

26.03.2007



**PPP / UNDP**

Promoción de Proyectos Potenciales Identificados por el Estudio de Prefactibilidad de la Cuenca Forestal del Golfo de México

**Planta de Tableros de Fibra de Densidad Media  
MDF**

Competence. Service. Solutions.



Copyright © Pöyry Forest Industry Consulting Oy

Reservados todos los derechos. Este documento o cualquier parte del mismo no debe ser copiado o reproducido sin permiso escrito de Pöyry Forest Industry Consulting Oy

Copyright © Pöyry Forest Industry Consulting Oy

### Contacto

Ernest Dochnal  
P.O.Box 4 (Jaakonkatu 3)  
FI-01621 Vantaa  
Finland  
Domicile Vantaa, Finland  
Business ID. 1571995-8  
Tel. +358 10 3311  
Fax +358 10 33 22482  
<http://www.forestindustry.poyry.com>

Pöyry Forest Industry Consulting Oy

## PRÓLOGO

Helsinki, 26 de Marzo, 2007

Este Memorándum Informativo fue preparado con el propósito principal de ofrecer a potenciales inversores interesados en el sector forestal industrial, una herramienta para familiarizarse con oportunidades de negocio concretas en la región del Golfo de México.

El documento ofrece una base de información sobre recursos, mercados, procesos, rentabilidad e impactos socio-económicos. La información incluida es considerada esencial para tomar una decisión sobre eventual inversión en el desarrollo de un proyecto en el sector forestal industrial.

Se prevé que el inversionista adaptará ciertos parámetros a su concepto de negocio y requerimientos específicos, tales como e.g. el tamaño final de la planta, el mercado específico, el marco de tiempo o el proceso, i.a. Por esta razón es muy probable que el inversionista realizará en base la información ofrecida su propia investigación (e.g. un estudio de factibilidad) antes de tomar la decisión final de inversión.

Pöyry Forest Industry Consulting Oy (PFIC) quiere agradecer al la Coordinación General del Plan Puebla Panamá (PPP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y el Fideicomiso para el Desarrollo Regional del Sur Sureste (FIDESUR), tanto como a los Gobiernos de los Estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas y Oaxaca, los cuales hicieron factible la realización de este documento y por la confianza brindada a nuestros servicios en el sector forestal/industrial.

Esperamos que este Memorándum Informativo funcione como un puente entre el los Estudios de Prefactibilidad realizados y la toma de decisión para la inversión en la realización de una Planta de Tableros de Fibra de Densidad Media (MDF) en la Región del Golfo de México.



Rainer Haggblom  
Presidente

Pöyry Forest Industry Consulting Oy



Ernest Dochnal

Coordinador del Estudio

## Resumen Ejecutivo

### ANTECEDENTES Y OBJETIVO

En 2004 se conformó el Grupo de Trabajo Sur-Sureste (GFSSE) con representantes estatales de la región, contando con el apoyo de la Coordinación General del Plan Puebla Panamá (PPP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y el Fideicomiso para el Desarrollo Regional del Sur Sureste (FIDESUR) con el objetivo de identificar, planificar y desarrollar proyectos que incrementen la competitividad del sector forestal del Sur Sureste de México, mediante la definición de la factibilidad técnica, económica y social de un proyecto integral de aprovechamiento forestal regional para la producción de astillas, madera aserrada, tableros de madera, muebles, y también la factibilidad de la producción de celulosa a partir de plantaciones forestales comerciales.

En 2005 este contrató la empresa Pöyry Forest Industry Consulting (PFIC) para la realización de un estudio de Prefactibilidad del Desarrollo Forestal e Industrial en la Región del Golfo compuesta por los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas y Oaxaca (“Cuenca Forestal SSE”).

El Estudio fue desarrollado en tres etapas: 1. Diagnóstico, 2. Alternativas del Desarrollo y 3. Prefactibilidad de la Alternativa Seleccionada. Luego de haber realizado el diagnóstico de la situación actual del sector forestal, tanto en México como en la Cuenca SSE, se identificaron y analizaron tres alternativas de desarrollo:

- **Alternativa 1:** Optimización basada en mejoras de la situación actual – sin mayores inversiones en nuevas unidades de producción.
- **Alternativa 2:** Optimización basada en capacidad nueva adicional (forestal e industrial) y cierta integración horizontal.
- **Alternativa 3:** Optimización basada en capacidad adicional industrial e integración vertical (valor agregado)

Seguida la selección de la alternativa por parte del cliente, se procedió al desarrollo del Estudio de Prefactibilidad de los proyectos incluidos en la Alternativa 3. Dicho estudio reconoce la posibilidad de desarrollar el aprovechamiento forestal racional y sustentable de los bosques y selvas nativos por medio del aumento de plantaciones forestales de rápido crecimiento dentro de una “franja forestal” y en base de nuevas tecnologías forestales e industriales.

Para la promoción de los proyectos identificados y desarrollados la Coordinación General del Plan Puebla Panamá (PPP) en conjunto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) encarga a PFIC la preparación de Memorándum Informativos autónomos para:

- Proyecto de una fábrica de pulpa y papel en base de plantaciones futuras
- Proyecto de una planta de MDF en base de plantaciones futuras
- Proyecto de aserraderos modernos integrados con una planta de contrachapados basado en uso sostenible de bosques naturales de la cuenca forestal

Cada uno de los Memorándum tiene el objetivo de proporcionar suficiente información básica para inversionistas interesados para tomar una decisión de invertir o, por lo menos investigar uno o el otro proyecto más al fondo (e.g. realizar un estudio específico de factibilidad). Estos serán presentados a inversionistas identificados por PFIC

## ¿POR QUÉ MÉXICO?

México es un país políticamente estable y es miembro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Más del 90 % de las actividades económicas del país se encuentran hoy en día totalmente abiertas a la participación de la inversión foránea. Asimismo, las reformas practicadas a la Ley de Inversiones Extranjeras han profundizado, por un lado, la apertura de algunos sectores económicos a la inversión extranjera y, por otro, han establecido mecanismos para la desregulación y simplificación administrativas.

México tiene una fuerte y creciente demanda doméstica de productos de la industria forestal, actualmente se importa por un valor de USD 6 700 millones por año. México asimismo, esta en la cercanía del mercado de los EE.UU.

**Tabla 1: Importaciones Forestales de México, 2006**

Producto	1 000 USD	
▪ Madera, carbón vegetal y sus manufacturas	1 405 141	
▪ Productos de la Cuenca		
- Madera aserrada longitudinalmente		541 575
- Tableros de madera		49 584
- Tableros de fibra de madera		160 184
- Madera chapada y contrachapada		292 023
▪ Papel, cartón y sus manufacturas	4 512 825	
▪ Pulpa de madera o de materias fibrosas	803 878	
<b>TOTAL</b>	<b>6 721 844</b>	

Fuente: INEGI-BANXICO-SAT-Secretaría de Economía

El país y la región cuentan con buena infraestructura en términos de caminos, ferrovías y puertos al Atlántico y Pacífico (acceso a Asia). Existe en la región del Golfo una buena red de electricidad y se cuenta con gas natural y petróleo.

El costo de mano de obra es competitivo y se puede contar con un relativamente buen nivel de educación y capacitación profesional.

El estado promueve la gestión sustentable de recursos forestales nativos y el establecimiento de plantaciones forestales con un sistema de incentivos significativos con los cuales se cubren hoy en día una muy buena parte de los costos de las operaciones forestales: PRODEPLAN hasta final del 2006. A partir de 2007 el programa se llama “Programa PRO-ARBOL”.

## IDEA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El MDF ha sido identificado como un tablero reconstituido más prometedor que los tableros de partículas. La rentabilidad de la producción de MDF es más alta que otros tableros, e.g. aglomerados.

El establecimiento de la planta de MDF tiene asimismo como propósito la optimización del flujo de materia prima, incrementando el valor de la producción. La planta se basa en el suministro de madera proveniente de plantaciones comerciales de rápido crecimiento (latifoliadas) existentes y futuras. La planta ofrecerá un mercado local para

madera de plantaciones y aumentará el valor de madera local y la economía de plantaciones.

En México la producción de MDF no es suficiente para cubrir la demanda y básicamente hay muy poca competencia entre los productores domésticos. El mercado mexicano podría absorber con facilidad la producción de una planta de 135 000 m<sup>3</sup>/a de MDF. Actualmente, México importa más de 300 000 m<sup>3</sup> de MDF al año.

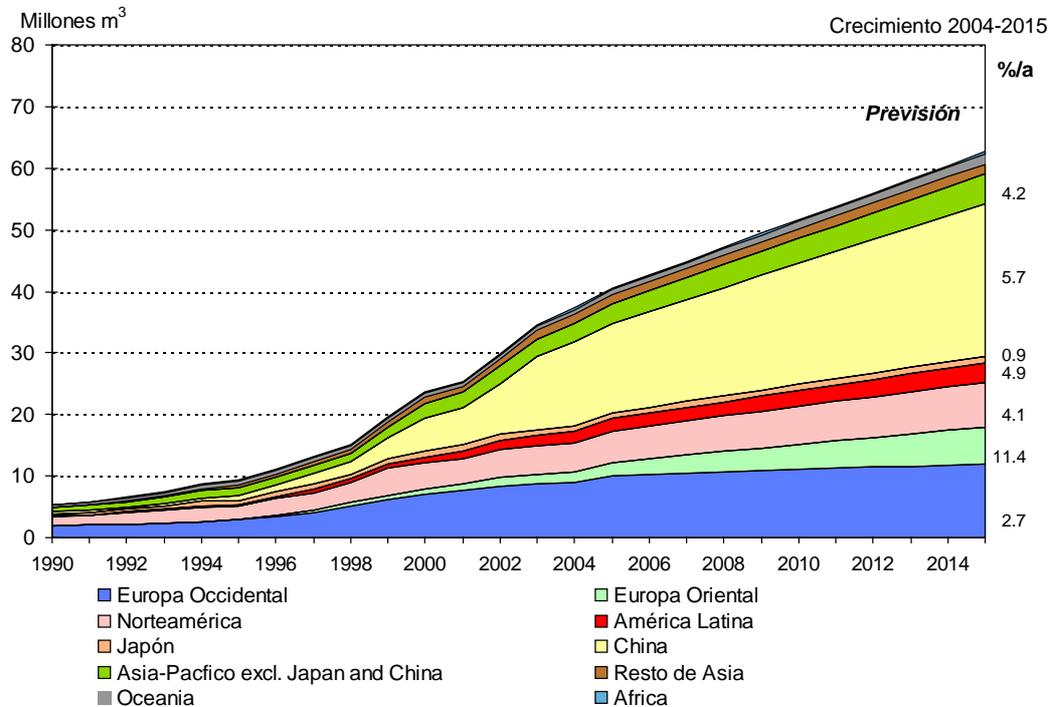
La región del Golfo cuenta con suficientes áreas potenciales (unas 350 000 has) para el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento de eucalipto y melina a un costo de madera competitivo.

Este proyecto de planta de MDF ha sido planificado para el estado de Tabasco. Teóricamente, puede ser implementado también en otros lugares, i.e. cerca de recursos forestales y buenas conexiones logísticas. La planta de MDF también tendrá cierta producción integrada de valor agregado, e.g. enchapados melamínicos.

**PERSPECTIVAS DEL MERCADO**

El consumo de MDF ha crecido rápidamente en México, siendo el volumen anual de importaciones de más de 300 000 m<sup>3</sup>.

Se estima que para 2015 el consumo de MDF en América Latina incremente en un 4,9 %/a. A nivel global, China es el que presenta mayor crecimiento anual, durante el mismo período. Asimismo, el consumo en Europa Oriental presenta una elevada tasa de crecimiento.



**Figura 1: Consumo global de MDF en 1990 - 2015**

La producción doméstica en México es insuficiente para satisfacer la creciente demanda. Se prevé un crecimiento estable de la demanda. El mercado principal para los

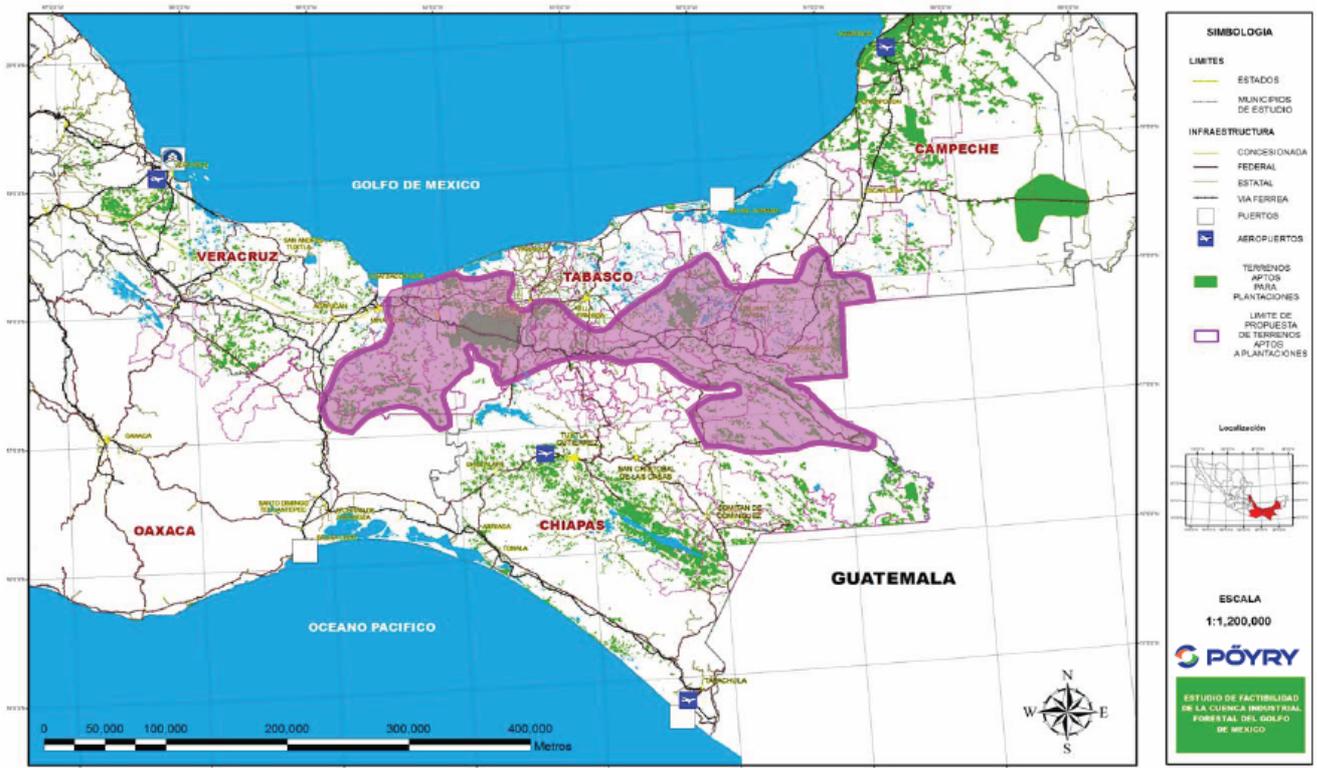
paneles MDF es el doméstico. El incremento en la demanda tiene el potencial de absorber toda la producción.

**RECURSOS DE FIBRA**

En la región de Golfo de México existen unas 30 000 has de plantaciones de rápido crecimiento de eucalipto y de melina. Aunque los bloques mayores tienen solamente algunos miles de hectáreas, hay suficiente evidencia del potencial agro-ecológico para su futuro desarrollo a mayor escala.

Se ha identificado una “franja potencial de plantaciones”. El uso principal de la tierra en esta franja es principalmente la ganadería extensiva con muy baja productividad.

El factor principal que limita la expansión en escala de la superficie de plantaciones forestales es la legislación sobre la tenencia de la tierra, la cual impide la acumulación de propiedad de tierra en escala grande. Por este motivo, las plantaciones forestales deben ser desarrolladas en terrenos arrendados a largo plazo (mas de 30 años) y bajo un esquema de plantaciones ejidales y con contratos con medianos y pequeños propietarios de tierra.



**Figura 2: Cuenca Forestal SSE – Franja Forestal Potencial**

Se han estimado que se necesitarán en total unas 18 400 has de plantaciones forestales de latifoliadas para la producción sostenible de unos 230 000 de m<sup>3</sup> sólidos y sin corteza al año, que requerirá la planta de MDF.

Dos tercios de esta área podría ser desarrollado sobre terrenos privados arrendados y/o contratados y 1/3 parte con los ejidos dentro de la región. Para la planta de MDF, las plantaciones forestales serán principalmente del Estado de Tabasco.

Las especies más promisorias son *Eucalyptus urophylla* y *E. grandis* y/o híbridos de estas especies. Los crecimientos promedios anticipados son unos 25-30 m<sup>3</sup>/ha/a.

*Gmelina arborea* es otra especie que ha mostrado un muy buen crecimiento dentro de la región con un crecimiento semejante al del eucalipto.

Los costos del arrendamiento de terrenos son unos USD 35-55 por hectárea al año. Se ha estimado que el costo del establecimiento de plantaciones (con sistemas mecanizados) serán unos USD 596/ha, que será mucho menor de los costos de hoy día que están basados en sistemas de menor escala y de semi-mecanización (con equipos/maquinaria agrícola). Los subsidios del precedente programa Prodeplan, actualmente reemplazado por “ PRO-ARBOL Plantaciones”, cubren el 65 % de los costos.

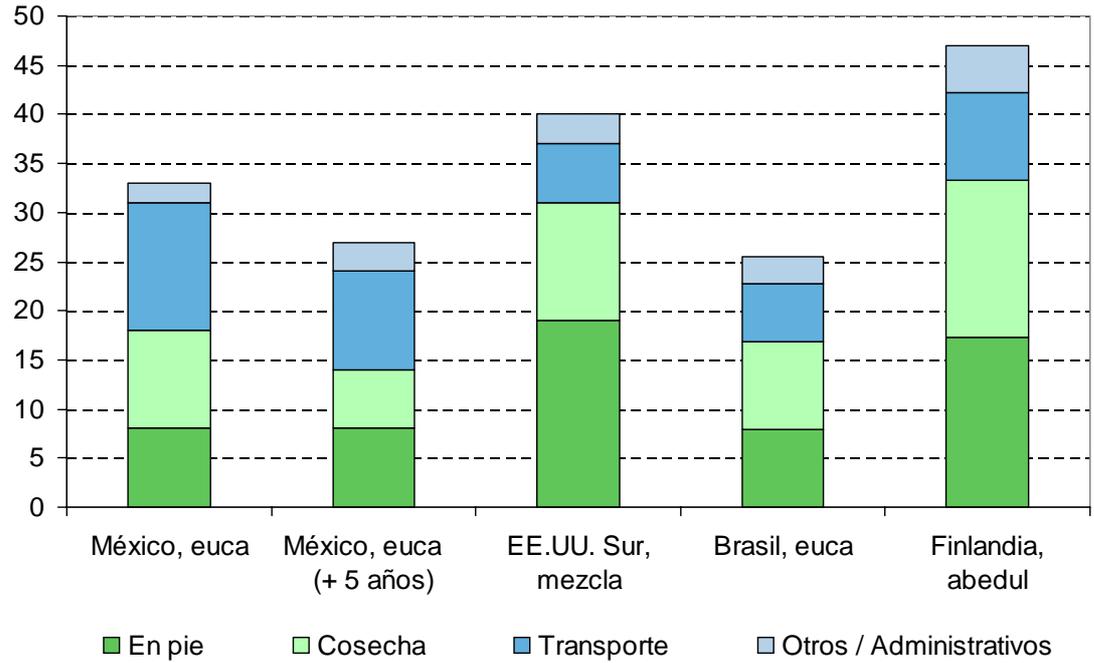
Los costos totales de inversiones para el establecimiento de las plantaciones son estimados en USD 1 936 por hectárea sobre un periodo de tiempo de unos 8 – 10 años.

Los riesgos principales consisten en fuegos forestales (por la ganadería - quema de pastos) con sequías prolongadas en las áreas periféricas de la franja potencial.

