



**UNIVERSIDAD DE PANAMA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL, AUDITORIA Y GESTIÓN DE
PROCESOS**

TITULO:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO TRADICIONAL DE UNA
INDUSTRIA MADERERA FABRICANTE DE CONTRACHAPADO
INCORPORANDO UNA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN, AÑADIENDO
TECNOLOGÍA DE AVANZADA CON EFICIENCIA Y EFICACIA EN SU CADENA
DE VALOR”**

POR:

**CARLOS EDUARDO BARBOSA ZÚÑIGA
EC-43-10921**

**PROFESOR ASESOR:
ERNESTO BARBERENA**

PANAMÁ, 2021

DEDICATORIA

A Dios, por su inmensurable misericordia en mí vida.

A mí madre, por sus incalculables esfuerzos, por entregar parte de su vida para construir la mía, por enseñarme a vivir, por traerme hasta aquí, por inculcar en mí la nobleza, empatía y humildad.

A mí hermana Daniela, por su valentía e inteligencia para ayudarme a seguir.

A mí tía Rochi, por brindarme la mano en los momentos más difíciles del camino, por ser faro y confiar siempre en que este momento; en el que con lágrimas en mis ojos avanzo hacia el cumplimiento de uno de mis más añorados sueños.

A mí siempre querida María Alejandra, por tus consejos, por enseñarme a querer sin condiciones, sin palabras mágicas.

A mis amigos Roy y Libardo, por su apoyo y cariño, por no olvidar nuestra amistad y respeto.

AGRADECIMIENTO

A la gente de mi pueblo, por sus sonrisas, por su aprecio, por su espontaneidad;
me hacen realmente feliz.

Al Ingeniero Ernesto Barberena, por sus atinados consejos y contribución a mi
formación personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA COMPAÑÍA PLYWOOD OROZCO.....	4
1.1. Historia.....	5
1.1.1. Misión.....	6
1.1.2. Visión.....	6
1.1.3. Valores.....	6
1.2. Responsabilidad social.....	6
1.3. Funcionamiento del sector forestal en Panamá.....	7
1.4. Normativa legal vigente.....	11
1.5. Evolución del mercado.....	12
1.6. Descripción del proceso.....	15
1.6.1. Proveedores.....	16
1.6.2. Distribuidores.....	17
1.6.3. Lista de precios.....	17
1.6.4. Cálculos de costos.....	18
1.6.5. Canales comunitarios.....	19
1.7. Proceso operativo tradicional.....	19
1.7.1. Flujo de proceso actual.....	20
1.8. Descripción del proceso.....	21
1.9. Capacidad actual.....	23
CAPÍTULO II. PROYECTO FEIB-P-003-INDUSTRIA.....	25
2.1. Implementación de una nueva línea de producción.....	26
2.2. Objetivo.....	26
2.3. Descripción de la propuesta.....	26

2.4. Tipos de líneas de fabricación.....	28
2.5. Diseño de líneas de fabricación.....	32
2.6. Generalidades de la materia prima (madera reforestada). Teca y gmelina.....	36
2.7. Empresa generadora de maquinaria.....	38
CAPÍTULO III. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	54
3.1. SENACYT-Plywood Orozco. Alianza público-privada.....	55
3.1.1. Presupuesto proyectado Vs Presupuesto ejecutado.....	55
3.1.2. Financiamiento-Ventas-Flujo de caja-Punto de equilibrio.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Financiamiento necesario.....	56
Gráfica 2: Ventas.....	56
Gráfica 3: Flujo de caja libre.....	57
Gráfica 4: Flujo de caja libre acumulado.....	57
Gráfica 5: Punto de equilibrio.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Lista de proveedores.....	16
Cuadro 2: Lista de precios producto terminado.....	17
Cuadro 3: Cálculo de costo de producción unitario – Lámina de plywood cativo $\frac{3}{4}$ x 4 x 8 – A/C.....	18
Cuadro 4: Canales comerciales.....	19
Cuadro 5: Flujograma proceso tradicional de producción.....	20
Cuadro 6: Disponibilidad de mano de obra en proceso productivo y de mejoras..	24
Cuadro 7: Descripción de descortezadora de troncos sin eje.....	47
Cuadro 8: Descripción de máquina peladora sin eje.....	49
Cuadro 9: Descripción de máquina cortadora rotativa de chapa.....	50
Cuadro 10: Descripción de máquina apiladora de enchapado automática.....	51
Cuadro 11: Descripción de máquina amoladora automática de cuchillas.....	52
Cuadro 12: Descripción comparativa de cifras de producción actual vs instalada.....	52
Cuadro 13: Descripción comparativa simplificada de las líneas de gasto (presupuesto proyectado vs presupuesto ejecutado).....	55
Cuadro 14: Descripción del flujo de caja del negocio.....	59
Cuadro 15: Descripción de resultados proyectados – año (2018, 2019, 2020, 2021, 2022).....	60

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Mono modelo, multimodelo, mezcla de modelos.....	30
Imagen 2: Líneas en U (TFM).....	32
Imagen 3: Análisis DAFO.....	38
Imagen 4: DAFO esquemático.....	39
Imagen 5: Exportaciones.....	40
Imagen 6: Instalaciones.....	41
Imagen 7: Reconocimientos.....	42
Imagen 8: Línea de producción.....	43
Imagen 9: Proceso productivo.....	44
Imagen 10: Transportador de troncos.....	45
Imagen 11: Descortezador.....	46
Imagen 12: Transportador de troncos para torno de pelado.....	47
Imagen 13: Máquina peladora sin eje.....	48
Imagen 14: Cortadora rotativa de chapa.....	49
Imagen 15: Apilador de enchapado automático.....	50
Imagen 16: Amoladora automática de cuchillas.....	51
Imagen 17: chapa de madera en splicer.....	52
Imagen 18: chapa de madera deshidratada.....	52
Imagen 19: Medición de humedad (hidrómetro).....	53
Imagen 20: producto terminado.....	53

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales de los países tropicales han sido y son considerados por muchos, un recurso abundante y prácticamente interminable. Como consecuencia de la intervención de un sin número de factores, entre los cuales el cambio en el uso de la tierra como producto del crecimiento demográfico, la demanda de los productos forestales, el mal aprovechamiento y sobre explotación de estos conllevan, a la destrucción de los mismos, motivando que hoy en día estos bosques y los recursos que ellos generan, se hayan convertido en recursos limitados los cuales cada día que pasa, son más escasos y por ende su adquisición por sus usuarios más costosa y que los bienes y servicios que estos generan al medio ambiente sean menores.

Los bosques de Panamá al igual que los de muchos países del mundo, son amenazados por prácticas y usos inadecuados de la tierra que resultan de la creciente presión de la actividad humana. Panamá, era poseedora de grandes masas boscosas que con el transcurrir de los años se han ido reduciendo con excesiva rapidez.

“Para 2012, la República de Panamá contaba con una cobertura boscosa de 4, 982,159.21 hectáreas (has), pero para 2019 se redujo a 4, 925,789.72 hectáreas. Esto significa que el país perdió 56,369.49 hectáreas de su zona boscosa en tan solo siete años, revela el diagnóstico de cobertura boscosa de Panamá que presentó hoy el Ministerio de Ambiente” (MiAmbiente 2012).

El país ha perdido casi el 2% de su cobertura boscosa en siete años, a razón de 8,050 hectáreas por año, afirmó el Ministro de Ambiente Milciades Concepción dentro del marco de la presentación del diagnóstico y del Sistema Nacional de Información Ambiental.

“Las provincias con mayor cantidad de bosque perdido son: Veraguas con 48,758.12 hectáreas, seguida de Panamá con 30,735.32 hectáreas y Darién con 15,580 hectáreas, según el diagnóstico de cobertura boscosa”. (MiAmbiente 2012)

La evaluación precisó que hasta 2019, la República de Panamá contaba con un 65.4% de bosques y otras tierras boscosas, 32.5% de otras tierras y 2.1% de cuerpos de aguas continentales (ríos, lagos y lagunas). (MiAmbiente 2012)

Respecto a la deforestación, la mayor parte es ocasionada por la tala ilegal. “El 90% de la deforestación en Panamá es causada por la tala ilegal, es decir los que no tienen permiso por el Ministerio de Ambiente para talar árboles”. (MiAmbiente).

Para el caso de Veraguas, se indica que básicamente en la parte norte la pérdida de bosques es originada por proyectos y la ganadería extensiva.

En este sentido, la abogada ambientalista y presidenta de la Alianza para la Conservación y el Desarrollo (ACD), Susana Serracín, recordó que el año pasado se divulgó que el 50% de los bosques en Panamá habían sido deforestados y ello motivó la decisión de MiAmbiente de emitir una resolución sobre la moratoria de tala en un año.

