7.1. Conclusiones	81
7.2. Recomendaciones	83
BIBLIOGRAFIA	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios tomados en cuenta para la realización de éste Trabajo Especial de Grado.	8
Tabla 2. Fases del TEG	21
Tabla 3. Superficie de Plantaciones Forestales de 2004-2008.	27
Tabla 4. Producción nacional de madera en rola, por modalidades de aprovechamiento (m3). Serie 2002 - 2008	28
Tabla 5. Producción Nacional de madera y sus derivados por tipo de industria. 1997-2003.....	35
Tabla 6. Producción nacional de tableros de madera (m3). Año 2008.....	36
Tabla 7. Escenarios de Capacidad.....	51
Tabla 8. Proyección de la demanda del escenario probable para el periodo 2014-2018.	52
Tabla 9. Proyección de los precios para los próximos cinco años.....	53
Tabla 10. Máquinas del proceso productivo de WPC	54
Tabla 11. Máquinas del proceso productivo de madera en rola.....	54
Tabla 12. Factor de máquina de los equipos involucrados en el proceso productivo....	56
Tabla 13. Proveedores de Materia Prima.....	57
Tabla 14. Requerimiento de Mano de Obra Directa	58
Tabla 15. Requerimiento de mano de obra indirecta.....	58
Tabla 16. Requerimiento de personal administrativo	59
Tabla 17. Criterios de evaluación para ponderación relativa	63
Tabla 18. Razones de selección de criterio	64
Tabla 19. Matriz de Relaciones de las áreas de la planta.	65
Tabla 20. Gastos y Costos totales de inversión	72
Tabla 21. Ingresos por venta para el escenario probable.	73
Tabla 22. Costo Total de Materia prima e insumos para Escenario Probable	74
Tabla 23. Total de la Mano de Obra Directa Anual para los tres escenarios.	74
Tabla 24. Costos de Mano de Obra Indirecta y Administrativa para los tres escenarios.	75
Tabla 25. Información de créditos de las diferentes entidades bancarias	76
Tabla 26. Plan de financiamiento para el proyecto.....	77
Tabla 27. Flujo de Caja del Escenario Probable.	79
Tabla 28. VPN y TIR de cada escenario	80
Tabla 29. Periodo de recuperación de cada escenario.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de Diagrama de Operaciones 14

Figura 2. Producción Nacional de madera en rola por especie en el año 2005 24

Figura 3. . Producción Nacional de madera en rolas por modalidades de
aprovechamiento en el año 2005..... 25

Figura 4. Superficie de Plantaciones Forestales en Venezuela, 2004-2008 27

Figura 5. Patrimonio Forestal de MASISA en Chile, Brasil, Argentina y Venezuela al
2011..... 37

Figura 6. Matriz FODA Elaboración de tablonés compuestos de madera y plástico en
Venezuela..... 39

Figura 7. Proceso Productivo General de WPC..... 42

Figura 8. Representación esquemática de una extrusora de husillo sencillo..... 43

Figura 9. Línea de Extrusión de WPC. 44

Figura 10. Layout de la planta de producción..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 11. Cadena de Suministros de la planta de compuestos de madera y plástico . 69

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y FINANCIERO PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS DE MADERA Y PLÁSTICO EN VENEZUELA”

Realizado por: Rahal R., Maya y Sleiman J., Seidy

Tutor: Ing. Villanueva, Alirio

Fecha: Octubre de 2013

SINOPSIS

Venezuela cuenta con gran cantidad de plantaciones pino Caribe, las cuales en su mayoría son demandadas por las industrias de tableros y madera aserrada, destinados la gran mayoría a la industria de la construcción. El presente Trabajo Especial de Grado se realizó con el objetivo principal de evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera la producción de compuestos de madera y Plástico en Venezuela, aprovechando de forma ecológica este recurso Venezolano sin perjudicar a la industria de la construcción.

Para lograr el objetivo del proyecto, como primer paso, se realizó un estudio de mercado, basándose de entrevistas a expertos, datos históricos estadísticos y fuentes bibliográficas, el cual abarca todo lo relacionado con la demanda del producto y la situación actual de los materiales involucrados en el mismo.

Seguidamente se realizó un estudio técnico donde se definió el producto, su proceso productivo y la materia prima, maquinarias y equipos necesarios para su producción. Además de presentar un análisis detallado para determinar la capacidad de la planta, su distribución y dimensiones según el diseño de los departamentos y secciones necesarias; el desarrollo de la cadena de suministros y los entes que en ella participan.

Por último se realizó un estudio económico-financiero, donde se obtuvieron valores de flujo de caja positivos para el escenario probable y optimista, dando como resultado del indicador cuantitativo como lo es el VPN para el escenario probable de Bs.7.816.632,03 y una TIR de 47% ,para un escenario optimista un VPN de Bs. 168.641.821,80 y una TIR 129%; Mientras que para el escenario pesimista arrojó un resultado de VPN negativo de Bs. -2.049.583,20 y una TIR de 40%, lo que demuestra que la producción de compuestos de madera y plástico, bajo los supuestos tomados de demanda es rentable. Además se calculó el periodo de recuperación de capital para cada uno de los escenarios.

Palabras Clave: Producción, Demanda del Producto, factibilidad, Rentabilidad

INTRODUCCIÓN

La madera es uno de los elementos constructivos más utilizados por el hombre desde el comienzo de la humanidad. Los productos madereros han sido utilizados en una amplia gama de aplicaciones y hoy en día compiten entre sí en todas partes del mundo, resaltando en América Latina y el Caribe, los tableros de madera.

La utilización de los residuos forestales en diferentes usos industriales ha constituido una solución a los problemas medioambientales e influye en el incremento del valor agregado de la industria forestal. Las fibras de maderas se han comenzado a utilizar como una nueva variante de relleno para materiales plásticos, lo que ha dado origen a un compuesto que reúne las características de los plásticos y la madera (WPC, Wood plastic composites).

Actualmente Venezuela dispone de gran cantidad de hectáreas de plantaciones forestales disponibles para la fabricación de tabloneros de madera, lo que supone un escenario atractivo para considerar la oportunidad de producción de compuestos de madera y plástico. Estos permitirán reducir la tala de árboles utilizando el aserrín o desperdicios de las otras plantas productoras de madera y desechos forestales, contribuyendo al medio ambiente. De igual manera debido a las ventajas que presentan estos compuestos, favorecerían a las edificaciones y construcciones en la calidad y durabilidad de los mismos.

Por esta razón, se propone este proyecto, para realizar un estudio de factibilidad para la producción de compuestos de madera y plástico en Venezuela; el mismo está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del Problema. En este capítulo se presentan las razones por las cuales se realiza el estudio de factibilidad para la instalación de la planta, se plantea el objetivo general y específicos que busca cumplir el

proyecto y además se presenta el alcance y las limitaciones que el proyecto presenta.

Capítulo II: Marco Teórico. Contiene una variedad de términos, métodos y conceptos relacionados con el desarrollo de Trabajo de Grado.

Capítulo III: Marco Metodológico. Se presenta la metodología a seguir en el Trabajo Especial de Grado. Contiene todo lo referente a la información requerida, las herramientas y fuentes utilizadas durante el desarrollo del trabajo.

Capítulo IV: Estudio de Mercado. Abarca todo lo relacionado con el análisis de la oferta y la demanda del producto en el mercado venezolano. Permite conocer la situación actual de los materiales involucrados en el producto y presenta los posibles competidores en Venezuela.

Capítulo V: Estudio Técnico. Presenta un análisis detallado para determinar la capacidad de la planta, definir su distribución, los recursos necesarios en el proceso de elaboración, selección del mismo y el tipo de organización.

Capítulo VI: Estudio Económico Financiero. En este capítulo se determina la inversión inicial requerida, se estiman los gastos, costos e ingresos asociados al proyecto, se definen los flujos de efectivos correspondientes a cada período que encierra el horizonte de planificación, para luego realizar el cálculo de indicadores que permiten medir la rentabilidad de proyecto.

Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones. Contempla las conclusiones generales en base a los resultados obtenidos, a lo largo del estudio de factibilidad y las recomendaciones para el proyecto.

Por último, se presenta la bibliografía que se consultó y los anexos referenciados a lo largo del estudio

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En Venezuela, la madera formó parte de la construcción de las ciudades coloniales, donde se conjugaron los materiales constructivos (madera, tierra, piedra) presentes en los diferentes habitados indígenas, con la incorporación de las técnicas importadas. En el siglo XX, la explotación del petróleo cambió cualitativamente la estructura económica y social del país, circunstancia que modificó la forma tradicional de construir, la madera se utilizó sólo en elaborados proyectos residenciales y de uso recreativo, que hoy constituyen una referencia de la arquitectura moderna venezolana. La madera se presenta actualmente en la construcción como un material de lujo o de baja calidad, y en sus aplicaciones están implícitos distintos niveles tecnológicos que condicionan su utilización. (Ana Loreto, Ricardo Molina, Virginia Vivas, Argenis Lugo, Antonio Conti, 2000)

En la composición florística de los bosques naturales venezolanos se encuentran unas 60 especies maderables con características físico-mecánicas que las hacen aptas para ser utilizadas en la construcción de edificaciones y otras obras civiles. Los principales demandantes de madera en Venezuela son las industrias de tableros contrachapados, aglomerados, tableros enlistonados y madera aserrada, en su gran mayoría destinados a la industria del mueble y a la industria de la construcción, no como material de construcción propiamente dicho, sino como material accesorio para la fabricación de encofrados y puntales, principalmente.

Hoy en día Venezuela cuenta con un gran potencial de madera proveniente de plantaciones de pino Caribe en los estados Anzoátegui y Monagas, manejada en gran escala por Productos Forestales de Oriente C.A.

(PROFORCA-CVG) de la Corporación Venezolana de Guayana, y en menor escala de propiedad privada, que han producido un excedente de madera en pie que requiere ser procesada y comercializada. Esta coyuntura debe ser aprovechada para realizar proposiciones basadas en un uso racional de este recurso y desarrollar diseños adecuados a sus posibilidades y condiciones (Molina, 1997).

En la actualidad se han descubierto varias formas de aprovechamiento de este recurso, contribuyendo ecológicamente. Entre estas formas se encuentra la utilización de madera compuesta (Fiberwoods o Wood Plastic Composite "WPC"), materiales formados básicamente de dos fases, una plástica continua denominada matriz (incluye PE, PP, PVC, etc.) y otra de refuerzo o relleno constituida de fibra o polvo de madera. Además de fibras de madera y plástico, el WPC también puede contener otros materiales de relleno (ligno-celulósico y/o inorgánico).

El país con mayor producción de este material es Estados Unidos de América, aunque en Europa su investigación y desarrollo ha aumentado en los últimos años, debido a que el uso de este tipo de materiales puede disminuir costos ya que se aprovecha todo el desperdicio de madera y plástico reciclado.

Una de las principales aplicaciones de este tipo de materiales se encuentra en el recubrimiento de superficies que se encuentran a la intemperie, siendo ampliamente utilizados en muelles, terrazas, y otras superficies cerca de piscinas o en centros de recreación. Las ventajas inherentes para estas aplicaciones radican en una mayor resistencia a la humedad y a los insectos, unido a un bajo nivel de mantenimiento. Empresas como Louisiana Pacific Polymers y Trex en Estados Unidos son líderes en este tipo de aplicaciones, ofreciendo variedad de referencias con diferentes colores, acabados y propiedades físicas.

Los compuestos de plástico-madera también son ampliamente utilizados en la fabricación de paletas, plataformas y tacos para calzado, artículos náuticos, etc.

Con estos conocimientos, surge la idea y la necesidad de realizar un estudio para la producción de madera compuesta, resultando así una de las primeras empresas en el país, logrando un aprovechamiento de nuestros recursos forestales, evitando la tala indiscriminada de madera y promoviendo la conservación ambiental.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos General

Evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera para la producción de compuestos de madera y plástico, en Venezuela.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la situación actual del mercado de madera en el país.
- Identificar posibles competidores y las partes del mercado que abarcan.
- Determinar el proceso productivo, las maquinarias, los equipos y las instalaciones industriales necesarias, según las características propias del producto.
- Determinar una distribución apropiada de espacios para la fábrica propuesta.
- Seleccionar los proveedores según las especificaciones del proceso productivo.
- Identificar los eslabones involucrados en la cadena de suministros.

- Analizar económica y financieramente la instalación de la fábrica, así como la fabricación y venta de los productos propuestos.

1.3. Alcance y limitaciones

1.3.1. Alcance

Este Trabajo de Grado busca presentar una evaluación de factibilidad de producción de madera compuesta con plástico en Venezuela sin lograr implementar su puesta en marcha.

Incluye la selección y ajuste del proceso productivo, una descripción de la situación actual del mercado en Venezuela basada en entrevistas a expertos, consultas de fuentes digitales, revisión de estadísticas nacionales y otros trabajos de grado presentados anteriormente; así como también se presentara el diseño conceptual de una planta, la definición de la cadena de suministros y una evaluación financiera.

1.3.2. Limitaciones

- Al tratarse de un nuevo producto para el país, la calidad y la facilidad de obtener información sobre el mismo se dificulta.
- No contar con la información requerida por parte de los posibles proveedores de insumos, materias y equipos que permita hacer una comparación importante para escoger el más conveniente según las características del proyecto.
- La culminación de este proyecto no garantiza la implantación de una fábrica productora de madera compuesta con plástico en Venezuela.

MARCO TEORICO

En el capítulo a continuación se presentan una serie de conceptos importantes que serán utilizados a lo largo del trabajo de investigación, así como también se presentarán todas las investigaciones previas a las que fue necesario acudir, con el fin de poder completar en su totalidad el desarrollo del mismo.

1.1. Antecedentes.

Para realizar la presente TEG, se utilizaron fuentes de gran relevancia como lo son los *papers* obtenidos de las revistas electrónicas proporcionadas por la Universidad Católica Andrés Bello. De igual manera se encontraron Trabajos especiales de Grado que fueron de gran ayuda y que contribuyeron en la formación académica necesaria para la elaboración de éste Trabajo Especial de Grado, los cuales se mencionan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 1. Estudios tomados en cuenta para la realización de éste Trabajo Especial de Grado.

Título	Área de Estudio, autores y profesores guía	Institución y Fecha	Objetivo General	Aporte
Estudio estratégico de la industria maderera en Venezuela, enfocado al posible desarrollo de nuevos productos	Ingeniería Industrial Autores: Marcano, Ma. Corina, Marcano Ma. Eugenia. Tutor: Ing. Henry Gasparín	UCAB (2004)	Realizar un estudio estratégico de la Industria maderera en Venezuela, enfocado al posible desarrollo de nuevos productos	Bases teóricas
Levantamiento y Análisis estratégico de la cadenas de suministros de la industria maderera en Venezuela	Ingeniería Industrial Autores: Carrera soler, Henry, Couto Collazo, Guillermo Manuel. Tutor: Henry Gasparín	UCAB (2004)	Levantar y analizar estratégicamente la cadena de suministros de la industria maderera en Venezuela, contemplando todos los eslabones que la componen.	Bases Teóricas

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 1. Estudios tomados en cuenta para la realización de éste Trabajo Especial de Grado. (Continuación)

Título	Área de Estudio, autores y profesores guía	Institución y Fecha	Objetivo General	Aporte
Paper: Performance of woodfiber-plastic composites subjected to abrasive machining	Autores: Urs Buehlmann, Daniel Saloni, Richard L. Lemaster	Revista EBSCO (2009)		Bases Teóricas
Estructura de Mercado y promoción industrial: El caso de la cadena productiva del sector plástico en Venezuela	Autor: Roselyn Chang Gonzales. Tutor: Francisco Viveros	UCAB (2000)		Bases Teóricas
Estudio de Factibilidad técnico, económico y Financiero para la producción de agua potable embotellada en el estado Sucre.	Autor: Quiñones F.,Melany , Yañéz P.,Fernando. Tutor: Ing. Azpúrua Henrique	UCAB (2012)	Evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera para la producción de agua potable embotellada en el Estado Sucre	Estudio Económico-Financiero

Fuente: Elaboración Propia.

1.2. Bases Teóricas.

Madera: “Es el material constituyente de los troncos, ramas, raíces de los árboles. Está formado por un conjunto de células que constituyen un organismo vivo: el árbol” (Pascual Úrban Brotons, 2012, p.9).