El sistema de cosecha de madera en escala grande será desarrollado desde un sistema motor-manual (inicialmente) a un sistema mecanizado (con “harvester” y forwarder”) para garantizar el abastecimiento de volúmenes en gran escala.

Los costos totales de inversión en caminos y maquinaria para la cosecha y el transporte de madera serán en total unos USD 15 millones, durante un periodo de unos 8 – 10 años.

El costo de madera proveniente de las futuras plantaciones puesto planta será de unos USD 33/m<sup>3</sup>. Este será competitivo a nivel global. Inicialmente, la planta de MDF consumiría madera de mercado. El precio inicial disminuiría, a consecuencia de la optimización de las operaciones forestales, durante los cinco primeros años de producción.



**Figura 3: Comparación internacional de costos de latifoliadas**

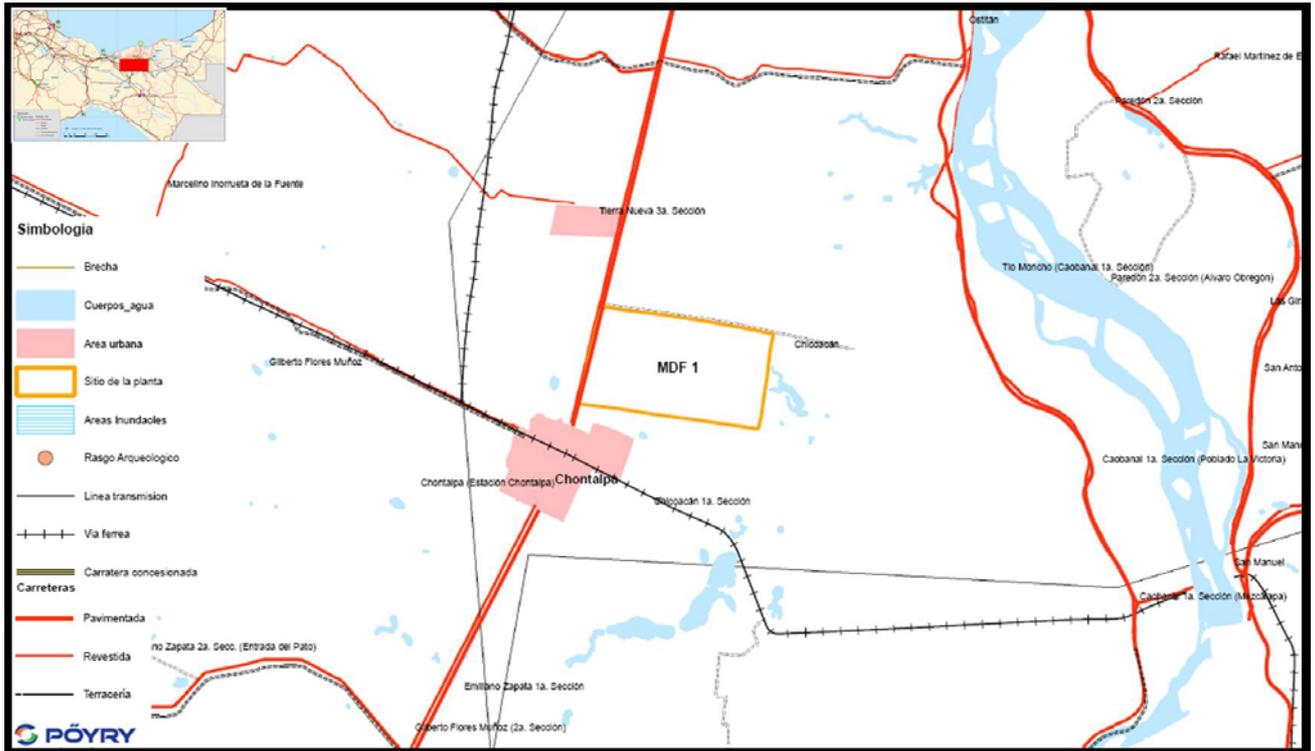
### UBICACIÓN DE LA PLANTA Y LOGÍSTICA

Durante las fases preliminares de diagnóstico para la elaboración de un análisis de prefactibilidad, se identificaron dos sitios potenciales para el establecimiento de la planta: Centro de Oaxaca (Oaxaca) y Chontalpa (Tabasco).

La madera de las plantaciones adyacentes se puede transportar por ferrocarril o por camión a la planta, según la distancia de transporte. Chontalpa presenta estación ferroviaria.

Los tableros MDF listos serían empaquetados para transporte en función a las normas de transporte y preferencias de los clientes.

Los paquetes de MDF se cargarían en camiones o vagones ferroviarios mediante carros elevadores de horquilla. Luego serían transportados a los distribuidores en la Ciudad de México o áreas circundantes. Los mercados sin conexión por tren se podrían servir mediante camiones.



**Figura 4: Ubicación identificada**

El emplazamiento identificado como óptimo está a una distancia de aproximadamente 1 Km. al norte del pequeño pueblo de Chontalpa. Este presenta ventajas en la disponibilidad de materia prima y en la logística e infraestructura requerida en general.

El emplazamiento está en un área industrial y es propiedad de Petromex. El sitio es actualmente usado como almacén. El sitio está rodeado por área industrial al sur (50 ha) y al oeste y norte por ranchos ganaderos. El tamaño aproximado del sitio es de unas 100 hectáreas.

## LA PLANTA DE MDF

La capacidad diseñada para la planta de MDF será 150 000 m<sup>3</sup>/a, con una producción verdadera de 135 000 m<sup>3</sup>/a, utilizando las bases del dimensionamiento siguiente:

Tiempo de operación disponible anualmente	330 días
Tiempo de trabajo efectivo por día	22 horas
Modo de operación	Tres turnos continuos
Capacidad por día	454 m <sup>3</sup>
Capacidad por hora	21 m <sup>3</sup>
Densidad de tablero	740 kg/m <sup>3</sup>
Espesor calculado para el tablero	16 mm
Porcentaje de producción de valor agregado	10 %

Los costos de inversión para la planta de MDF están estimados en USD 70 millones.

La planta de MDF generaría una TIR antes de impuestos del 19 % para un período de cálculo de quince años. Típicamente, la vida útil de una planta de MDF es más alta, lo que también aumenta la TIR del proyecto. Sin embargo, la TIR estimada ya es buena en comparación internacional, y probablemente atraería también a inversionistas extranjeros.

El tiempo de reembolso para el proyecto es de siete años, siendo el margen de operación de las ventas netas del 47 %.

La producción de la planta de MDF es más sensitiva a los precios de venta de los productos finales y al costo de inversión. El inversionista potencial haría cálculos de inversión más detallados.

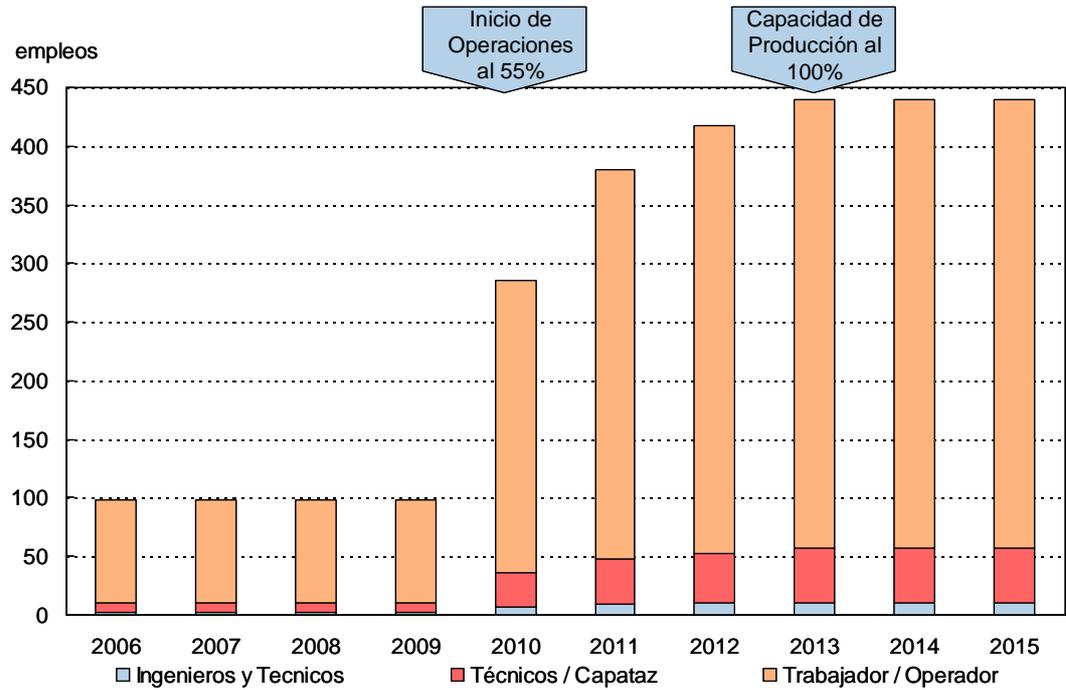
## EMPLEO E IMPACTO SOCIOECONÓMICO

Dada la escala del proyecto, los nuevos puestos de trabajo creados se agrupan principalmente en dos categorías: (i) empleados directamente en la planta, y (ii) puestos de trabajo indirectos, principalmente en actividades forestales y transporte. La planta de MDF generaría aproximadamente 620 empleos, de los cuales el 70% son indirectos. La planta emplearía directamente a 173 personas.

La planta de MDF tendría un impacto grande sobre las industrias forestales y de transporte locales, y crearía oportunidades para nuevas industrias.

El proyecto atraería una inversión de USD 70 millones al estado de Tabasco y un adicional de USD 13 millones al sector forestal.

La venta neta anual de la producción de la planta de MDF será de USD 36,4 millones, reemplazando el 23 % de las importaciones actuales de tableros de fibras en la Cuenca SSE. La creación de valor agregado anual del proyecto es de USD 20 millones.



**Figura 5: Empleo operaciones forestal generado por la planta de MDF**

## IMPACTOS AMBIENTALES, SU PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Una de las características de los tableros MDF, que en parte apoya el creciente uso de los mismos, es su bajo impacto ambiental. Actualmente, el MDF es hecho principalmente de madera de plantaciones realizadas según parámetros sostenibles y amigables con el medioambiente (en casos incluso bajo certificación).

Todos los posibles impactos ambientales durante la operación de la planta, ya sean relacionados a la producción de MDF, o al la logística vinculada a la producción y comercialización del MDF pueden ser mitigados.

Entre los impactos ambientales típicos de una planta de MDF figuran los siguientes:

- emisiones de polvo al aire del proceso y producción de energía
- emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) del proceso (derivados de la madera)
- emisiones VOCs derivadas del encolamiento y laminado
- aguas residuales
- ruido del transporte de trozas y productos y de la maquinaria del proceso (astilladoras, ventiladores, etc.)

Los potenciales impactos negativos de la nueva industria pueden ser prevenidos totalmente mediante:

- tecnología adecuada de proceso,
- medidas de control de la emisión, y
- ubicación adecuada de la planta.

## **PRÓXIMOS PASOS**

Se anticipa que el inversionista interesado realizará en base de este Memorándum Informativo y de los demás estudios disponibles su propia investigación.

Normalmente, la realización de un estudio de factibilidad, mediante el cual se profundizará y actualizará algunos aspectos técnico-económicos ya indicados en este Memorándum (por ejemplo: tierras disponibles, costos de arrendamiento, costos de plantaciones actualizados, precios de venta de productos actualizados, etc.) será el paso lógico y subsiguiente.

Este proceso debe también incluir una precontratación de tierras para plantaciones, tanto con dueños particulares como con ejidos y/o asociaciones de plantadores forestales.

**Índice**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1	Antecedentes del proyecto	13
1.2	Objetivos del memorándum informativo	13
<b>2</b>	<b>PERFIL DE MÉXICO Y LA REGIÓN DEL GOLFO</b>	<b>14</b>
2.1	Generalidades	14
2.2	Situación política actual	14
2.3	Situación económica	14
2.4	Políticas de inversiones extranjeras	16
2.5	Infraestructura	17
2.6	Aspectos demográficos	18
2.7	Recursos forestales en México y en el Golfo	18
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>20</b>
3.1	Justificación y concepto del proyecto	20
3.2	Ubicación	20
<b>4</b>	<b>RECURSOS MADEREROS</b>	<b>22</b>
4.1	Descripción de los recursos forestales para el proyecto	22
4.2	Aptitud de los recursos forestales	22
4.3	Demanda y disponibilidad de la madera	23
4.4	Requerimientos de inversión en incremento forestal	25
4.5	Previsión de flujo de caja en plantaciones y producción maderera	27
4.6	Conceptos básicos para asegurar el suministro de madera a la industria	28
4.7	Operaciones forestales	28
4.7.1	Establecimiento y mantenimiento de las plantaciones	29
4.7.2	Operaciones de cosecha	32
4.7.3	Mano de obra	33
4.8	Costos de madera puesto en planta y competitividad	33
4.9	Desarrollo y cambios requeridos	34
<b>5</b>	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO Y LOGÍSTICA</b>	<b>36</b>
5.1	Ubicación de la planta	36
5.2	Infraestructura	38
5.3	Logística en entrada y salida	38
5.3.1	Transporte de madera	38
5.3.2	Logística de entrada	39
5.3.3	Logística en salida	39
<b>6</b>	<b>REVISIÓN Y PERSPECTIVAS DE MERCADO</b>	<b>40</b>
6.1	Perspectivas de mercado	40
6.2	Mercados objetivo de MDF	41
6.3	Progreso de precios y precios objetivo	41

<b>7</b>	<b>CONCEPTO Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA</b>	<b>43</b>
7.1	Concepto de la planta	43
7.2	Descripción de procesos	43
7.3	Diseño	46
<b>8</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO</b>	<b>47</b>
8.1	Costos de inversión estimados	47
8.2	Cronograma de las inversiones	47
8.3	Costos estimados de producción	48
8.4	Competitividad de costos	48
8.5	Principios empleados para la evaluación de la rentabilidad	49
8.6	Evaluación de la rentabilidad y análisis de sensibilidad	49
8.7	Flujo libre de caja	50
<b>9</b>	<b>REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA</b>	<b>52</b>
9.1	Empleo directo	52
9.2	Trabajo indirecto	52
9.3	Requerimiento de capacitación	53
<b>10</b>	<b>IMPACTO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>54</b>
<b>11</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES Y SU PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b>	<b>56</b>
11.1	Aspectos generales	56
11.2	Impactos ambientales, prevención y mitigación	56
<b>12</b>	<b>PRÓXIMOS PASOS RECOMENDADOS</b>	<b>59</b>

**Anexos**

## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes del proyecto**

En 2004 se conformó el Grupo de Trabajo Sur-Sureste (GFSSE) con representantes estatales de la región, contando con el apoyo de la Coordinación General del Plan Puebla Panamá (PPP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y el Fideicomiso para el Desarrollo Regional del Sur Sureste (FIDESUR) con el objetivo de identificar, planificar y desarrollar proyectos que incrementen la competitividad del sector forestal del Sur Sureste de México.

Como parte de los resultados de las actividades realizadas por el GFSSE se decidió la implementación del proyecto “Estudio de Prefactibilidad de la Cuenca Industrial Forestal del Golfo de México” cuyo propósito fue la definición de la factibilidad técnica, económica y social de un proyecto integral de aprovechamiento forestal regional para la producción de astillas, madera aserrada, tableros de madera, así como la factibilidad de la producción de celulosa y papel a partir de plantaciones forestales comerciales. El escenario del proyecto se ubica geográficamente en la región compuesta por los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas y Oaxaca (“Cuenca Forestal SSE”). Como resultado del análisis diagnóstico, se identificó una zona de elevado potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales denominada “Franja Potencial”.

El estudio de prefactibilidad para el desarrollo de la cuenca industrial fue estructurado en tres fases correlacionadas, incluyendo (i) diagnóstico, (ii) desarrollo de escenarios alternativos, y (iii) análisis detallado de la opción óptima viable.

### **1.2 Objetivos del memorándum informativo**

Los objetivos del Memorándum Informativo son:

- Proporcionar material de información puntual y de promoción del proyecto de una planta de tableros de fibra de densidad media (MDF) dirigido tanto a inversionistas potenciales del sector privado (nacional e internacional) como a instituciones financieras internacionales (BID, CFI, i.a.) y nacionales, con el fin de facilitar el camino desde un estudio de prefactibilidad a la realización de inversiones en plantaciones forestales necesarias.
- El memorándum informativo permite disponer de material que asiste a la toma de decisión referente a ulterior investigación sobre el proyecto, posibilidades de inversión y acceso a fuentes de financiación.

El memorándum informativo está estructurado en 12 capítulos. Inicialmente, se presentan las generalidades y antecedentes del proyecto y se describe brevemente la situación actual de México y el sector forestal. Seguidamente, se analiza en detalle lo referente a los recursos forestales necesarios para el proyecto, tanto los existentes como los a ser implantados. Luego, se describe el concepto del proyecto, ubicación y aspectos de la infraestructura y logística vinculados al mismo. Seguidamente, se cubren los aspectos financieros relacionados al proyecto, análisis de mercados, mano de obra y capacitación y finalmente, los impactos socioeconómicos y ambientales.

**2 PERFIL DE MÉXICO Y LA REGIÓN DEL GOLFO**

**2.1 Generalidades**

Según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el país es una República Democrática, Representativa y Federal integrada por 31 estados libres y soberanos y un distrito federal o capital, sede de los poderes de la Federación. Los

gobiernos de las entidades federativas y de la federación se dividen en tres poderes: ejecutivo, legislativo y judicial. Los estados se dividen en municipios. Existen 2 438 municipios en la República Mexicana.

México abarca una extensión territorial de 1 964 375 km<sup>2</sup>, de los cuales 1 959 248 km<sup>2</sup> son superficie continental y 5,127 km<sup>2</sup> son superficie insular. A este territorio debe añadirse la Zona Económica Exclusiva de mar territorial, que abarca 3 149 920 km<sup>2</sup>, por lo que la superficie total del país es de 5 114 295 km<sup>2</sup>.



**2.2 Situación política actual**

El Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación (TRIFE) declaró en Septiembre de 2006 a Felipe Calderón, candidato del oficialista Partido de Acción Nacional (PAN) como presidente electo de México, más de dos meses después de los comicios generales. Calderón venció por un estrecho margen (0,6 % de los sufragios) a Andrés Manuel López Obrador, candidato de la Coalición por el Bien de Todos (CBT).

El Poder Ejecutivo Federal reside en la Presidencia de la República. Es ejercido por el presidente, jefe de Estado y de gobierno al mismo tiempo. El presidente tiene la facultad de nombrar a los titulares de las secretarías de Estado, integrantes del gabinete presidencial.

El Poder Legislativo reside en el Congreso de la Unión, que se divide en dos cámaras: La Cámara de Senadores (senado) y la Cámara de Diputados (cámara baja).

El Poder Judicial recae en la Suprema Corte de Justicia de la Nación y en un conjunto de tribunales inferiores y especializados.

**2.3 Situación económica**

De acuerdo con el Banco Mundial, México tiene el ingreso *per capita* más alto de Latinoamérica y se ha consolidado como un país de ingreso medio-alto. El país tuvo una importante recuperación de la última crisis financiera desatada en 1994-1995.

México es la decimotercera economía del mundo (en términos de PIB, con datos estimados por el Banco Mundial para 2006) y el segundo mayor de América Latina, después de Brasil.

En los Indicadores de Desarrollo Mundial 2006 del Banco Mundial se destacan los siguientes datos sobre México:

- El ingreso *per capita* asciende a USD 6 790.
- La esperanza de vida al nacer es de 74 años.
- El índice de mortalidad para niños menores de 5 años es de 23 por cada mil.
- El porcentaje de la población en edad de cursar la primaria que asiste a la escuela es de 100 %.