Se estima que para el 2017 Panamá tenía una superficie total de bosques y otras tierras boscosas de 7,500,000.00 hectáreas (62%), según datos del Forest Resources Assessments (FRA) de la FAO que citó la directora del sistema nacional de información ambiental y el diagnóstico sobre la cobertura de bosques y otras tierras boscosas, Diana Laguna, en el lanzamiento del trabajo de evaluación de los bosques.

Por su lado, Honduras comprende 11,210,000.00 hectáreas (41%), Guatemala 10,300,000.00 hectáreas (32%), Nicaragua 12,143,000.00 hectáreas (26%), Costa Rica 5,110,000.00 hectáreas (54%), Belize 2,300,000.00 hectáreas (59%) y El Salvador 2,104,000.00 hectáreas (13%), según FRA.

En el país la visión de áreas protegidas, de las cuales hay alrededor de 125 en todo el país, ha sido un punto clave para poder mantener la cobertura boscosa del país. También es preciso resaltar que las áreas comarcales protegidas, que tienen arriba del 90% de bosque, nos lleva a estar por encima de otras zonas, pues son conservadas por los pueblos originarios.

Y es que la mayor parte de la cobertura de bosques se concentra en la comarca Guna Yala (99%), comarca Emberá Wounaan (98%), comarca Ngäbe Buglé (81%), Bocas del Toro (84%), Darién (81%) entre otras, de acuerdo con el diagnóstico.

Actualmente la meta país en cuanto a reforestación estaba planificada de forma anual, cifra que alcanza las 50,000 hectáreas cumpliendo con 1/5 parte de la misma; 10,000 hectáreas.

La dependencia para disponer de la extracción de madera de los bosques nativos, por su afectación al medio ambiente y el ecosistema, sumado a esto; Plywood Orozco S.A., requiere mejorar sus procesos en la cadena de suministro y unificar el modo de trabajo, optimizando sus recursos entre los diferentes centros de trabajo y productos finales; sin duda son los principales factores determinantes a la hora de planificar, ejecutar, verificar y actuar en pro de garantizar que el proyecto a continuación llegue a buen puerto.

Como alternativa se considera aprovechar los bosques reforestados; en este caso se inicia con una plantación de 46 hectáreas pertenecientes al conglomerado familiar Orozco, ubicado en la provincia de Darién, que desde hace 20 años se iniciaron con la finalidad de proteger los bosques nativos, de allí aprovechar el recurso para la industrialización de la madera como alternativa empresarial rentable sin afectar la geografía vegetal nacional.

Limitaciones en la producción con el torno debobinador de corte mediante agarre por periferia, el cual no permite aprovechar el desenrollado de la tuca a su mínima expresión, actualmente se contabiliza el desperdicio con sobrantes de 25cm para cada proceso por limitaciones en cuanto a la rotación de cuchillas.

La inversión en la nueva línea de producción de chapa en teca y gmelina permitirá incorporar tecnología de punta apuntando así a mayores niveles de producción, garantizar que las maderas utilizadas provienen de cultivos forestales, que la empresa cumple con las leyes del país donde opera y que vela por las condiciones que le proporciona a los empleados, la visión ambientalista es que la madera que se utilizará es 100% reforestada, atendiendo así a las regulaciones y consideraciones por las normativas nacionales y regionales en la protección al ambiente natural originario.

**CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA COMPAÑÍA
PLYWOOD OROZCO**

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA COMPAÑÍA PLYWOOD OROZCO

1.1. Historia



Creada por Heliodoro Orozco Guerrero (1921-1998), procedente de León, Nicaragua, llegó a Panamá en el año 1941 a trabajar en la antigua base militar de Albrook, situada en el área del Canal de Panamá. Plywood Orozco, fue establecida en 1988 para suplir la demanda de la fabricación de puertas entamboradas del grupo.

Su primer aserradero llamado Santa Elena, estaba localizado en Milla 8, San Miguelito, donde se dedicaban a la venta de puertas y muebles. En 1948, Heliodoro abre su pequeño Taller en Santa Ana bajo el nombre de Puertas Orozco.

Para el año de 1971, expande su Taller y crea el Aserradero Orozco, S.A., en la Loma del Río (Chepo).

En 1986 se muda a su ubicación actual en la carretera Panamericana, donde amplía sus instalaciones, y así, en 1988 funda la fábrica de contrachapado: Plywood Orozco.

Actualmente, trabajan en la empresa la 2da y 3ra generación y estamos haciendo la transición de las maderas del bosque nativo a la de plantaciones forestales comerciales. Tiene como objetivo principal la conservación y el buen estado de los bosques, así como el fortalecimiento y desarrollo del sector forestal. Comprometiéndose en ofrecer a sus clientes productos y servicios de alta calidad relacionados con la madera y ayudar a la longevidad de la madera a través del buen manejo de los bosques.

1.1.1. Misión

Brindar productos y servicios de la más alta calidad, a precios competitivos. Satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante un personal altamente comprometido con la innovación y el profesionalismo.

1.1.2. Visión

Ser una empresa de alto reconocimiento en la industria arquitectónica, facilitando productos para la ejecución de obras de construcción, remodelación y ebanistería; basándonos en nuestros principios de innovación, trabajo en equipo y crecimiento continuo.

1.1.3. Valores

- ❖ Honestidad
- ❖ Responsabilidad
- ❖ Fiabilidad
- ❖ Compromiso social
- ❖ Puntualidad
- ❖ Trabajo en equipo

1.2. Responsabilidad social

A través de la estrategia de conservación de los bosques, hacen parte de las empresas comprometidas con el medio ambiente. La conservación y el uso del recurso bosque hacen parte de sus objetivos principales, así como el fortalecimiento y desarrollo del sector forestal.

Actualmente, utiliza madera del bosque tropical lluvioso de la Región Este de la República, como también de bosques reforestados. Optimizando nuestra materia prima en todas las gamas de productos que elaboramos con las mejores prácticas del oficio. El aporte hacia la detención de la expansión de fronteras agrícolas de forma desmesurada; el fomento de la creación y desarrollo de bosques como ecosistemas dinámicos; la generación de riquezas en áreas rurales; y el éxodo hacia la capital: generan riquezas para el país y plazas de trabajo, evitando así las fugas de divisas.

El aprovechamiento sostenible de los bosques es una de las mejores estrategias para conservarlos, de esta manera le damos el valor que merecen, por todos los beneficios que generan, tales como:

- ❖ Regulación del recurso hídrico.
- ❖ Conservación del hábitat de cientos de especies de animales y plantas.
- ❖ Captación de carbono.
- ❖ Mitigación de los efectos del calentamiento global y del cambio climático.
- ❖ Ecoturismo.
- ❖ La madera y productos no tradicionales del bosque como fibras, taninos, especias y medicinas.

1.3. Funcionamiento del sector forestal en Panamá

Una de las actividades económicas que se caracterizan por su sostenibilidad en el tiempo es la silvicultura o las técnicas de cultivo que se aplican a las masas forestales (madera, leña, calidad ambiental, etc.).

En Panamá la silvicultura, ha representado menos del 1% del PIB (aproximadamente en los últimos años). El comercio de actividad maderera se sostiene en su mayor parte por la deforestación de bosques primarios, en otros términos, es extractiva y no sostenible. El 40 % de la superficie deforestada es para uso de actividades del sector primario que son inadecuadas e insostenibles (comprenden aproximadamente 2 millones de hectáreas ha.), con altos costos de producción que lo asumen los consumidores. Competitividad al día es producido por la Unidad de Monitoreo y Análisis de la Competitividad (UMAC) del Centro Nacional de Competitividad (CNC) Panamá, República de Panamá, como un aporte a la concienciación nacional sobre la importancia, métodos y cultura de la competitividad.

Según cifras oficiales del Centro Nacional de Competitividad (CNC) de nuestro país, del 2012 a la actualidad han sido taladas en el Darién unas 21.000 hectáreas de bosques, la inmensa mayoría de manera ilegal. (Sputnik)

Las especies más utilizadas en Centroamérica para el establecimiento de plantaciones forestales han sido el pino, el eucalipto, el ciprés, la gmelina y la teca. Además, se han plantado una gran cantidad de especies nativas.

La tendencia es plantar estas mismas especies, pues existe el conocimiento técnico que permitirá mejorar la calidad de las plantaciones y de la madera que se obtenga de éstas. Existen en la región alrededor de 55 000 hectáreas plantadas con teca y la tendencia es a incrementar el área plantada con ésta debido a su buen desarrollo en la región y a la demanda del mercado internacional para productos de esta especie. Esa tendencia se mantendrá, no sólo en los países en que ya se planta a escala comercial (Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Panamá), sino en los nuevos protagonistas de la reforestación en la región, tal es el caso de Nicaragua. Sin embargo, Panamá es el 8vo país (entre 26) de América Latina, según estudios realizados el BID, como de los más seguros para invertir en proyectos de reforestación sostenible, y tiene una calificación de 92% (en escala de 0 a 100%) por encima de países como Brasil (66%) y Chile (39%) según otro estudio. La propuesta del sector reforestador enfoca tres pilares importantes siendo estos el económico, el social y el ambiental. Esta propuesta se fundamenta en información del estudio “Valoración de los Recursos Forestales en Panamá”, realizado por el consultor Merilio G. Morel de Strategy & Policy Consult S.A., confeccionado para la GIZ.