La madera es el recurso natural más antiguo de que dispone el hombre, con excelentes características físicas y mecánicas, además de la calidad de ser un recurso renovable y, por lo tanto, prácticamente inagotable siempre que las técnicas de producción sean las adecuadas. Su utilización en la construcción ha sido continua desde la antigüedad: Uno de los primeros cobijos construidos por el hombre tuvo por material elementos vegetales: ramajes, cañas, troncos, etc. Las diferentes culturas y las diferentes épocas hacen que la madera se asocie con otros materiales como la piedra, el adobe o el ladrillo, otorgando a cada material su función constructiva más adecuada. (Úrban, 2012, p.9)

Las maderas blandas suelen ir destinadas a usos industriales. Su manipulación es muchísimo más sencilla, si bien tienen una durabilidad mucho menor que las duras y al ser tratadas producen muchas más astillas. Su atractivo estético es menor que las maderas duras, y por ello se suelen utilizar menos en la elaboración de muebles y artesanía (y en la mayoría de los casos siempre tratadas con pintura, barniz o tintes). Algunas de las maderas blandas más utilizadas son el pino, el álamo, el olmo o el balsa. (Sonia, 2013)

Las maderas duras son las utilizadas para el diseño de muebles y la construcción. Tienen un tratamiento más complicado, pero un mejor poder visual, dureza y resistencia al paso del tiempo. Estos factores influyen en su mayor precio respecto a las blandas, pero sobre todo la diferencia está en que las duras provienen de árboles de crecimiento más lento. Algunas de las

maderas duras más utilizadas son las de nogal, roble, fresno o cerezo. (Sonia, 2013)

Plástico: Es un gran grupo de material orgánico que contiene como elemento principal el carbono, combinado con otros ingredientes como el hidrogeno, oxígeno y nitrógeno. Es sólido en su estado final, pero en alguna etapa de su manufactura es suficientemente suave para ser moldeado por muchos sistemas por medio de calor y/o presión. Se clasifican en termoplásticos, termofijos y elastómeros. (Cornish, 1997 p.9).

Los plásticos se dividen en 3 tipos: Termoplásticos, termoestables y elastómeros.

Termoplásticos: De acuerdo a Cornish (1997), Son plásticos con moléculas de madera tal, que cuando el material es calentado sus relaciones intermoleculares se debilitan y se vuelve mas suave. Esto hace que se pueda moldear facilmente por diferentes metodos. Cuando el material se enfria, se endurece y vuelve a su estado normal. El proceso de moldeo es reversible, el material no se descompone y puede utilizarse para una nueva fabricacion.

Ejemplos tipicos de termoplásticos son el ABS, PVC, poliestireno, polipropileno, poliamidas, poliacetales, etcetera. (Cornish,1997 p.22).

Termoestables: Son aquellos grupos de plásticos que no sufren deformaciones al ser calentados. Una vez que estos adquieren una rigidez no pueden volverse a deformar. Se presentan mayormente en forma liquida o viscosa (resina) y al añadirle un catalizador se efectua el proceso de polimerizacion. (Cornish,1997,p.22)

Elastómeros: Son aquellos que se ubican muchas veces dentro de los termoestables. Son un grupo de material de origen sintético que tiene la

cualidad de elongación hasta 30 veces su tamaño normal, pudiendo regresar a su tamaño normal sin producir algún cambio en él. Existen elastómeros termoestables y elastómeros termoplásticos, ambos con gran capacidad de elongación. (Cornish,1997,p.23)

WPC (Wood Plastic Composite): El término compuesto de madera-plástico se refiere a cualquier compuesto que se compone principalmente de una matriz de plástico reforzado (incluye PE, PP, PVC, ABS etc.) con madera y otros aditivos que se agregan en pequeñas cantidades para afectar el procesamiento y el rendimiento. Aditivos tales como agentes de acoplamiento, luz estabilizadores, pigmentos, lubricantes, fungicidas y agentes espumantes se usan hasta cierto punto utilizando los procedimientos de procesamiento adecuados. WPC está compuesto de una fibra de relleno naturales (tales como fibra de kenaf, harina de madera, cáñamo, sisal, etc.) que se mezcla con un termoplástico. (Salah M,Mokhtar A, 2011).

Oscar Francisco Delgado y Jorge Alberto Medina (s/f), aseguran que el crecimiento en el mercado que vienen presentando los compuestos de madera-plástico se explica por las ventajas que estos ofrecen en términos de costos, durabilidad e impacto ambiental. Algunas de estas ventajas son:

- **Abundancia y bajo costo de la materia prima.** Los materiales plásticos utilizados en este tipo de compuestos pueden provenir de un proceso de reciclaje, lo cual disminuye su costo. Por otro lado las fibras naturales que se utilizan como refuerzo constituyen un desperdicio de la industria agrícola.
- **Bajo impacto ambiental.** La utilización de este tipo de materiales promueve el reciclaje, aprovecha un desecho agroindustrial, hace uso de materiales biodegradables (en el caso de las fibras naturales) y evita la

tala de bosques en la medida en que estos materiales se utilizan como reemplazo de la madera en algunas de sus aplicaciones.

- **Baja densidad.** La baja densidad, característica primordial de los productos espumados, permite diseñar componentes ligeros y de buena rigidez como los paneles tipo sándwich o estructuras en coextrusión.
- **Apariencia de la madera.** La superficie de los productos de madera plástica se puede tratar como la madera: se le puede pegar un acabado en chapa, recubrir con barnices, clavar, atornillar, taladrar, cepillar. También se pueden formar artículos similares a los encontrados con los productos plásticos tradicionales.
- **Durabilidad.** Los compuestos de madera plástica requieren menor mantenimiento que las maderas comunes, ya que no se ven afectados ni por la humedad ni por los insectos.
- **Bajo nivel de abrasión de las fibras.** Las fibras naturales poseen la ventaja de ser menos abrasivas que otros tipos de refuerzo basados en componentes minerales, promoviendo mayor duración de los equipos.
- **Rigidez y estabilidad dimensional.** Estas dos propiedades se verán incrementadas mediante la adición del refuerzo, siempre y cuando se promueva una buena adhesión en la interfaz matriz /refuerzo.

Diagrama de operaciones: Diagrama en el que están incluidos todos los pasos de la producción, todas las tareas y todos los componentes. Tiene un círculo por cada operación requerida para fabricar cada uno de los componentes, para armar el ensamble final y para empacar el producto terminado. El diagrama de operaciones ofrece mucha información en una página. Las materias primas, las compras, las secuencias de fabricación, las secuencia de ensamble, las necesidades del equipo, los estándares de tiempo, incluso una breve descripción de la disfunción de la planta, de los costos de mano de obra y del programa de planta; todo ello se puede deducir del diagrama de operaciones. (Meyers, 2000).

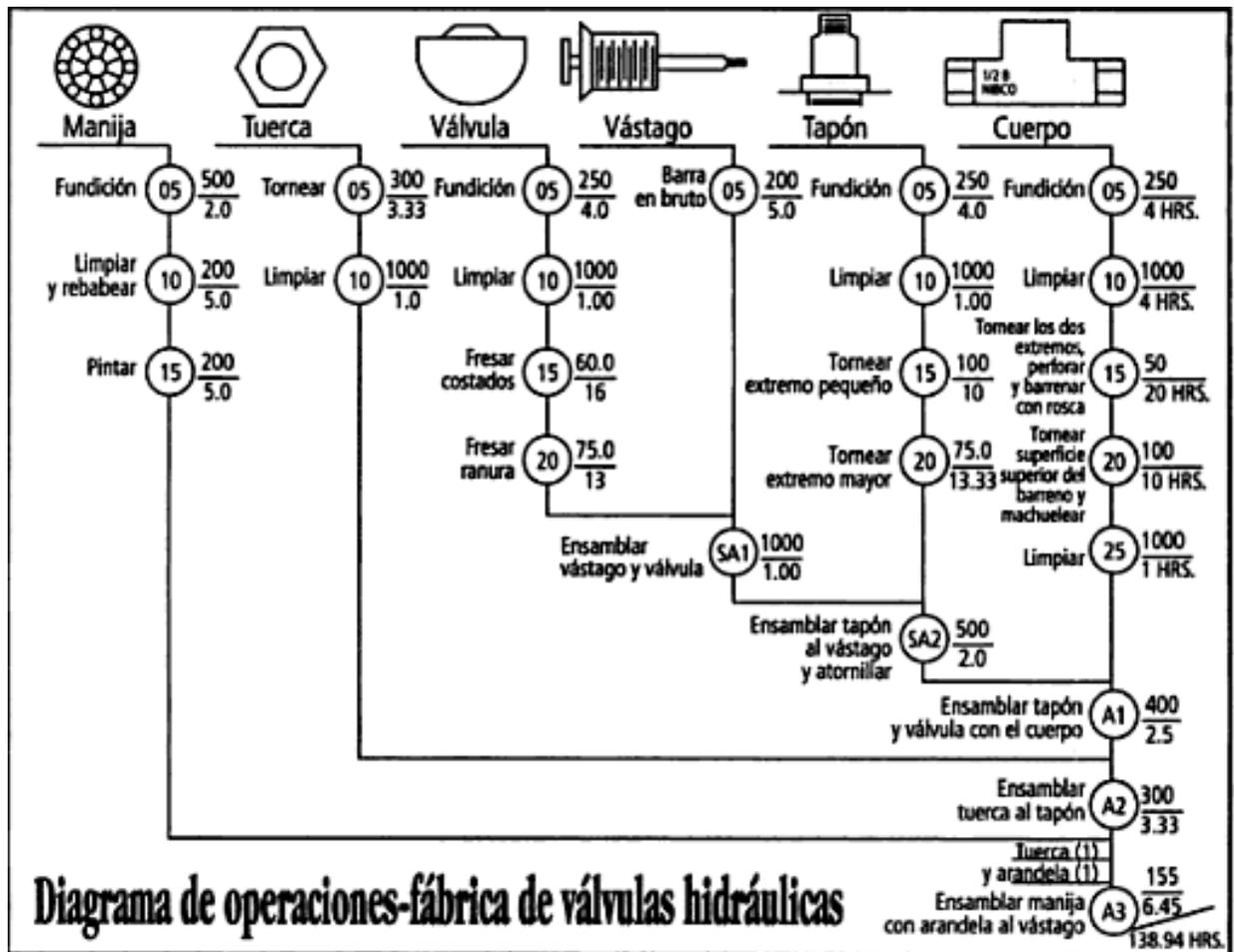


Figura 1: Ejemplo de Diagrama de Operaciones

Fuente: Fred E. Meyers. Estudio de Tiempos y Movimientos, 2000.

Estado de ganancias y pérdidas: “Resultado financiero que indica cómo le fue a la empresa durante un determinado periodo, medido por la generación de utilidades. Los indicadores básicos de este estado financiero son los ingresos y los egresos”. (Garay, González, 2005)

Valor Presente Neto (VPN): “Contribución neta de un proyecto en términos de riqueza. Se calcula como la diferencia entre el valor actual menos la inversión inicial para acometerlo. En síntesis, representa el aumento neto de la riqueza de la empresa o del individuo”. (Garay, González, 2005).

Para el presente TEG se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo del VPN:

$$VPN = -Fc0 + \frac{Fc1}{(1+i)^1} + \frac{Fc1}{(1+i)^2} + \frac{Fc1}{(1+i)^3} + \frac{Fc1}{(1+i)^4} + \frac{Fc1}{(1+i)^5} \quad (1)$$

Siendo:

VPN: Valor presente Neto

Fc: Flujo de Caja Total

i: Interés

Tasa Interna de Retorno (TIR): “Tasa de descuento para la que el valor presente neto de una inversión es cero. Procedimiento para evaluar el rendimiento de un proyecto, según el cual todo proyecto o inversión cuya TIR sea mayor que el costo de oportunidad debe ser aceptado.” (Garay, González, 2005).

Para el presente TEG se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo de la TIR:

$$0 = -Fc0 + \frac{Fc1}{(1+TIR)^1} + \frac{Fc1}{(1+TIR)^2} + \frac{Fc1}{(1+TIR)^3} + \frac{Fc1}{(1+TIR)^4} + \frac{Fc1}{(1+TIR)^5} \quad (2)$$

Distribución de la planta: "Es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables, permite la operación más económicas, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores" (Baga, G., 2006, p. 117)

Proceso productivo: "Es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener bienes o servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirlas en artículos mediante una determinada función de manufactura" (Baga, G., 2006, p.111).

Factor de Maquina: Aquel que permite determinar el número de maquinarias requeridas para cumplir con la producción, ya que de su número dependerá el espacio requerido. (Villanueva, Alirio, 2010)

Para el Presente TEG se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo del Factor de Maquina.

$$F = \frac{S*Q}{H*E*R} \quad (3)$$

Siendo:

F: Fracción de Maquina

S: Tiempo estándar de producción

Q: Demanda

H: Confiabilidad

E: Eficiencia

R: Tiempo disponible.

Costos Operativos: Según Baga, G. (2006) abarcan los costos de materia prima (cantidades de producto final que se desean, incluyendo las mermas), los costos de mano de obra directa o indirecta (personal en proceso de producción y supervisión), Insumos (materiales no transformados en el proceso) y todos aquellos costos que representen una carga financiera.

Costos Administrativos: Según Baga, G. (2006) son como su nombre lo indica, los costos que provienen para realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo, tomados en sentido amplio no solo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarías, así como los gastos de la oficina en general.

Capital de trabajo: De acuerdo a Baga, G. (2006) está representado como el capital adicional, sin tomar en cuenta la inversión inicial, con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa, es decir hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

Inversión Inicial Total: “La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo” (Baga, G., 2006, p.165)

Mano de Obra: “Personal empleado, obrero y trabajadores asociados utilizados para la producción del bien, ejecución de la obra o prestación del servicio, según los datos declarados al instituto Venezolano de los seguros sociales.” (Gaceta Oficial No 38.567, 2006).

Tasa de Rendimiento Atractiva Mínima (TRAM): Representa la medida de rentabilidad mínima que se le exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal, que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido. (Garay, González, 2005).

Para el Presente TEG se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo de la TRAM a utilizar:

$$i = i' + f + i' * f \quad (5)$$

Siendo:

i = TRAM

i' = Inflación Promedio

f = Porcentaje de retorno esperado.

MARCO METODOLÓGICO

Este Capítulo comprende los aspectos necesarios para establecer el “cómo” se realizará el presente estudio. En él se establece el tipo de investigación, el enfoque y el diseño de la misma. Así mismo se hace referencia de los métodos utilizados para la recolección de información, procesamiento y análisis de datos de la investigación.

3.1. Tipo de investigación

Es preciso conocer el tipo de investigación a realizar ya que existen muchas estrategias para su procedimiento metodológico. Esto se refiere al tipo de estudio que se llevará a cabo con la finalidad de recoger los fundamentos necesarios de la investigación. La Universidad Pedagógica Experimental Libertador, en el documento titulado “Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”, (UPEL. 2005), en la sección tercera establece que: “El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.(...)”(p.16).

Por tal razón, la actual investigación, se enfocó dentro de la modalidad de proyecto factible, debido a que se contempla el idear, diseñar y estudiar un plan para la implantación de una nueva unidad de negocios destinada a la producción de compuestos de madera y plásticos en Venezuela.

3.2. Enfoque de la investigación

Existen dos enfoques principales para desarrollar investigaciones en general, el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Hernández, Fernández y Baptista (2003), definen estos enfoques de la siguiente manera:

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. El enfoque cualitativo, por lo común, se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. (...). Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. (p.4).

El Presente Trabajo Especial de Grado, contempla ambos enfoques. Un enfoque cualitativo debido a la utilización de diversas bibliografías y trabajos previos como apoyo: entrevistas a expertos, consultas de fuentes digitales, revisión de estadísticas nacionales y otros trabajos de grado presentados anteriormente. Un enfoque cuantitativo ya que se harán estudios de costos, rentabilidad, Evaluación de procesos, rendimiento de los procesos, etc., para interpretar el resultado de la investigación.

3.3. Diseño de la investigación

Hernández, Fernández, Baptista (2003) entienden el diseño de la investigación como el plan o estrategia que desarrolla el investigador para obtener respuestas de sus interrogantes, la información que se requiere de su investigación o comprobar la hipótesis de la misma.

3.3.1. Estructura del trabajo especial de grado

Para llevar a cabo el presente trabajo especial de grado se deben de seguir cuatro fases de vital importancia, las cuales se pueden observar en la Tabla N°2 a continuación:

Tabla 2. Fases del TEG

Fases del TEG	Objetivos Específicos	Actividades	Herramientas Utilizadas
FASE I	<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar la situación actual del mercado de madera en el país. 	Investigación y consulta con empresas venezolanas conocidas en el ámbito de Madera, y Madera plástica	Consulta a fuentes bibliográficas, consultas a fuentes bibliograficas en internet, apuntes de clases de Ingeniería Económica
	<ul style="list-style-type: none"> Identificar posibles competidores, las partes del mercado que abarcan y sus canales de distribución. 		
FASE II	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el proceso productivo, las maquinarias, los equipos y las instalaciones industriales necesarias, según las características propias del producto. 	Investigaciones a empresas, documentos de internet y consultas a especialistas en Madera Plástica	Consulta a fuentes bibliográficas, consultas a fuentes bibliograficas en internet, consultas a expertos
FASE III	<ul style="list-style-type: none"> Determinar una distribución apropiada de espacios para la fábrica propuesta. 	Medir maquinaria y espacios requeridos y disponibles Verificación de disponibilidad de materia prima	Diagrama de procesos, Diagrama de recorrido, Matriz de evaluación de procesos.
	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar los proveedores según las especificaciones del proceso productivo. 		
	Identificar los eslabones involucrados en la cadena de suministros		
FASE IV	<ul style="list-style-type: none"> Analizar económica y financieramente la instalación de la fábrica, así como la fabricación y venta de los productos propuestos. 	Análisis del informe y consultas de registros financieros	Consultas a expertos, VPN, TIR

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE MERCADO

Este capítulo está enfocado en determinar si las condiciones del mercado no son un obstáculo para llevar a cabo el proyecto. Comprende un análisis de la situación actual de los materiales involucrados en el nuevo producto, así como también los posibles competidores y demanda del mismo en Venezuela.