La actividad económica del país depende en gran medida de su comercio con los Estados Unidos de América, el cual atrae más del 85 % de las exportaciones mexicanas y dan trabajo a casi el 10 % de la población. El envío de remesas por parte de los emigrantes internacionales constituye la segunda fuente de ingresos más importante del país después del petróleo (Banco Mundial, 2007).

Desde mediados de la década de los ochenta el país se ha inclinado por un modelo económico neoliberal con un fuerte énfasis en la apertura comercial hacia otros mercados, lo cual ha convertido al país en el líder mundial en acuerdos de libre comercio habiendo firmado convenios de este tipo con 40 países en 12 diferentes Tratados. Su asociación comercial principal es el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN /NAFTA). México también cuenta con un tratado de libre comercio con la Unión Europea, con el bloque denominado EFTA (Luxemburgo, Suiza, Liechtenstein y Noruega) y recientemente se selló un compromiso similar con Japón.

La economía de México es una de las economías más fuertes de América Latina, en tamaño únicamente comparable únicamente con la brasileña. La economía de México es una economía de libre mercado, sustentada tanto en el sector servicios como en la actividad industrial, mientras que el papel de la producción agrícola ha caído a un tercer puesto. Coexisten en la actualidad procesos de producción modernos y anticuados en el país. La participación del sector privado en el producto bruto mexicano sigue una tendencia creciente.

En lo referente a la situación macroeconómica, las políticas implementadas durante la última década han reforzado los fundamentos económicos, llevando hacia una estabilidad macroeconómica. La consolidación fiscal puso el déficit fiscal en una gradual tendencia decreciente.

La continua disminución de la inflación y las expectativas previstas han producido un ambiente favorable para las actividades económicas y financieras. Los beneficios incluyen disminuciones en las tasas de interés, mayor intermediación financiera, mayor acceso a crédito y disminución de los costos del déficit público.

La estrategia preactiva de gestión del déficit asimismo contribuyó a la estabilidad del país.

El incremento promedio real del PIB para el periodo 2001-2005 fue del 2 %, si bien el crecimiento se espera que alcance el 4 % en 2006, se supone que se moderará al 3,5 % en 2007.

**Tabla 2: México - Demanda, producción y precios**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Precios corrientes MXN billón	Cambios porcentual, volumen (precios 1993)				
Consumo Privado	4 736,8	4,1	5,4	4,9	3,9	4,0
Consumo Público	855,7	-0,4	0,5	6,6	0,1	0,4
Formación capital fijo - bruto	1 304,9	7,5	7,6	9,5	5,9	6,6
Demanda doméstica total	7 088,6	4,4	3,8	5,4	4,2	4,3
Exportaciones de bienes y servicios	1 916,8	11,6	6,9	11,1	5,0	6,0
Importaciones de bienes y servicios	2 030,0	11,6	8,7	12,2	6,3	7,2
Exportaciones netas	-113,3	-0,3	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8
PIB a precios de mercado	6 895,4	4,2	3,0	4,7	3,6	3,7
Deflator del PIB	-	7,4	5,4	6,6	3,8	3,2
Índice de precios de consumo	-	4,7	4,0	3,6	3,6	3,2
Deflator de consumo privado	-	6,5	3,3	3,1	3,4	3,2
Balance de cuentas corriente (como porcentaje del PIB)	-	-1,0	-0,6	-0,2	-1,0	-1,4

Fuente: OECD, 2007

## 2.4 Políticas de inversiones extranjeras

La Dirección General de Inversión Extranjera dependiente de la Secretaría de Economía, tiene la misión de facilitar y brindar certidumbre a los flujos de inversión extranjera productiva, mediante la aplicación de instrumentos jurídicos y estadísticos, a fin de fortalecer la economía nacional.

El marco jurídico de la inversión extranjera en México se integra actualmente por los siguientes cuerpos normativos:

**Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).** Mediante su Artículo 73, se brinda al Congreso la facultad para expedir leyes tendientes a la promoción de la inversión mexicana, la regulación de la inversión extranjera, la transferencia de tecnología y la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el desarrollo nacional;

**Ley de Inversión Extranjera (LIE).** La LIE establece una regla general de apertura sectorial, la cual señala que la inversión extranjera podrá participar en cualquier proporción en el capital social de sociedades mexicanas, abrir y operar establecimientos, tan sólo con las excepciones o limitantes que la propia LIE contempla. Como resultado de la aplicación de esta regla general, se tiene que más del 90 % de las actividades económicas de nuestro país se encuentren hoy en día totalmente abiertas a la participación de la inversión foránea. Asimismo, las reformas practicadas a la LIE han profundizado, por un lado, la apertura de algunos sectores económicos a la inversión extranjera y, por otro, han establecido mecanismos para la desregulación y simplificación administrativas.

**Resolución General número 7 y Resolución General número 6 de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras (RG6CNIE y RG7CNIE).** Las RG7CNIE y RG6CNIE son las únicas Resoluciones Generales de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras (órgano integrado por diez Secretarios de Estado) que se encuentran vigentes actualmente. La primera de ellas señala, de una manera consistente

con las disposiciones acordadas por México en el ámbito internacional (e.g. el Tratado de Libre Comercio de América del Norte), el umbral a partir del cual se requiere de una resolución favorable del órgano intersecretarial aludido para que la inversión extranjera adquiera una participación accionaria mayoritaria en sociedades mexicanas ya constituidas que se dediquen a actividades no sujetas a regulación en materia de inversión foránea. La segunda faculta al Registro Nacional de Inversiones Extranjeras a destruir los documentos que hayan permanecido por más de 12 años dentro de sus expedientes físicos.

## 2.5 Infraestructura

Durante las últimas dos décadas, México se ha mostrado pionero en América latina en la promoción de la participación del sector privado en la economía. Comenzando a finales de la década de los ochenta, el gobierno abrió la participación en la economía al sector privado con la venta de empresas de propiedad del gobierno, la privatización de bancos, y asimismo, con iniciativas importantes en infraestructura, incluyendo un programa ambicioso de participación del sector privado en carreteras con peaje. En 1989, con la venta de Telmex, México se convirtió en el segundo país en América Latina en privatizar el sector de las telecomunicaciones. Desde entonces, ha invitado inversiones privadas en ferrocarriles, puertos, aeropuertos y los sectores de gas natural, y en menor medida en agua y electricidad.

Durante la última década, México ha experimentado importantes incrementos en el suministro de servicios de infraestructura. Esto es especialmente relevante para las telecomunicaciones, ferrocarril, puertos y aeropuertos, que han experimentado una exitosa privatización. Las inversiones requeridas para mantener el nivel actual de los servicios son elevadas. Se requieren políticas y programas para asegurar la disponibilidad, proteger a los consumidores, e incrementar la cobertura de servicios de infraestructura, dado que la falta en el funcionamiento de un sector básico como la infraestructura puede resultar en efectos negativos para la economía, incrementando los costos y disminuyendo la competitividad internacional.

Entre los principales desafíos del gobierno en el sector infraestructura figuran el incremento en la competitividad y la descentralización del sector. Si las empresas mexicanas tienen la intención de competir con eficacia y beneficiarse del mercado libre, particularmente dentro de NAFTA, requerirán cada vez más servicios de alta calidad de la infraestructura, particularmente en energía, telecomunicaciones, puertos, carreteras, y caminos.

Las mejoras en las inversiones en México experimentadas durante los últimos cinco años que resultaron en un aumento en estabilidad macroeconómica y en la disminución consecuente del riesgo país. Sin embargo, los ajustes fiscales en el país se han basado significativamente en reducción de la inversión pública. Consecuentemente, la inversión del sector público en infraestructura ha disminuido considerablemente, y si esta tendencia continúa, el país confiará cada vez más en el sector privado como fuente de inversión en infraestructura. En el futuro cercano, es poco factible que mediante deuda privada y participación en el capital de por sí, podrán financiar la mayoría de las necesidades en nueva infraestructura en México. Una cierta forma de apoyo y contribución pública es requerida para hacer factible la inversión privada.

## 2.6 Aspectos demográficos

Antes que los españoles arribaran a México en 1519, existían aproximadamente 10 millones de indígenas, en civilizaciones de más de 3 000 años. Actualmente, con una población superior a 107 millones de habitantes, la población mexicana está compuesta por tres grupos principales: europeos, los indígenas y mestizos. Los mestizos son el grupo mayoritario; constituyen el 60 % de la población. El total de población indígena es de cerca del 30 %.

La tasa de crecimiento en México se incrementó drásticamente entre los decenios de 1930 a 1980, cuando el país llegó a registrar índices de crecimiento mayores al 3 % (1950-1980). En el 2006, la tasa de crecimiento se estima en 1,16 %. La población en México es principalmente urbana, con el 75 % de la misma viviendo en ciudades. Las cinco áreas urbanas más grandes del país (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla y Toluca) comprenden el 30 % de la población total del país. Los patrones de la migración interna muestran migración positiva hacia los estados del noroeste y suroeste, mientras que la migración al DF presenta valores negativos. A pesar de que la tasa anual de incremento de la población es positiva, la tasa de migración neta a nivel nacional es negativa (-4.7/1000), debido principalmente al fenómeno de emigración rural hacia los Estados Unidos.

En 2005 el analfabetismo llegaba al 7,8 %, y la media de años de formación alcanzaba los 8,2 por adulto. La educación pública primaria y secundaria (nueve años de educación) es gratuita y obligatoria.

Las estimaciones para el año 2006 indican la mano de obra disponible en México en 38,09 millones, de la cual, el 58 % destinada al sector servicios, el 24 % a la industria y el 18 % a la agricultura.

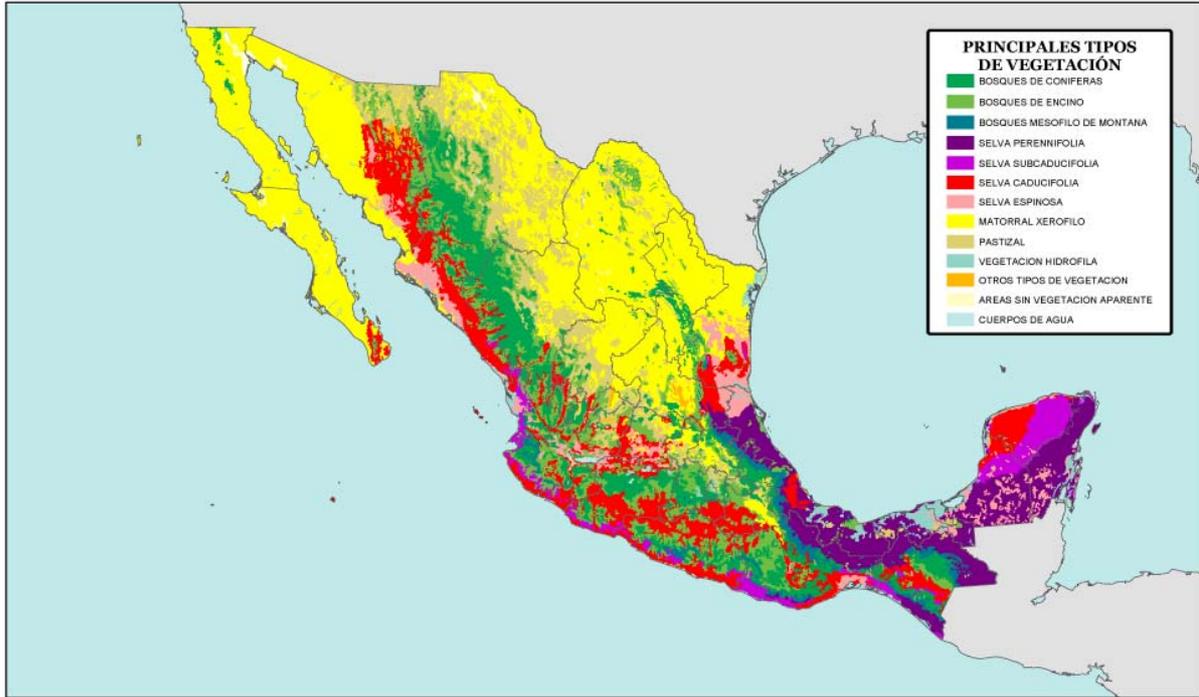
La tasa de desempleo actual se estima en 3,2 %, sin embargo el subempleo es calculado en un 25 %. En México, se estima que el 35-40 % de la población está por debajo de la línea de pobreza.

## 2.7 Recursos forestales en México y en el Golfo

La superficie forestal del país representa el 68,6 % del total del territorio nacional, equivalente a 135,1 millones de hectáreas. A nivel mundial, México se ubica como el décimotercer país con mayor superficie forestal. De las 56 millones de hectáreas forestales, que representan la tercera parte del territorio nacional, el 37 % tienen la capacidad de ser usadas con propósitos comerciales. De esta superficie, los bosques y selvas cubren en total 55,3 millones de hectáreas.

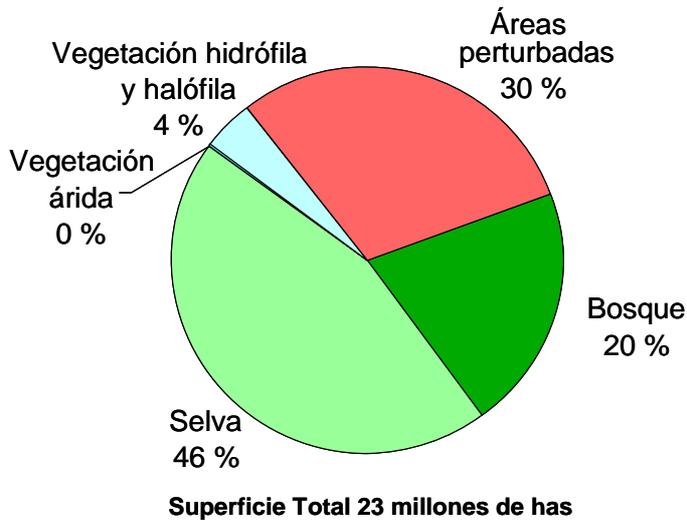
El 80 % de la superficie forestal es de propiedad comunal ejidal y comunal, 15 % de propiedad privada y 5 % de propiedad de la nación.

Por su tamaño, por su complejidad orográfica, climática y geológica, en México existe una enorme variedad de condiciones ambientales, hábitats y microhábitats, lo que favorece una gran diversidad animal y vegetal. México tiene también una de las mayores gamas de tipos de vegetación: desde los desiertos hasta las grandes selvas y desde éstas hasta los bosques templados de coníferas, y los páramos en las montañas más altas.



**Figura 6: Principales tipos de vegetación en México**

**Tipos de formaciones en la Cuenca SSE**



En lo que se refiere a los recursos forestales de la Cuenca Forestal SSE, las selvas de la Cuenca Forestal SSE totalizan 9,5 millones de has (35,9 % del total nacional), mientras que la superficie de bosques totaliza 4,3 millones de has (14,2 % del total nacional).

### 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Justificación y concepto del proyecto

El MDF ha sido identificado como un tablero reconstituido más prometedor que los tableros de partículas. La rentabilidad preliminar es más alta. En México, la producción propia no es suficiente y básicamente hay muy poca competencia entre los productores domésticos.

México es casi autosuficiente en la producción de tableros de partículas, sin embargo, el consumo de MDF crece más rápidamente que el de tableros de partículas. En algunas aplicaciones el MDF también es reemplazando a los tableros de partículas.

Debido a la estructura de los aserraderos y plantas de contrachapados, la recuperación de residuos podría ser difícil en Oaxaca y Chiapas y el recurso de madera para fibra es pequeño comparado con las plantaciones planificadas. A largo plazo, las plantaciones ofrecerían un abastecimiento de materia prima más seguro permitiendo también la expansión de la producción.

El mercado mexicano podría absorber con facilidad la producción de una planta de 135 000 m<sup>3</sup>/a de MDF. Actualmente, México importa más de 300 000 m<sup>3</sup> de MDF al año.

El concepto preliminar de la planta de MDF fue introducido durante la fase de desarrollo de alternativas de desarrollo del proyecto, y después de la actualización de los datos de mercados.

La planta de MDF ha sido planificada para el estado de Tabasco. Teóricamente, puede ser implementado también en otros lugares, i.e. cerca de recursos forestales y buenas conexiones logísticas.

La planta de MDF también tendrá cierta producción integrada de valor agregado.

#### 3.2 Ubicación

Durante las fases preliminares de diagnóstico para la elaboración de un análisis de prefactibilidad, se identificaron dos sitios para el establecimiento de la planta de MDF:

- **Oaxaca**, en la ubicación de la antigua Novopan, y
- **Tabasco** en el sitio de Petromex, en Chontalpa.

Mayor detalle sobre el emplazamiento se describe en el capítulo 5.



**Figura 7: Ubicación de los sitios identificados**

## **4 RECURSOS MADEREROS**

### **4.1 Descripción de los recursos forestales para el proyecto**

Los recursos forestales necesarios para el proyecto se basan en los cálculos estimados por el programa mejorado de plantaciones forestales propuesto, orientado a la demanda futura del mercado doméstico.

Actualmente, se usa una gama amplia de especies de eucalipto para producir MDF. La capacidad global de MDF de eucalipto sobrepasa hoy en día el millón de metros cúbicos. El eucalipto también se usa mezclado con otras especies, tales como pino y hule, acacia, melina y álamo.

Actualmente, se estima que en la Cuenca Forestal SSE existen 65 000 a 75 000 has de plantaciones forestales de las cuales, aproximadamente el 40 % son latifoliadas de rápido crecimiento (eucalipto y melina) cuyo destino actual es el aserrío y parte va a la industria de pulpa y papel (con costos elevados en transporte, dadas las distancias que debe viajar, superiores a 300 Km.).

Las 65 000 has existentes al final del año 2005 representan el 40 % de la superficie forestal aprobada por el proyecto ex PRODEPLAN (actualmente PRO-ARBOL Plantaciones), por lo que las condiciones administrativas vigentes permiten la expansión de la superficie forestal en la Cuenca Forestal SSE en el futuro cercano. Durante el año 2006, 5 800 has adicionales recibieron el apoyo para el mantenimiento y establecimiento de plantaciones forestales en la Cuenca Forestal SSE; de éstas, 2 600 has son de latifoliadas de rápido crecimiento (eucalipto y melina). Tabasco presenta buena tasa de incremento en la superficie de plantaciones forestales comerciales, aun considerando la débil situación de mercado para la madera.

El establecimiento de las plantaciones de rápido crecimiento existentes en la región (i.a. eucalipto, melina, acacia) fue promovido o realizado por la industria de pulpa y papel, y en menor medida por empresas y propietarios privados. Cabe mencionar que la gran mayoría de las plantaciones existentes no fueron establecidas con un fin o destino específico.

### **4.2 Aptitud de los recursos forestales**

En Tabasco, existe una creciente disponibilidad de madera de eucalipto. Actualmente, la producción es superior a los 100 000 m<sup>3</sup> anuales, la cual es destinada a industrias químicas y mecánicas de la madera.

**Tabla 3: Presupuestos empleados para las plantaciones forestales comerciales**

Plantación de latifoliadas de crecimiento rápido, ciclo de corta ocho años				
		Bloque grande <sup>1</sup> / privado	Bloque pequeño <sup>2</sup> / privado	Ejidos <sup>3</sup> / comunitario
Incremento Anual Medio	1er corta	25 m <sup>3</sup> /ha/a	20 m <sup>3</sup> /ha/a	20 m <sup>3</sup> /ha/a
	2da corta	35 m <sup>3</sup> /ha/a	30 m <sup>3</sup> /ha/a	30 m <sup>3</sup> /ha/a
Destino Potencial	Chapa / contrachapado	5 %	5 %	5 %
	Aserrío	20 %	20 %	20 %
	Celulosa / fibra	75 %	75 %	75 %

Las características más destacables del tablero MDF fabricado íntegramente con eucalipto son su uniformidad en la densidad y la textura fina de las fibras que permiten un óptimo acabado superficial, apto para pintar o recubrir con papeles melamínicos.

El conjunto de sus propiedades, le confieren al tablero de eucalipto una elevada dureza, resistencia a la compresión y densidad superficial, buen comportamiento frente al alabeo, facilidad de grapado y clavado, consistencia y aptitud para el curvado.