- ❖ Contribución económica: Incluir además de la silvicultura otras actividades conexas tales como el valor del aserrado y cepillado de la madera, la elaboración de sus productos, fabricación de papel y cartones, láminas de plywood, muebles y otros bienes.
- ❖ Servicios ambientales: El estudio de Valoración de los Recursos Forestales de Panamá indica que el 43% del territorio nacional (3, 251,000 ha.) son bosques. En Panamá se generan 1,432 millones de toneladas de “Carbono Equivalente” con un valor estimado de B/.5, 673 millones.

Los bosques y los árboles plantados actúan como esponjas, retienen 4 veces más agua que los pastizales y 18 veces más que los suelos sin vegetación. El agua además de su importancia que presta para la vida en general (humana y silvestre), en el caso panameño es un elemento importante dentro de la economía nacional, ya permite el tránsito de 13,600 buques al año por

el Canal de Panamá, generando utilidades netas por B/.1, 213 millones (con cifras actualizadas al año 2013).

El mantenimiento de las áreas boscosas circundantes permite reducción de sedimentos y costos evitados por el dragado en el Canal de Panamá, estimado por un valor de US\$39.6 millones al año. El agua es también la principal fuente para la generación de hidroelectricidad cuyo aporte equivale al 60% de la capacidad instalada en el sistema eléctrico nacional.

- ❖ Contribución social: La flora panameña permite el suministro de 589,456 millones de metros cúbicos de agua, que abastece de agua potable 2, 481,149 personas en poblaciones de más de 1,500 habitantes. Entre 436 y 536 mil personas que habitan 103,722 casas en Panamá, utilizan leña para cocinar, el equivalente a 9 millones de cilindros de GLP con un valor de US\$148 millones al año. Estas comprenden el 36.2% de las viviendas en el área rural que utilizan leña.

Alianza por el millón por Panamá: Esta es una propuesta para concertar un acuerdo público - privado y de organizaciones de la Sociedad Civil, que tiene entre sus objetivos plantar un millón de hectáreas en 20 años, y además tiene el potencial para cumplir con las metas propuestas por el Plan Nacional Forestal.

Como especialistas en las técnicas de reforestación, los miembros de este sector son conscientes que para sostener los bosques de producción, es necesario rescatar y optimizar los bosques nativos. No solo para aprovechar aquellas especies comerciales que son naturales del ecosistema, sino que estas permiten sustentar las demás actividades anteriormente enumeradas como el agro, la generación eléctrica y la vida misma. Para esto se han propuesto las siguientes metas forestales dentro de la actividad:

- ❖ Plantar un millón de hectáreas.
- ❖ Generación de empleos directos e indirectos.
- ❖ Alcanzar un monto de B/.1, 500 millones en exportaciones.
- ❖ Recaudaciones tributarias por más de B/.120 millones.
- ❖ Capturar 7 millones de toneladas de dióxido de carbono.
- ❖ Generación de 500 MW de energía limpia.

- ❖ Disminuir la deforestación al 0.01% (actualmente al 0.04%).
- ❖ Crecimiento del sector de 10% anual, a partir del año 5.
- ❖ Exportación del 50% de productos con valor agregado.
- ❖ Atraer inversiones por un valor de B/.500 millones para el sector forestal en los primeros 5 años.
- ❖ Empleo de tecnología de punta por parte de la industria.

La actividad de reforestación es rentable cultivando especies de gran demanda nacional e internacional, con los mejores precios por pie de madera por hectárea sembrada, considerando el tiempo de desarrollo de la especie, el costo de cultivo (principalmente en los primeros 5 años). Panamá tiene diversos climas que permite diversificar la producción de madera, facilitando su competitividad en los mercados. La puesta en marcha de este plan permitirá diferenciar la producción nacional en las áreas rurales, lo que generará mayores riquezas por su característica sostenible por los empleos directos e indirectos creados, evitando en parte la migración de la población del campo a las ciudades, impulsando el desarrollo de otras actividades económicas. (Unidad de Monitoreo y Análisis de la Competitividad (UMAC) del Centro Nacional de Competitividad (CNC) Panamá, Rep. de Panamá)

La Ley de Incentivos Forestales (Ley 69 de 30 de octubre de 2017) promueve, entre otros aspectos, el crecimiento regulado del sector forestal en Panamá con el propósito de disminuir la extracción ilegal de árboles, mientras se abona el terreno para que cada vez más empresarios terratenientes se unan a los beneficios que el mercado ecológico otorga a las generaciones futuras, como mercado nuevo y pujante cuyos aspectos positivos son varios y abundantes.

Las nuevas regulaciones e incentivos orientados a los bosques reforestados que desde el 2016 se están promoviendo en el país, vuelven a motivar la industria, a tal efecto se debe considerar que podrán iniciarse nuevas compañías procesadoras de la madera, aunque deben inicialmente cumplir con las reglamentaciones establecidas, por lo cual se vislumbra la incorporación de nuevas empresas que se considerarían incorporar a partir del 2022.

Se hace imperante mejorar la competitividad del sector mediante la aplicación de políticas públicas adecuadas destinadas al incremento de la productividad mediante –por ejemplo- Adopción de tecnologías efectivas para la producción, atracción de Inversiones nacionales y foráneas para el desarrollo de industrias exportadoras y la obtención de insumos de producción a menor costo y mayor calidad.

1.4. Normativa legal vigente

- ❖ Ley 1 de 3 de febrero de 1994 tiene como finalidad la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales de la República. (ANAM)
- ❖ Ley 8 de 25 de marzo de 2015, crea el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) como la entidad rectora del Estado en materia de protección, conservación, preservación y restauración del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales para asegurar el cumplimiento y aplicación de las leyes, los reglamentos y la Política Nacional de Ambiente.
- ❖ Decreto Ejecutivo No.83 de 10 de julio de 2008 tuvo entre sus objetivos implementar medidas para proteger los bosques naturales, optimizar y promover el uso sostenido de los recursos naturales provenientes del bosque natural, así como el desarrollo de la industria forestal en busca de procurar la obtención de valor agregado en concepto de la transformación de la madera, habida cuenta de que las condiciones físicas, mecánicas y de trabajo de este producto, han dificultado su extracción, procesamiento y comercialización, dado el desconocimiento de las propiedades del mismo; Que con el Decreto Ejecutivo No.83 de 10 de julio de 2008, se estimó conveniente en su momento que, para cumplir con los objetivos antes expresados, establecer limitaciones a la exportación de madera proveniente del bosque natural o extraída de embalses de agua (madera sumergida), prohibiendo en forma absoluta la exportación de madera en trozas, tucas, rollos, bloques, aserrada o simplemente cepillada, de cualquier especie procedente de los bosques naturales.

- ❖ Resolución DM-0204-2015 de 9 de junio de 2015, convocó a todos los actores claves del sector forestal a una mesa de diálogo para determinar los procesos para alcanzar una tala legal y una buena gobernanza forestal;
- ❖ Que una vez efectuada la evaluación correspondiente, MIAMBIENTE corroboró que las limitaciones y prohibiciones previstas por el Decreto Ejecutivo No.83 de 10 de julio de 2008 no logró cumplir con los objetivos indicados en su parte motiva, toda vez que dicha reglamentación no contribuyó, por sí sola, a crear las condiciones necesarias para proteger los bosques naturales ni para agregar valor a la madera proveniente del bosque natural; Que es evidente que el Decreto Ejecutivo No.83 de 10 de julio de 2008, ha resultó poco efectivo en estimular a la industria nacional para mejorar los mecanismos de procesamiento y comercialización de la madera, a través de la restricción que contiene para exportar madera sin procesar, por lo que se deberán definir otras estrategias de promoción de métodos más efectivos y competitivos para agregar valor a la madera; que se hace necesario mantener un mecanismo de diálogo permanente con el sector forestal para determinar en consenso las medidas legales, reglamentarias, técnicas y de cualquier otra índole que requieran adoptarse para asegurar el cumplimiento de dichos objetivos,
- ❖ Decreto Ejecutivo 7 de 26 enero de 2016 (Deroga Decreto Ejecutivo No.83 de 1 de julio de 2008)
- ❖ Ley 25 del 4 julio de 2001, que dicta disposiciones sobre la política nacional para la transformación agropecuaria y su ejecución. (Modificación 15 de junio de 2015)
- ❖ Ley 69 de 30 de octubre de 2017, establece un Programa de Incentivos para Recuperar la Cobertura Forestal y Promover la Conservación de los Bosques Naturales del País”

1.5. Evolución del mercado

El contrachapado, también conocido como multilaminado, plywood, triplay o madera terciada, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte

presión y calor. Esta técnica mejora notablemente la estabilidad dimensional del tablero obtenido respecto de madera maciza.