4.1. Materia prima

4.1.1. Situación actual del mercado de madera en Venezuela.

En Venezuela disponemos de una riqueza forestal abundante. Según el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, en su último Informe de Venezuela sobre recursos fitogenéticos, 1995:

“...nuestro país cuenta con una superficie boscosa calculada en 52,9 millones de hectáreas, equivalente al 59% del territorio nacional, concentradas al sur del río Orinoco y al occidente del país, con un volumen estimado total de 65 a 120 m³ por hectárea en el occidente y 78 a 190 m³ por hectárea en el sur del Orinoco, valores que definen una reserva aproximada de unos 6.800 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales 3.500 millones corresponden a especies aptas para el mercado”.

Según el Ministerio del Poder popular para el Ambiente, para el año 2010 Venezuela contaba con una superficie terrestre de 88,2 millones de hectáreas de los cuales el 54% pertenece a bosques siendo esto 47,6 millones de hectáreas y en el año 2008 se contaba con 28.226,00 hectáreas de plantaciones forestales.

Para tener un pleno conocimiento de la situación del mercado de madera actual en Venezuela se contactó con la empresa Masisa Venezuela, con la que

no se logró tener contacto directo y por lo tanto se realizó el estudio basado en consultas de fuentes bibliográficas.

“Venezuela, como muchos países en América Latina dispone de superficies para el establecimiento de nuevas plantaciones y para aumentar su suministro de madera en rollo, para apoyar su producción nacional de productos forestales de producción y de las exportaciones.” (Gonzales, Saloni, Dasmohapatra, Cubagge ,2008).

Carrero, Andrade, Orlandoni y Cubbage (2009) aseguran que tiene 47,7 millones de hectáreas de bosques y más del 16% de su superficie está destinada a la producción forestal y bajo las figuras de Reservas Forestales y Lotes Boscosos. Igualmente disfruta de una superficie de plantaciones forestales cercana a las 700.000 ha.

Los problemas de control y vigilancia por parte del Estado, la dificultad de acceso a las áreas forestales, la inadecuada o nula educación ambiental de la población, el poco incentivo para desarrollar este subsector de la economía, entre otros, han hecho fracasar los intentos para que la industria de la madera se constituya en una alternativa que contribuya al desarrollo y crecimiento económico del país. A pesar de ello, aún es posible desarrollar esta industria, que tiene que conjugar los criterios financieros, con la conservación del recurso bosque para poder satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. (pp.228).

4.1.1.1. Tipos de madera existentes en Venezuela.

En la composición florística de los bosques naturales venezolanos se encuentran unas 60 especies maderables con características físico-mecánicas que las hacen aptas para ser utilizadas en la construcción de edificaciones y otras obras civiles. Los principales demandantes de madera en Venezuela son

las industrias de tableros contrachapados, aglomerados, tableros enlistonados y madera aserrada, en su gran mayoría destinados a la industria del mueble y a la industria de la construcción, no como material de construcción propiamente dicho, sino como material accesorio para la fabricación de encofrados y puntales, principalmente.(Loreto,2000).

La industria mecánica de la madera en Venezuela utiliza sólo unas pocas especies de la gran variedad existente en nuestros bosques (**Figura 2**). “Hoy en día la madera proveniente de plantaciones ha tomado un lugar preponderante, como lo indica el alto porcentaje que representa el pino Caribe en la producción nacional de madera en rolas”.(Omar Carrero, et al,2009).

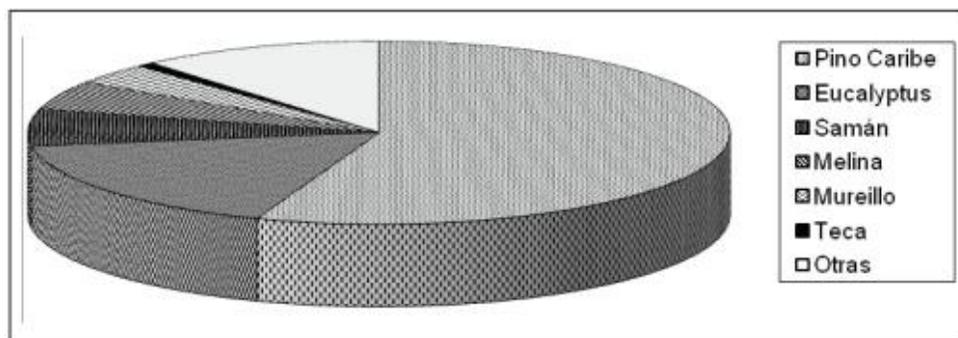


Figura 2. Producción Nacional de madera en rola por especie en el año 2005

Fuente: Revista Forestal Venezolana (Omar Carrero, et al 2009)

La mayor cantidad de madera proveniente de plantaciones de pino Caribe, se encuentra en los estados Anzoátegui y Monagas, manejada en gran escala por Productos Forestales de Oriente C.A. (PROFORCA-CVG) de la corporación Venezolana de Guayana, y en menor escala de propiedad privada, que han producido un excedente de madera en pie que requiere ser procesada y comercializada.(Loreto, 2000).

El origen de la madera en rola producida nacionalmente, se puede apreciar en la **Figura 3** donde se percibe que alrededor del 75% proviene de plantaciones forestales, lo que llama la atención pues hasta años recientes la mayor parte de la madera en rola producida en el país provenía de bosques naturales.

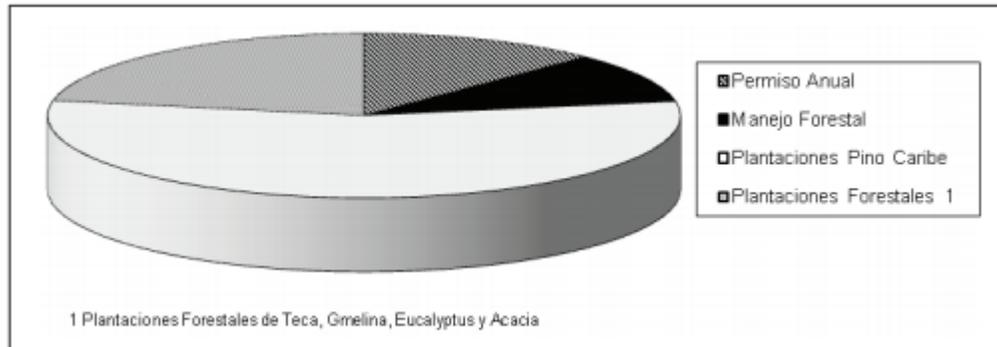


Figura 3. . Producción Nacional de madera en rolas por modalidades de aprovechamiento en el año 2005

Fuente: Revista Forestal Venezolana (Omar Carrero, et al 2009)

Por otro lado, Omar Carrero et al, 2009 aseguran que la madera de pino Caribe de plantación se perfila como un material de construcción que cobra importancia, sobre todo por el interés gubernamental de utilizarla en construcción de edificaciones, debido a los grandes volúmenes que se manejan. Esta madera tiene limitaciones en dimensiones y en calidad, para su uso en edificaciones de grandes luces, donde se requieren elementos de grandes secciones y longitudes. Por su baja densidad y sus propiedades mecánicas, aparece como un material apropiado para la aplicación de la tecnología del laminado.

4.1.1.2. Producción Nacional de madera.

Para la producción de Madera con fines comerciales, se encuentran las reservas forestales, las cuales representan la fuente principal de materia prima para la industria maderera en Venezuela. La Ley de Bosques y Gestión Forestal en el artículo 26, año 2008 define las plantaciones forestales como “bosques establecidos mediante plantación o siembra de especies forestales nativas o exóticas, por métodos manuales o mecanizados, con fines de conservación ambiental o de producción de bienes forestales. Las plantaciones forestales se clasifican según el fin con que se establezcan, en plantaciones forestales conservacionistas y plantaciones forestales productoras”

Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Las plantaciones industriales proporcionan materia prima para la elaboración de madera, incluyendo madera para construcción, productos de paneles y muebles y pulpa de madera para papel, por lo que tienden a ser dedicados a una variedad de especies y edades únicas.

En la siguiente Tabla se presentan las Superficies de plantaciones forestales entre el año 2004 y 2008 en Venezuela:

Tabla 3. Superficie de Plantaciones Forestales de 2004-2008.

Institución	ha./Año				
	2004	2005	2006	2007	2008
MASISA - Terranova de Venezuela	1.580,00	3.765,00	2.767,00	4.192,00	3.821,00
Smurfit Cartón de Venezuela	1.369,00	1.325,43	1.392,13	300,00	N/D
Desarrollo Forestal San Carlos (DEFORSA)	1.183,00	404,00	915,11	1.288,00	1.191,00
Compañía Nacional de Reforestación (CONARE)	782,00	3.623,00	---	---	1.274,00
MINAMB *	384,40	280,40	2.615,00**	9.312,98**	2.742,00***
Productos Forestales de Oriente (PROFORCA)	7.926,25	8.902,16	10.739,00	16.897,00	17.344,00
CVG - LB El Frío	---	50,00	---	---	---
CVG - Hevea Sp	---	25,00	---	---	---
ASOINBOSQUES	2.143,27	1.018,00	3.120,58	1.101,28	470,00
PROPULSO	---	---	---	---	---
MASISA - Corporación Forestal Guayamure	---	---	---	---	380,00
MASISA - Corporación Forestal Imataca	---	---	---	---	1.004,00
Total	15.367,92	19.392,99	21.548,82	33.091,26	28.226,00

Fuente: MINAMB - DG Bosques

* Incluye proyectos de Plantaciones Forestales ejecutados por las Direcciones Estadales Ambientales y Decreto 1.659 sobre Repoblación Forestal

** Plantaciones Forestales realizadas por Árbol Misión Socialista y CONARE

*** Arbol Misión Socialista

N/D: No disponible

Fuente: Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008

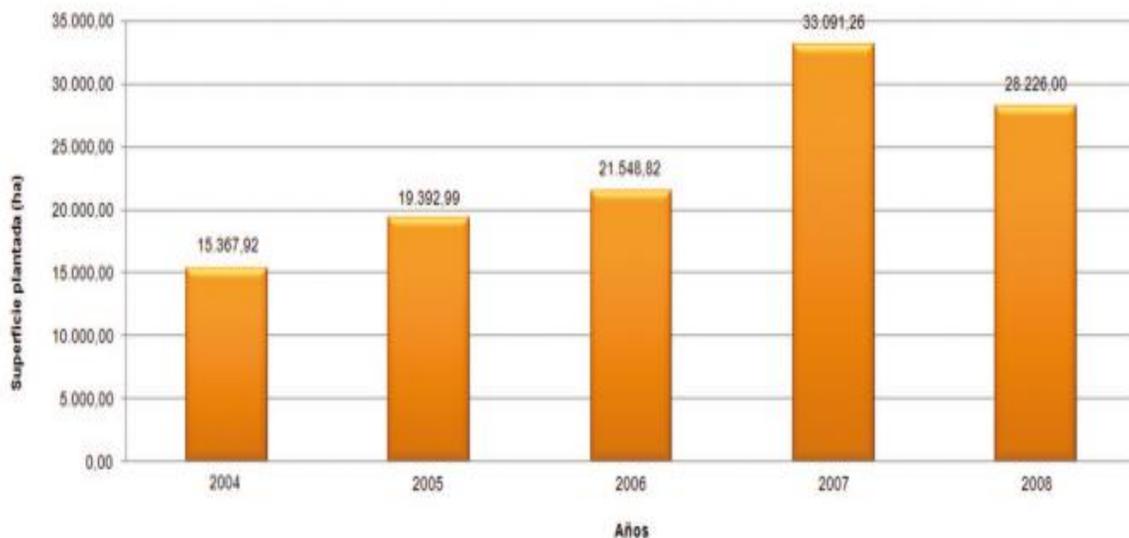


Figura 4. Superficie de Plantaciones Forestales en Venezuela, 2004-2008

Fuente: Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008

El conocimiento de la producción nacional de madera en rola es de gran importancia, ya que esta representa materia prima para la elaboración del producto. A continuación se presenta en la **Tabla 4** la Producción nacional de madera en rola, por modalidades de aprovechamiento (m³). Serie 2002 - 2008:

Tabla 4. Producción nacional de madera en rola, por modalidades de aprovechamiento (m³). Serie 2002 - 2008

Año	Permiso anual	%	Manejo forestal	%	Plantaciones de pino caribe	%	Plantaciones forestales *	%	Producción nacional
2002	89.360,500	6,80	57.938,881	4,41	994.668,500	75,67	172.572,542	13,13	1.314.540,423
2003	59.584,700	5,04	91.019,141	7,70	889.573,418	75,22	142.387,840	12,04	1.182.565,099
2004	45.568,550	3,76	68.736,009	5,67	924.239,199	76,27	173.269,134	14,30	1.211.812,892
2005	134.626,031	12,32	108.718,792	9,95	607.955,770	55,63	241.526,500	22,10	1.092.827,093
2006	106.990,178	7,06	115.682,383	7,62	1.197.007,390	78,90	97.455,640	6,42	1.517.135,591
2007	55.991,890	3,23	120.021,947	6,92	1.467.124,540	84,62	90.565,289	5,22	1.733.703,666
2008	80.609,700	5,36	56.742,850	3,77	1.251.971,000	83,36	112.409,250	7,48	1.501.732,800

Fuente: MINAMB · DG Bosques

* Plantaciones Forestales de *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Eucalyptus* sp.y *Acacia macracantha*

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Dirección General de Bosques.

La producción nacional de madera en rola (**Tabla 4**) para el año 2008, fue de 1.501.732,800 m³. Se destaca que el mayor aporte a la producción nacional de madera proviene de las plantaciones forestales de *Pinus Caribaea*, ubicadas en los estados Monagas y Anzoátegui con 1.251.971,000 m³,. seguido de las plantaciones forestales con otras especies (112.409,250 m³), permisos anuales (80.609,700 m³) y la producción bajo la modalidad de manejo forestal (56.742,850 m³). Al no encontrar información actualizada de la producción al año 2013, el estudio de basará en los datos presentados anteriormente, asumiendo la existencia de madera en rola como materia prima.

Además de la madera en rola se considerará el aserrín, fibras reciclables y otros desechos madereros proveniente de plantaciones industriales y aserraderos de madera como fuente de materia prima.

4.1.2 Situación actual del mercado de plástico en Venezuela.

Actualmente en Venezuela la demanda del plástico supera la capacidad de producción total, lo que obliga a realizar importaciones de materias primas para la industria transformadora. (EL UNIVERSAL,2012).Dicho artículo se puede observar de manera detallada en el **ANEXO IV-1**.

En el reporte escrito por El UNIVERSAL “Pequiven sumará un millón de toneladas de resinas” (2012) Pequiven declaro que la demanda de resinas plásticas alcanza las 500 mil toneladas al año, "un volumen muy superior a las 200 mil toneladas demandadas hace 10 años" y de la cual "alrededor de 70 u 80% se destina al empaquetado en la industria de alimentos".

Según el artículo reportado por El Universal, (2012) Pequiven Para incrementar la producción de polietileno, polipropileno y PVC se aspira a ejecutar un plan de ampliación hasta 2017, con una inversión específica de 7 mil millones de dólares. Se contempla llevar de 150 mil toneladas a 390 mil toneladas anuales la producción de PVC.

Debido a la situación de la producción que se experimenta actualmente, se utiliza como alternativa la importación de PVC como fuente principal de materia prima, proveniente de distribuidores situados en china u otros países, donde el precio se encuentra alrededor de \$1200-1800 / Ton. Sin embargo también es posible la obtención del PVC a partir del reciclaje.

4.1.2.1 Producción nacional de plásticos en Venezuela.

La producción de plástico en Venezuela engloba la existencia de una cadena productiva que va desde las resinas hasta el plástico, propiamente dicho. Según el Ministerio de Fomento (1991), “la cadena productiva de resinas y plásticos está conformada por un conjunto de industrias que abarcan desde la petroquímica hasta la manufactura de productos plásticos”. Los términos resinas y

plásticos suelen usarse en sentido amplio. No obstante, el término “resina” se aplica específicamente a los polímeros más o menos homogéneos químicamente, los cuales son usados como materia prima en la obtención de artículos moldeados; mientras que “plástico” significa el producto final el cual puede contener además, plastificantes, pigmentos, estabilizadores, entre otros (Corporación Venezolana de Fomento).

Los plásticos producidos en Venezuela como lo es el PVC, se venden en el mercado en forma de látex, mezcla de gránulos y pasta. Los diferentes tipos de PVC son usados de acuerdo a la tecnología de la empresa manufacturera, siendo utilizado por fabricar manufacturas rígidas, elásticas o esponjosas.

Debido a la situación que enfrentan actualmente las industrias de plásticos en Venezuela, las estadísticas de producción de productos plásticos es de difícil obtención y por consiguiente es muy cuesta arriba la proyección de su comportamiento a largo plazo.