La madera de melina es usada como fuente de fibra para diferentes industrias foresto-industriales. En la Cuenca Forestal SSE existe ya una cierta experiencia con melina, lo que se puede traducir como ventaja comparativa. Una de sus principales ventajas es la versatilidad de la madera de melina que ofrece la posibilidad de emplearla en industria de aserrío o directamente como fibra.

### 4.3 Demanda y disponibilidad de la madera

La materia prima para una planta de MDF puede consistir en madera rolliza o en astillas. Hay que descortezar la madera antes de su procesamiento, y necesita ser relativamente fresca – sin secar. Se puede usar la corteza en el proceso para generar calor.

Con el producto y mezcla de materia prima del proyecto, el consumo de madera es de 1,7 veces el volumen de producción, o sea 230 000 m<sup>3</sup>ssc al año.

La planta planificada utilizaría inicialmente como fuente de materia prima las plantaciones locales de eucalipto, que actualmente no tienen demanda local. Las plantaciones ofrecen una fuente de materia prima más segura y estable que los residuos de aserrío, por ejemplo, que podrían recuperarse de las industrias de aserrío de Oaxaca.

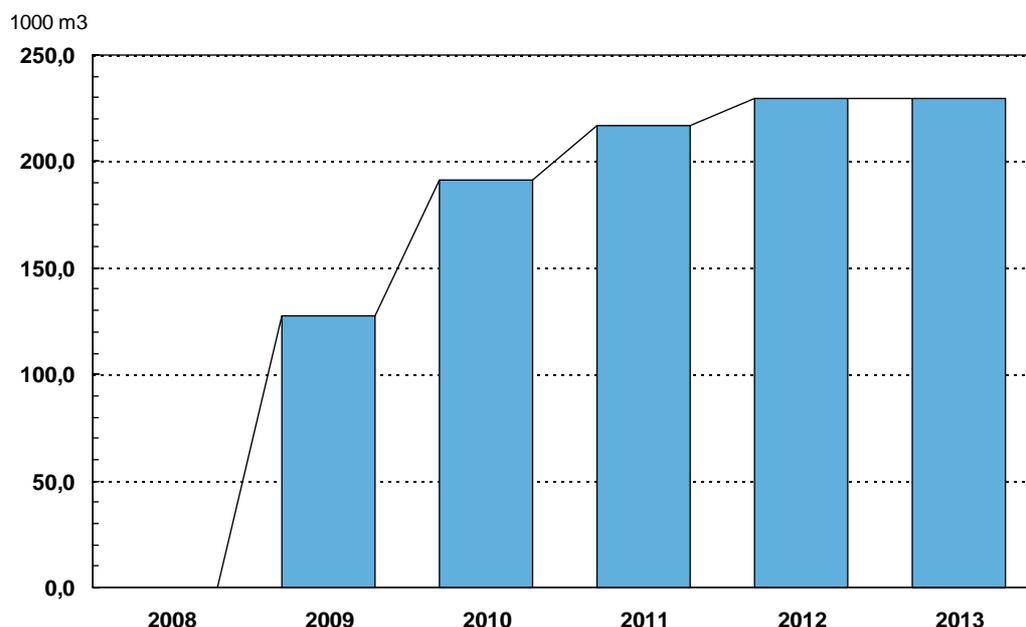
Se considera en el análisis en abastecimiento de 100 % de la materia prima proveniente de plantaciones comerciales establecidas específicamente para tal fin. Las nuevas

<sup>1</sup> Los bloques grandes / privados se refieren a plantaciones planificadas en bloques grandes, superiores a 5 000 has por unidad. Las extensiones de tierra corresponden a terrenos parcelados de propiedad privada, propia o arrendada. En general, son áreas actualmente dedicadas a la ganadería extensiva de bajo rendimiento

<sup>2</sup> Plantaciones planificadas en bloques menores a 5 000 has por unidad. La tierra corresponde a terrenos parcelados de propiedad privada, propia o arrendada, actualmente bajo ganadería y agricultura extensiva. Los pequeños propietarios forestales diversifican sus actividades productivas incluyendo la forestación como inversión a mediano plazo.

<sup>3</sup> Plantaciones planificadas en bloques inferiores a 2 000 has. Las extensiones de tierra son de propiedad ejidal y/o comunitaria, con y sin vocación forestal precedente.

plantaciones serían establecidas dentro de la franja forestal identificada durante las fases preliminares del estudio (diagnóstico y desarrollo de escenarios). Se asume el establecimiento de plantaciones en línea con el programa actual de PRO-ARBOL.



**Figura 8: Requerimiento de madera**

Para la producción de 230 000 m<sup>3</sup> de madera para la planta de MDF, es necesario el establecimiento de 10 500 has de plantaciones de eucalipto (70 % en bloques grandes) y 3 400 has de melina destinadas exclusivamente a la planta. La tasa promedio anual de establecimiento de plantaciones es 1 740 has por año, hasta el 2013 cuando la planta funcionará a capacidad máxima.

Los contratos de arriendo a largo plazo (leasing o aparcería) constituyen una de las metodologías más aplicadas para la adquisición de tierras para dedicarlas a la forestación. Las tierras dedicadas a la ganadería son las de mayor interés a la conversión productiva, sobre las cuales hoy en día existen ya algunas prácticas exitosas. Actualmente, el costo de arriendo de tierras con destino actividades forestales es entre USD 38 y 50 por hectárea.

En función a la situación actual, es de primordial importancia enfocar en el desarrollo de las plantaciones, aprovechando los recursos puestos a disposición por parte del Estado (PRO-ARBOL Plantaciones) y asimismo, mediante la creación de las condiciones adecuadas para la atracción de capitales privados al sector.

**Tabla 4: Requerimientos de madera para la planta de MDF**

Producción MDF: 230 000 m <sup>3</sup> /a			2010	2011	2012	2013
Secuencia de inicio			55 %	83 %	94 %	100 %
	m <sup>3</sup> /a		126 500	190 900	216 200	230 000
Eucalipto 75 %	m <sup>3</sup> /Dt	1,5*	142 313	214 763	243 225	258 750
Melina, 25 %	m <sup>3</sup> /Dt	1,75*	55 344	83 519	94 588	100 625
<b>Total/a</b>			197 656	298 281	337 813	359 375
<b>Promedio</b>	m <sup>3</sup> /ADt		<b>1,56</b>	<b>1,56</b>	<b>1,56</b>	<b>1,56</b>

\* Relación consumo de madera / volumen de producción

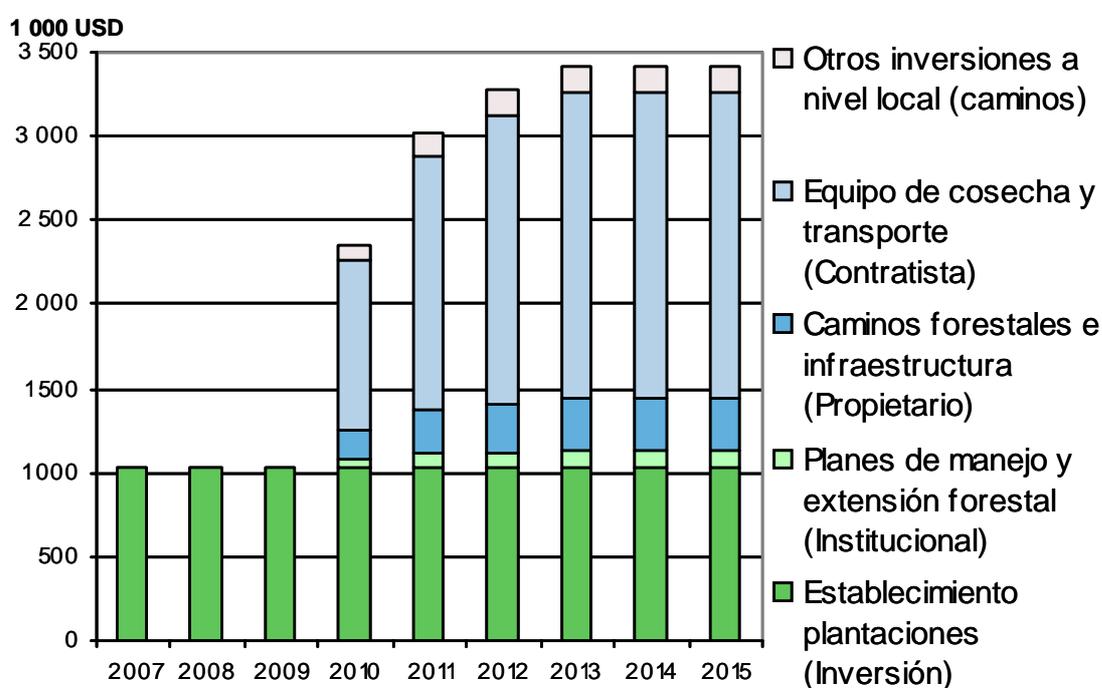
La mezcla de madera utilizada como materia prima da una relación promedio de 1,6 metros cúbicos de tableros MDF por tonelada seca de materia prima.

#### 4.4 Requerimientos de inversión en incremento forestal

Para el cálculo de los montos de inversión se emplearon costos de operaciones forestales basados en precios promedio en vigor durante el año 2006. Simulando la optimización, se realizaron ajustes en base a experiencias regionales.

En el modelo de cálculos para las plantaciones forestales, se analizan los costos de (i) Establecimiento, (ii) Costo general de mantenimiento, (iii) Cosecha y transporte, (iv) Administrativos y otros.

Hasta la puesta en marcha de la planta, las inversiones corresponden únicamente a establecimiento y mantenimiento de plantaciones, con un promedio anual de USD 1,04 millones.



**Figura 9: Inversiones en plantaciones y cosecha forestal**

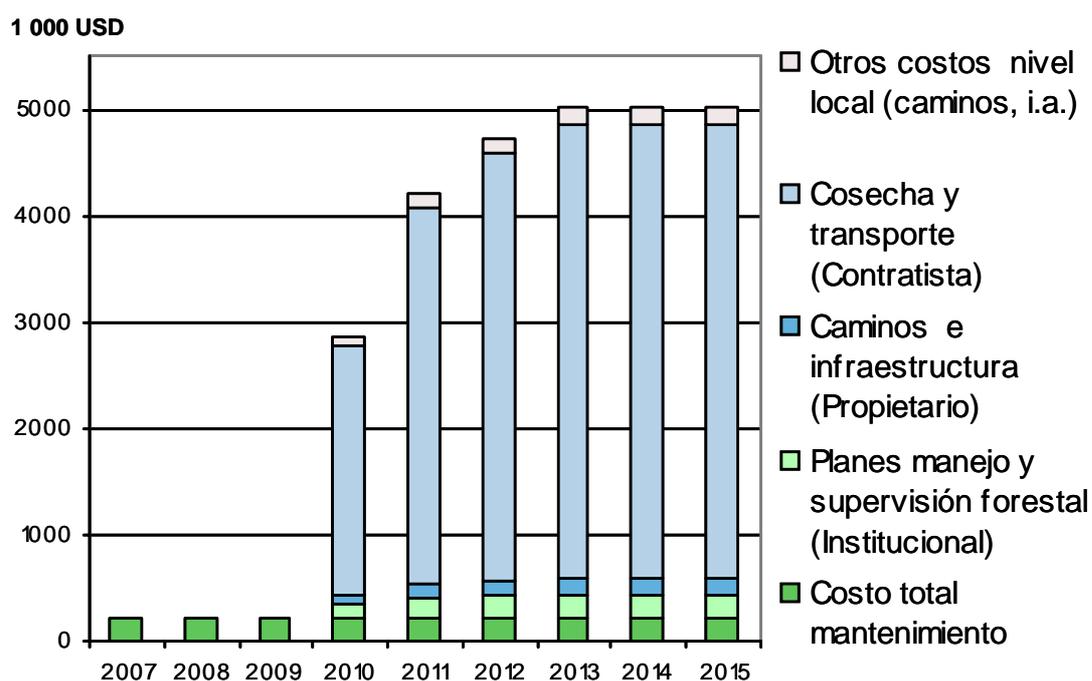
A partir del año 2010, i.e. con el inicio de las operaciones de la planta, se incrementan las inversiones requeridas en otros sectores, vinculados a las operaciones de cosecha y transporte de la madera.

La fuente de las inversiones varía según su naturaleza. Las inversiones en planes de manejo y extensión forestal son inversiones a cargo de las instituciones públicas (PRO-ARBOL). A nivel público local/comunal le corresponden asimismo otras inversiones con el propósito de crear las condiciones adecuadas. Al sector privado, le corresponde directamente las inversiones referentes a caminos forestales e infraestructura básica, mientras que las inversiones en equipos de cosecha y transporte corresponden a privados que venden sus servicios a los productores forestales (contratistas).

El programa PRO-ARBOL Plantaciones tiene como objetivo apoyar el desarrollo de plantaciones forestales comerciales, otorgando incentivos directos en forma de reembolsos en efectivo, reintegrando, en promedio, el 65 % de los costos unitarios de establecimiento y mantenimiento inicial (7 años) de proyectos de plantaciones forestales comerciales (hasta el 90 % de las inversiones que realicen los beneficiarios).

**Tabla 5: Estimación del monto de incentivos por parte de PRO-ARBOL Plantaciones**

en USD	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Incentivos para plantaciones	673 342	673 342	673 342	673 342	673 342	673 342	673 342	673 342
Incentivos para mantenimiento	-	149 130	149 130	149 130	149 130	149 130	149 130	149 130
Total ingreso por incentivos	673 342	822 472	822 472	822 472	822 472	822 472	822 472	822 472



**Figura 10: Flujo de costos para movilización de volúmenes**

En concepto de costos operativos para movilizar los volúmenes de madera requeridos, el mayor ítem de costos viene representado por las operaciones de cosecha y transporte. Estas operaciones vienen ejecutadas por prestadores de servicios.

Es de primordial importancia la participación de incentivos estatales mediante PRO-ARBOL Plantaciones, para el establecimiento de plantaciones forestales. Asimismo, es importante la estrecha cooperación entre la CONAFOR (en sus distintos niveles) y los emprendedores forestales.

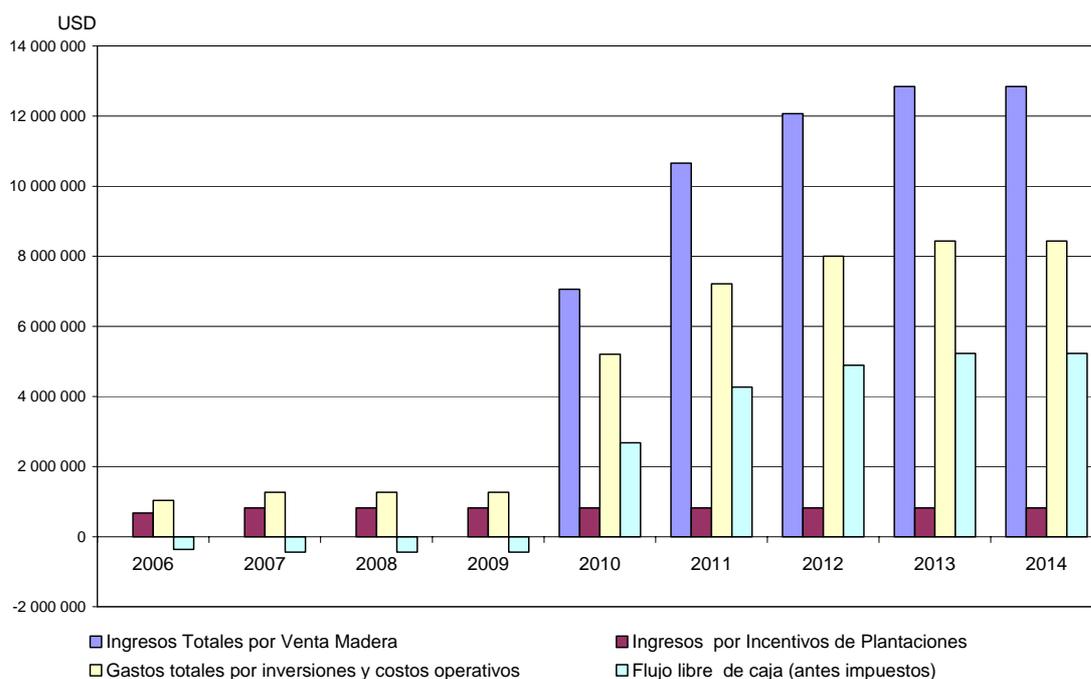
Los resultados del plan muestran una tasa de sobrevivencia superior al 90 %; sin embargo, el cumplimiento de las metas del plan es bajo, con un establecimiento de las plantaciones programadas del 40 % aproximadamente.

**Tabla 6: Resumen del flujo de costos e inversiones forestales anuales a capacidad plena**

Flujo de Inversiones Anuales	USD	Flujo de Costos Operativos Anuales	USD
Establecimiento plantaciones (Inversión)	1 035 911	Costo total mantenimiento	229 430
Planes de manejo y extensión forestal (Institucional)	92 273	Planes manejo y supervisión forestal (Institucional)	215 303
Caminos forestales e infraestructura (Propietario)	307 575	Caminos e infraestructura (Propietario)	153 788
Equipo de cosecha y transporte (Contratista)	1 826 997	Cosecha y transporte (Contratista)	4 262 993
Otros inversiones a nivel local (Caminos)	153 788	Otros costos nivel local (Caminos, i.a.)	153 788
<b>Total Inversión Anual</b>	<b>3 416 544</b>	<b>Total Costos Operativos</b>	<b>5 015 301</b>

#### 4.5 Previsión de flujo de caja en plantaciones y producción maderera

Hasta el inicio de producción de la planta, el flujo de caja de la producción de materia prima es negativo, el cual se revierte con el inicio de la venta de madera. En promedio, el flujo de caja negativo totaliza USD 423 000. Los incentivos estatales responden por el 65 % de los costos iniciales de inversión y mantenimiento de las plantaciones.


**Figura 11: Previsión de flujo de caja de operaciones forestales**

A partir del primer año de cosecha de la madera, el flujo de caja de la forestación primaria se balancea positivamente.

La TIR calculada para las operaciones de suministro de materia prima forestal es del 19 %, para el cálculo se considera un costo del capital del 10 %.

#### 4.6 **Conceptos básicos para asegurar el suministro de madera a la industria**

El flujo potencial de madera para la planta de MDF, está en línea con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en la zona; sin embargo, dadas las dimensiones de la planta, el flujo de madera sería principalmente de Tabasco.

Actualmente, no existe la masa crítica forestal necesaria para la provisión de materia prima a la planta de MDF, dado que gran parte de la madera producida tiene su nicho de mercado. La producción de los 230 000 m<sup>3</sup> necesarios depende en gran medida de la implementación de las plantaciones forestales aprobadas por el PRO-ARBOL Plantaciones y planificando estratégicamente la ubicación de las plantaciones para minimizar los costos de la logística y optimizar las operaciones forestales.

El plan mejorado de plantaciones asimismo considera la optimización de la producción integrando a productores grandes, como así también productores pequeños (incluyendo ejidos y comunidades). En lo que respecta a la producción de eucalipto los bloques/productores grandes totalizan el 72 % de las plantaciones.

Los **contratos de arriendo o aparcería** constituyen una de las metodologías mas aplicadas para la adquisición de tierras para dedicarlas a la forestación. Esto es debido a la legislación que regula la tenencia de la tierra vigente en México. La “Ley Agraria” define diferentes figuras asociativas, mediante las cuales se puede agrupar los propietarios de tierra para el establecimiento de plantaciones forestales. El límite de pequeña propiedad forestal es de 800 has. Las sociedades mercantiles dedicadas a la silvicultura pueden juntar hasta 20 000 has y deben tener por lo menos 25 socios.