Un panel de madera contrachapada típico tiene chapas de madera en la cara de un grado superior a las chapas del núcleo. La función principal de las chapas del núcleo es aumentar la separación entre las capas exteriores, donde las tensiones de flexión son mayores, lo que aumenta la resistencia del panel a doblarse.

Es un material ideal para usos estructurales debido a su ligereza y elevada resistencia.

- ❖ Decorativas muebles, carpintería (puertas, divisorias), revestimientos (techos, paredes, boiserías, fachadas, ...)
- ❖ Estructurales cubiertas, forjados, cerramiento de muros y tabiques, alma en vigas mixtas, encofrados, cajas de carga, embalajes.
- ❖ Carpintería naval y aeronáutica Fabricación de barcos, aviones, etc.

La principal característica del tablero contrachapado es su uniformidad y su bajo peso, es un material ideal para usos estructurales debido a la elevada resistencia, uniformidad de sus propiedades y a su poco peso. A diferencia de la madera maciza las propiedades mecánicas en ambas direcciones se van igualando a medida que aumenta el número de chapas y el espesor. Las propiedades mecánicas del contrachapado han de especificarse en relación a la dirección de la fibra.

Los contrachapados se han hecho durante miles de años. La elaboración de madera contrachapada se ha dado en distintos lugares y circunstancias a lo largo de la historia, sin que estén relacionados entre sí.

Los primeros casos conocidos los encontramos en el antiguo Egipto, alrededor de 3500 a. C., cuando los artículos de madera sólida se hicieron con chapas pegadas transversalmente, ocasionado por la falta de buenas maderas en esa zona. Esto ocasionó que se crearan tableros con un sustrato de madera de baja calidad, y maderas finas en las vistas, con el agregado de una mejor resistencia estructural. Otro antecedente conocido en la antigüedad es la elaboración de los *scutum* romanos.

Ya en épocas más recientes, ejemplos del uso de contrachapados son algunos de los muebles ingleses de alta calidad de los siglos XVIII y XIX.

La invención de tornos giratorios para obtener la chapa, fue hecha por Emmanuel Nobel. En los Estados Unidos se instaló la primera de estas máquinas a mediados del siglo XIX.

El contrachapado es uno de los materiales más ubicuos de la construcción, compitiendo actualmente con otros tales como el MDF o los tableros de virutas orientadas, oriented strand board (OSB).

Las estadísticas de la FAO para productos forestales presentan las cifras actuales para la producción y el comercio (cantidad y valor) de los productos forestales, que abarcan 55 categorías de productos, 21 grupos de productos y 245 países y territorios.

A los efectos de nuestro estudio podemos mostrar lo siguiente:

La categoría de productos de tableros de madera consta de los siguientes productos: hojas de chapa, madera terciada (incluido el tablero enlistonado), tableros de partículas (incluyendo los tableros de virutas largas orientadas – OSB) y tableros de fibra.

En las estadísticas de la FAO, los tableros de fibra también se subdividen en tableros duros, tableros de fibra de densidad media/ alta (MDF/HDF) y otros tipos de tableros de fibra, dependiendo de la densidad y del proceso de fabricación de dichos tableros.

En 2015, la producción mundial de tableros de madera alcanzó los 399 millones de m³: un aumento de 3 % frente al año anterior (388 millones de m³) y de 26 % respecto al período bajo examen. Los tableros de madera son la única categoría de productos que experimentó un rápido crecimiento en la producción, producto del crecimiento rápido y constante en la región de Asia-Pacífico. La producción tuvo un fuerte incremento de 40 % en la región durante el período de 2011 a 2015, mientras demostró un crecimiento moderado (cerca del 8 %) en las demás cuatro regiones durante el mismo período.

Las hojas de chapa y la madera terciada (incluyendo el tablero enlistonado) se han convertido en el tipo de tablero de madera dominante con una producción de 171 millones de m³ en 2015 (lo que representa el 39 % de toda la producción de tableros de madera), un incremento del 49 % desde 2011. Esto se debe principalmente al

rápido crecimiento en la producción de madera terciada en China, donde la producción casi se duplicó durante el período en observación, representando el 68 % de la producción mundial en 2015. En los demás países, el crecimiento en la producción de hojas de chapa y de madera terciada fue moderado (5 %) durante el mismo período.

1.6. Descripción del proceso

Plywood Orozco, se ha dedicado desde su fundación (1988) hasta diciembre de 2019 a la fabricación de láminas denominada chapa, proveniente del árbol *Prioria copaifera* o cativo, una especie de planta de flor de la familia Fabaceae, nativa de las regiones tropicales de América Central y América del Sur, donde habita en los estuarios de mareas detrás de la línea de manglares. La especie crece desde Nicaragua hasta Colombia y también se la encuentra en Jamaica., esta se producen a través de un proceso de corte rotando el tronco (corte por periferia) para luego ser apiladas en distintos tamaños y grosor. Las fuente principal de obtención de la madera la constituye el bosque nativo panameño, siendo esto contraproducente con la política de austeridad ecológica y conservacionista de la compañía, constituyendo además, costos importantes durante el proceso extractivo. El Plywood es una lámina formada por un número impar de capas de madera superpuestas de tal forma que la dirección de sus fibras entre dos capas adyacentes forman un ángulo de 90°, las capas madera son unidas por un proceso de presión y temperatura, mediante un adhesivo, creando un ensamble integral con características de resistencia igual a superior que la misma madera.

Entre los usos y aplicaciones de las laminas de Plywood, estas son utilizadas en diversos campos, debido a sus grandes ventajas que la convierten en materia prima indispensable para muchos procesos. Los usos mas frecuentes son, muebles, construcción, carpintería de acabados, avisos publicitarios, vallas, elementos deportivos, escenografía, furgones, casas rodantes.

Las políticas públicas destacan el incentivo a la reforestación y el uso del bosque reforestado como medio de sustentación de la industria maderera local, adicional se puede mencionar que al impulsarse la industria se generan mayores productos con valor agregado, mano de obra local especializada, así como la diversificación

de la oferta exportable.

En la industria maderera se deben pensar siempre a largo plazo, porque las plantaciones, debido a su naturaleza, toman varios años para crecer, en el país se siguen plantando los bosques coordinado con programas liderados por el Estado, lo que va a generar mayores oportunidades industriales y nuevas inversiones en el mediano y largo plazo, generándose oportunidades para el desarrollo y la inversión en el país.

Para el empresariado, el aporte de las políticas públicas ha sido fundamental en el crecimiento del sector forestal tales como, el incentivo a las plantaciones forestales, la reducción de aranceles a ciertas materias primas, el draw back y otros beneficios tributarios.

1.6.1. Proveedores

El principal insumo lo conforma la madera proveniente de los bosques, luego en el proceso se le incorporan aditivos para perfeccionar el ensamblado de las chapas que finalmente forman el contrachapado.

	<u>PROVEEDORES</u>	<u>INSUMO</u>
1	Anel Ramírez	Madera
2	José Arroyo	Madera
3	José Wilson Hurtado	Madera
4	José Ibarquén	Madera
5	Milciades Cedeño	Madera
6	Dynea	Pegamento
7	Akzonobel	Pegamento
8	National Casein	Pegamento
9	Arclin	Hoja de MDO
10	Klingspor Abrasives Inc	Lijas
11	Harinas Panamá	Harina
12	El Rancherito	Insecticida
13	Pinturas Sur	Pintura
14	IIASA	Repuestos
15	Prolupa	Aceite Castrol
16	Dilupa	Aceite
17	Copama	Auto-repuestos
18	Orlyn	Combustible

Cuadro 1

1.6.2. Distribuidores

Adicionalmente a los clientes comerciales tradicionales, contando entre ellos las distribuidoras de materiales de construcción y las empresas constructoras, se cuenta con tres puntos de ventas ubicados en la ciudad de Panamá:

- ❖ Puertas Orozco:
- ❖ Materiales Orozco, S.A.
- ❖ Tignario, S.A. (Puertas & Plywood Orozco)

1.6.3. Lista de precios

C a t i v o						
(Prioria copaifera - 460kg/m ³)						
#	Descripción (Nombre Comercial)	mm	Adhesivo			
			Polímero 249	Polímero 66DO		
			A/C	C/C	Marino	MDO
1.-	*Plywood 3/16 x 3'x 7'	4,5	7,45			
2.-	*Plywood 3/16 x 3'x 8'	4,5	8,75			
3.-	*Plywood 3/16 x 4'x 7'	4,5	10,00			
4.-	Plywood 3/16 x 4'x 8'	4,5	11,25			
5.-	*Plywood 1/4 x 3'x 7'	6	8,80			
6.-	*Plywood 1/4 x 3'x 8'	6	9,55			
7.-	*Plywood 1/4 x 4'x 7'	6	11,10			
8.-	Plywood 1/4 x 4'x 8'	6	13,55	12,50	16,10	
9.-	Plywood 3/8 x 4'x 8'	9	16,10			
10.-	Plywood 1/2 x 4'x 8'	12	24,00	22,00	29,82	32,40
11.-	Plywood 3/4 x 4'x 8'	18	30,95	28,90	35,70	40,55
12.-	Plywood 3/4 x 4'x 8'	18				43,80
			Ebanisteria		F o r m a l e t a s	
13.-	CHAPA	El precio de la chapa es 400.00USD/m ³				

- PLYWOOD: Lámina Contrachapada de Madera Terciada.
- A/A: Cara y Contra-Cara calidad Premium.
- A/C: una Cara calidad Premium y la Contra-Cara calidad Estándar
- C/C: Cara y Contra-Cara calidad Estándar
- MDO: **M**edium **D**ensity **O**verlay (# 3333 / Arclin Surfaces, U.S.A.)
- Adhesivos: Dynea (Aerolite FFD / Prefere).
- * Lámina Sobre-Dimensionada para Puertas.
- ** Devaste de 0.25 mm aprox. por cara Lijada.