4.1.2.2. Empresas productoras de plástico en Venezuela.

En Venezuela existen principalmente 3 empresas productoras de plásticos. La empresa Propilven, Pequiven y Petroplas, que producen polietilenos, polipropileno y PVC respectivamente .Por otra parte el sector plástico o el sector transformador está formado por un total de 288 empresas de las cuales 65 pertenecen a la gran industria,112 a la mediana y 113 a la pequeña industria.(OCEI,1997).

En Venezuela existe una presencia extendida de la empresa Pequiven, ya sea en forma directa o mediante compañías mixtas en la producción de resinas derivadas del etileno y propileno. Pequiven de una u otra manera completa participa en la producción de etileno, propileno y productos finales derivados como las resinas plásticas de polipropileno, polietilenos y PVC.(Chang, Roselyn,2000).

4.2. Definición del producto

Al verificar la existencia y disponibilidad de materia prima en Venezuela para la elaboración de productos de madera compuesta con plástico, resultó como materia prima más conveniente la madera Pino Caribe en rola, proveniente de las plantaciones forestales. De acuerdo a Loreto (2000) la madera de pino Caribe ha adquirido mucha importancia dentro del mercado de productos forestales venezolanos por ser obtenida de plantaciones, con seguridad de suministro de volúmenes importantes a futuro y por reunir las características físicas y mecánicas necesarias para ser usada como material de construcción. Por esta razón se elige lanzar un producto perteneciente a la industria primaria, como lo son los tablones compuestos de madera y plástico; ya que representan el producto más comercial, con mayor utilidad dentro de la construcción. Entre estos productos se tienen los encofrados, pisos, barandas, marcos de ventanas, entre otros.

Por otro lado, el termoplástico seleccionado es PVC por ser el de mayor participación en el mercado venezolano, el cual en función de la situación actual descrita anteriormente de su producción en el país y hasta que las empresas nacionales no logren satisfacer el mercado nacional, habrá que pensar en el uso de PVC importado ó políticas para la recuperación de PVC a partir del reciclaje.

4.3 Mercado de WPC

4.3.1. Mercado global de WPC

El mercado que se espera de WPC es enorme debido a la alta producción de plásticos y madera que constituyen una cantidad significativa de desechos sólidos que en su mayoría no se desechan. Se menciona que WPC presenta una fuente de materia prima prometedora para un nuevo valor añadido en los productos, debido a la gran cantidad de generación de residuos al día y de bajo coste. Craig (2002) asegura que aunque la industria WPC es aún sólo una fracción de un por ciento de la industria de productos de madera total, ha hecho

incursiones significativas en ciertos mercados. “Los Productos comerciales de WPC están sustituyendo cada vez más muchos productos en muchas aplicaciones, especialmente las relacionadas con la construcción (...)” (Salah, Mokhtar A. 2011). Los WPC se utilizan también en la producción de paneles, mediante la mezcla de harina de madera y plásticos dando un material que puede ser procesado similar a productos a base de plástico 100%.

“Varios productos de WPC elaborados actualmente en EE.UU sustituyen algunos de los productos de madera convencionales, tales como pisos de cubiertas al aire libre, barandillas, tablonés para pisos, rejas, maderas de jardinería, revestimiento, bancos de parque, molduras y marcos de recorte, de puertas y ventanas, paneles, muebles de interior y encofrados”. (Salah , Mokhtar A. 2011).

4.3.2. Mercado de WPC en América Latina.

El equipo editorial de Tecnología del Plástico,(2008) resaltó que Tom Brown, director de ventas y mercadeo de la división de extrusión de Milacron, asegura que en este momento es difícil determinar el tamaño del mercado latinoamericano para este tipo de compuestos. “En octubre de 2007 estimábamos que el mercado mundial estaba alrededor de 900.000 toneladas, de las cuales 77% corresponde a Norteamérica, 12% a Europa y 8% a Asia. El 3% restante pertenece a América Latina, Medio Oriente y el sur de África, en Cortesía Entek Extruders conjunto”, le comentó a Tecnología del Plástico. La empresa ha instalado 300 líneas de extrusión de WPC en el mundo, de las cuales 5 están en América Latina.

El directivo señala que aunque América Latina aparezca en la categoría de menor volumen, la compañía cree que crecerá a un nivel mucho mayor, con base en los requerimientos de información y el interés que han percibido en la región durante el último año. “Es necesario mencionar que América Latina es una zona rica en fibras naturales como madera, cascarilla de arroz, granos de café, sisal,

yute, lino, bambú, henequén, coco, agave o residuos fibrosos de palma, lo cual podría jugar a favor del desarrollo de este tipo de compuestos”, concluyó.(Equipo editorial de Tecnología del Plástico, 2008)

El mercado para los compuestos de plástico y fibra de madera presenta un potencial interesante de crecimiento. Sus aplicaciones se ven especialmente en construcciones, como pisos en áreas húmedas, para piscinas o albercas, y en molduras para las casas.

Ante las buenas perspectivas de desarrollo para los compuestos de plástico y fibra de madera, los empresarios latinoamericanos interesados en incursionar en este segmento deben asegurarse de buscar una determinada aplicación, contar con acceso a una fuente suficiente de la fibra natural y, sobre todo, conocer cómo preparar adecuadamente la formulación de WPC para obtener un proceso estable. “Los países como Chile, Argentina, Colombia y Brasil han desarrollado investigaciones de un material que combina diversos tipos de plásticos (PE y PP principalmente) con diferentes tipos de maderas (pino y eucalipto primordialmente)”. (Gonzales Jesús y Barba Arturo,2008).

En América Latina existen una variedad de empresas dedicadas a la producción de WPC. Empresas Colombianas (Woodpecker S.A.S), Mexicanas (ENTABLAS, KOA, Budenheim), Brasileña (WPC Brasil). Elaboran productos que van desde Cercas, Enchapes exteriores e interiores, encofrados, Cubiertas, Paletas, Muelles, Barandas, hasta pisos y elementos de decoración. En el **ANEXO IV-2** se puede observar la existencia de estas empresas.

4.4. Posibles competidores

4.3.1. Mercado de WPC en Venezuela:

Actualmente en Venezuela se identifica un solo competidor, la empresa productora de nombre Madera Plástica, ubicada en el Edo. Lara. Cuenta con una

gran variedad de productos que van desde productos agropecuarios (portales, corrales y cercas), productos de construcción (vigas, columnas, tablones), productos industriales (paletas, pisos), hasta otros productos como muebles, encofrados, entre otros.

4.4.2. Empresas productoras de tablones de madera en Venezuela.

Según la FAO (s.f) la producción nacional no logra abastecer el mercado interno, además, La Industria Forestal Nacional no ocupa un lugar significativo en la economía del país, evidenciado en los intercambios en productos terminados o semielaborados.

“El grueso de los intercambios de productos forestales, importaciones y exportaciones se concentra en los rubros Madera Aserrada y Tableros de Madera, con un notable incremento en las exportaciones entre los años 2002 y 2003. No obstante, la Balanza Comercial de productos forestales sigue siendo significativamente desfavorable en lo que concierne a Tableros de Madera” (FAO, s.f)

La producción nacional de madera y sus derivados por tipo de industria. 1997-2003 se muestra a continuación en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Producción Nacional de madera y sus derivados por tipo de industria. 1997-2003

Boletín Estadístico Forestal. N°5. Producción Nacional de madera y sus derivados por tipo de industria. 1997-2003.								
Categoría	Unidad de Medida	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*
Madera Aserrada	m ³	240.784	261.000	174.928	175.263	217.278	439.289	592.093**
Tableros Aglomerados	m ³	60.354	59.440	59.000*	60.066	23.000	21.000	18.000
Tableros Contrachapados	m ³	33.949	30.400	29.661*	28.798	27.192	25.000	20.000
Pulpa	Tm	137.894	136.815	127.906	172.719	176.359	92.106	99.114
Papel, Cartones y Cartulinas	Tm	707.743	637.196	547.838	433.942	426.239	238.109	280.659
Fibras Reciclables	Tm	263.752	280.275	214.625	241.317	220.458	214.269	225.473

Fuente: Boletín Estadístico Forestal. N° 5 Años 2002-2003.

*Estimaciones, ** Incluye producción de Bosque Natural y Pino Caribe.

Sin embargo según el Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008, la producción total de tableros de madera para ese año fue de 384.000 m³ (**Ver Tabla 6**) distribuida en tableros de fibra (MDF), que representan el 68 % de la producción nacional, seguido de los tableros de partículas con 99.000 m³ (26 %) y contrachapado con 23.000 m³ (6 %).

Tabla 6. Producción nacional de tableros de madera (m3). Año 2008

Tipo de producto	Volumen
Hojas de Chapas	...
Contrachapado	23.000,00
Tableros de Partículas	99.000,00
Tableros de Fibra (MDF)	262.000,00
Total tableros de madera	384.000,00

Fuente: Estimaciones del MINAMB · DG Bosques, Industrias Forestales

Fuente: Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008

Existe gran cantidad de empresas productoras de tablonos de madera pino Caribe en el país. Es importante tener el conocimiento de dichas empresas ya que estas además de representar una fuente de materia prima proveniente de sus plantaciones forestales, son también los principales competidores en la elaboración de tablonos:

- Masisa:

Masisa Venezuela cuenta con varias plantaciones de pino Caribe ubicadas en los estados Monagas, Anzoátegui y Bolívar, que cuentan con la certificación Forest Stewardship Council (FSC), sello que garantiza a los consumidores que los productos Masisa son fabricados con madera proveniente de bosques renovables y bajo manejo forestal sostenible.

Cada uno de los productos Masisa son elaborados con pino Caribe venezolano. Además de sus tableros de aglomerados y fibra, fabrica y comercializa madera aserrada y perfiles de madera para revestimientos de interiores, cielorraso y mueblería.

El patrimonio de MASISA al 31 de diciembre de 2011 es de 388.547 hectáreas de tierras, que incluyen 224.368 hectáreas de plantaciones, principalmente de pino y eucaliptus, y 65.599 hectáreas de reservas naturales distribuidas en Chile, Brasil, Argentina y Venezuela.

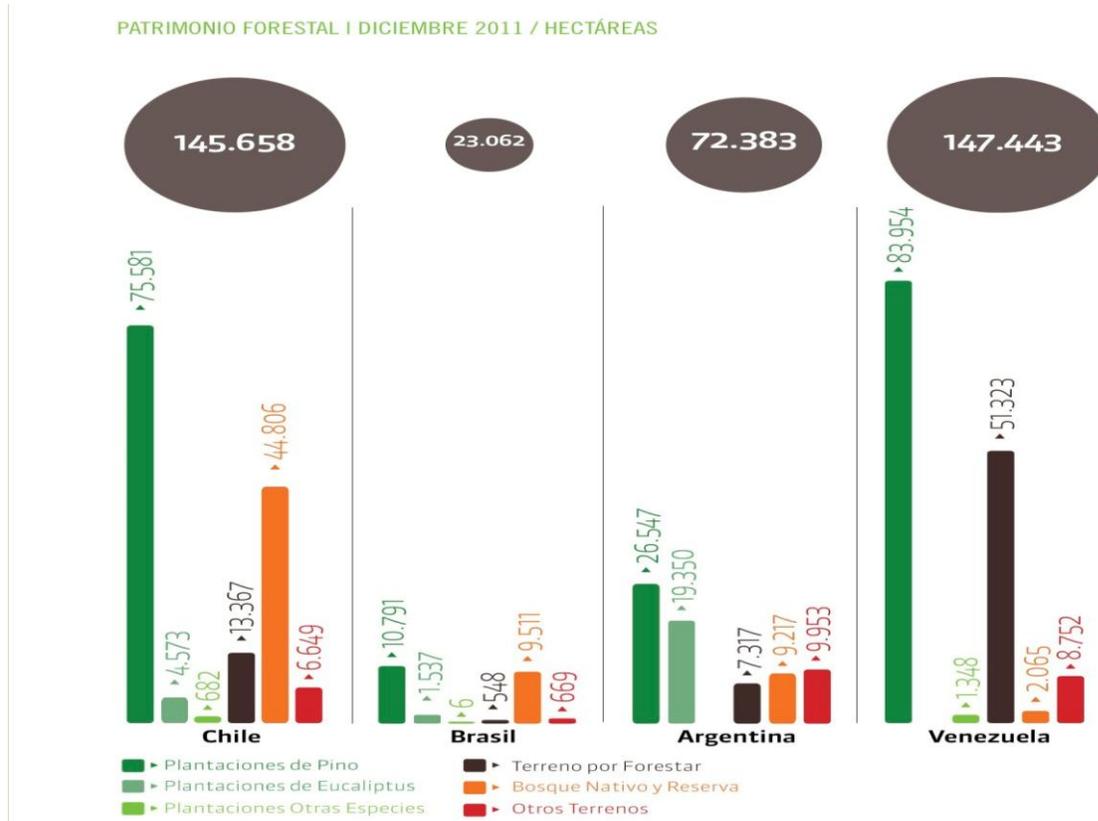


Figura 5. Patrimonio Forestal de MASISA en Chile, Brasil, Argentina y Venezuela al 2011

Fuente: Página Principal de Masisa de Venezuela.

- Aserradero Taguanes:

Aserradero taguanes C.A. se encuentra dentro de las principales empresas de aserrío en Venezuela, su materia prima es el Pino Caribe y poseen una capacidad de producción estimada de 6 mil metros cúbicos de madera aserrada.

Los productos aserrados que elaboran son de una gran variedad, se elabora madera para embalaje, paletas destinadas a la industria, machihembrados y madera para la construcción.

- Aserradero Paseo Cabriales, C.A.

Es una empresa ubicada en el Estado Carabobo, que se encarga de transformar la madera y comercializarla a nivel nacional, principalmente dedicada al área de la construcción, carpintería, machihembrado y fabricación de paletas de madera

.La materia prima que utilizan es Pino Caribe entre las maderas blancas, el Mureillo, Pilón, Carapa, Samán, Azucarito, Saqui Saqui, Jabillo, Simaruba y Laurel entre las semi-duras y Congrio, Algarrobo, Puy, Zapatero y Dividivi entre las maderas duras.

Del total de la producción, el 56% se destina al mercado venezolano y el 44% restante se exporta a diversos países del mundo.

De manera de analizar la interacción entre las características particulares del proyecto y el entorno en el cual éste compete, se realizó el análisis DOFA que se muestra a continuación

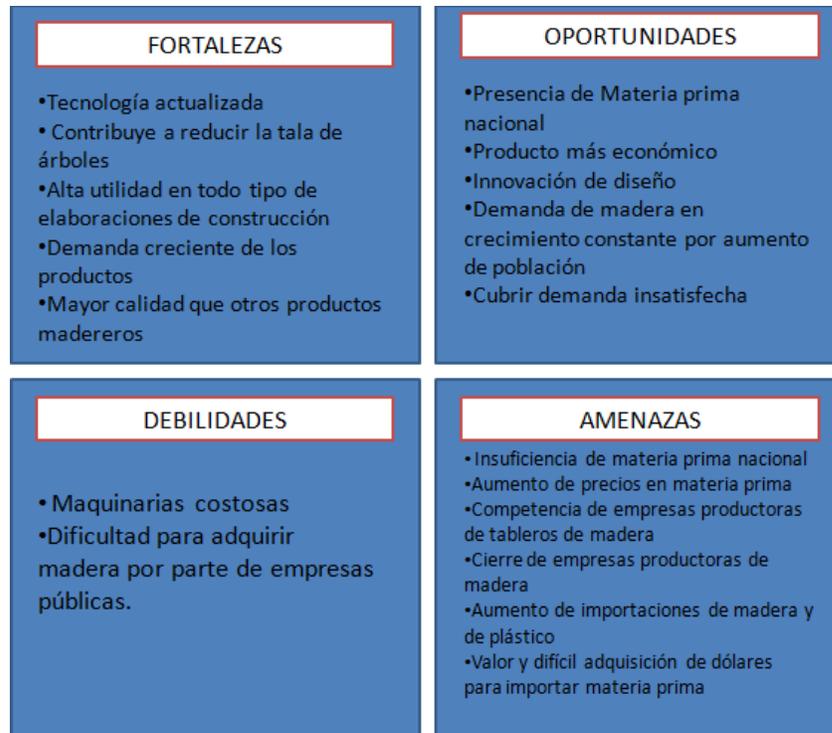


Figura 6. Matriz FODA Elaboración de tableros compuestos de madera y plástico en Venezuela.

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de la inexistencia de la planta, la matriz FODA permite hacer un análisis de las oportunidades y amenazas que existen en el mercado. Se puede observar que hay grandes oportunidades en la producción de los tableros compuestos de madera y plástico, debido a la presencia de terrenos para la obtención de materia prima nacional, ser un producto económico y además innovador de diseño, lo que permite tener oportunidad de satisfacer la demanda nacional. Sin embargo existen una serie de amenazas latentes que ponen en riesgo la estabilidad del mercado y a las cuales se tiene que tener en consideración, entre estos resalta la presencia de los competidores y la ausencia de divisas para la obtención de materia prima.