Similarmente, es importante reducir los impactos de la fragmentación de las futuras plantaciones forestales. Mediante la formación de consorcios o agrupaciones de propietarios forestales, es posible crear sinergias a través de la planificación conjunta de las operaciones forestales y transferencia de lecciones aprendidas, lo que en la práctica se traduce en una importante reducción de costos, particularmente vinculados a las operaciones forestales (i.a. plantación, manejo, cosecha y transporte). Dicho modo de trabajo, ha sido ya probado en otras regiones forestales de América Latina, donde predominan numerosos propietarios forestales PyME. Las diferentes propiedades, vienen consideradas como un “bloque forestal”.

#### 4.7 **Operaciones forestales**

En la siguiente sección, se revisan las operaciones forestales requeridas para asegurar un suministro de madera constante y a largo plazo para la planta prevista, repasando los métodos actuales empleados y eventuales cambios propuestos.

El éxito de las plantaciones forestales, ya sean establecidas por un pequeño propietario o una gran empresa, está sujeto a la justa decisión inicial en cuanto a los objetivos planteados y la adecuada planificación. Existen además, ciertos aspectos que debe considerar un productor al momento de forestar. Entre los más relevantes aparecen la selección del sitio y la especie/variedad más adecuada a las condiciones de clima y suelo, la habilitación y preparación del terreno, las labores y cuidados culturales antes y después de la plantación, la calidad de las plantas y la época y técnica de plantación, i.a.

#### 4.7.1 Establecimiento y mantenimiento de las plantaciones

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado el sitio de plantación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la calidad del bosque a futuro.

#### Habilitación de terreno

El objetivo de esta etapa es obtener un terreno limpio para que las plantas puedan establecerse y crecer adecuadamente, además de facilitar las labores de plantación.

##### 1. Limpieza del terreno

La actividad de limpieza es necesario llevar a cabo cuando existe una cubierta vegetal arbórea, arbustiva o de malezas que puede afectar el futuro desarrollo de la plantación y que, además, pudiera dificultar el trabajo de la plantación. La limpieza puede ser:

(i) Manual: Se realiza mediante el uso de herramientas manuales o con máquinas menores, principalmente en terrenos de pendientes fuertes o cuando la vegetación presente es poco densa y no implica problemas de competencia.

(ii) Mecanizado:

- excavadora con oruga, que realiza un trabajo de remoción de la vegetación con el tridente, y puede a la vez ordenar los desechos en fajas.
- tractor picador o mulcher. Es una máquina trituradora que permite la fragmentación de todo el material existente y tiene la ventaja de optimizar el manejo de desechos, ya que deja estos prácticamente incorporados al suelo.
- bulldozer, al igual que la excavadora realiza un trabajo de remoción de la vegetación, a través del impacto.

El uso de uno u otro tipo de sistema depende de la topografía del lugar y del costo asociado a cada uno de ellos. El uso de estas máquinas tiene como restricciones la pendiente del terreno y la fragilidad del suelo.

##### 2. Preparación del suelo

El objetivo de esta actividad es dejar el suelo en condiciones tales que permita una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse con facilidad, y promover el desarrollo de un mejor sostén de la planta y permitir un mayor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el perfil. Favorece a su vez, un mejor control de malezas y operaciones de mantenimiento de las plantaciones.

**Preparación mecanizada:** Se realiza una remoción del suelo con la ayuda de maquinaria pesada, la que presenta, sin embargo, ciertas limitantes como la pendiente, la vegetación presente indeseable y los obstáculos naturales del terreno. Se puede realizar subsolado o arado de disco. Este tratamiento debe realizarse antes del período de lluvias, ya que el efecto de remoción de suelo sería mínimo e incluso perjudicial para las raíces si se efectúa en época de lluvias.

**Preparación manual o con animales:** Cuando las condiciones del terreno no permiten la preparación mecánica se usan animales, y, en terrenos de elevada pendiente, directamente la preparación manual de las casillas de plantación. Cuando la plantación

se establece en terrenos con pendiente, es importante realizar la preparación de suelo siguiendo las curvas de nivel, para favorecer la captación de aguas lluvias, optimizar el uso del agua y disminuir los procesos erosivos provocados por la escorrentía.

### 3. Control preplantación de malezas

El control preplantación de malezas hace posible eliminar todo tipo de vegetación herbácea o arbustiva que pueda competir con la especie que se está plantando. Además, es el tratamiento más simple e importante en el establecimiento de especies, especialmente en aquellas de rápido crecimiento afectando la sobrevivencia y crecimiento en altura y diámetro de las plantas. Los tipos de malezas existentes, dependerán del tipo de uso que haya tenido el sitio previamente a la plantación. El control de malezas puede realizarse en forma mecánica, manual o química.

- **Control mecanizado:** Este se puede realizar a través del despeje que se efectúa con subsolado, arado y cincelado y rastraje.
- **Control manual:** A través de mano de obra, con herramientas manuales o máquinas. Aunque el control tiene efecto directo sobre las malezas ya instaladas y de hoja visible, no impide la reaparición de éstas. Puede ser una alternativa válida para plantaciones en pequeñas propiedades.
- **Control químico:** Es el método más usado y se puede realizar a través de alternativas aéreas, terrestres con equipos de uso agrícola y con bombas de espalda (mochilas) en situaciones de mayor pendiente y superficies reducidas. La época de aplicación dependerá de la época de plantación y de la germinación o aparición de malezas, dependiendo a su vez de la actividad fisiológica de estas.

## Establecimiento de las plantaciones

### Vivero

Es importante el desarrollo de las tecnologías empleadas en los viveros, como así también la calidad del material genético.

Hace falta el desarrollo de programas de mejora genética de las especies empleadas, incluyendo la propagación vegetativa.

Existen en América Latina buenos ejemplos de desarrollo, como por ejemplo, el caso de Brasil y Uruguay.

Los programas de desarrollo de la calidad genética empleada en México, podrían ser basados en algunos establecimientos y viveros ya existentes en la zona de la Cuenca Forestal SSE, los cuales presentan ya una infraestructura adecuada para tal fin.

## Selección de plantas

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado el sitio de plantación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la calidad del bosque a futuro. En la actualidad la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales (speedling) que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación, tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Para asegurar el buen éxito de la plantación asimismo se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas. En este sentido, los viveros ubicados en el mismo predio permiten el traslado directo de plantas a la faena, sin efectuar labores previas de embalaje y barbecho que ocasionan normalmente daños mecánicos y fisiológicos. Asimismo, en los viveros centralizados igualmente se puede minimizar la manipulación usando cajas especiales que sirven simultáneamente como medios de transporte y en algunos casos como bandeja de plantación.

## Plantación

Es importante realizar esta actividad en la forma y época adecuada. Una correcta selección de plantas, época adecuada de establecimiento y cuidados posteriores aseguran el éxito de la plantación.

Para lograr un buen prendimiento y desarrollo posterior de las plantas es necesario realizar la plantación en la época adecuada considerando las condiciones edafoclimáticas del lugar y los requerimientos de la especie/variedad. El suelo debe encontrarse húmedo/friable, y además deben existir expectativas razonables de precipitaciones posteriores a la plantación. La plantación no debe realizarse durante un período de tiempo seco, ya que de así se evita el posterior marchitamiento de las plantas.

La densidad de plantación recomendada para plantaciones de eucalipto para celulosa corresponde a 1 350 plantas por ha, en retículas de 2.5X3.0 metros.

Estas pueden realizarse en forma mecanizada y manual.

- **Plantación mecanizada:** Se realiza en aquellos terrenos planos o de pendientes moderadas que anteriormente se utilizaban en la actividad agrícola o ganadera. En estos suelos se efectúa un subsolado previo o simultáneamente con la plantación, dependiendo del tipo de maquinaria utilizada. Este método tiene como limitante la pendiente y, por otra parte, el difícil acceso a la maquinaria necesaria.
- **Plantación manual:** No tiene restricción de pendiente.

## Fertilización

En el establecimiento de *Eucalyptus* sp., el problema de nutrición es un aspecto muy importante a considerar que puede ser alterado mediante la fertilización. Los beneficios que una adecuada fertilización puede generar son muchos al agregar los nutrientes faltantes, debido a que estimula el desarrollo de las raíces, permite a la planta una mayor ocupación del suelo, aprovechando en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles. Así se logra una mayor supervivencia, un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, lo cual disminuye o elimina la competencia, obteniéndose un rodal más

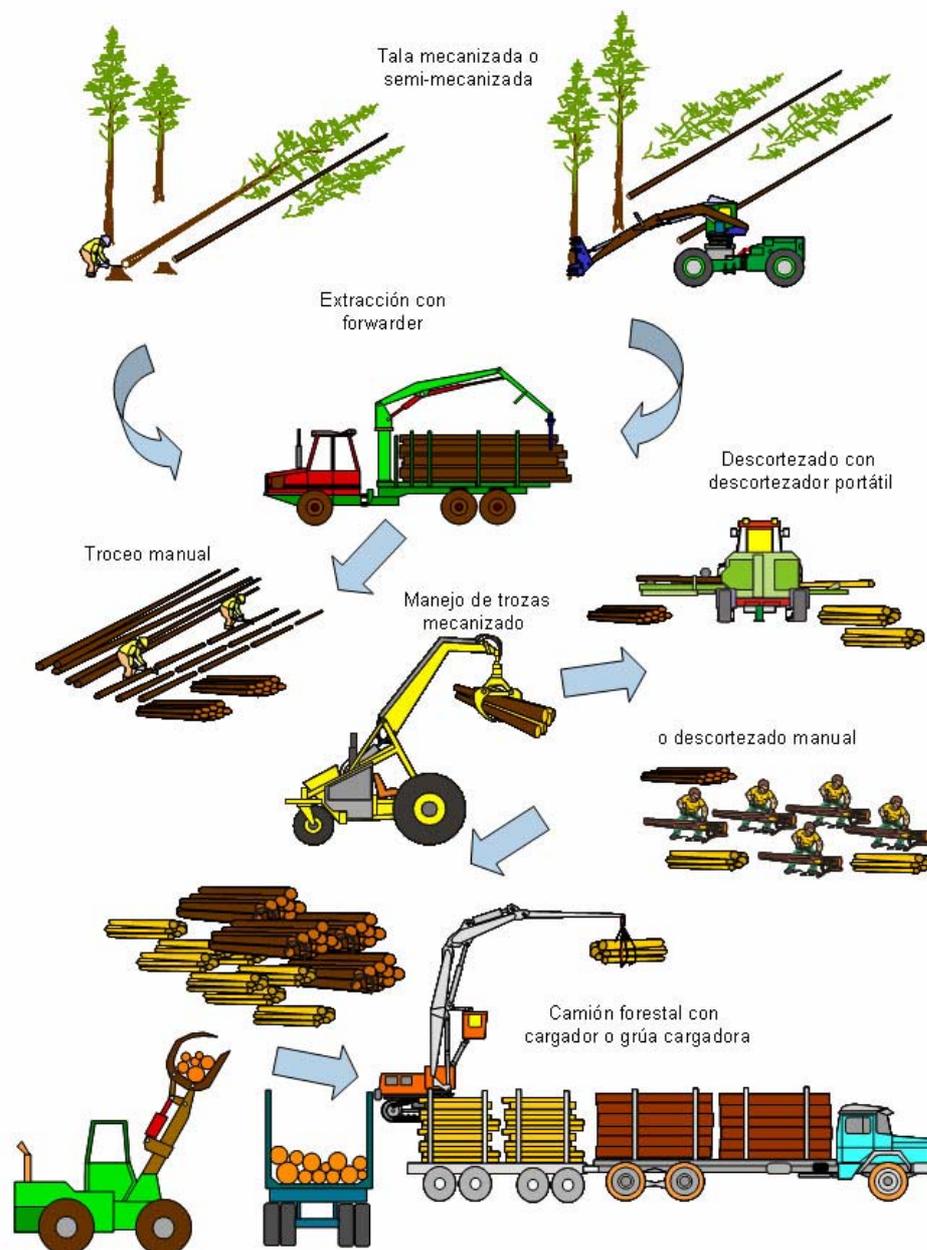
uniforme y mayor rendimiento al momento de la cosecha. Es necesario realizar un análisis del suelo a fin de conocer los requerimientos nutricionales.

**4.7.2 Operaciones de cosecha**

Las especies de las plantaciones planificadas en la Cuenca Forestal SSE con la finalidad de producir la materia prima para la planta serán principalmente *Eucalyptus urograndis* y *Gmelina arborea*. Las operaciones de manejo y cosecha forestal, a fin de suministrar sosteniblemente la materia prima, serán desarrolladas en etapas.

**Cosecha y transporte**

**Sistemas de cosecha recomendados**



**Figura 12: Sistema de cosecha semi-mecanizado**

### Tala – Método longitudinal (con forwarder hasta el borde del camino)

Tala, desramado y corte del ápice será hecho con motosierra. Actualmente, existe ya en la zona de la Cuenca Forestal SSE máquinas cosechadoras simples montadas sobre tractores y de doble función (tipo “feller buncher”), y también cabezales de corta colocados en punta de grúa. El proceso de mecanización de la cosecha se aumentará a medida que la superficie forestal necesaria en la región incrementa.

El descortezado se hará a mano, o con descortezador portátil al borde del camino, no en el sitio de corta.

### Extracción, troceo y descortezado: Método longitudinal

Los troncos serán extraídos del monte con forwarder, donde serán troceados con motosierra. Las trozas serán apiladas para ser cargadas en camión. NB: La planta de MDF usa corteza para la generación de energía. Se requiere organización de la cosecha, con el fin de satisfacer la demanda de la planta por corteza.

### Carga y transporte

Las trozas serán cargadas con cargador en grúa o en escavadora.

El transporte desde el borde del camino hasta la planta será mediante camiones forestales cargados a lo largo, con trozas de 3-6 metros de longitud. Estos semi-remolques tienen una capacidad de 40-50 m<sup>3</sup> por carga.

#### 4.7.3 Mano de obra

Se estima la creación de 345 puestos de trabajo en cosecha y transporte de la materia prima para la planta.

#### 4.8 Costos de madera puesto en planta y competitividad

Inversiones y costos operativos por hectárea en plantaciones forestales por clase de plantación:

Costos establecimiento y mantenimiento de plantaciones USD / ha										
Establecimiento		Mantenimiento								
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Planificación	12									
Caminos	123									
Plantas	84									
Preparación del terreno	191									
Fertilización	85									
Plantación	101									
Escarda		284								
Protección		17	17	17	17	17	17	17	17	136
Costos generales		61	61	61	61	61	61	61	61	488
Alquiler terreno		54	54	54	54	54	54	54	54	432
<b>Total</b>	<b>596</b>	<b>416</b>	<b>132</b>	<b>1 936</b>						

Los costos en la cosecha y el transporte asumen USD 24/m<sup>3</sup>, en promedio:

Los costos de la tierra en la región del proyecto dependen mucho de la ubicación, de la calidad y capacidad del suelo y del mercado y especulaciones con la propiedad de la tierra. Dentro de la Cuenca Forestal SSE varían entre USD 2 500/ha (e.g. en Veracruz occidental) hasta unos USD 250/ha en partes más alejadas (e.g. Chiapas). Por esta variabilidad tiende hacia el alquiler de la tierra a largo plazo, con precios que oscilan entre USD 35 – 55/ha/a. Para mantener la competitividad internacional, los costos de la tierra no deben superar USD 700 a 1 000/ha (para plantaciones de crecimiento rápido para fibra).

Los análisis de precios indicaron un costo típico para la plantación y el mantenimiento (para toda la rotación) de unos USD 1 936/ha. Esto resulta en un costo verdadero en pie de USD19/m<sup>3</sup>.

Comparativamente, los costos sostenidos por las empresas más competitivas de e.g. Brasil y otros países de la región son menores, debido entre otras razones a: valor de la tierra entre USD 500 – 700/ha y costo total de establecimiento entre USD 650 – 1100/ha, lo que representa USD 8/m<sup>3</sup> en pie. La razón principal del costo más bajo del establecimiento es la economía de escala, porque en ambos casos se están plantando en grandes unidades que permiten la optimización de caminos, la mecanización de la preparación de tierra, semi-mecanización de plantación y producción de las plantas en grandes viveros con la última tecnología.

**Tabla 7: Comparación internacional de costos de madera para fibra**

	México, euca	EE.UU. Sur, mezcla	Brasil, euca	Finlandia, abedul
En pie	8	19	7,9	17,3
Cosecha	10	12	9	16
Transporte	14	6	5,8	8,9
Otros / Administrativos	2	3	2,8	4,8
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>25,5</b>	<b>47</b>

#### 4.9 Desarrollo y cambios requeridos

Se pueden considerar algunas condiciones y cambios en el ambiente socio-político para facilitar la implementación del proyecto, y en particular en lo referente a la disponibilidad de materia prima forestales alternativas.

Los objetivos principales de la revisión sería (i) Facilitar y estipular la plantación forestal como un uso atractivo de la tierra, con un ingreso futuro para los propietarios (e.g. en comparación con ganadería extensiva); y (ii) Establecer la base sustentable de materia prima para productos de alto valor agregado (e.g. pulpa y papel, paneles).

Puntos recomendados para considerar:

- Dotar de personal y recursos necesarios a los encargados de la administración, para resolver las gestiones a tiempo y hacer las revisiones en campo necesarias.
- Permitir las plantaciones forestales comerciales mediante un "Aviso" en todos los casos, ya que están acotadas por normas o disposiciones específicas en todos los casos

- El Aviso debe facultar el aprovechamiento de las plantaciones al momento de la cosecha.
- Eliminar todos los trámites e informes que equiparan las plantaciones con el manejo de bosques nativos (incluso por encima de lo que establece la Ley Forestal).

Los puntos arriba indicados, so de acuerdo a los “cambios requeridos en la gestión forestal para asegurar el abastecimiento de madera” que se sugieren en el informe final de la Fase 3.

## 5 UBICACIÓN DEL PROYECTO Y LOGÍSTICA

### 5.1 Ubicación de la planta

Durante las fases preliminares de diagnóstico para la elaboración de un análisis de prefactibilidad, se identificaron dos sitios potenciales para establecimiento de la planta: Centro de Oaxaca (Oaxaca), y Chontalpa (Tabasco) – ver la figura 7 en el capítulo 3.

La tabla siguiente resume la información referente a cada sitio:

	Centro de Oaxaca, Oaxaca	Chontalpa, Tabasco
Coordenadas	N 17° 02' 59,50''	N 17° 40' 10.02''
	W 96° 43' 52,90''	W 93° 28' 24.35''
Área, ha	3-4	>50
Distancia a carretera	Cerca de la Carretera 175	Cerca de la Carretera 187
Distancia a ferrocarril	No está en función	< 2km
Distancia a línea de alta tensión	Conectada	Conectada
Distancia a ciudad grande	0 Km.	40 Km., Cárdenas
Radio de abastecimiento de madera		
Otros	Emplazamiento de una planta vieja de tableros de partículas	Área industrial

En el estudio de prefactibilidad, cada uno de los posibles sitios fue estudiado en sus diferentes aspectos a fin de encontrar la ubicación más adecuada. Seguidamente, se ilustran las fortalezas y debilidades de cada sitio potencial.

#### Comparación de los sitios

En lo referente a la disponibilidad de madera, Chontalpa presenta mayor potencial. Específicamente, en la existencia de materia prima en el futuro cercano, como así al potencial de expansión de la superficie potencial. Por su parte, Oaxaca tiene la ventaja de cierta disponibilidad de materia prima proveniente de residuos del aserrío; sin embargo, los costos de logística y organización que requeriría lo hacen menos factible (aserraderos de pequeña dimensión y muy distantes unos de otros).

La logística en general vinculada al proyecto también es más ventajosa en Chontalpa. Existen buenas condiciones para el transporte de madera y de la producción de la planta. Existe disponibilidad de los insumos químicos requeridos y adecuada disponibilidad de contratistas para la construcción. En términos generales, los requerimientos de infraestructura requeridos, la red existente de transporte y sus planes de mejoramientos son más ventajosos, desde el punto de vista del proyecto, en Tabasco.