Cuadro 2

1.6.4. Cálculos de costos

Lámina ½ x 4' x 8'

Lámina ½ x 4' x 8'	Calidad	MP	Cola	Tiempo prom	Producción	Pt x lámina
	C/C	Cativo (Pt)	Polimero 249	150 min	140	16
		0,45	B/1,16			
		B/7,20				
	Pt x lámina	Harina	Catalizador	Planilla	Torno	
	16	2.5 lb c/u	2.21 kg = 140	140 / \$40.8	B/2,35	
	B/0,85	B/0,01	B/3,43			
Cálculos						
	Kg	\$				
Cola	260	234				
	180	0,9	B/1,16			
Harina	50	33				
	180		B/118,80			
	1,16					
Planilla		B/40,80	B/3,43			
GV		B/1,00				
\$ (U)			<u>B/16,00</u>			

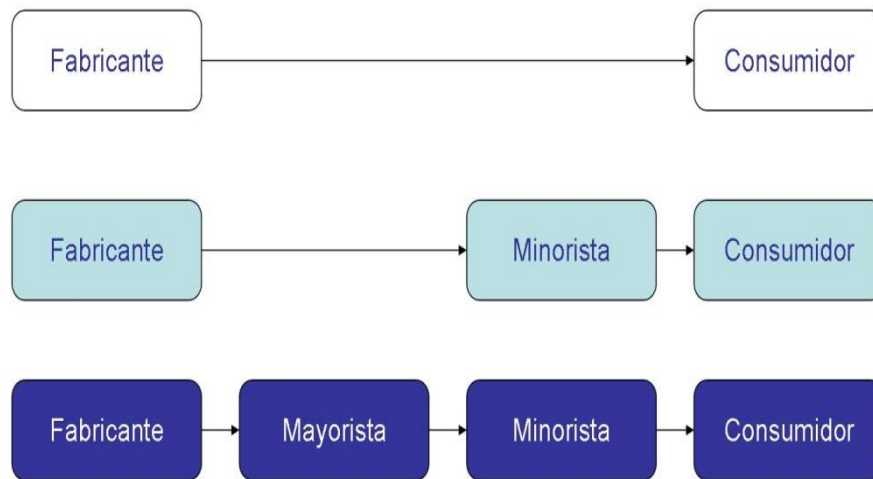
Margen de ganancia neto x (U) producida: 30%

Cuadro 3

1.6.5. Canales comerciales

El canal de comercialización acostumbrado por la empresa está identificado para satisfacer las demandas de los tres negocios al detal en la ciudad de Panamá.

Adicional se mantienen relaciones comerciales por venta directa desde la planta a empresas constructoras.



Cuadro 4

1.7. Proceso operativo tradicional

Se le llama madera en rollo a los troncos de los árboles que se desraman, se separan de la copa, y posteriormente se cortan a unas dimensiones normalizadas. Cada pieza recibe el nombre de troza, si su destino es para sierra o chapa; rollizo si es para trituración; y apea si es para aplicaciones en la minería.

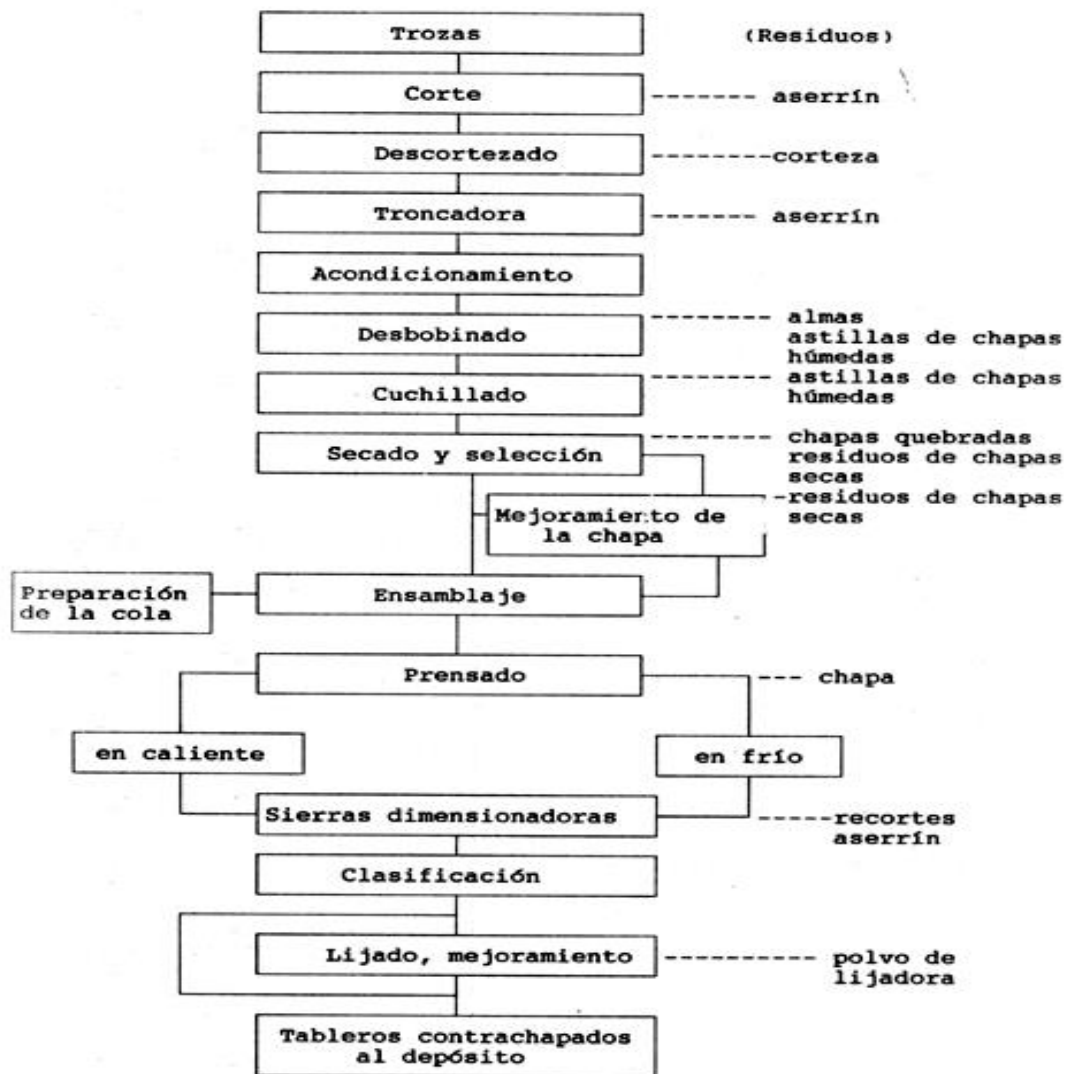
Se destina generalmente a aplicaciones industriales que conllevan sucesivas transformaciones, por ejemplo trituración (industrias de la pasta de papel y de los tableros derivados de la madera), aserrado (industria de aserrío), obtención de chapa (industria de chapa e industria de tableros contrachapados), etc.

La chapa es un alámينا de madera que posee propiedades mecánicas en dirección paralela al de las fibras de la madera. Las dimensiones aproximadas de una chapa son de 2,5 m de largo por 1,3 m de ancho y 3 mm de espesor.

Los troncos se montan en una máquina (torno) que los hace rotar para realizar el corte, a fin de generar una hoja de chapa, que se corta a las medidas apropiadas. Luego, esta chapa se procesa en una estufa para madera (horno), se parchea o arregla en sus eventuales imperfecciones y, finalmente, se pega a presión y a una temperatura de 140 °C, formando así el tablero de contrachapado.

Estos tableros se pueden cortar, parchear, pulir, etc., según el uso que se le vaya a dar. Es un tipo de material totalmente inodoro, pues se recubre con ácido sulfúrico tras ser fabricado.