4.5. Empresas de aditivos en Venezuela.

Para la elaboración de los tablones compuestos de madera y plástico es necesario cuidar que los aditivos mezclados no reaccionen negativamente entre sí. Por tanto, no hay esfuerzo grande cuando se trata de informarse sobre las posibilidades disponibles. "Los agentes de acople mejoran la adhesión entre resina y fibra, reduciendo la absorción de agua e incrementando la resistencia mecánica. Además, ayudan a la dispersión de la fibra en la matriz, lo que puede permitir un incremento del porcentaje de madera dentro del compuesto". (Florez, 2009).

Al ser un producto con muchas utilidades en el mercado, mayormente de la construcción es necesario buscar la mejora de las propiedades de fluencia, resistencia al impacto y rigidez, sobre todo en función del contenido de humedad, es por esto que se considera utilizar rellenos minerales inorgánicos, como el talco o el carbonato de calcio, pues Flórez (2009) en su artículo (Ver **ANEXO IV-3**) asegura que podrían incrementar las propiedades mecánicas y en algunos casos mejorar la retardación de las llamas.

Existen actualmente en Venezuela empresa dedicadas a la distribución de tales minerales, entre ellas se encuentran MAPRIQUIM, C.A. (Materia Prima para la Industria Química), Droguería y Laboratorio RECETTEMARK C.A., Vetome Industriales C.A., entre otros. Como principal distribuidor se elige a Droguería y Laboratorio RECETTEMARK C.A.

ESTUDIO TÉCNICO

En dicho capítulo se describen diferentes aspectos relacionados con las características técnicas del proyecto, como el proceso productivo, las maquinarias, los equipos y las instalaciones industriales necesarias, según las características propias del producto.

5.1. Producto a elaborar

En función de la definición del producto descrito en el capítulo anterior, considerando la escasez de madera en Venezuela y la facilidad de obtención de plástico a bajos costos, se establece que el producto a elaborar en la planta serán tabloncillos compuestos de madera y plástico, con una composición de 35% Aserrín, 55% PVC y 10% de aditivos. Se decidió utilizar dicha composición de manera de aprovechar la existencia de una muestra suministrada por expertos de la NCSU. (ANEXO V-1)

5.2. Proceso productivo general de WPC

Es importante resaltar que diversas técnicas fueron adoptadas en la literatura para la fabricación de WPC, sin embargo; las dos principales técnicas adoptadas son extrusión y moldeo por inyección. Para la elaboración de los tabloncillos de compuestos de madera y plástico se hará uso de la técnica de extrusión, mediante extrusoras de tornillo o de husillo simple, en la que predomina una dimensión lineal, como tablas, perfiles y vigas, siendo también la que presenta menores costos de elaboración de producto. (Clemons, Craig, 2002). El proceso general de producción de WPC, el cual se describe a continuación (**Figura 7**) se realiza en dos etapas, compactando las materias primas inicialmente y posteriormente extrayendo el perfil.

El proceso comienza como se muestra en la **figura 7**, las partículas de madera son cernidas en un colador predeterminado, utilizando tamices con tamaño dependiente de las partículas de los residuos de madera, de manera de obtener un material homogéneo de polvo de madera. Luego este polvo de madera

se toma a continuación, a secar en un horno durante cuatro horas, a una temperatura alrededor de los 115°C, de manera de eliminar la humedad dentro de las partículas del polvo de madera hasta casi el 100%. Una vez pasada las cuatro horas, el polvo de madera es mezclado junto con las partículas de plástico (previamente cernido) y el aditivo que se vaya a usar para mejorar las propiedades del producto final (talco o carbonato de calcio) en un recipiente con un mezclador.

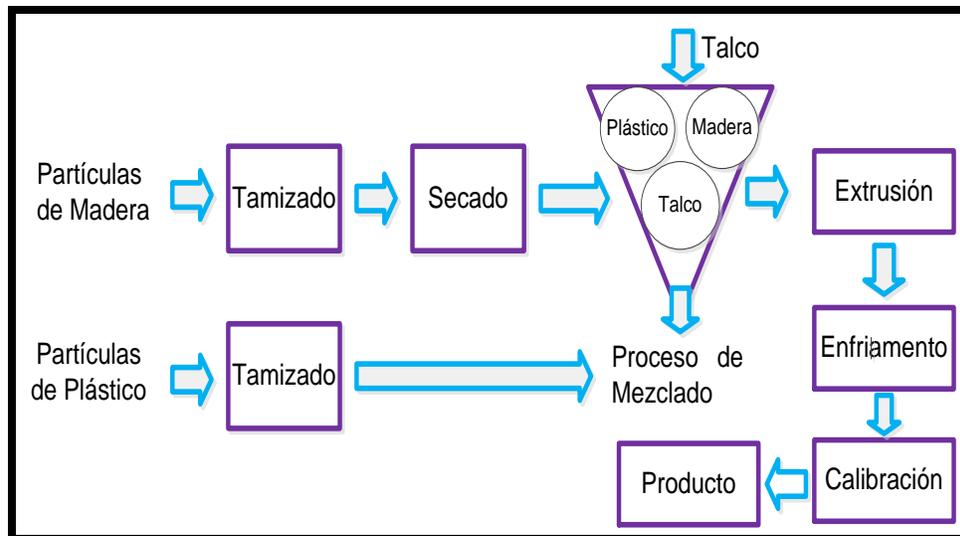


Figura 7. Proceso Productivo General de WPC.

Fuente: Paper Wood Plastic Composites .El-Haggar, Salah M. and Kamel, Mokhtar A. (2011).

Esta mezcla alimenta a la extrusora de tornillo. Como puede apreciarse el sistema de alimentación más habitual es una tolva, en la que la mezcla a procesar se alimenta en forma de polvo (**Figura 8**). El dispositivo de fusión, plastificación, bombeo y mezclado está constituido por un tornillo de Arquímedes que gira en el interior de un cilindro calentado, mediante resistencias eléctricas. En la parte del cilindro más alejada de la tolva de alimentación se acopla un cabezal cuya boquilla de salida tiene el diseño adecuado para que tenga lugar el conformado del producto. La parte esencial de la máquina es el sistema cilindro-tornillo que, como consecuencia del giro, compacta el alimento sólido, da lugar a la fusión del

material y lo transporta hacia la boquilla de conformado, produciendo al mismo tiempo la presurización y el mezclado del material. Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla (s/f).

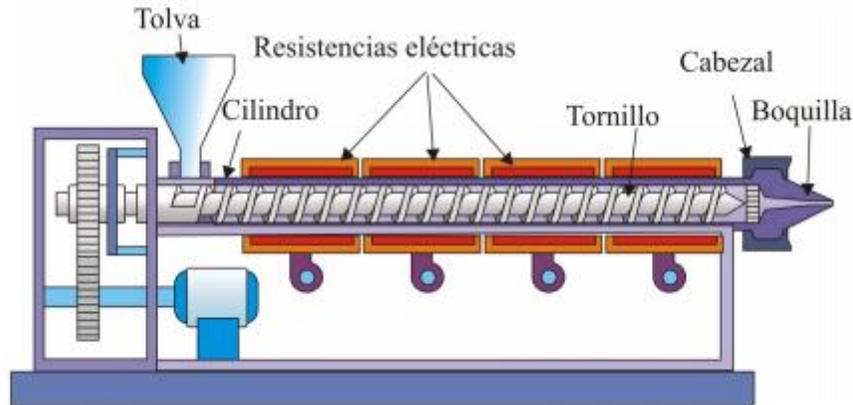


Figura 8. Representación esquemática de una extrusora de husillo sencillo

Fuente: Tecnología de Polímeros. Extrusión. M. Beltrán y A. Marcilla (s/f)

Para elaborar un producto extruido se necesitan una serie de equipos (**Figura 9**) auxiliares. En general todas las líneas constan de unidades de refrigeración, calibrado, tensionado y recogida y cortado.

Cuando el material fundido sale de la extrusora debe enfriarse inmediatamente para que conserve la forma y adquiera la rigidez necesaria. Para ello es necesario un sistema de enfriamiento. En el caso de la elaboración de tabloncillos el enfriamiento se suele realizar en un tanque o artesa por la que circula agua, en ocasiones a diferente temperatura a lo largo del recorrido del material para lograr un enfriamiento gradual.

Cuando la tolerancia de las dimensiones de las piezas es pequeña debe existir un sistema de calibrado que determine el espesor de la misma. Generalmente estas mediciones se realizan mediante equipos de ultrasonidos o láser. El sistema de calibrado, además, puede actuar sobre el motor de la máquina para modificar el caudal, de modo que se pueda compensar instantáneamente cualquier desviación en los estándares fijados para una pieza.

El equipo de tensionado y recogida determina la velocidad lineal a la que el material debe ser extruido. Hasta cierto punto el espesor o la forma del producto extruido depende de la relación entre el caudal de material extruido y la velocidad de recogida. El estiramiento o tensionado provocado por el equipo de recogida sirve en ocasiones para mejorar determinadas propiedades mecánicas del producto en la dirección del estirado (fibras). Por lo general son bandas sin fin que proporcionan mayor superficie de agarre evitando que el material extruido se resbale.

El equipo de cortado en longitudes consiste en cuchillas estacionarias, ya que la velocidad de extrusión es suficientemente baja.

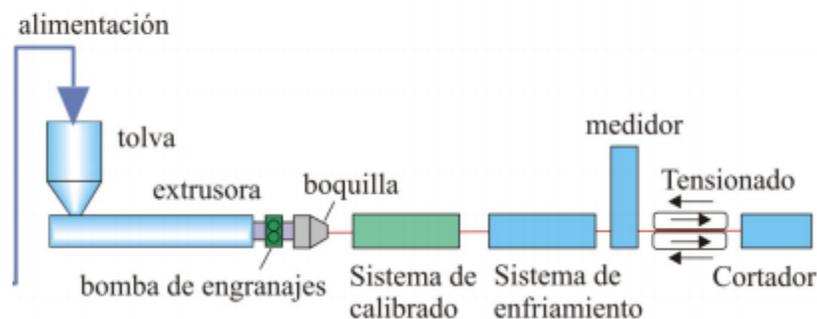


Figura 9. Línea de Extrusión de WPC.

Fuente: M. Beltrán y A. Marcilla (s/f)

Como se mencionó en el capítulo anterior, los tabloncillos compuestos de madera y plástico serán elaborados con madera de pino Caribe suministrada de las plantaciones forestales en rollos, lo que requiere o involucra procesos adicionales.

5.3. Manejo de materia prima

Como se mencionó en el capítulo anterior en cuanto a la producción de madera en Venezuela, se estima que la materia prima se puede recibir en diferentes formas: rolas de madera, residuos vegetales o aserrín procedente de procesos de manufactura; lo que requiere o involucra procesos adicionales.

5.4. Proceso de madera en rolas

Los expertos Daniel Saloni (Profesor asistente en el Departamento de Biomateriales Forestales de la Universidad Estatal de Carolina del Norte) y Guillermo Velarde (Asistente de investigación del programa de investigación y Herramientas de máquinas para Madera, con sus siglas en inglés WMTRP, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte) explican que para poder utilizar la madera en rola como materia prima, se deben de llevar a cabo una serie de procesos primarios:

5.4.1. Descortezado.

El objetivo del descortezado es eliminar la corteza de la madera que se va a utilizar para uso de la pulpa.

La corteza es perjudicial para la calidad del producto debido a que tiende a llevar a la arena y rocas, causando desgaste de la herramienta, y la reducción de la vida de la maquinaria, así como también mayor suciedad y desechos en la fábrica lo cual requiere de limpieza y mantenimiento frecuente.

Este proceso se lleva a cabo mediante las descortezadoras, las cuales deben ser diseñadas y arregladas para proporcionar una adecuada y suficiente capacidad de descortezado.

Deben proporcionar un agarre suficiente para mover húmedas y resbaladizas rolas a través de las cuchillas sin deslizarse. En los aserraderos e industrias de procesos primarios, el descortezado es uno de los primeros procesos, así que el

tiempo perdido en este proceso afecta a toda la cadena. Existen distintos tipos de Descortezadoras:

a. Descortezadora Manual

- Forma tradicional de descortezar
- Es un proceso lento
- Depende de la capacidad de los trabajadores
- Crea defectos de fabricación en la superficie del tronco.

b. Descortezador Cambio

- Raspa la corteza rompiendo el enlace en la capa de cambio mientras el tronco gira
- Es un proceso rápido
- Bueno para troncos rectos
- Inefectivo en cortezas justas o apretadas.

c. Descortezadora por abrasión.

- Abrasión del tipo madera-madera, sin necesidad de herramientas
- Bajo consumo de energía.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Excelente para troncos cortos
- Requiere longitud uniforme de troncos
- Los extremos del tronco pueden resultar defectuosos

d. Descortezados Hidráulico.

- Usa presión de agua para remover la corteza
- Descortezada lentamente.
- Consume mucha energía y agua.
- Maneja troncos grandes
- Limpia el tronco.

5.4.2. *Splitting*

El propósito del *Splitting* división es producir una grieta longitudinal en el tronco, con el fin de obtener dos o más piezas de gran tamaño sin el uso de herramientas de cortes. Generalmente es usado cuando la forma y propiedades mecánicas de la madera no son una prioridad.

5.4.3. Molienda

La función de la molienda es producir chips de grandes piezas de madera destinados a ser transformados. Las astilladoras y trituradoras se utilizan en la industria del papel para la producción de pulpa, en las industrias de demolición y tierras utilizan trituradoras para eliminar grandes cantidades de madera, en la industria forestal para facilitar el transporte de la biomasa y en granjas para elaborar camas de animales, conservación de suelos y otros. Existe una gran diversidad de molinos:

- a. Picadores: se utilizan comúnmente en bosques para el manejo de residuos, los cargadores frontales transportan los residuos al sistema de alimentación. Los picadores son capaces de proyectar los chips a 20 metros de distancia, capaces de llenar un camión de 5 toneladas en 20 minutos.
- b. Moledoras: Capaces de manejar troncos de tamaño completo. Su alimentación y su salida es por cinta transportadora. Es muy útil para la industria de papel el cual requiere grandes cantidades de chips de los bosques.
- c. Trituradoras de Madera: Es bueno para el manejo de residuos de madera, deconstrucción de madera y otros.

5.4.4. “Hammermilling” (Molino de martillos).

Esta etapa consiste en la trituración de la madera por medio de un molino de martillos. Principalmente es una máquina para aplastar a los materiales por la colisión entre el martillo y los materiales de alta velocidad. A diferencia de la trituradora de madera, el molino de martillos es adecuado para la molienda de materia prima de tamaño relativamente pequeño y suave, como las ramas de un árbol, tallo de algodón, etc. con un tamaño inferior a 50 mm de diámetro. Después de molido, el tamaño de salida puede llegar a un diámetro de 3-5 mm, siendo adecuado para el procesamiento de pellets de madera.

5.5. Proceso productivo del aserrín

La CONAF (Corporación nacional forestal), (s/f) llama aserrín a las partículas que se desprenden cuando la madera se somete a una herramienta o máquina de corte. El aserrín generado por el proceso de aserrío es el más importante en volumen.

Para la elaboración de tabloncillos compuestos de madera y plástico, estos residuos se transforman en pellets y briquetas; astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación pero que requieren de un tratamiento previo encareciendo el producto final. (CONAF, s/f).De igual manera puede ser usado en forma de polvo de aserrín pasándolo por un molino de madera, obteniendo un polvo de madera con partículas de menor tamaño. También es esencial que los restos de aserrín hayan sido tamizados y secados antes de ser pasados al molino.(Centro de información y Gestión tecnológica, 2012).

5.6. Proceso productivo de residuos vegetales

Al hablarse de residuos vegetales, se debe de saber que estos se encuentran sometidos a cambios climáticos, por lo que es importante su tratamiento antes de ser usado como materia prima.

Dependiendo del estado de los residuos estos pueden ser sometidos o no a hornos, de manera de eliminar la humedad acumulada en los mismos, para así ser pasados por el molino de martillo, permitiendo obtener una materia prima utilizable.

Los Diagramas de Procesos y Operaciones de cada uno de los procesos involucrados en la elaboración del producto, se aprecian en los **ANEXO V-2**, **ANEXO V-3**, respectivamente.

5.7. Diseño de la planta

Según el sistema de producción descrito anteriormente, el diseño de la planta seguiría una distribución por producto, ya que el proceso está conformado por líneas de producción en donde el equipo y el personal se distribuyen según la secuencia de las operaciones.

Para el diseño de una planta productora se debe de tener conocimiento de la capacidad de producción a la cual se va a regir la misma, así como también las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos y maquinarias involucradas en el proceso productivo, de manera de lograr un mejor aprovechamiento de los espacios y optimización de los recursos.

5.7.1 Capacidad de la planta

Del estudio de mercado de la madera, en la **Tabla 5**, resalta una producción anual de $38.000 m^3$ de tableros. Por medio de videoconferencias se asumió tomar un 5 % de esta producción de tablonés.