En lo que se refiere a los recursos humanos y mano de obra calificada para el sector foresto-industrial, las condiciones de Oaxaca son más ventajosas. Esto significa que al hacer el balance de todos los factores, Tabasco deberá enfocar sus esfuerzos en mejorar la capacidad de los recursos humanos.

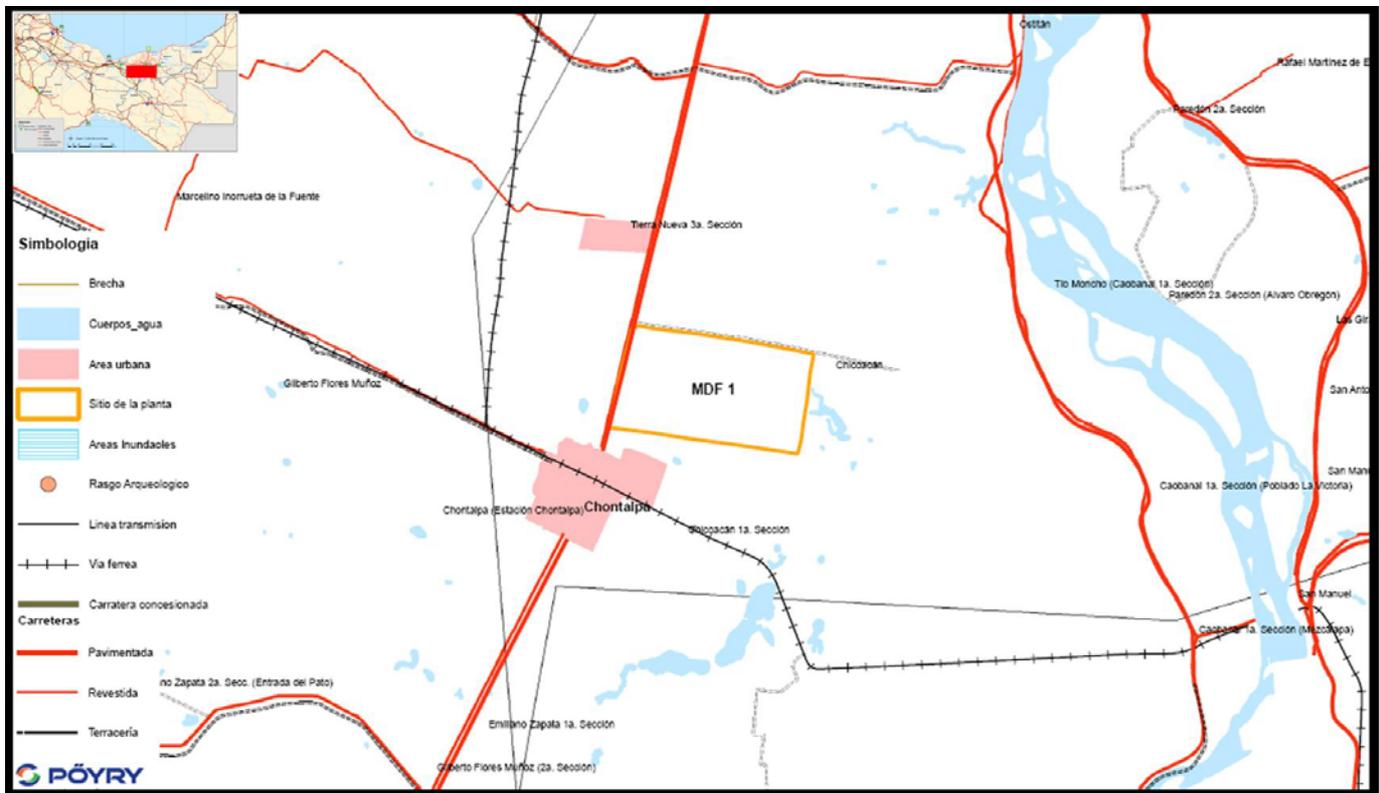
**Localización seleccionada**

El emplazamiento identificado está a una distancia aproximadamente de 1 Km. al norte del pequeño pueblo de Chontalpa. El emplazamiento está en un área industrial y es propiedad de Petromex. El sitio es actualmente usado como almacén.

El emplazamiento está rodeado por área industrial al sur (50 ha) y al oeste y norte por ranchos ganaderos. El tamaño aproximado del sitio es de unas 100 hectáreas.

Las conexiones logísticas incluyen la carretera 187 que pasa por el sitio, ferrocarril a 1,5 Km. al sur del mismo y línea de alta tensión a unos 2 Km.

El terreno del sitio es plano y el suelo es arenoso.



**Figura 13: Ubicación propuesta**

## 5.2 Infraestructura

El estado de Tabasco cuenta con una importante red de comunicaciones conectando a todo el país, por carretera, avión, vía fluvial o ferrocarril. De importancia para la planta de MDF es el potencial acceso a dos puertos marinos (Coatzacoalcos y Dos Bocas). Asimismo, se encuentra cercano a la Carretera Federal 187 (Malpaso-Huimanguillo-Cárdenas).



El puerto marítimo más cercano es Dos Bocas, a unos 100 Km. por carretera (vía Cárdenas, ubicada a 40 Km.). Originalmente el puerto ha sido usado por la industria petroquímica. Después de los proyectos recientes de desarrollo, tiene dos atracaderos multiuso, uno de 300 y el otro de 200 metros, que también son adecuados para transportar la producción como también para importar productos químicos, maquinaria, etc.

**Figura 14: Puerto de Dos Bocas**

Hay una línea de alta tensión cercana al sitio. La ciudad de Cárdenas presenta suficiente infraestructura social y constituirá una de las principales fuentes de mano de obra para la planta.

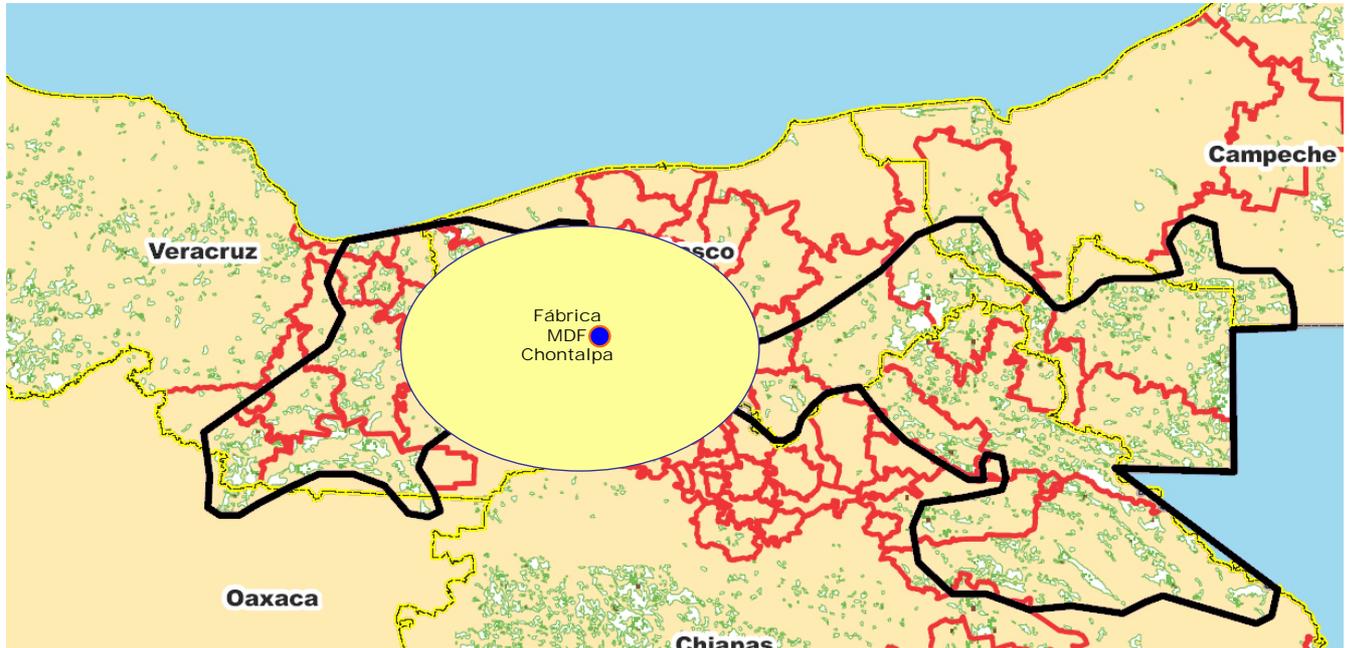
## 5.3 Logística en entrada y salida

### 5.3.1 Transporte de madera

Las condiciones imperantes en términos de costos y logística para la planta planificada (230 000 m<sup>3</sup> anuales de materia prima) favorecería el suministro principalmente de plantaciones de Tabasco.

El flujo potencial de madera para la planta está en línea con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en la zona (i.e. Cuenca Forestal SSE); sin embargo, dadas las dimensiones de la planta, el flujo de madera sería principalmente de Tabasco. Se estima que la materia prima podría provenir de un radio entre 75-100 Km. de la planta.

La red ferroviaria existente puede utilizarse al máximo posible. Sin embargo, es competitiva sólo para grandes distancias. El ferrocarril puede tener mayor importancia para el transporte de la producción de la planta.



**Figura 15: Flujo de madera para la planta de MDF**

**5.3.2 Logística de entrada**

Como ya fue mencionado, se puede transportar la madera de las plantaciones adyacentes por ferrocarril o por camión a la planta, según la distancia de transporte. El transporte ferroviario sería competitivo sobre distancias mayores de 250 Km.

La madera puede ser medida en el bosque y las medidas chequeadas al azar en la planta. Las trozas serían transportadas del parque de madera a la planta con cargadores frontales o grúas hidráulicas al descortezado y astillado.

Los insumos químicos se transportarían a la planta en camiones cisterna, para luego ser bombeados a los tanques de almacenamiento. La cola sería bombeada al mezclador donde se añadirían ciertos compuestos. La mezcla sería almacenada en contenedores diarios y bombeada al proceso de fabricación.

**5.3.3 Logística en salida**

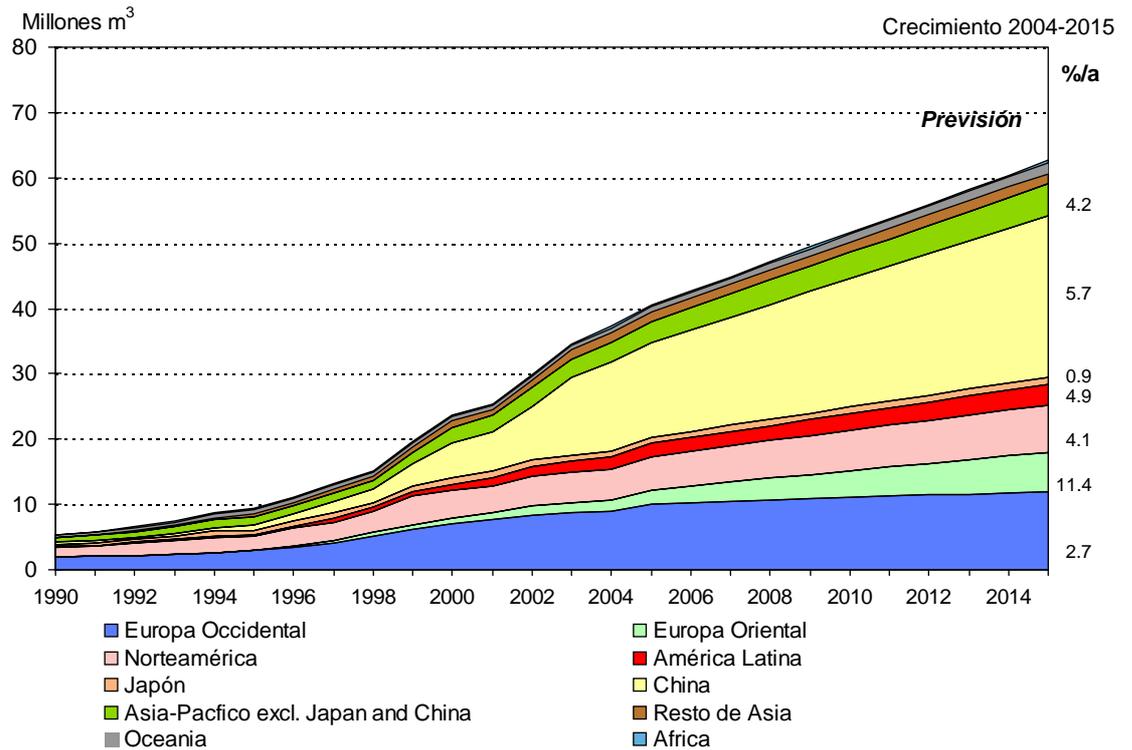
Los tableros MDF listos serían empaquetados para transporte. Los tamaños y métodos de empaque serían definidos por las normas de transporte y preferencias de los clientes.

Los paquetes de MDF se cargarían en camiones o vagones ferroviarios mediante carros elevadores de horquilla. Luego serían transportados a los distribuidores en la Ciudad de México o áreas circundantes. Los mercados locales y los mercados sin conexión por tren se podrían servir mediante camiones, empleando el ferrocarril cuando sea posible.

**6 REVISIÓN Y PERSPECTIVAS DE MERCADO**

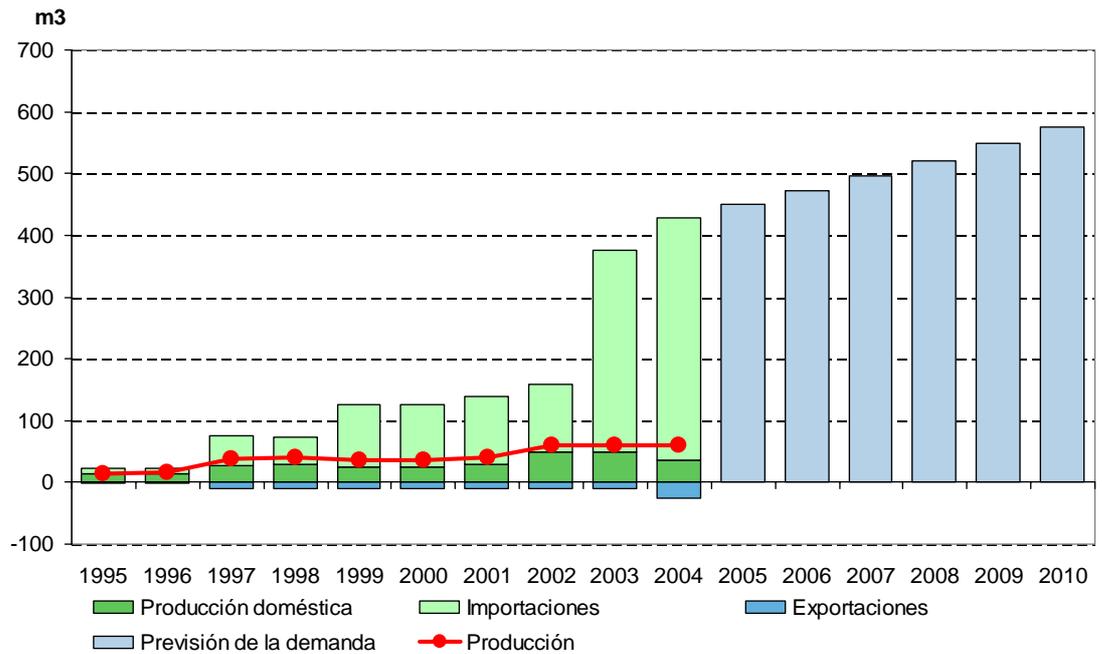
**6.1 Perspectivas de mercado**

El consumo de MDF ha incrementado bastante en los últimos años. Se estima que para 2015 el consumo de MDF en América Latina incremente en un 4,9 %/a. A nivel global, China es el que presenta mayor crecimiento anual, durante el mismo período. Asimismo, el consumo en Europa Oriental presenta una elevada tasa de crecimiento.



**Figura 16: Consumo global de MDF en 1990 - 2015**

La producción doméstica en México es insuficiente para satisfacer la creciente demanda. Se prevé un crecimiento estable de la demanda.



**Figura 17: Producción y mercado de MDF en México**

## 6.2 Mercados objetivo de MDF

El mercado principal para los paneles MDF es el doméstico. Esto se debe a la demanda creciente y asimismo, se enfoca en el reemplazo de las importaciones..

El mercado objetivo sería la industria doméstica del mueble. Se incrementaría el valor agregado de la producción con tableros enchapados con melamina.

Entre los principales factores que controlan la demanda se puede mencionar:

**Industria del mueble:** es el principal factor gestor del consumo de tableros MDF en términos absolutos, en particular, para molduras, frentes de muebles, puertas y tablero superior de mesas.

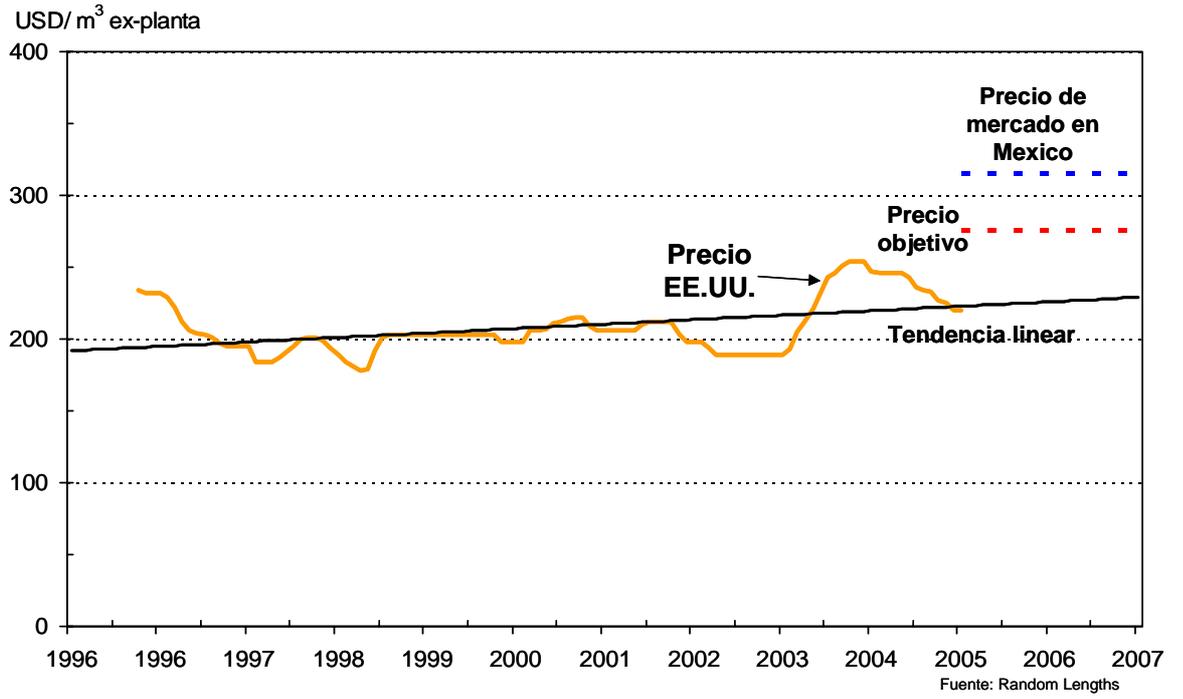
**El sector de la construcción:** recaba similar importancia que la industria del mueble, en particular para suelos laminados, molduras arquitectónicas, pisos, paneles, amoblamiento de negocios, i.a.

El uso de MDF en el sector de la construcción no está a la par del PIB (i.e. incremento en la construcción) sino independiente de la misma. Es un sector en constante crecimiento, principalmente debido a la sustitución de productos tradicionales con MDF. Es crítica la importancia de una constante innovación y usos del producto.

## 6.3 Progreso de precios y precios objetivo

Los precios de MDF han subido algo en EE.UU.

Los precios objetivo para el proyecto están basados en los precios actuales del mercado y aproximados al nivel de precios vigente en EE.UU.