1.7.1. Flujo de proceso actual



Cuadro 5

1.8. Descripción del proceso

- ❖ *Materia prima:* Una gran variedad de especies pueden ser utilizadas para elaborar tableros acorde a las normas aplicables. Los tipos de bosques son distintos por lo que se escogen aquellos de mayor comercialización. Las especies forestales han sido agrupadas.
- ❖ *Stock en Log Yard (Área de apilamiento de troncos):* Se necesita un cierto volumen de troncos (logs) en el Log Yard para mantener la especie de madera para enchapado y distribución, en una calidad consistente.
- ❖ *Almacenamiento de troncos (Log):* Dependiendo de la zona y el tipo de instalaciones de almacenamiento disponible, los troncos se apilan ya sea, secos y manteniéndolos húmedos por agua pulverizada continua o intermitente, o almacenandolos en estanques de agua dulce. Al almacenar en tierra seca, los sistemas de rociadores deben cubrir completamente las pilas de troncos, manteniéndose en funcionamiento continuo durante altas temperaturas y humedad, con el fin de minimizar el crecimiento de hongos, evitando que se resequen y degraden.
- ❖ *Acondicionamiento de los troncos:* Los troncos se acondicionan por medio de vapor o agua caliente para mejorar la calidad de pelado.
- ❖ *Torno:* Una hoja afilada pela el tronco que ahora se llama bloque (block) en forma de láminas continuas de chapa. Toda chapa tiene un lado firme y otro suelto. El lado contra la barra de presión es el lado firme, a veces referido como el lado de la corteza. Como la chapa se dobla en el filo de la navaja, tiende a rajarse o marcarse. Estos son conocidos como marcas de torno y se producen en la parte inferior, o lado suelto, donde el cuchillo separa la chapa del bloque.
- ❖ *Secadores (Dryers):* La chapa verde se seca al vapor o en horno secador a gas. El objetivo del secado es reducir el contenido de humedad del stock a un porcentaje predeterminado, y para producir chapa plana y flexible.
- ❖ *Ensamblado (Lay-Up):* El contrachapado es un panel plano construido de láminas de chapa de madera llamada capas, unidas bajo presión por un agente de unión para crear un panel con una unión adhesiva entre láminas,

tanto o más fuerte que la madera. El tablero contrachapado se construye con un número impar de capas con el grano de capas adyacentes perpendiculares. Las capas constan de una sola lámina o de dos o más de ellas paralelas a la dirección del grano. Las chapas están recubiertas con pegamento resistente al agua y son ensambladas en sándwiches.

- ❖ *Pre-prensado:* Antes del prensado en caliente la mayoría de las plantas pre-presan las cargas cuando salen de la operación de encolado. La pre-prensa aplana las chapas y transfiere el adhesivo a las hojas sin revestir. La carga se mantiene bajo presión durante varios minutos para consolidar las chapas. El propósito principal del pre-prensado es que el adhesivo húmedo "fije" las chapas y así permitir su fácil desplazamiento cuando éstas se cargan.
- ❖ *Prensado en caliente:* Los sándwiches de chapas se someten a calor y presión en la prensa caliente hasta que se cura la cola. El prensado en caliente cura la mayoría de las resinas sintéticas adhesivas. En el prensado en caliente es absolutamente necesario cargar cerca de la prensa y aplicar presión completa lo más rápido posible. El objetivo del prensado en caliente es que el centro de la línea de cola alcance las temperaturas de curado necesarias, y para que permanezca a esa temperatura hasta que la unión sea lo suficientemente fuerte como para su manipulación.
- ❖ *Recorte del tablero contrachapado:* Después del prensado, los paneles de madera contrachapada se recortan, cuadran y seleccionan para su graduación.
- ❖ *Lijado, graduado y reparación del tablero de madera contrachada (Plywood):* Antes de lijar deben estar todos los remiendos hechos. Los paneles reparados deben dar una calificación final una vez que se hayan terminado. Muchos grados de panel deben ser lijados para cumplir con los requisitos de su uso final.
- ❖ *Registro de marca:* Una vez que el panel ha sido graduado debería recibir su sello de calidad.
- ❖ *Almacenaje y carga:* Cada carga debe apoyarse en al menos tres separadores. Los separadores deben ser de una longitud no superior a la

anchura de la carga. Se debe tener cuidado al cargar los paquetes de paneles en furgones o camiones. Los paneles deben llegar a la puerta del cliente en la misma condición que la última vez que los vio el graduador.

- ❖ *Inspector en la planta:* Muestras de tableros contrachapados son seleccionados al azar sobre una base diaria y examinados en el laboratorio situado en la planta.
- ❖ *Los informes de pruebas se compilan:* La marca "Plywood Orozco" es una garantía para los consumidores de que nuestros tableros contrachapados cumplen con los altos estándares de calidad establecidos por la industria, y que su desempeño será satisfactorio y predecible.

1.9. Capacidad actual

En la actualidad la empresa tiene una capacidad de producción promedio de chapa de 14m³/día, equivalente a 336 m³/mes con desperdicio de la troza en 25 cm de diámetro (Sin contabilizar la ejecución del proyecto en cuestión).

A continuación, se hace un análisis pormenorizado de la distribución del personal en planta y las horas dedicadas a actividades relacionadas con la generación de valor en (Orozco, Plywood, mejoras, reparaciones), en un mes escogido al azar (noviembre 2019) y la inversión que ello representa.

CAPÍTULO II. PROYECTO FEIB-P-003-INDUSTRIA

CAPÍTULO II. PROYECTO FEIB-P-003-INDUSTRIA

2.1. Implementación de una nueva línea de producción

Mediante Resolución Administrativa

No. 201 de 26 junio de 2018

Mediante el Programa de Fomento a la Innovación Empresarial (Convocatoria para proyectos de innovación empresarial 2018).

Que en tiempo oportuno el Comité Externo de Evaluación por Pares generó el Acta Final del Foro con la lista priorizada de las propuestas que cumplieron con los requisitos, las bases de la convocatoria y los criterios de selección del programa.

Que, en atención a la lista priorizada del Foro, la SENACYT aprobó para adjudicación: FIE18 – P – 003 (Industria)

Título de Propuesta: “Transformación del proceso productivo tradicional de una industria maderera fabricante de contrachapado, diversificando el uso de la materia prima originaria del bosque nativo a la explotación controlada del bosque reforestado, contemplando para ello la incorporación una nueva línea de producción añadiendo tecnología de avanzada con eficiencia y eficacia en su cadena de valor”
Adjudicar los fondos hasta la suma de DOSCIENTOS MIL BALBOAS (200, 000.00) de la Convocatoria Pública para Proyectos de Innovación Empresarial 2018.

2.2. Objetivo

“Transformación del proceso productivo tradicional de una industria maderera fabricante de contrachapado, diversificando el uso de la materia prima originaria del bosque nativo a la explotación controlada del bosque reforestado, contemplando para ello la incorporación una nueva línea de producción añadiendo tecnología de avanzada con eficiencia y eficacia en su cadena de valor”

2.3. Descripción de la propuesta

Incrementar los niveles de producción de tableros contrachapados de madera terciada (plywood) utilizando madera de los bosques reforestados en Panamá, contando para ello con una línea de producción semiautomatizada para el laminado de trozas con tecnología de vanguardia de motorización perimetral (sin el tradicional

eje centrador/traccionador) para el debobinado con el uso de servomotores, variadores de frecuencia, sensores ópticos, temporizadores, etc.

El proyecto en cuestión estuvo conformado por V etapas, desarrolladas a lo largo de 12 meses de labor.

❖ *Marco teórico*

En un mundo ideal de seres extremadamente inteligentes con brazos infinitamente flexibles y velocidades cercanas a la de la luz cada uno se fabricaría lo que necesitaría (quizá siguiendo un tutorial de YouTube). Pero la realidad es que no hay humanos que lo sepan hacer todo, que puedan obtener todos los productos y que los transformen y ensamblen de manera instantánea.

La creación de herramientas (que amplían la capacidad de los sentidos y de los músculos) da lugar a máquinas que ciertamente exceden la capacidad del humano individual, pero el animal social que es el humano ha descubierto que, si se especializa en parte de la actividad, no tiene que aprender tanto, no tiene que acceder a todo, ni tampoco ha de ser más rápido que Flash.

Basta con que aprenda a coordinarse con otros humanos y con las máquinas. Coordinarse sin embargo es más fácil de hacer que de decir. Dividir las tareas para especializarlas y coordinar el movimiento de materiales lleva en el extremo, a la construcción de líneas de producción que son más eficientes, aunque también más caras.

Una línea de producción es un grupo de operaciones en secuencia instaladas en una fábrica, donde se ensamblan componentes para hacer un producto terminado, o donde se someten los materiales a un proceso de transformación para fabricar un producto final que sea apropiado para su consumo posterior. Los fundamentos de la teoría de las líneas de producción se han aplicado con éxito a los procesos de negocios. Todos estos nuevos métodos de organización del trabajo comparten el objetivo común de mejorar el rendimiento al reducir la cantidad de tiempo que los trabajadores individuales y sus máquinas dedican a tareas específicas.