Debido a que no hay datos actuales, se proyectó el comportamiento del mercado de los tablonés de madera del año 1997 al 2003 y mediante la línea de tendencia proyectada (**ANEXO V-4**) se obtuvo el valor de la producción para el año 2014, la cual dio un valor negativo de $28.421 m^3/Año$.

En función de la línea de tendencia proyectada, se pudo observar que el mercado de la madera en Venezuela debió haber sido negativo a partir del año

2010, lo que refleja un resultado incoherente ya que aún existe madera en tablones en Venezuela la cual es empleada en la industria maderera y de la construcción según Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008.

Debido al resultado obtenido se optó por consultar a expertos (Ingeniero Gabriel Blanco, Ingeniero Forestal de la ULA y Profesor Benítez, Gerente de Ingeniería Caura y coordinador del postgrado de Ingeniería Ambiental), Aserraderos (Madera Santa Inés, La Mirandina) y al Ministerio del poder popular de industrias en el departamento de dirección general de Política de Encadenamiento Productivo de Industrias Básicas, de manera de adquirir información estadística actualizada, mas los mismos no lograron proporcionar estas estadísticas. Sin embargo comentan la posibilidad de que una gran parte de estos tablones provienen de importaciones y aunque no exista una muestra representativa de estas, los compuestos de madera y plástico representa una ventaja ya que sustituiría la importación de madera en tablones.

En función del potencial que existe de madera en rola, la existencia de bosques y plantaciones forestales, del desconocimiento del mercado de tablones por falta de información y recientes actualizaciones, y presentando la línea de tendencia donde se obtiene que en teoría el mercado de tablones desaparece, lo cual es falso; se asume para el diseño de la planta el último valor de mercado conocido el cual es el del año 2008. Por lo tanto la capacidad de producción de la planta estará definida por un 5% de 384.000,00 $m^3/Año$, dando un valor de 19.200,00 $m^3/Año$.

5.7.2. Capacidad Instalada.

La capacidad utilizada en la planta se calculó en base a la instalada, es decir, a partir de la capacidad anual de 19.200,00 $m^3/Año$, la cual representa el 5% del total de tablones producidos en Venezuela. Se plantearon tres escenarios probables. Este porcentaje fue consultado con el profesor Alirio Villanueva, quien ha trabajado en diversos proyectos de diseño de plantas y tiene experiencia en el tema.

El escenario optimista ocupará un 15% del total de tablonos producidos en Venezuela ($384.000,00 \text{ m}^3/\text{Año}$) lo cual representa $57.600,00 \text{ m}^3/\text{Año}$, asumiendo 24 horas de trabajo al día. De igual forma se toma un porcentaje de 2.5% del total de tablonos producidos para establecer el escenario pesimista, el cual dio una producción de $9.600,00 \text{ m}^3/\text{Año}$, asumiendo 8 horas de trabajo al día.

A continuación en la **Tabla 7** se muestran los escenarios de manera más detallada.

Tabla 7. Escenarios de Capacidad

Escenarios	Producción Anual ($\text{m}^3/\text{año}$)	hr/día
Optimista	57.600,00	24
Real	19.200,00	8
Pesimista	9.600,00	8

Fuente: Elaboración Propia

5.7.3. Proyección de la demanda

Mediante consulta a expertos (Alirio Villanueva, Coordinador de Consultoría del CIDI UCAB y Henry Gasparin, Director del CIDI UCAB) se asumió que los tablonos compuestos de madera y plástico proyectan un crecimiento interanual de 3,34% con una demanda que alcanzará $21.896,52 \text{ m}^3$ para el año 2018 en un escenario probable. En el **ANEXO V-5** se muestra detalladamente la proyección de la demanda para los distintos escenarios.

La **Tabla 8** muestra la estimación del crecimiento del mercado en el escenario probable de tablonos compuestos de madera y plástico para el período 2014-2018:

Tabla 8. Proyección de la demanda del escenario probable para el periodo 2014-2018.

Proyección de la Demanda Escenario Probable					
Año	2014	2015	2016	2017	2018
Demanda (m³)	19.200,00	19.841,28	20.503,98	21.188,81	21.896,52

Fuente: Elaboración Propia.

Al observar que la variación de la demanda no fue significativa al pasar los años, se puede decir que se mantendrá el escenario real de producción, en el que la planta laborará los 235 días del año y 8 horas al día con las máquinas y equipos asumidas hasta los momentos. Sin embargo, si al pasar el quinto año hay un aumento significativo de la demanda, se tomarán las medidas necesarias para cumplir con la misma.

5.7.4. Precios.

Según Anuario Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008 el precio promedio de Tablones de madera Pino Caribe es de Bs.F. 1.446,01 por m³ para el año 2008. Los precios de las Tablas y Tablones de los diferentes tipos de madera, se encuentran reflejados en el **ANEXO V-6**, en el cual se observa el nombre científico de Pino Caribe (*Pinus Caribaea*). Debido al cambio que experimenta la economía Venezolana, este precio fue ajustado para el año 2013 utilizando las variaciones de inflación establecidas por el Banco Central de Venezuela y para el 2014 con la variación de inflación promedio calculada de 26,12%, quedando el precio de venta a Bs.F 4.447,27 m³ para el 2014.

A continuación en la **Tabla 9** se muestra el incremento de los precios debido a la inflación en los próximos cinco años desde el 2014.

Tabla 9. Proyección de los precios para los próximos cinco años.

Año	Precio (Bs.F/m³)
2014	4.447,27
2015	5.608,90
2016	7.073,94
2017	8.921,65
2018	11.251,99

Fuente: Elaboración Propia.

5.7.5. Determinación de recursos necesarios

5.7.5.1. Máquinas a utilizar

A continuación en la **Tabla 10** y **Tabla 11**, se mostrará una breve descripción de las máquinas y equipos necesarios para la elaboración de los tablonos compuestos de madera y plástico, así como también todos los equipos involucrados en el proceso. Es importante resaltar que las especificaciones técnicas de los equipos a utilizar fueron suministradas por una página web dedicada a la venta de los mismos, cuya dirección es www.alibaba.com. Cada uno de estos equipos se detallará con sus especificaciones técnicas en el **ANEXO V-7**.

5.7.5.2. Máquinas del proceso productivo de WPC

La línea de extrusión de perfiles, consiste en la línea de producción total necesaria para la producción de todo tipo de perfiles de WPC, incluyendo al de tablonos. Esta línea está conformada por una extrusora de tornillo simple, gabinete eléctrico de control, boquilla moldeadora de perfiles, sistema de calibración, sistema de enfriado, sistema de corte y un apilador.

Tabla 10. Máquinas del proceso productivo de WPC

MAQUINA	DIMENSION L*A*A (mts)	CAPACIDAD	PESO (Kg)	PRECIO
Cernidor de Madera	2.350*1.390* 1.720	30.000 (Kg/h)	890	6000\$/ Unidad
Horno Secador	10*1	6000 (Kg/h)	14.800	30.000\$/ Set
Mezcladora	3.5*2.3*3	5000 (kg/Hr)	1200	6000\$ /Set
Línea de Extrusión de Perfiles WPC	18*2*2.5	250 (Kg/h)	30.000	200.000\$/ Set

Fuente: Elaboración Propia

5.7.5.3. Máquinas del proceso productivo de madera en rola.

Tabla 11. Máquinas del proceso productivo de madera en rola

MAQUINA	DIMENSION L*A*A (mts)	CAPACIDAD	PESO (Kg)	PRECIO
Descortezadora	6*1.1*1.4	8000 (Kg/h)	800	12.900\$/ Set
Divisor de Madera (Splitter)	3.8*0.95*0.46	35000 (Kg)	2200	60.000\$/ Unidad
Triturador de Madera	2.*1.3*1.58	7000 (Kg/h)	360	12.000\$ /Set
Molino de Martillo	1.64*0.95*1.13 0	4000(Kg/h)	980	10.000\$/ Set

Fuente: Elaboración Propia.

5.7.6. Requerimientos y necesidades

5.7.6.1. Maquinarias y Equipos.

Para la estimación exacta de la cantidad de equipos y maquinarias a utilizar en la planta, se deben de tomar en cuenta ciertas especificaciones como lo es:

- La capacidad de producción de la maquinaria.
- Los días hábiles de trabajo.
- El número de turnos.
- Las horas legales y horas efectivas por turno.

Es por esto que se utilizó el concepto de Factor de máquina.

Conociendo la capacidad de la planta de $m^3/año$, la capacidad de producción de cada máquina, la densidad de la madera de Pino Caribe, la cual tiene un valor $560 Kg/m^3$ (Refocosta, 2013). Tomando un 90% de eficiencia y confiabilidad y asumiendo un tiempo disponible de 235 días/año, 8 h/día, se obtuvo el factor de máquina de cada uno de los equipos involucrados en el proceso.

A continuación se especifica el procedimiento que se utilizó para calcular el factor de máquina de cada uno de los equipos. Es importante resaltar que la capacidad de las maquinas se cambiaron de unidades con ayuda del conocimiento de la densidad de la madera.

- Ejemplo de cálculo para el cernidor industrial haciendo uso de la ecuación 3.

$$F = \frac{\frac{1 h}{30000 Kg} * 1900 \frac{m^3}{Año} * 560 \frac{Kg}{m^3}}{0.9 * 0.9 * 235 \frac{dias}{año} * 8 \frac{hr}{día}} = 0.02$$

Cada uno de los resultados obtenidos han sido redondeados al valor superior más cercano. En la **Tabla 12** a continuación, se refleja el factor de máquina de cada uno de los equipos involucrados en el proceso productivo.

Tabla 12. Factor de máquina de los equipos involucrados en el proceso productivo.

Máquina	Cap. de Produc. (Hr/ Kg)	Capacidad de la Planta (Kg/Año)	%Efic.	% Conf.	Tiempo Disponible de la Fabrica (Hr/Año)	Factor de Maquina	Número de Maquina
Cernidor	3,33E-05	10752000,00	90%	90%	1880	0,235	1
Horno	2,20E-02					0,116	1
Mezcladora	2,00E-04					1,412	2
Línea de Extrusión de perfiles WPC	4,00E-03	2088960,00				5,487	6
Descortezadora	1,25E-04	10752000,00				0,883	1
Divisor	2,86E-05					0,202	1
Triturador	1,43E-04					1,009	2
Molino de Martillo	2,50E-04					1,765	2

Fuente: Elaboración Propia.

5.7.6.2. Materia Prima

A continuación en la **Tabla 13** se muestra una lista con los proveedores y materia prima que surtirán a la empresa.

Tabla 13. Proveedores de Materia Prima

Materia prima	Proveedor	Ubicación
Madera en rolas	Ver Tabla N°2 Capítulo IV	Venezuela
PVC	Tongxiang Small Boss Special Plastic Products Co., Ltd., <u>Puyang</u> Toptech Commercial And Trade Co., Ltd., entre otros.	China
Talco	Droguería y Laboratorio Recetmark	Colinas de Vista Alegre, C.C Centro vista. Oficina B-2

Fuente: Elaboración Propia.

5.7.6.3. *Mano de Obra*

La cantidad de operarios de mano de obra directa e indirecta se basó en la capacidad de la planta, en la función que realiza cada máquina y la cantidad de material a manejar como lo es en el caso de los almacenes. Los supervisores estarán asignados uno a cada área de producción, así como también los obreros de mantenimiento. De igual manera el personal administrativo fue seleccionado en función de la capacidad de producción de la planta a fin de lograr una buena administración y manejo para el funcionamiento de la planta.

Para cumplir con las necesidades de producción se estima contar con el siguiente personal.

A continuación en la **Tabla 14** se muestra el requerimiento de mano de obra directa.

Tabla 14. Requerimiento de Mano de Obra Directa

Área	Proceso Productivo	Cantidad de operarios	Descripción del Personal
Producción Aserrín	Descortezadora	2	Operador Descortezadora
	Divisor	1	Operador en Divisor
	Triturador	2	Operador en Triturador
	Molino de Martillo	2	Operador en Molino
	Cernidor	1	Operador en Cernidor
	Horno secador	1	Operador en Horno Secador
Producción de WPC	Mezclador	2	Operador en Mezclador
	Línea de Extrusión	12	Operador en Línea
Almacén MP(Biomasa)	Almacenamiento	2	Chofer de Biomasa
Almacén MP(PVC y Aditivo)	Almacenamiento	2	Chofer de PVC
Almacén Aserrín	Almacenamiento	1	Supervisor de Almacenamiento

Fuente: Elaboración Propia.

En la **Tabla 15** se muestra el requerimiento de mano de obra indirecta:

Tabla 15. Requerimiento de mano de obra indirecta

Área	Cantidad de operarios	Descripción del Personal
Calidad	1	Supervisor de Calidad
Almacén Producto Terminado	3	Chofer de Montacargas y supervisor de Logística y Despacho
Mantenimiento	2	Obrero de Mantenimiento
Producción	2	Supervisor de Producción

Fuente: Elaboración Propia.

El requerimiento de personal administrativo se muestra en la **Tabla 16**:

Tabla 16. Requerimiento de personal administrativo

Área	Cantidad de operarios	Descripción del Personal
Administrativa	5	Gerente General
		Gerente de Producción
		Gerente de Administración
		Contador
		Secretaria de Gerencia General
General	2	Limpieza
Vigilancia	2	Vigilante

Fuente: Elaboración Propia.

5.8. DISTRIBUCION ESPACIAL

El objetivo principal de la distribución de una planta es “lograr un arreglo ordenado y práctico de los departamentos y centros de trabajo para reducir al mínimo el movimiento de materiales y/o del personal; y al mismo tiempo permitir que exista el espacio suficiente, y quizá espacio para ampliaciones futuras dentro de un área que se puede predefinir” (Arbos, 2001).

5.8.1 Requerimientos de Espacio.

Para determinar la adecuada distribución de espacios de las áreas de producción, se realizaron esquemas de los diagramas de requerimiento de espacios para cada máquina necesaria para el proceso productivo. Estos se encuentran reflejados en el **ANEXO V-8**

5.8.2. Distribución de Espacios

Recepción de materia prima (biomasa): esta área está destinada a revisar y recibir únicamente biomasa, es decir las rolas de madera o aserrín según sea el caso. Contará con un área de descarga de camiones de 100 m² (Para más

detalle de los camiones (ver **ANEXO V-9**) y espacio suficiente para manejar las rolas hasta su almacenamiento.

Almacén de materia prima (biomasa): Se establece un almacén de 200m² en el cual se ubica las rolas de madera y sacos de aserrín. Además del espacio ocupado por las materias primas, se toma en cuenta los espacios para su manipulación y circulación de instrumentos necesarios para su movilización. Para establecer el área de dicho almacén también se tomó en cuenta la cantidad de materia prima necesaria para cumplir con una demanda semanal.

Área de producción de aserrín: El área de producción debe proveer el espacio suficiente para el adecuado funcionamiento de las máquinas, equipos y personal. Se toman en cuenta factores importantes como el hecho de que ninguna maquinaria debe ubicarse junto a las paredes, considerando al menos 1,5 m de separación los cuales son necesarios en caso de mantenimiento o alguna otra atención de parte del técnico. Como espacio mínimo requerido para cada trabajador se establece un área entre 1,5m. y 2m. de forma que éste pueda realizar su labor cómodamente sin incomodar a otros obreros.

En esta área se realizará el proceso necesario para transformar las rolas de madera en aserrín por lo que se toman en cuenta las dimensiones de las maquinarias, circulación de montacargas y otros sistemas de manejo de material y se estima un área aproximada de 550 m².

Almacén de aserrín: Se destina un área de 28 m² para almacenar el aserrín luego de pasar por el horno secador para ser usado posteriormente en la producción de tabloncillos compuestos de madera y plástico.

Recepción de materia prima e insumos (PVC, talco): Un área de 90 m² estará destinada a recibir únicamente PVC y talco, necesarios para la producción de tabloncillos compuestos de madera y plástico. La misma se encontrará cercano a las áreas de su respectivo almacén y el área de producción de compuestos para facilitar su manejo.

Almacén de materia prima e insumos (PVC y talco): El almacén de materia prima e insumos (PVC y talco) contará con un área de 100 m² en donde se encontrarán apilados en paletas las bolsas de estos materiales. Se tomaron en cuenta factores como la cantidad de PVC y Talco necesario para cumplir con la demanda semanal, así como también las dimensiones de las paletas en donde estarán almacenadas.

Área de Producción de WPC: Tomado en cuenta las dimensiones de las máquinas, manejo de materiales y espacio de trabajo se considera un área total de 770 m² para la producción de tablones compuestos de madera y plástico. La misma se encontrará cercana al almacén de aserrín y al almacén PVC y talco.

Almacén de Producto terminado: una vez elaborados los tablones compuestos de madera y plástico pasarán a almacén de producto terminado el cual tendrá un área de 600m².

Zona de despacho de producto terminado: La finalidad de esta área es facilitar la recepción de materia prima e insumos así como su despacho para salir de la planta. Contará con un área de 90 m² donde se ubicarán 2 camiones Doble Trocha.

Herramientas: cada área de producción contará con 25m² en donde se encontrarán las herramientas necesarias para el mantenimiento y operación de los equipos de las respectivas áreas.