**Figura 18: Evolución del precio de MDF, EE.UU. Oeste**

## 7 CONCEPTO Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

### 7.1 Concepto de la planta

La capacidad diseñada para la planta de MDF será 150 000 m<sup>3</sup>/a utilizando las bases del dimensionamiento siguiente:

Tiempo de operación disponible anualmente	330 días
Tiempo de trabajo efectivo por día	22 horas
Modo de operación	Tres turnos continuos
Capacidad por día	454 m <sup>3</sup>
Capacidad por hora	21 m <sup>3</sup>
Densidad de tablero	740 kg/m <sup>3</sup>
Espesor calculado para el tablero	16 mm
Porcentaje de producción de valor agregado	10 %

La producción verdadera sería de 135 000 m<sup>3</sup>/a. Esto se debe principalmente a dos razones:

- Parada debido a cambio de tipo de producto, espesor o ancho
- Toda la producción no es óptima para utilizar el ancho de la línea de producción

### 7.2 Descripción de procesos

#### Descortezado:

El primer proceso en planta, luego del arribo de la madera, es el descortezado. Los rollos podrían ser utilizadazos con la corteza (como podría serlo con cualquier material fibroso), pero se remueve la corteza para la optimización del producto final, disminuir el desgaste del equipo (a causa de arenillas) y permitir un drenaje del agua mas rápido durante la formación del tapete, disminuir la carga de residuos orgánicos, estabilizar los niveles de pH, y mejorar el terminado superficial, i.a. Se utiliza un descortezador a tambor.

La corteza residual viene empleada en la caldera para la generación de energía.

#### Chipeado

Aunque algunas plantas pueden ya recibir chips, por lo general el chipeado se realiza en planta. Se utiliza un chipeador de disco, que puede tener de 4 a 16 cuchillas distribuidas radialmente en un plato y el disco que gira está en disposición perpendicular a la entrada de la madera.

Seguidamente, los chips son controlados por una pantalla. En caso de haber chips sobredimensionados, son nuevamente chipeados, y en caso contrario, si son muy pequeños, vienen usados como combustible.

### **Desfibración**

Las principales características del MDF vienen del hecho que usa las células de la madera más que partículas. Existen en el mercado diferentes tipos de desfibradores, optimizados principalmente, para diferentes tipos de madera y productos finales.

El esquema presentado ilustra el Defibrator™. Este tipo de proceso incluye un precalentador y un sistema de recuperación del vapor, lo que incrementa su eficiencia en el uso de energía.

Luego de la desfibración, las fibras ingresan a elevada velocidad la línea de inyección, donde se agrega cera y resinas. La cera se utiliza para mejorar la resistencia a la humedad del producto final, y la resina es inyectada mientras las fibras están aún húmedas, dado que fibras secas formarían grumos y la consistencia del material se perdería.

La agitación de las fibras en la línea de inyección ayuda a la dispersión de la resina consistentemente. A la salida de la línea, el contenido de humedad de las fibras es del 12 %, por lo que se considera un proceso seco.

La mezcla en la línea de inyección y el uso de fibras secas son características distintivas del MDF.

### **Formación del tapete**

A fin de formar un tapete continuo y consistente, se deben resolver los siguientes problemas, i.e.: se deben mantener corrientes de aire considerables para suspender las fibras, asimismo, la suspensión fibra/aire no debe fluir lateralmente sobre el soporte horizontal, y la fibra no debe formar terrones.

### **Compresión**

El perfil de densidad del panel es crítico para alcanzar propiedades de resistencia satisfactorias. Concentrando la masa (mayor capacidad de carga) en la cara superior e inferior significa que las propiedades de inercia del tablero son maximizadas y se obtiene la máxima resistencia con un peso mínimo. Esto se obtiene mediante un aplicación inicial de mayor presión y seguidamente disminuir la intensidad de la presión.

### **Terminado**

Una vez prensados los tableros, estos son enfriados, recortados y lijados. Para permitir el curado completo de las resinas, se dejan los paneles algunos días en almacenamiento.

A los paneles se le pueden agregar un laminado o ser procesados directamente como panel sin tratar. El tablero para laminado es un tablero MDF que no requiere de acabados porque viene recubierto con melamínico decorativo, el cual está termo-fundido formando un tablero compacto de superficie homogénea con gran resistencia a la absorción y abrasión. Es recomendado para uso interior en superficies de trabajo, muebles de oficina, de cocina y decoración en general.

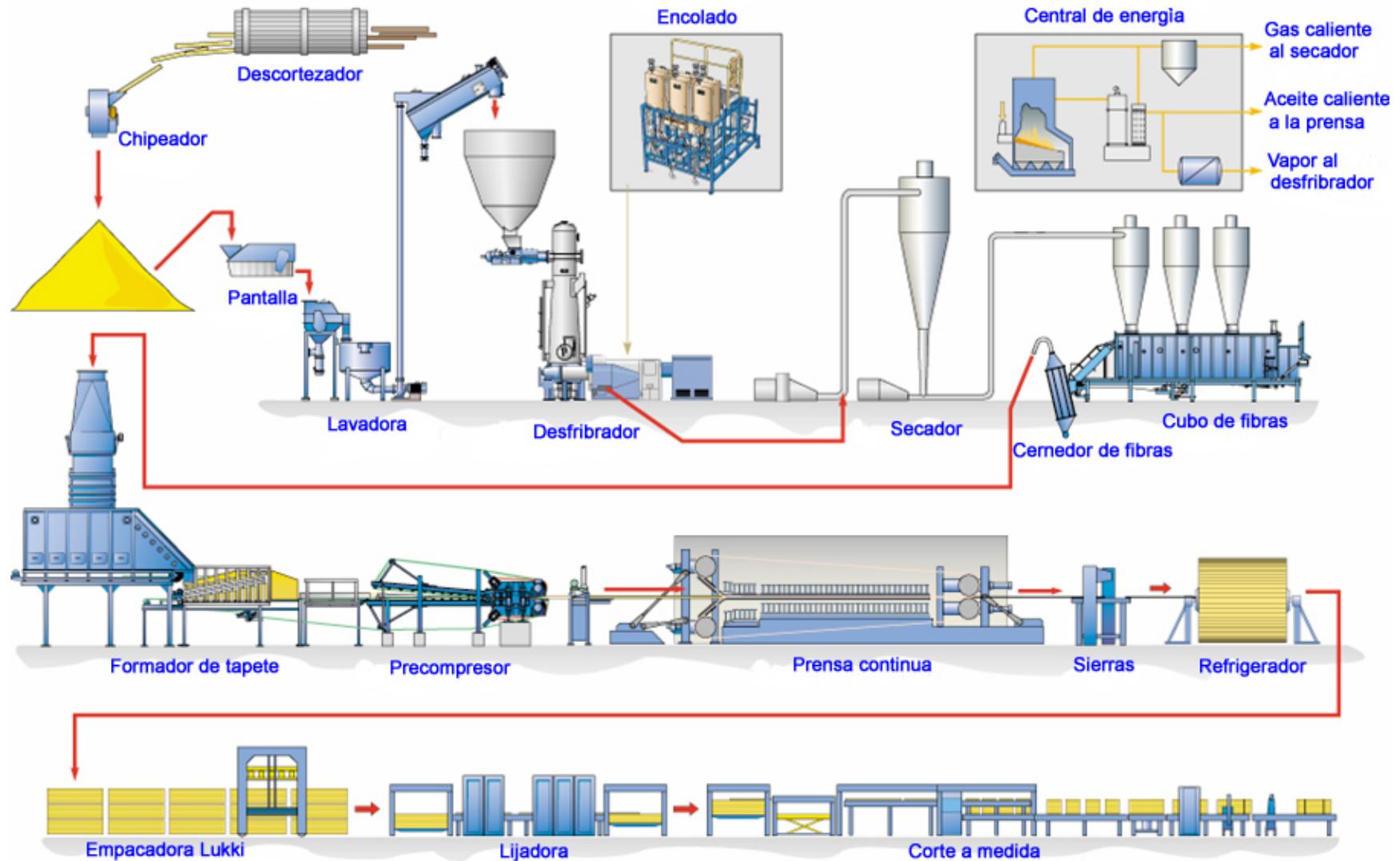
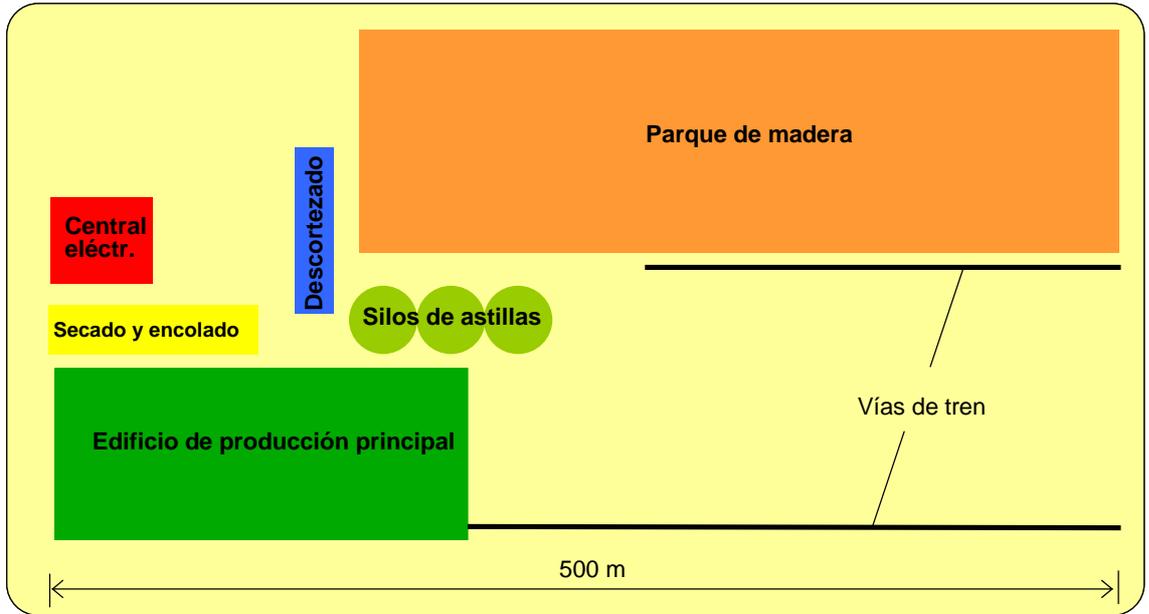


Figura 19: Proceso de producción de la planta de MDF (Fuente: Metso Panelboard)

**7.3 Diseño**

El criterio de diseño prevé la reserva de 20 has para la planta de MDF a fin de asegurar espacio suficiente para expansiones futuras. La logística y el parque de madera necesitan la mayor parte del espacio en una planta de MDF.

Para la planta diseñada se requieren 17 000 m<sup>2</sup> para los edificios (edificio de producción principal, secado, refinado, almacenes, descortezado y astillado, central eléctrica).



**Figura 20: Layout de la planta de MDF**

Asimismo, requiere un área de 30 000 m<sup>2</sup> para el parque de madera, la pila de astillas, área de almacenamiento de combustible, caminos, carga y aparcamiento de remolques y aparcamiento.

## 8 ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

### 8.1 Costos de inversión estimados

Los costos de inversión están estimados en base a:

- Los conceptos técnicos presentados
- Material de los archivos de Pöyry de proyectos similares
- El nivel de costos en 2005/2006

Los costos de inversión no incluyen los siguientes ítems:

- Costos de financiamiento, e.g. intereses durante la construcción
- El capital de trabajo
- IVA

Los costos de inversión para la planta de MDF están estimados en USD 70 millones.

Ítem de costos, USD millones	Total
Terreno, edificios y fundamentos de máquina	10
Maquinaria y equipos	45
Supervisión de la instalación, puesta en marcha y capacitación	7
Costos de proyecto	3
Contingencias (incluidas inversiones ambientales)	6
Flete	1
Conexión de tren	1
<b>Total</b>	<b>70</b>

El capital de trabajo no está incluido en el cuadro.

### 8.2 Cronograma de las inversiones

Los recursos de madera planificados permitirían la puesta en marcha de la planta de MDF en el año 2010. El período de ingeniería y construcción para una planta de MDF es de 24 meses.

La figura siguiente muestra el cronograma de las inversiones.

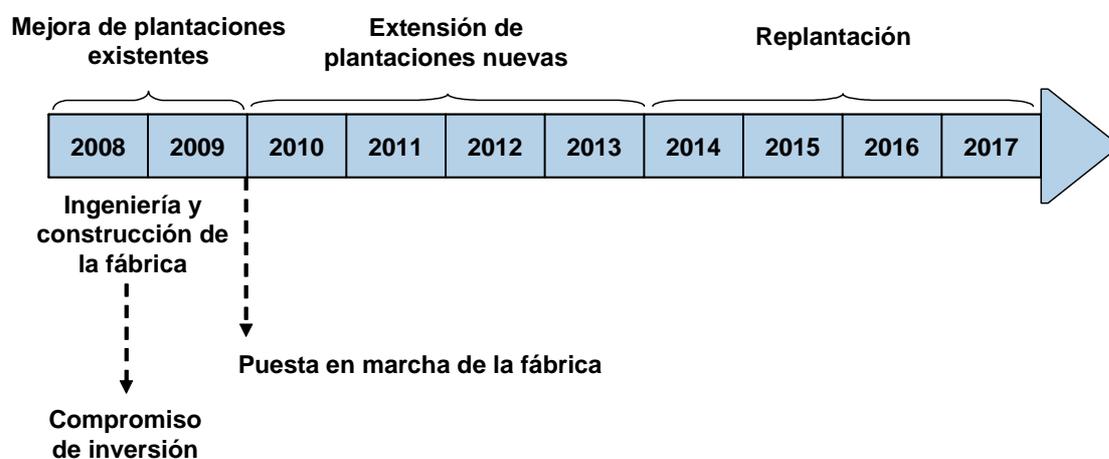


Figura 21: Cronograma de inversión

### 8.3 Costos estimados de producción

Inicialmente, los costos de producción de la planta de MDF serán de USD 189,9/m<sup>3</sup>. Posteriormente, a partir del quinto año de producción, estos bajarán a USD 158,7/m<sup>3</sup>.

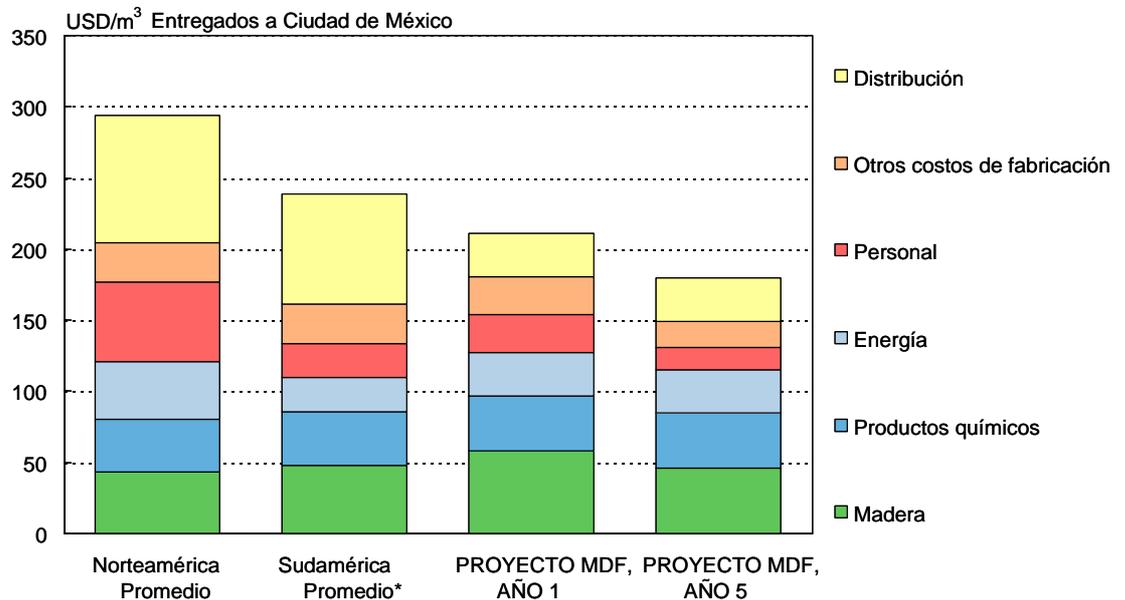
Esto se debe principalmente a la estabilización del precio de la madera como resultante de la organización del suministro de la misma y mayor productividad de las operaciones forestales. Asimismo, existe una optimización de las operaciones de producción que reduce parcialmente los costos fijos.

**Tabla 8: Costos unitarios de producción**

Ítem	Unidad	Consumo per m <sup>3</sup> de MDF	Precio unitario USD/unidad sin IVA
Materia prima de madera	m <sup>3</sup> sólidos	1,7	37
Resina (UF)	Kg. (100 % sólida)	90	0,3
Parafina	Kg.	3,3	0,7
Electricidad	kWh	350	0,044
Gas natural	GJ	2,8	6,3
Personal	Número	Total 173	6 000-24 000

### 8.4 Competitividad de costos

El proyecto de MDF es competitivo en los mercados domésticos, comparado con los productores norte- y sudamericanos en promedio.



\*Basado en el precio de eucalipto en Brasil

**Figura 22: Comparación de costos de producción**

Con la optimización de las operaciones forestales y suministro de la materia prima, resultando en reducción del precio de madera, se bajaría los costos de producción y distribución en un 15 %.

**8.5 Principios empleados para la evaluación de la rentabilidad**

La factibilidad de cada concepto de inversión se analiza proyectando su flujo de caja sobre un período de 15 años. El flujo de caja basado en dólares estadounidenses representa los términos reales, i.e. sin inflación.

Se supone una evolución fija de precios en las proyecciones de ingresos por ventas y costos de producción. Tipo de cambio aplicado es: 1 USD = 11,30 MXN.

Se mide la rentabilidad mediante la tasa interna de retorno (TIR), calculada en base al flujo de caja libre antes de impuestos y servicios de deuda. Se excluye el IVA. El capital no está dividido en capital neto y deudas.

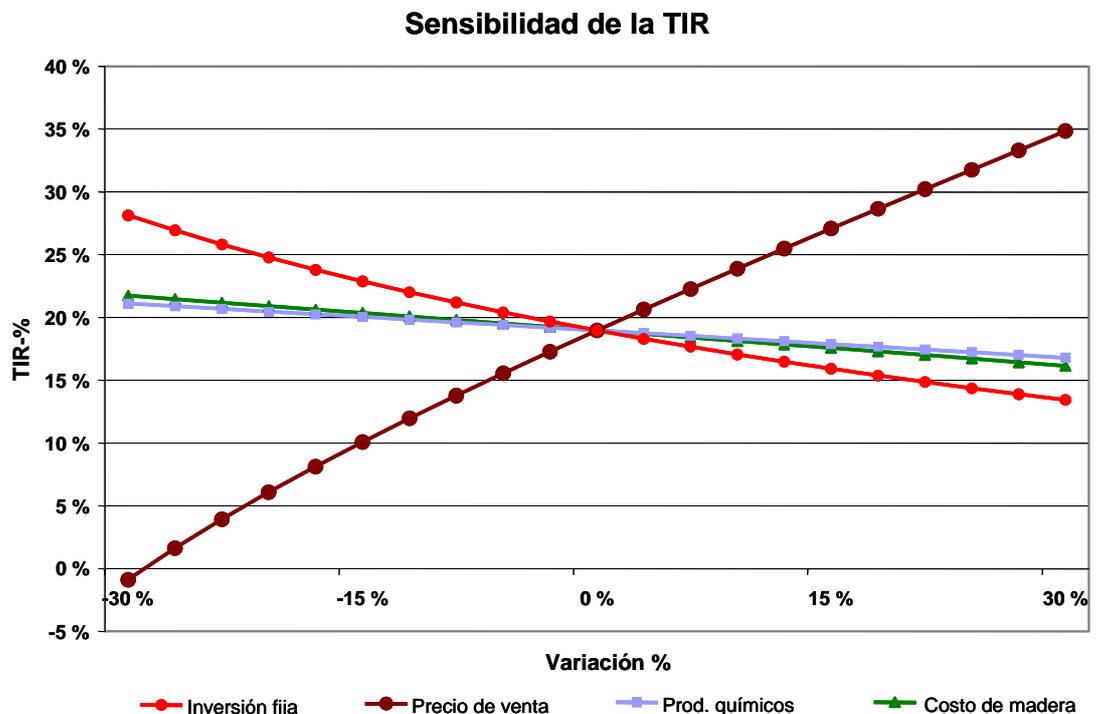
Se considera que la inversión no tenga valor residual, pero el capital de trabajo es reembolsado al final del período de cálculo.