Al reducir la cantidad de tiempo requerido para producir un artículo, los métodos de la línea de producción han hecho posible producir más con menos.

Las líneas de producción permiten economías de escala gracias a la mayor especialización de la fuerza laboral. Debido a que los trabajadores hacen un trabajo específico, necesitan menos capacitación para poder realizar una tarea específica.

2.4. Tipos de líneas de fabricación

El modo más habitual de implementar el one piece flow, son las líneas de producción. En ellas las máquinas y recursos se ordenan según la secuencia de tareas y los productos pasan de una a otra de un modo directo (más o menos automatizado).

Dejando de lado los procesos de tipo químico (con sus instalaciones en continuo) se puede distinguir, en función de los procesos que ejecutan entre líneas de montaje y líneas de fabricación. En las líneas de montaje los productos se realizan por la agregación de materiales, por ello se puede decir que los flujos de llegada de los materiales son muy relevantes. Además, en las líneas de Montaje, suele haber mano de obra cuando la línea está en marcha, realizando actividades al ritmo de las operaciones. La actividad fundamental durante el diseño de estas líneas es el denominado equilibrado de líneas y el diseño del puesto de trabajo. En las líneas de fabricación (que pueden ser de mecanizado, de estampación, de soldadura...) se produce una transformación sucesiva de los productos.

La materia prima entra al principio de la línea y el producto avanza, siendo transformado, y el único flujo relevante (de existir) sería el de desalojo del material sobrante. El factor humano interviene mayormente cuando las máquinas se paran, pues son los técnicos de mantenimiento los que toman el control.

En el diseño de las líneas de Fabricación es más relevante el diseño de los buffers y los elementos de manutención que pasan un producto de una estación a la siguiente.

En función del modo según el que se mueve el producto entre estaciones se distingue entre líneas automáticas y manuales. En las manuales es el trabajador quien mueve el producto, mientras que en las automáticas hay algún tipo de mecanismos que mueve el producto de un sitio a otro.

Estos mecanismos pueden ser cintas transportadoras, mesas de transferencia, AGVs... El producto puede ir sobre un soporte (o no) y en el caso de que vaya sobre soporte este puede ir (o no) anclado a la “cadena de montaje”. En función de quien marca el ritmo de trabajo las líneas pueden ser paced o unpaced.

En un sistema paced la línea o cadena de montaje como soporte es la que mantiene una velocidad constante en el movimiento del producto. En estas estaciones los trabajadores se desplazan con el producto para poder ejecutar las operaciones, y si la operación no se ejecuta el producto pasa a la siguiente estación (salvo que haya algún modo de parar la línea).

En las líneas unpaced, el producto no avanza hasta que no se le da autorización para ello. En este tipo de líneas es relevante la posición en la que se colocan las estaciones con más carga de trabajo (absoluta o relativa). Poner las estaciones con mucha carga de trabajo al principio dejará el sistema libre, si la actitud (o la habilidad) de las personas es variable, poner al que tiende más a despistarse en el centro hará que el sistema sea más productivo, pues será presionado por el anterior y con margen para seguir empujando producto hacia adelante. En función de la variedad de productos que se pueden fabricar en una línea se distingue entre líneas monomodelo, multimodelo y con mezcla de modelos.

- Las líneas monomodelo sólo pueden fabricar un producto. La línea está diseñada de tal manera que cuando se cubre la demanda para ese producto se debe parar la máquina (salvo que se pueda reequilibrar para bajarle la velocidad).
- Las líneas multimodelo permiten transformar varios tipos de producto. Pero no de manera consecutiva. La preparación de la línea consistirá en cambiar las estaciones para adaptarlas al nuevo producto. Cambiar de un modelo a otro es una operación complicada que se puede realizar básicamente de dos maneras:
 - a. Dejando que el lote se finalice para comenzar a fabricar el siguiente o
 - b. descargando la línea completamente del material a medio elaborar y dejarlo preparado para el siguiente lote.

En cualquier caso, cuanto mayor sea el coste de preparación más largos deberán ser los lotes de producción (y por tanto los stocks de materias primas y de producto final).

Para dimensionar los lotes de producción es conveniente utilizar alguna técnica cuantitativa (Vidal-Carreras, Garcia-Sabater and Garcia-Sabater, 2017) (Vidal Carreras and García Sabater, 2006)

- ❖ Las líneas con mezcla de modelos eliminan el tiempo de setup, o lo reducen tanto que lo incorporan en el tiempo de ciclo de la tarea. De este modo se puede alcanzar el concepto de one piece flow. Los productos continúan siendo homogéneos pero la línea admite que haya variantes durante el proceso y la cantidad de las mismas que se puede fabricar puede variar. Es un hecho que es muy difícil hacer que todas las tareas sean multimodelo, así que es muy posible que algunas estaciones sean específicas para algunos productos.

La secuenciación de este tipo de líneas es una decisión importante que afecta tanto al suministro de materiales (Maheut and García Sabater, 2015) como a la carga de trabajo (Valero-Herrero et al., 2014). En ese caso la programación de las actividades ha de ser cuidadosa para no desbalancear las actividades. (Castro et al., 2017)

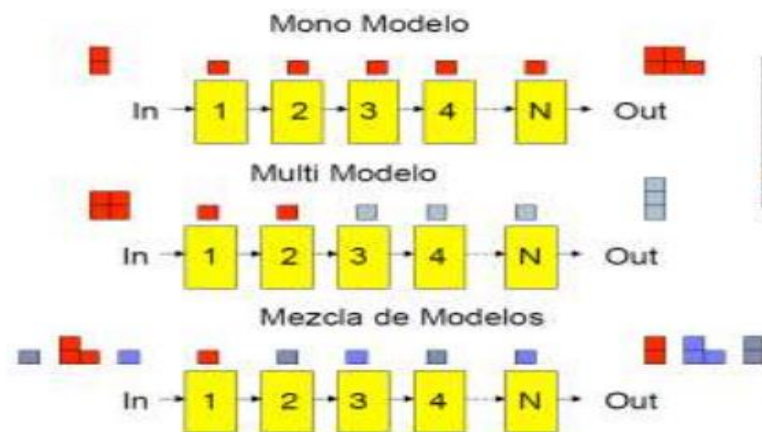


Imagen 1: Mono modelo, multimodelo, mezcla de modelos

Pero aún en este caso, la programación y el control de las operaciones de un sistema en línea es relativamente sencillo, puesto que de hecho sólo hay un lugar al que dar órdenes: “el principio de la línea”. De hecho, se convierte en lo que se conoce como problema de una máquina. El control es también más sencillo, puesto que basta con controlar la salida y evitar que los productos se almacenen en medio. Además, las estaciones controlan a las inmediatamente anteriores, puesto que se quedan sin actividad si dejan de funcionar.

La longitud de una línea puede obligar a que en el diseño definitivo se doble sobre sí misma en una o varias ocasiones sin perder la característica de ser una línea.

Un tipo particular de línea son las que tienen una distribución en U. En las líneas en U el punto final se acerca al punto inicial. Por dos razones distintas que llevan a distribuir las operaciones de manera diferente. Si es una línea de fabricación es habitual que el soporte sobre el que se mueve el producto haya que devolverlo a la estación principal.

En ese caso una línea en U cerrada tendrá a los trabajadores (en el caso de necesitarlos) mayormente por la parte exterior (de otro modo están encerrados). Si es una línea de montaje el motivo por el que se cierran sobre sí mismas puede ser para flexibilizar el equilibrado e incluso permitir que un único trabajador pueda hacer toda la operación (volviendo al principio en cuanto acaba). En ese caso (línea de montaje) el suministro de materiales se debe hacer por fuera, y por tanto los trabajadores están por dentro.

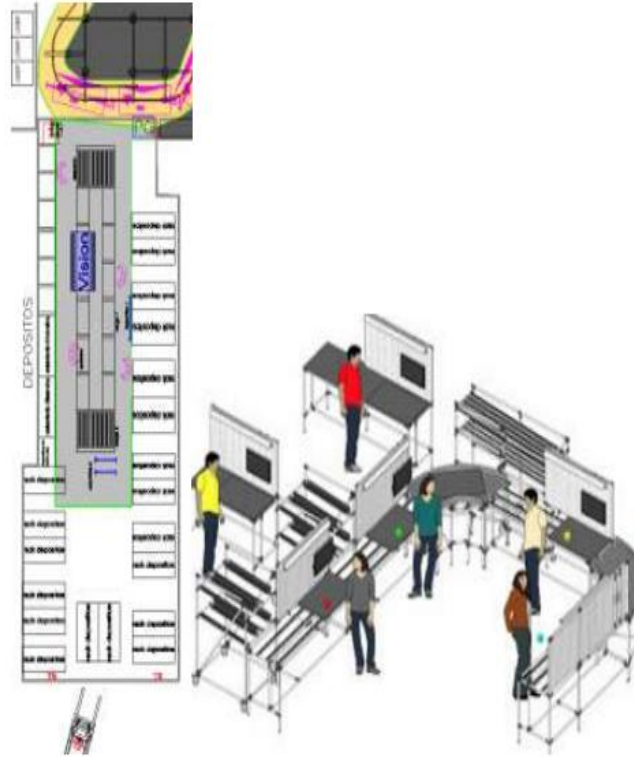


Imagen 2: Líneas en U (TFM)

2.5. Diseño de líneas de fabricación

En una línea de fabricación las máquinas se disponen de tal modo que se facilita el flujo continuo de los productos entre máquinas consecutivas. Los productos pueden ser discretos como una carrocería o “continuos” como el agua que se embotella. Entre ambos extremos (cajas de cartón, latas de Coca-Cola, platos de paella, cigüeñales para el motor, techos de coche, baldas para estantería...) se encontrarán tantos tipos de líneas de fabricación casi como tipos de productos.