Mantenimiento: El área de mantenimiento es un espacio de acceso a máquinas, motores y otros equipos, el mismo será suficiente para que los mecánicos puedan realizar el mantenimiento de las maquinarias y a su vez también posee el espacio necesario para la limpieza y mantenimiento de la planta. El área se considera de 45m² y debe ubicarse lo más cercano a los equipos y el área de producción y cada área de producción contará con un área de mantenimiento propio.

Control de Calidad y Ensayos: Se contará con un área de 45m² en donde se verifica las especificaciones técnicas del producto.

Área de Oficinas: El área de oficinas contará con 115 m² y contará con dos baños, destinados a personal femenino y personal masculino, ocupando un área de 12m² cada uno. Todas las oficinas contarán con mínimo un escritorio, una silla y un archivador.

Comedor: El comedor se encuentra ubicado cercano al área de oficinas y estará destinado a todo el personal de la empresa. Cuenta con un área de 60m² con mesas y sillas.

Baños y Vestuarios Personal Obrero: Se contará con dos áreas idénticas destinadas una a cada área de producción, contando con espacios para personal femenino y al masculino, un vestuario de 12m² equipados de casilleros y asientos. Contarán con un acceso a un baño de 4m² y otros 2 de 1m², 2 duchas de 2m² y dos urinarios murales en el baño masculino. Cada nave tendrá un total de 60m² en baños y vestuarios.

Enfermería: Se designa un área de 25 m² dedicado a atender al personal de la planta en caso de algún incidente, se contará con una pequeña oficina, equipo médico y un cuarto con camilla.

Estacionamiento: Se contará con un área de 310m² destinadas a 14 puestos de estacionamiento.

El área de la planta es de aproximadamente 5200 m² y posee una forma rectangular de 95x90 m distribuido en un solo piso, lo cual resulta beneficioso en caso de expansión o mejoras frecuentes de la distribución.

Para realizar la distribución de las áreas de la planta se realiza un análisis cuantitativo a través de la matriz de relaciones la cual agrupa las áreas de la planta según tareas y actividades con base a un criterio de evaluación para la ponderación relativa (**Tabla 17**).

Tabla 17. Criterios de evaluación para ponderación relativa

Criterios		Peso
A	Abs. Necesario	10
E	Esp. Importante	5
I	Importante	2
O	Ordinario	1
U	No importante	0
X	Indeseable	-10

Fuente: Elaboración Propia.

Los números presentados en paréntesis indicarán las razones por las cuales se les asigna el criterio. A continuación en la **Tabla 18** se mostrarán las razones de selección de criterios.

Tabla 18. Razones de selección de criterio

Razones (x)	
1	Flujo alto de materiales
2	Flujo bajo de materiales
3	Flujo alto de información
4	Flujo bajo de información
5	Ruido
6	Frecuencia alta de uso
7	Frecuencia baja de uso

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente se presentará la matriz de relaciones de todas las áreas de la planta (**Tabla 19**). En donde se tiene como resultado que el área más importante de la planta de producción es el área de producción de WPC debido a que posee el mayor valor de la sumatoria en filas y columna.

Tabla 19. Matriz de Relaciones de las áreas de la planta.

AREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Recepción de M.P (biomasa)		A (1)	E (1)	U (2)	U (7)	U (7)	U (2)	O (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
2 Almacén de M.P. (Biomasa)	A (1)		A (1)	E (1)	U (7)	U (7)	U (2)	O (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
3 Área producción Aserrín	E (1)	A (1)		A (1)	I (6)	I (6)	U (2)	U (2)	U (3)	U (2)	I (6)	U (4)	U (7)	U (7)	I (6)				
4 Almacén de Producto Semielaborado (aserrín)	U (2)	E (1)	A (1)		O (7)	I (6)	U (2)	O (1)	A (1)	U (2)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)				
5 Herramientas (biomasa)	U (7)	U (7)	I (6)	O (7)		I (6)	U (2)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
6 Mantenimiento (biomasa)	U (7)	U (7)	I (6)	I (6)	I (6)		U (2)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
7 Recepción M.P. (PVC y Talco)	U (2)		A (1)	A (1)	U (2)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)									
8 Almacén M.P. (PVC y talco)	U (2)	U (2)	U (2)	O (1)	U (2)	U (2)	A (1)		A (1)	U (2)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)				
9 Área Producción WPC	U (2)	U (2)	U (3)	A (1)	U (2)	U (2)	A (1)	A (1)		A (1)	E (1)	I (1)	I (6)	I (6)	I (6)	U (4)	I (6)	U (7)	I (6)
10 Almacén Producto Terminado	U (2)	A (1)		A (8)	E (1)	U (7)	U (7)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
11 Zona Despacho Producto Terminado	U (2)	E (1)	A (8)		U (1)	U (2)	U (2)	U (7)	I (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
12 Control de Calidad	U (2)	I (1)	E (1)	U (1)		U (2)	U (2)	U (7)	O (3)	U (7)	U (7)	U (7)							
13 Herramientas (WPC)	U (2)	I (6)	U (7)	U (2)	U (2)		I (6)	U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
14 Mantenimiento (WPC)	U (2)	I (6)	U (7)	U (2)	U (2)	I (6)		U (7)	U (4)	U (7)	U (7)	U (7)							
15 Baños y Vestuarios	O (7)	O (7)	I (6)	U (7)	I (6)	U (7)		U (4)	U (7)	U (7)	I (6)								
16 Área de Oficinas	U (4)	I (4)	O (3)	U (4)	U (4)	U (4)		I (6)	I (6)	U (7)									
17 Comedor	U (7)	I (6)	U (7)	I (6)		U (7)	U (7)												
18 Estacionamiento	U (7)	I (6)	U (7)		U (7)														
19 Enfermería	U (7)	U (7)	I (6)	U (7)	I (6)	U (7)	I (6)	U (7)	U (7)	U (7)									
Σ Columnas	16	16	18	14	2	0	20	10	27	15	2	1	2	0	2	4	0	0	

Fuente: Elaboración Propia.

En base a la tabla de relaciones entre las áreas se realiza un diagrama nodal para su distribución y seguidamente se representan las mismas en un diagrama de grillas, en la cual cada grilla es de 25m², obteniendo así una distribución rectangular. Los mismos se pueden observar a continuación en los **ANEXO V-10** y **ANEXO V-11**

La distribución de la planta de productos compuestos de madera y plástico debe proporcionar condiciones de trabajo aceptables y permitir operaciones económicas, ofreciendo la seguridad y bienestar a sus trabajadores.

En función de determinar la factibilidad de la elaboración de productos compuestos de madera y plástico, el estudio de diseño de plantas se limitó a un diseño conceptual.

El Lay-Out propuesto se diseñó en función a la matriz de relaciones obtenido. Dicho Lay-Out posee las acotaciones y detalles requeridos para su futura construcción.

5.9. Manejo de Materiales.

La calidad de los bienes o servicios ofrecidos por una organización, dependen en gran medida del almacenamiento y manejo apropiado de estos; por lo tanto es indispensable considerar los equipos involucrados en el manejo de materiales para obtener productos de calidad.

Los equipos para el manejo de materiales se eligieron en función del proceso productivo de los tablones de madera y plástico, así como también la cantidad de materia prima necesaria y a manejar para su elaboración.

En el **ANEXO V-12** se muestran los Equipos a utilizar para el manejo de materiales en la planta productora de tablones compuestos de Madera y Plástico

5.10 Cadena de Suministro

A continuación en él **Figura 12** se presentan cada uno de los eslabones que formarían parte de la cadena de suministros de la planta productora de compuestos de madera y plástico, la cual va desde el proveedor hasta llegar a las distribuidoras que son quienes hacen llegar el producto al cliente.

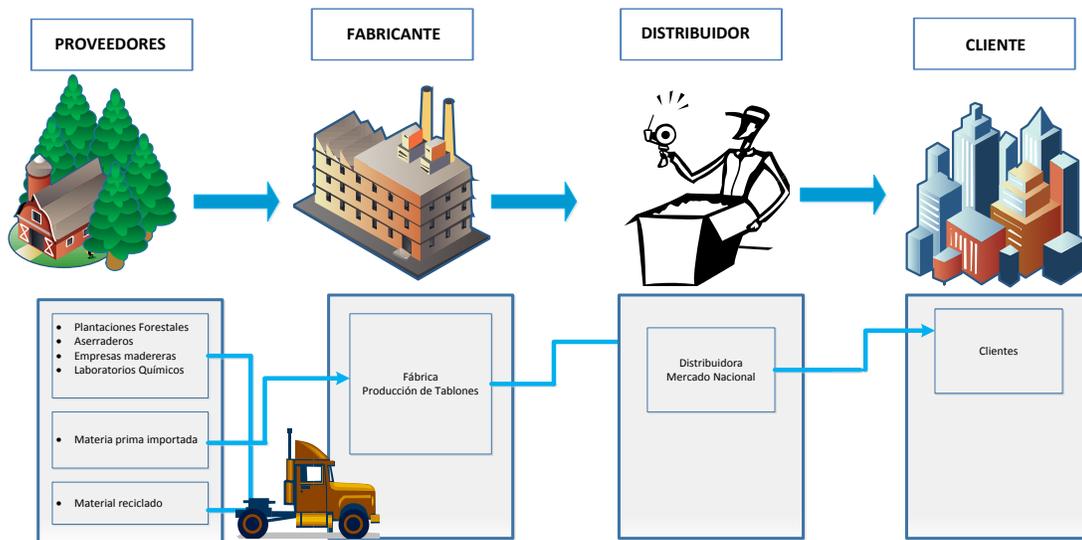


Figura 10. Cadena de Suministros de la planta de compuestos de madera y plástico

Fuente: Elaboración Propia.

- **Eslabón Proveedor:** Los proveedores vienen representados por las plantaciones forestales, aserraderos, otras empresas productoras, quienes van a proveer la madera, ya sea en forma de aserrín, rolas o desechos. También se encuentran los laboratorios químicos con los cuales vamos a obtener los aditivos necesarios para la producción de tablones compuestos de madera y plástico.

Principalmente la materia prima importada será el PVC mediante distribuidores ubicados en China que venden el producto en forma de pellets. De igual manera otra opción de obtención de PVC es mediante políticas de recolección de PVC reciclado.

- **Eslabón Fabricante:** El eslabón fabricante como su nombre lo indica, se encarga de fabricar el producto llevando a cabo el determinado proceso de producción.

La producción de tablonos compuestos de madera y plástico se lleva a cabo en dos etapas. La primera, una etapa de acondicionamiento de materia prima en donde los insumos adquieren las características físicas necesarias para poder ser utilizados y la segunda etapa en donde se genera una mezcla de todos estos, la cual alimentará a la línea de producción de los tablonos compuestos de madera y plástico.

- **Transporte:**

El manejo de la materia prima da inicio con su recolección en las plantaciones forestales, aserraderos o en otras empresas con desechos disponibles donde luego son trasladadas hacia el centro de fabricación, mediante el uso de gandolas. El traslado de los insumos es realizado por transportes contratados.

El transporte de producto terminado en el territorio nacional se realiza mediante la utilización de transporte terrestre (camiones), propios de las distribuidoras en la mayoría de los casos.

- **Distribuidor:** El eslabón distribuidor es uno de los más críticos e importantes debido a que es el que se encarga de las operaciones que van desde la carga del vehículo en el almacén central, hasta la descarga de la mercancía en los puntos de venta.
- **Cliente:** Los principales compradores potenciales de los tablonos compuestos de madera y plástico serán las empresas madereras existente en el país.

ESTUDIO ECONÓMICO- FINANCIERO

Este capítulo permitirá calcular los indicadores para determinar la rentabilidad del proyecto haciendo uso de un compendio de estimaciones de ingresos, costos, depreciaciones e inversiones.

Todos los cálculos parten de los valores calculados para el primer año y se proyecta a 5 años según las estimaciones de crecimiento establecidas anteriormente. El incremento de los costos de materia prima, gastos y servicios asociados al proceso productivo se ajustarán a la tasa calculada de inflación promedio venezolana en los últimos cuatro (4) años, que para inicio de estudios en el año 2014 es de 26,12%. **(ANEXO VI-1)**

En dicho estudio se plantearán tres escenarios (pesimista, probable y optimista), los cuales se derivan de los escenarios del estudio técnico en donde se establecieron tres escenarios de producción. Es importante resaltar que para el análisis de la depreciación se tomará como referencia el escenario probable o real únicamente, mientras que la inversión inicial y financiamiento se realizarán en los tres escenarios.

6.1. Inversión inicial

Para el cálculo de la inversión inicial se tomó en cuenta la suma de los activos fijos y el capital de trabajo que permiten obtener el monto necesario para la puesta en marcha de la planta. Esta incluye las obras civiles, maquinarias y equipos necesarios para la producción **(ANEXO VI-2)**, herramientas, mobiliario, equipos de oficina y el terreno que por efectos de tratarse de un estudio de factibilidad asumiremos su costo basándonos en otros costos existentes con las mismas dimensiones.

A continuación se muestra la **Tabla 20** con cada uno de los gastos y costos de inversión.

Tabla 20. Gastos y Costos totales de inversión

Inversión Inicial escenario Probable	
Concepto	Costo (Bs.F)
Terreno	26.826.923,08
Obras Civiles	56.420.000,00
Mobiliarios y Equipos de Oficina	200.000,00
Equipos y Maquinarias Planta	17.389.655,64
Equipos Manejo de Materiales	3.018.456,00
Capital de Trabajo	8.506.599,25
Total de Inversión Inicial (Bs.F)	112.361.633,97

Fuente: Elaboración Propia.

La inversión inicial total para cada uno de los escenarios se muestran en el **ANEXO VI-3**

6.2. Ingresos por Venta.

Para el cálculo de los ingresos por venta se tomó en cuenta el precio de venta que existe en el mercado actualmente por metro cúbico de Tablones de madera, el cual está fijado y establecido por el mercado internacional de madera. Dichos precios fueron mencionados en la **Tabla 9** de estudio técnico.

Los ingresos anuales se calcularon multiplicando la cantidad de metros cúbicos a producir anualmente por el precio de venta por metro cúbico establecido anteriormente, obteniéndose así los ingresos anuales.

A continuación en la **Tabla 21** se muestran los ingresos por venta para el escenario Probable.

Tabla 21. Ingresos por venta para el escenario probable.

Ingresos por Ventas escenario Probable	
Año	Ingresos Tablones (Bs.F./Año)
2014	8.449.810,36
2015	111.287.659,60
2016	145.043.886,57
2017	189.039.190,02
2018	246.379.328,42

Fuente: Elaboración Propia

Los ingresos por venta para los distintos escenarios se encuentran reflejados en el **ANEXO V1-4**.

6.3 Costos de Materia Prima.

Para conocer los costos de materia prima fue necesario conocer la cantidad de las mismas necesarias para cumplir con la demanda. Una vez conocida la cantidad necesaria anual, se procedió a calcular los costos anuales, multiplicando dichos valores por los precios de compra establecidos por los diferentes proveedores y ajustados anualmente por la inflación promedio Venezolana calculada.

El precio de las rolas de madera Pino Caribe se obtendrá del Anuario de Estadísticas Forestales, Serie N° 12, Año 2008. (**ANEXO VI-5**). El precio reflejado tiene un valor de Bs.F. 1.154,66 por m³ para el año 2008. Ajustando el precio mediante la variación de inflación dictada por el BCV para los últimos años, da un valor de Bs.F. 3.551,21 por m³ para el año 2014.

Los proveedores y precio de compra de PVC y talco se pueden observar en el **ANEXO VI-6**. El PVC tiene un precio de 0.8\$/Kg lo cual corresponde a 5.04 Bs.F/Kg para el año 2014 y el talco tiene un costo de 56 Bs.F/Kg.

El detalle de los cálculos de materia prima en los distintos escenarios se encuentra reflejado en el **ANEXO VI-7** así como también el costo total de estos.

A continuación en la **Tabla 22** se presentan los costos de materia prima e insumos totales para el escenario probable.

Tabla 22. Costo Total de Materia prima e insumos para Escenario Probable

Costo Total de Materia prima e insumos del Escenario Probable					
	2014	2015	2016	2017	2018
Costo Total de Materia Prima	27.471.984,27	35.804.898,62	46.665.386,56	60.820.122,01	79.268.329,56

Fuente: Elaboración Propia.

6.4 Costos de Mano de Obra

6.4.1 Mano de Obra directa

Para la estimación de los costos de mano de obra directa se asumió un número de empleados tomando en cuenta el manejo necesario para cada una de las máquinas y equipos involucrados en el proceso productivo y estructura que debería tener esta nueva planta.

A continuación en la **Tabla 23** se presentan los costos de mano de obra directa totales para los tres escenarios.

Tabla 23. Total de la Mano de Obra Directa Anual para los tres escenarios.

Total de la Mano de Obra Directa Anual para los tres escenarios					
Escenario	Total Año 1 (Bs.F)	Total Año 2 (Bs.F)	Total Año 3 (Bs.F)	Total Año 4 (Bs.F)	Total Año 5 (Bs.F)
Pesimista	1.618.972,88	2.048.948,47	2.533.744,62	3.143.315,04	3.910.250,77
Probable	4.339.659,71	5.480.824,84	6.858.151,01	8.593.237,64	10.779.531,76
Optimista	15.667.474,21	19.768.010,64	24.873.273,64	31.309.891,55	39.425.614,28

Fuente: Elaboración Propia

En el **ANEXO VI-8** se encuentra detallado el cálculo de mano de obra directa para cada uno de los escenarios.