**8.6 Evaluación de la rentabilidad y análisis de sensibilidad**

Una nueva planta de MDF generaría una TIR antes de impuestos del 19 % para un período de cálculo de 15 años. Típicamente, la vida útil de una planta de MDF es más alta, lo que también aumenta la TIR del proyecto. Sin embargo, la TIR estimada ya es buena en comparación internacional, y probablemente ya atraería también a inversionistas extranjeros.

El tiempo de reembolso para el proyecto es de siete años, siendo el margen de operación de las ventas netas del 47 %.

El proyecto de MDF es más sensible a los precios de venta de los productos finales y al costo de inversión.



**Figura 23: Análisis de la sensibilidad de la TIR**

El costo de productos químicos y el de madera tienen un impacto similar en la sensibilidad del proyecto.

### 8.7 Flujo libre de caja

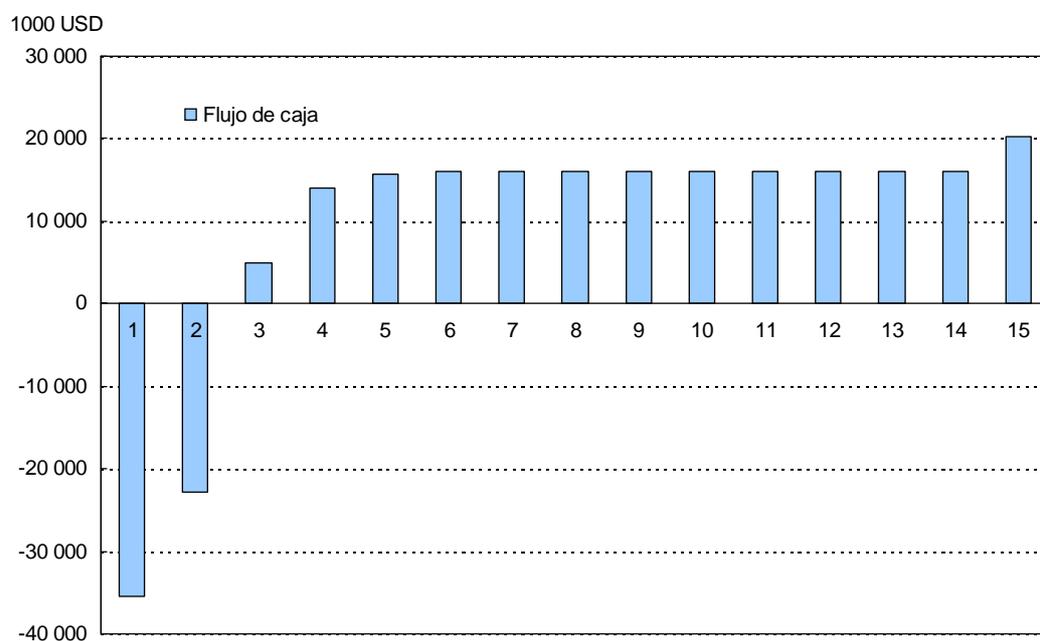


Figura 24: Flujo de caja

**Tabla 9: Flujo de caja – Planta de MDF (valores en USD 1 000)**

<i>Producción \ Período</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Tableros básicos	0	60 750	91 125	103 275	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350	109 350
Tableros revestidos	0	6 750	10 125	11 475	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150	12 150
<b>Producción total</b>	<b>0</b>	<b>67 500</b>	<b>101 250</b>	<b>114 750</b>	<b>121 500</b>										
<b>Precio neto de venta / 1000 m<sup>3</sup></b>															
Tableros básicos	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
Tableros revestidos	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
<b>Ingresos ventas - Neto</b>	<b>0</b>	<b>20 216</b>	<b>30 324</b>	<b>34 368</b>	<b>36 389</b>										
<b>Costos variables</b>															
Madera	0	3 922	5 546	5 905	5 849	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647	5 647
Químicos	0	2 595	3 892	4 411	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671	4 671
Energía comprada	0	2 062	3 093	3 505	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712	3 712
Otros costos variables	0	1 333	1 971	2 221	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346	2 346
<b>Total costos variables</b>	<b>0</b>	<b>9 911</b>	<b>14 502</b>	<b>16 043</b>	<b>16 577</b>	<b>16 375</b>									
<b>Margen de contribución</b>	<b>0</b>	<b>10 305</b>	<b>15 822</b>	<b>18 325</b>	<b>19 812</b>	<b>20 014</b>									
<b>Costos fijos</b>															
Personal	0	1 906	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806	1 806
Materiales mantenimiento	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Otros costos fijos	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
<b>Total costos fijos</b>	<b>0</b>	<b>3 006</b>	<b>2 906</b>												
<b>Costos totales producción</b>	<b>0</b>	<b>12 917</b>	<b>17 408</b>	<b>18 949</b>	<b>19 483</b>	<b>19 281</b>									
<b>Margen operativo (EBITDA)</b>	<b>0</b>	<b>7 299</b>	<b>12 916</b>	<b>15 419</b>	<b>16 906</b>	<b>17 108</b>									
% de ventas netas		36 %	43 %	45 %	46 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %
<b>Inversiones</b>															
Inversiones nuevas	35 500	27 600	6 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversiones de reemplazo	0	0	0	1 031	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092	1 092
Cambio en capital de trabajo	0	2 548	1 075	407	185	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	-4 200
<b>Total inversión de capital</b>	<b>35 500</b>	<b>30 148</b>	<b>7 975</b>	<b>1 438</b>	<b>1 277</b>	<b>1 076</b>	<b>1 092</b>	<b>-3 108</b>							
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-35 500</b>	<b>-22 849</b>	<b>4 941</b>	<b>13 980</b>	<b>15 629</b>	<b>16 032</b>	<b>16 016</b>	<b>20 216</b>							
Flujo de caja acumulado	-35 500	-58 349	-53 408	-39 427	-23 798	-7 766	8 250	24 266	40 282	56 298	72 315	88 331	104 347	120 363	140 579
<b>Tasa interna de retorno</b>															<b>19 %</b>

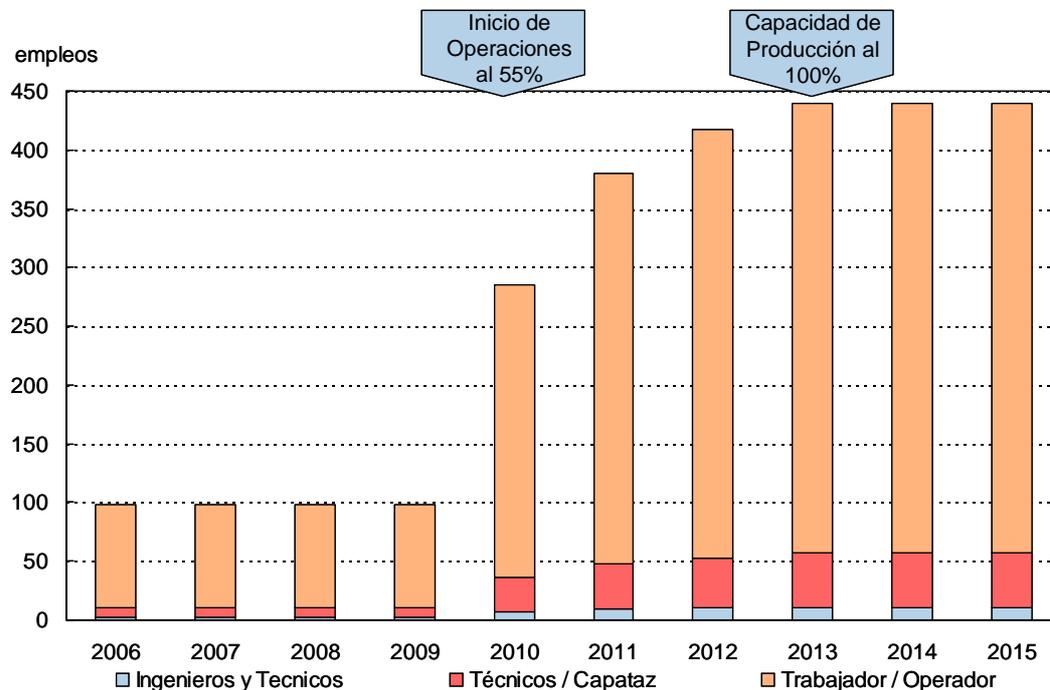
## 9 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

### 9.1 Empleo directo

La mayor parte del personal requerido en la planta pertenece al personal de producción. Este grupo de mano de obra requiere buena capacitación específica al funcionamiento de la planta.

Planta nueva de 150 000 m <sup>3</sup> de MDF		Turnos	Personas
Administración 31	Director de planta	1	1
	Otros directores y funcionarios	1	5
	Secretarías y contables	1	12
	Director de producción expatriado (12 meses)	1	1
	Comercialización	1	12
Personal de producción 105	Director local de producción	1	1
	Capataces y asistentes	3	8
	Trabajadores de proceso	3	56
	Almacenamiento	3	16
	Otros	3	24
Personal de mantenimiento 37	Mantenimiento de turno	3	16
	Taller	1	13
	Guardias	3	8
<b>PERSONAL TOTAL</b>			<b>173</b>

### 9.2 Trabajo indirecto



**Figura 25: Mano de obra forestal vinculada a la planta de MDF**

El trabajo indirecto creado por la planta de MDF es prácticamente el trabajo en el sector forestal. Del total de puestos de trabajo creados, se estiman 345 puestos en la cosecha y transporte de la madera, mientras que para las operaciones de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones se estiman aproximadamente 100 empleos.

### **9.3           Requerimiento de capacitación**

En lo que se refiere a la calidad y nivel de mano de obra requerida, se debe prestar debida atención al reclutamiento de gente calificada, puesto que el proceso es demandante desde el punto de vista técnico, sobre todo en lo referente a las cuestiones electrónicas. Del personal de producción, el 65 % requiere educación/capacitación especializada.

También es sumamente importante asegurar una capacitación adecuada de los operadores principales de la maquinaria.

## 10 IMPACTO SOCIOECONÓMICO

### **Principales implicaciones socioeconómicas de la planta**

Una nueva planta de MDF tendría un impacto grande sobre las industrias forestales y de transporte locales, y crearía oportunidades para nuevas industrias.

El proyecto de MDF traería una inversión de 70 millones de USD al estado de Tabasco y un adicional de 13 millones de USD al sector forestal. La creación de valor agregado anual del proyecto es de USD 20 millones.

La venta neta anual de la producción de la planta de MDF será de USD 36,4 millones, reemplazando el 23 % de las importaciones actuales de tableros de fibras en la Cuenca SSE.

El sistema ferroviario regional se beneficiaría de la inversión, tanto en términos de madera como en transporte de MDF. La red ferroviaria sería mejor utilizada y una expansión futura sería también justificada.

### **El Sector Forestal**

La planta representa un impacto positivo al sector a nivel local y regional principalmente. Dada su escala, el impacto a nivel nacional no es de elevado impacto en términos de recursos forestales. La importancia que tomara el sector a nivel regional, fomentará la organización, el desarrollo tecnológico, y sobre todo, un uso económicamente sustentable y productivo de los recursos madereros.

En referencia al mercado de la madera rolliza, la entrada en funcionamiento de la planta creará mejores condiciones de mercado local. El menor costo en logística en la comercialización de la madera representará beneficios para el productor de materia prima.

La puesta en marcha de la planta no requiere el establecimiento de vastas extensiones de plantaciones forestales. La materia prima suficiente se consigue con una mejor planificación y organización del programa de plantaciones actual.

### **Población**

El mayor impacto del funcionamiento de la planta es la creación de empleo que ésta origina. El efecto del mayor ingreso a la población se verificará a nivel local.

Los nuevos puestos de trabajo creados se agrupan principalmente en dos categorías: (i) empleados directamente en la planta, (ii) puestos de trabajo indirectos.

La producción de MDF in Tabasco genera en total aproximadamente 620 empleos, de los cuales el 70 % son indirectos. La planta de MDF emplearía directamente a 173 personas, siendo, sin embargo, el efecto indirecto del proyecto mucho mayor. Tendría un impacto significativo sobre los sectores forestales y de transporte. En el sector forestal primario, se crearían 100 puestos en establecimiento y mantenimiento de plantaciones y 340 para las operaciones de cosecha y transporte.

### **Cuentas Nacionales**

En las cuentas nacionales, el mayor impacto de la planta se verá reflejado en un incremento en el PIB forestal y balanza comercial del sector a nivel regional (principalmente Tabasco).

La producción anual del proyecto de MDF a plena producción sería de 36,5 millones de USD, lo que incrementaría considerablemente el valor de la producción foresto-industrial en Tabasco. Actualmente el valor de la producción forestal en el Estado de Tabasco es en el orden de los USD 3 millones.

A nivel nacional, una gran parte de las importaciones actuales de MDF podría ser reemplazada con producción doméstica, y, a plazo más largo, la planta podría expandir y conseguir una parte aún mayor del mercado total.

El proyecto crearía oportunidades a nivel local para nuevas empresas de producción pequeñas y medianas, tales como talleres de muebles y carpintería. Actualmente, el abastecimiento de materia prima en Tabasco para este tipo es pobre. El valor agregado de la madera de las plantaciones locales podría por ende ser bastante alto.

## **11 IMPACTOS AMBIENTALES Y SU PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

### **11.1 Aspectos generales**

Una de las características de los tableros MDF, que en parte apoya el creciente uso de los mismos, es su bajo impacto. Actualmente, el MDF es hecho principalmente de madera de plantaciones realizadas según parámetros sostenibles y amigables con el medioambiente (en casos incluso bajo certificación).

Para el MDF se puede utilizar la madera proveniente de las podas y raléos de plantaciones, como así también, los residuos de la industria del aserrío. Estos productos normalmente serían de muy limitado valor de mercado.

#### **Insumos de producción**

El tablero MDF también se puede producir usando productos secundarios de la industria del aserrío y madera en rollo industrial con potencial limitado para otra utilización. Este hecho le concede al producto una ventaja ambiental sobre los productos de madera sólida.

El objetivo en la producción de energía térmica para el proceso es el uso del 100 % de residuos de madera, corteza, leña, etc. El consumo de calor por metro cuadrado de tablero MDF es de 4,5 GJ. El consumo de electricidad por metro cúbico de tablero MDF es de 360 kWh.

Se produce MDF usando principalmente resina de urea-formaldehído (UF). Los recursos primarios para UF son urea y metanol producido de petróleo crudo o gas natural. La resina UF es extensamente usada y sus peligros para el medio ambiente están bien controlados.

#### **Producción**

Como ya fue mencionado, el MDF es un proceso relativamente ecoamigable comparado por ejemplo con las industrias de pulpa y papel. Las emisiones al aire de la central eléctrica, secador de fibra y prensa caliente pueden controlarse fácilmente mediante la tecnología disponible actualmente.

Los efluentes del proceso contienen materiales extraídos de las astillas de madera. Las aguas residuales pueden ser tratadas de acuerdo con las normas locales ya sea en la planta o dirigidas a una planta de tratamiento externa (e.g. de la ciudad vecina).

La cantidad producida de residuos sólidos es pequeña y la mayor parte de la misma puede ser usada como combustible en la generación de calor propia, sin problemas ambientales.

### **11.2 Impactos ambientales, prevención y mitigación**

Todos los posibles impactos ambientales durante la operación de la planta, ya sean relacionados a la producción de MDF, o al la logística vinculada a la producción y comercialización del MDF pueden ser mitigados.

Las emisiones al aire de plantas modernas serán significativamente por debajo de lo permitido tanto por la legislación mexicana como por las normas internacionales (p.ej. polvo < 50 mg/m<sup>3</sup>, VOCs < 130 mgC/m<sup>3</sup>). La ubicación de la planta planificada en una zona industrial a unos 3 Km. de las áreas céntricas del pueblo es adecuada para prevenir problemas ambientales.

A continuación se presenta una matriz resumiendo los principales impactos potenciales y las medidas de prevención y mitigación de los mismos.

Impactos potenciales	Prevención y mitigación
Emisiones de polvo al aire del proceso y producción de energía	Uso de tecnologías modernas de proceso y calderas Uso de sistemas de control de la contaminación (cámaras de filtros, precipitadores electrostáticos, etc.)
Otras emisiones al aire de la producción de energía	Uso de residuos de madera para la producción de energía con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones muy pequeñas de dióxido sulfúrico</li> <li>• Emisiones relativamente bajas de óxidos de nitrógeno</li> </ul>
Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) del proceso (derivados de la madera)	Uso de sistemas de control de la contaminación del aire (recogida de todas las emisiones significativas; tratamiento de gases recogidos con incineradores térmicos regenerativos, precipitadores electrostáticos húmedos, etc.)
Emisiones VOCs derivadas del encolamiento y laminado	Selección de colas y laminados con un impacto mínimo (e.g. un mínimo de formaldehído, ) Uso de sistemas de control de la contaminación del aire (recogida de todas las emisiones significativas; tratamiento de gases recogidos con incineradores térmicos regenerativos, precipitadores electrostáticos húmedos, etc.)
Aguas residuales	Tecnología moderna de proceso que reduce al mínimo la formación de aguas residuales (las principales fuentes de aguas residuales son el lavado de astillas y el tornillo tapón) Recirculación del agua industrial donde sea posible Tratamiento de efluentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• normalmente tratamiento mecánico (quizás con la ayuda de productos químicos)</li> <li>• tratamiento biológico si es necesario</li> <li>• el volumen de las aguas residuales será relativamente bajo, según las estimaciones, siendo de 100 – 200 m<sup>3</sup>/d</li> <li>• altas concentraciones de materias orgánicas derivadas de la madera; no hay productos químicos nocivos</li> </ul>
Ruido del transporte de trozas y productos y de la maquinaria del proceso (astilladoras, ventiladores, etc.)	Ubicación de la planta a una distancia adecuada de áreas sensibles (áreas residenciales, áreas de recreación, etc.)
Corteza y otros residuos de madera	La cantidad de residuos sólidos producidos es pequeña y la mayor parte de los mismos pueden usarse como combustible en la generación térmica propia La producción de MDF puede aprovechar los residuos de madera de otras industrias de la madera
Otros residuos sólidos (e.g. lodo del tratamiento de aguas residuales)	Vertedero propio (extracción de agua del lodo antes de verterlo)

Una planta de MDF moderna usando las medidas de control ambiental mencionadas arriba y situada en un ambiente no sensible no causará impactos ambientales significativos.

También aquí los potenciales impactos negativos de la nueva industria pueden ser prevenidos totalmente mediante:

- tecnología adecuada de proceso,
- medidas de control de la emisión, y
- ubicación adecuada de la planta.

## 12 **PRÓXIMOS PASOS RECOMENDADOS**

Para inversionistas interesados en el macro proyecto presentado PFIC, se recomiendan los siguientes pasos a seguir para la implementación e inversión:

- Análisis crítico del Memorándum Informativo en relación a las propias ideas del inversionista y del concepto de negocio (tomando en cuenta el concepto general de la empresa).
- Identificación de los “puntos críticos” a profundizar y de actualización de los cálculos y costos.
- Eventualmente la realización de un “Estudio de Factibilidad” en base del concepto, Ubicación micro, cambios en mercados y precios y costos relevantes.
- Identificación de alternativas del financiamiento de la inversión (e.g. con participación de bancos de desarrollo).
- Realización de los estudios completos de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Toma de decisión vinculada a la inversión.