6.4.2 Mano de Obra Indirecta y Administrativo.

Al igual que la mano de obra directa, la mano de obra indirecta fue estimada tomando en cuenta el número de empleados necesarios para llevar a cabo el funcionamiento de la planta y estructura que debería de tener la planta.

La **Tabla 24** presenta los costos de mano de obra indirecta y administrativa Totales para los tres escenarios.

Tabla 24. Costos de Mano de Obra Indirecta y Administrativa para los tres escenarios.

Total de la Mano de Obra Indirecta y Administrativa Anual para los tres escenarios					
Escenario	Total Año 1 (Bs.F)	Total Año 2 (Bs.F)	Total Año 3 (Bs.F)	Total Año 4 (Bs.F)	Total Año 5 (Bs.F)
Pesimista	1.362.098,43	1.729.762,52	2.097.233,44	2.557.583,67	3.135.073,27
Probable	1.384.840,89	1.758.718,39	2.131.814,54	2.599.187,97	3.185.463,92
Optimista	1.550.947,45	1.969.020,27	2.391.310,71	2.920.516,86	3.584.565,11

Fuente: Elaboración Propia.

En el **ANEXO VI-9** se presentan de manera detallada el cálculo de la mano de obra indirecta y administrativa para cada uno de los escenarios.

6.5 Depreciación de Activos.

Para la depreciación de los activos se tomaron en cuenta todas las maquinarias y equipos involucrados en el proceso productivo, los equipos de manejo de materiales, mobiliarios y obras civiles.

En el **ANEXO VI-10** se muestran los cálculos de la depreciación para los tres escenarios.

6.6 Financiamiento.

Para el presente proyecto se consultaron diferentes alternativas de crédito en diferentes entidades bancarias, de manera de utilizar la más conveniente. Las mismas, junto con la tasa de interés anual que ofrecen se encuentran reflejadas en la **Tabla 25**.

Luego de analizar las alternativas de financiamiento se decidió utilizar la del Banco Mercantil, ya que aunque no tiene la menor tasa de interés, financia un mayor porcentaje de inversión que las otras entidades.

Se decidió que el porcentaje a financiar por parte del banco sería del 70% del total de la inversión inicial y el otro 30% sería pagado con el capital de la empresa.

Tabla 25. Información de créditos de las diferentes entidades bancarias

Entidad Financiera	Tipo de Crédito	Tasa de Interés (Anual)	Especificaciones de Financiamiento
Banco Mercantil	Para la Construcción	24%	Financiamiento hasta un 70% de la Inversión Inicial
Banco Banesco	Para la Construcción	24%	Financiamiento hasta un 70% de la Inversión Inicial
Banco del Tesoro	Microcrédito	20%	Capital de Trabajo: Bs. 1.500.000 ,Adquisición de Local Comercial: Bs. 2.000.000, Adquisición Maquinarias y Equipos :Bs. 2.000.000, Adquisición de Vehículos de transporte Público y Carga Pesada (excepto taxis): Bs. 1.500.000
Bancaribe	Línea Construcción	24%	Financiamiento hasta un 70% de los costos de la Obra
Banco de Venezuela	BanConstructor	24%	Hasta un 75% del presupuesto de construcción y urbanismo, gastos generales y gastos del proyecto (sin incluir terreno)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 26 se muestra un resumen de la alternativa de financiamiento para el escenario probable.

Tabla 26. Plan de financiamiento para el proyecto.

APALANCAMIENTO FINANCIERO (BsF) ESCENARIO PROBABLE	
Inversión Inicial	112.361.633,97
Capital Propio	33.708.490,19
Deuda a Financiar	78.653.143,78
% de Capital Propio	30%
% de Capital Financiado	70%

Fuente: Elaboración Propia.

Al tener un plazo máximo de cancelación de 3 años, se realizó el cálculo de amortización según el método de abono de capital constante. Los cálculos del apalancamiento financiero, Tabla de amortización y los intereses totales anuales para cada uno de los escenarios están reflejados en el **ANEXO VI-11**

6.7 Flujo de Caja de la Inversión.

Finalmente, en la **Tabla 27** se muestra el resultado del Flujo de Caja real para los cinco años de proyección de estudio del escenario probable.

El capital de Trabajo se calculó en base a los gastos de mano de obra, materia prima, así como también otros gastos para el primer trimestre del año de la planta. Cabe destacar que “otros gastos” está constituido por los gastos de carga fabril, administrativos, y de materia prima e insumos. En el **ANEXO VI-12** se puede observar detalladamente el cálculo de capital de trabajo y otros gastos para cada uno de los escenarios.

Para el cálculo del VPN se utilizó la fórmula **(1)**; se ajustó la TRAM mediante el método de ajuste por descuento, dando como resultado 40.01%. Dicho valor fue obtenido estableciendo un porcentaje de retorno de 12% y la

inflación promedio calculada anteriormente. Aplicando la fórmula (4) se determino la TRAM a utilizar:

$$i = 0.2612 + 0.12 + 0.2612 * 0.1$$

$$i = 0.4001$$

Los cálculos de flujo de caja para cada uno de los escenarios se encuentran detalladamente en el **ANEXO VI-13**.

Para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno se utilizo la fórmula (2), en donde se iguala el Valor Presente Neto a cero (0). En la **Tabla 28** se presentan los resultados del VPN y TIR para los tres escenarios.

Tabla 27. Flujo de Caja del Escenario Probable.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)	-	85.387.557,33	111.287.659,60	145.043.886,57	189.039.190,02	246.379.328,42
Total Costos (-)		33.196.484,87	43.044.441,86	55.655.352,11	72.012.547,61	93.233.325,23
Otros Gastos (-)		829.912,12	1.046.685,17	1.320.079,33	1.664.884,06	2.099.751,77
Total Depreciación(-)		47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00
Intereses (-)		16.740.652,03	11.298.349,43	4.396.193,82	0,00	0,00
<i>Ingreso Gravable (+)</i>	-	-12.999.551,70	8.278.123,14	36.052.201,30	67.741.698,35	103.426.191,41
ISLR (34%) (-)	-	-4.419.847,58	2.814.561,87	12.257.748,44	23.032.177,44	35.164.905,08
<i>Ingreso Neto</i>	-	-17.419.399,27	5.463.561,27	23.794.452,86	44.709.520,91	68.261.286,33
Depreciación (+)		47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00	47.620.060,00
Flujo de Caja Operativo	-	30.200.660,73	53.083.621,27	71.414.512,86	92.329.580,91	115.881.346,33
Inversión (-)	-112.361.633,97	-	-	-	-	-
Valor de Rescate (+)						-
ISLR (34%) (-)						-
Capital de trabajo	-8.506.599,25	-2.221.923,72	-2.802.290,20	-3.534.248,40	-4.457.394,08	21.522.455,66
Flujo de Caja de Inversión	-120.868.233,22	-2.221.923,72	-2.802.290,20	-3.534.248,40	-4.457.394,08	-21.522.455,66
Flujo de Caja de Financiamiento	78.653.143,78	-37.029.446,35	-37.029.446,35	-37.029.446,35	-	-
Flujo de Caja total real	-42.215.089,44	-9.050.709,35	13.251.884,72	30.850.818,11	87.872.186,83	94.358.890,68
VPN	-42.215.089,44	-6.407.382,25	6.641.614,74	10.946.133,26	22.072.091,89	16.779.263,83

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. VPN y TIR de cada escenario

Escenario	VPN	TIR	TRAM
Probable	7.816.632,03	47%	40.01
Pesimista	-2.049.583,20	40%	
Optimista	168.641.821,80	129%	

Fuente: Elaboración propia.

Al observar los resultados obtenidos de VPN y TIR de cada uno de los escenarios (**Tabla 28**), se puede decir que el proyecto resulto rentable para el escenario probable y optimista, debido a que el valor presente neto de los mismos es mayor a cero y por lo tanto una TIR mayor al valor de la TRAM.

Por otra parte, el proyecto no es rentable en el escenario pesimista por no cumplir con las condiciones de rentabilidad (VPN mayor que cero y TIR mayor que TRAM).

Seguidamente se procedió a calcular un periodo de recuperación de la inversión para cada uno de los escenarios (**ANEXO VI-14**). El mismo se calculó acumulando el Flujo de Caja Total Real hasta obtener un resultado positivo. En la **Tabla 29** a continuación se muestran los periodos de recuperación para cada escenario.

Tabla 29. Periodo de recuperación de cada escenario.

Escenario	Periodo de Recuperación (Años, Meses)
Probable	3,1
Pesimista	3,4
Optimista	1,1

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Mediante la realización de este trabajo investigativo se puede afirmar que el proyecto de producción de compuestos de Madera y Plástico es factible, lo cual permite concluir:

A partir del estudio de mercado se pudo verificar la existencia de madera en rola como fuente de materia prima para la elaboración de tablonc compuestos de madera y plástico. Entre las diversas especies de madera existentes en Venezuela, la de mayor abundancia y más utilizada para la industria de la construcción es la denominada Pino Caribe.

Los principales competidores de los tablonc compuestos de madera y plástico se dedican a la elaboración de tablonc de madera y productos de la construcción con madera Pino Caribe.

Según el Anuario Estadísticas Forestales, Serie Nº 12, Año 2008 la producción de tablonc de madera en ese año fue de 384.000 m³. Definiéndose en el estudio técnico la capacidad de la planta de un 5% de esta producción (19.200 m³/Año) para un escenario probable.

Establecido un aumento de la demanda de 3,34% interanual y la capacidad de la planta se realizaron los requerimientos de espacios y de maquinarias para elaborar un diseño conceptual de una planta que cumpliera con esos valores esperados y que además tuviera la capacidad de expansión en caso de un aumento significativo de la demanda.

En el caso de la madera y el talco, los proveedores se encuentran ubicados en el territorio nacional, mientras que los proveedores de PVC se encuentran en el exterior del país, específicamente en China.

Del estudio económico-financiero se tiene que la inversión inicial estimada para el escenario probable es de Bs.F. 112.361.633,97, de la cual será financiada por el Banco Mercantil a un interés de 24% la cantidad de Bs.F. 78.653.143,78 representando un 70% de la inversión y el 30% restante será capital propio de la empresa.

El proyecto se considera factible para un escenario probable y el periodo de recuperación es de tres años y un mes. La tasa interna de retorno obtenida es de 47% y supera a la tasa de rendimiento mínima requerida (TRAM) de 40.01%. El VPN es positivo de Bs.F. 7.816.632,03.

Para el escenario pesimista se obtuvo un VPN negativo de Bs.F. 2.049.583,20 y un TIR de 40% menor a la TRAM, indicando que bajo estas condiciones el proyecto no es factible y posee un periodo de recuperación de tres años y cuatro meses.

Por otra parte en el escenario optimista se obtuvo un VPN positivo de Bs.F 168.641.821,80 y un TIR de 129% mayor a la TRAM, indicando que bajo estas condiciones el proyecto es factible y posee un periodo de recuperación de 1 año y 1 mes.

7.2. Recomendaciones

- Actualizar constantemente las estadísticas del mercado de productos Madereros en el País, con la finalidad de pronosticar la demanda, oferta y ventas con valores actuales y reales.
- Obtener los precios estandarizados nacionales de los recursos forestales existentes.
- Considerar un estudio detallado de mercado, promocionando los compuestos de madera y plástico a fin de conocer con certeza el tipo de producto a desarrollar y su aceptación.
- Conocer la disponibilidad del aserrín de manera de adquirirlo como única fuente de materia prima de madera para la elaboración de los tablones compuestos de madera y plástico, logrando así una posible disminución de costos y procesos.
- Considerar la elaboración de otros productos de WPC para futuros estudios e investigaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Acuña .R, L, (s.f.), Conceptos básicos. Técnicas de diagnóstico no destructivo en estructuras de madera.[En Línea]. Máster Universitario en Restauración y Gestión Integral del Patrimonio Construido. Recuperado el 13 de Agosto de 2013, de:
<http://www.masterpatrimonioupvehu.org/pdf/apuntes/Analisis%20Estructural/LUISACUNA.pdf>
- Arbos, L. (2012). Diseño integral de plantas productivas.Madrid. Ediciones Díaz de Santos.
- Baga, G. (2006). Evaluación de Proyectos (6ta ed.) México: Editorial McGraw Hill
- Banco Central de Venezuela. (s.f). Información Estadística. Recuperado el 18 de Septiembre de 2013, de: <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp>
- Beltrán, M. y Marcilla, A. (s.f.).Tecnología de Polímeros. Extrusión. Recuperado el 23 de Julio de 2013, de: <http://iq.ua.es/TPO/Tema2.pdf>
- Carrero, O., Andrade, V. Orlandoni, G., Cubbage, F (2009). Predicción del consumo aparente per capita de madera rolliza en Venezuela mediante el uso de modelos Arima. Revista forestal venezolana. 52(2). Recuperado el 2 de Septiembre de 2013, de:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30289/1/articulo9.pdf>
- Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET). (2012).Perspectivas para la utilización del aserrín en la producción de tableros madera plástico con propiedades ignífugos. 14 (2). Recuperado el 13 de Septiembre de 2013, de:
http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.20122/articulo/aserrin_tableros.pdf
- CONAF Corporación Nacional Forestal. (s.f.) Ficha N°13. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de ;<http://alternativasquemass.conaf.cl/fichas/ficha13.pdf>
- Cornish, M.L.(1997). El ABC de los plásticos. [En Línea].México: Universidad Iberoamericana, Disponible en:

- http://books.google.co.ve/books?id=QW8UyW9YO9QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Cubagge, F., Gonzales, R., Saloni, D., Dasmohapatra,S.(2008). South America. Industrial Roundwood supply potential. Bioresources. 3(1). Recuperado el 12 Agosto de 2013, de:
http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_03_1_0255_Gonzalez_SDC_S_Amer_Roundwood/185
 - Craig, C. (2002).Wood-plastic composites in the United States: The interfacing of two industries.10-18. Proquest. Recuperado el 26 de Julio de 2013, de:
<http://search.proquest.com/science/docview/214639516/13EFB59F1245DB3EAB3/1?accountid=119781#>
 - Delgado, O.F. y Medina, A.J. (s.f.). Extrusión de perfiles espumados de madera plástica. Recuperado el 26 de Julio de 2013 de:
<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/Rev18-8.pdf>
 - Equipo editorial de Tecnología del Plástico. (2008). Compuestos de plástico y madera, qué debe saber. Recuperado el 10 de Septiembre de 2013, de:
<http://www.plastico.com/magazine/TPJUN2010.pdf>
 - Estadísticas Forestales Anuario 2008, Serie 12 Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de: http://www.minamb.gob.ve/files/Conservacion-bioseguridad/anuario_bosque2008.pdf
 - FAO (s.f.). Reporte 2010 Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de:
<http://www.fao.org/forestry/fra/76871/en/>
 - Flórez,L (2009):” Madera Plástica: Presente y Futuro. Recuperado el 10 de Septiembre de 2013, de :
<http://www.aapvc.org.ar/admin/archivosNoticias/Madera%20Plastica,%20presente%20y%20futuro%20no%20adds.pdf>
 - Garay, U. y González, M. (2005). Fundamentos de finanzas con aplicaciones al mercado venezolano. Caracas. Ediciones IESA.

- González, J.V, Barba, A. (2008) Desarrollo de un material compuesto Plástico (pp)-Madera (aserrín) usando materias primas de reuso. Recuperado el 8 de Septiembre de 2013, de: http://somim.org.mx/articulos2010/memorias/memorias2008/articulos/A3/A3_271.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2003) Metodología de la investigación. (Quinta ed.). México. McGraw-Hill.
- Libertador, U.P.(2005). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Loreto.(2000). Madera en Venezuela Recuperado el 26 de Julio de 2013, de :http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/viewFile/3646/3492
- Masisa de Venezuela. (s.f). Recuperado el 18 de Septiembre de 2013, de: <http://www.masisa.com/ven/>
- Meyers, Fred E. (2000) Estudios de tiempos y movimientos. México. Pearson Educación.
- Molina R., Loreto, A., Vivas, V., Lugo, A.(1997). La madera: Una línea de investigación. Recuperado el 26 de Julio de 2013, de: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/3646
- Salah M, E y Mokhtar A, K. (2011). Wood Plastic Composites. The American University in Cairo. Recuperado el 26 de Julio 2013 de : http://cdn.intechopen.com/pdfs/18857/InTech-Wood_plastic_composites.pdf
- Sonia. (2013, Junio).Los tipos de madera según su dureza. Camino a Casa. Recuperado el 19 de Julio 2013, de: <http://www.caminoacasa.com/blog/los-tipos-de-madera-segun-su-dureza/>
- Úrban, P. (2012). Construcción de estructuras de madera. España. Club Universitario.
- Villanueva, A.,(2010). Diseño de plantas. Recuperado el 2 de Agosto del 2013.