En cualquier caso, se puede decir que el diseño de una línea de fabricación tiene 5 etapas básicas en el diseño:

1. Definir las máquinas que se van a utilizar para realizar las operaciones.
2. Definir el tipo de sistemas de transferencia entre máquinas
3. Cuantificar el buffer necesario entre máquinas
4. Definir el modo de acceso de equipos de mantenimiento y suministro de materiales y útiles a las máquinas (y la evacuación de los desechos)
5. Diseñar el Layout del sistema completo

❖ *Definir las máquinas que se van a utilizar*

Las máquinas que se van a utilizar (prensas de gran tonelaje, fresas y tornos de CNC, robots de soldadura, hornos -de curado-, abatidoras de temperatura, cortadoras, pesadoras, plegadoras, envasadoras...) dependen extraordinariamente del proceso.

Las diferentes tecnologías que las empresas proveedoras suministran incluyen tiempos de ciclo (con mayor o menor variabilidad), tiempos de setup (con mayor o menor intervención de trabajadores), disponibilidad (averías y mantenimientos programados, con requerimiento de mano de obra on-site u online)... La calidad del producto, la fiabilidad de la máquina, la versatilidad en el cambio de producto, el soporte del vendedor ante problemas son algunos de los criterios que, junto con el precio, la financiación y los costes operativos deben ser tenidos en cuenta.

En el diseño de algunas líneas de fabricación es habitual comenzar con un sistema poco automatizado mientras se comprueba que el producto va a tener la demanda prevista y que las máquinas principales serán capaces de dar los resultados previstos.

En esos casos las tareas las hacen inicialmente operarios que saben que su destino es ser sustituidos por máquinas en un proceso que se suele denominar "*industrialización*". Con la industrialización se van sustituyendo manos por manipuladores y ojos por sensores una vez el producto y el proceso han sido validados.

❖ *Definir el modo de transferencia entre máquinas*

Varios son los modos de transferir producto de una máquina a otra:

- Manualmente
- Robots manipuladores
- Producto sobre soporte que se mueve sobre vías.
- Cintas transportadoras (o similares) que circulan por dentro de la máquina

El producto en la máquina puede tener que parar o puede ser transformado mientras sigue moviéndose. En ocasiones en lugar de parar el producto lo que se puede hacer es ralentizarlo. En otras ocasiones lo que se le exige al sistema es que separe

el producto, una estrategia para ello es acelerar la cinta transportadora en ese tramo.

En muchas ocasiones el producto que se mueve debe ir sobre un soporte que facilite el movimiento. En ese caso habrá que diseñar el movimiento de los soportes desde el punto final hasta el punto inicial (y la limpieza que sea necesaria). Esa necesidad de retorno lleva a muchas configuraciones a hacerse en bucle cerrado (dificultando la entrada y salida de personal y material).

❖ *Dimensionar el buffer necesario entre máquinas*

Al diseñar una línea de mecanizado hay que diseñar no sólo el modo de conexión sino también el buffer a colocar entre máquinas, la cantidad de producto que puede llegar a haber. El buffer exige espacio físico y una inversión en equipos, además el tránsito del producto a lo largo del buffer se percibe como una pérdida de tiempo. Por tanto, lo natural sería no poner buffer. Natural pero ineficiente. Las máquinas de una línea de mecanizado están conectadas unas con otras. Sea un sistema con n máquinas en serie y cada una de ellas con una disponibilidad a . Si no hay buffer entre las máquinas la disponibilidad del sistema se calcula como $d=an$. Esto es si la disponibilidad de la máquina individual es $a=95\%$ y $n=5$ entonces la disponibilidad de la línea es del 77%.

Sin buffer entre máquinas la variabilidad matará la productividad. Dado que últimamente en demasiadas empresas se compran líneas de transferencia (cintas de transporte entre máquinas) se repite el ejercicio. Si la empresa tiene 3 secciones consecutivas y trabajan con un OEE de un 70% (lo que sería aceptable) si las conecta con cintas de transporte el nuevo rendimiento del sistema será un 35%. Y ese 35% siempre que las cintas no sean el nuevo cuello de botella (que pasa). Si las máquinas de la línea de mecanizado son multimodelo (es decir pueden transformar muchos tipos de productos, pero exigen un cambio de útiles) será bueno coordinar el setup, lo que habitualmente se llama programación de producción. Una alternativa a la coordinación del setup es la disposición de un buffer entre máquinas (García Sabater, 2011).

Algunas máquinas trabajan en lotes (por ejemplo, antes de entrar al horno. El lote que espera no es un buffer que vaya a proteger contra la variabilidad. No es tampoco un buffer una línea de enfriado a la salida del horno.

En principio el buffer debe poder fluctuar libremente. Si entre máquinas hay una cinta transportadora, o un transportador de rodillos, no necesariamente es un buffer, será un buffer si el contenido el contenido puede fluctuar en función de la variabilidad de la operación. Cuando el buffer posterior se llena, la máquina anterior se encontrará en una situación de bloqueo, incrementando su nivel de utilización (de manera aparente) y por tanto requieren. Cuando el buffer se vacíe la máquina posterior se quedará starving incrementando (de modo aparente también), su nivel de utilización.

Como indica la teoría de colas (Gross et al., 2008), un incremento en el nivel de utilización se corresponde de modo no lineal con un incremento en el buffer necesario, pero como el buffer está lleno, se produce una parada y por ello una pérdida de productividad. El dimensionamiento de los buffers, se puede hacer utilizando métodos intuitivos (“a ojo de buen cubero”) o analíticos (usando teoría de colas), pero dada la complejidad de cualquiera de estos sistemas el mejor modo de hacerlo es mediante simulación de eventos discretos.

- ❖ *Definir el modo de acceso de equipos de mantenimiento y suministro de materiales y útiles a las diferentes máquinas (y la evacuación de los deshechos)*

Esta etapa no requiere mucha explicación. Únicamente requiere que no se olvide. Es muy habitual, es casi inevitable, que los ingenieros de procesos, concentrados en la programación de los PLCs y el movimiento del robot de última generación que han comprado olvide que las máquinas hay que mantenerlas, aprovisionarlas, eliminar desperdicios. Todo el mundo sabe que eso son tareas muy fáciles de diseñar comparadas con programar un PLC y encima no añaden valor. Son tareas que puede diseñar cualquiera.

No hace falta estudiar electromecánica para diseñar un pasillo para que el trabajador de mantenimiento pueda llegar a revisar los niveles de aceite, para poder entrar con los componentes que incorpora la tolva, para evacuar el plástico que está

generando el robot. Por eso no entraba en el plan de estudios que siguieron, y quizá por eso mismo no conocen la repercusión que en el OEE tendrá la falta de cuidado al definir los modos de acceso necesarios. Porque quizá la máquina se pueda poner en marcha de nuevo en 5 minutos, pero el equipo de mantenimiento tardará no menos de media hora en llegar.

❖ *Diseñar el layout del sistema completo*

Si la línea es cerrada (por la necesidad de recircular soportes anteriormente comentada) y requiere alimentación de componentes tanto los componentes como los trabajadores que los montan estarán en la parte exterior de la línea dificultando las operaciones.

Una vez entendidos todos los flujos y los procesos, conocidos por donde entran y salen productos, componentes, útiles, materiales es el momento de disponer en la superficie las máquinas de la línea. Dado que son máquinas requerirán algunos pequeños detalles como alimentación de energía eléctrica, aceite, aire comprimido, agua caliente, que generalmente llegarán por el vuelo, y lo que tenga que salir es posible que salga por el suelo. Que la línea se vea como tal, que sea posible acceder a todos sus lados, que sea fácil expandirla, que sea segura para los trabajadores que a ella acceden son aspectos a tener en cuenta al diseñar la planta en la que la línea producirá.

2.6. Generalidades de la materia prima (madera reforestada). Teca y gmelina

❖ *La teca (Tectona grandis L. f.)*

Especie de madera tropical más plantada en el mundo. Se estima que 74% del total de las plantaciones de maderas duras (hardwoods) en el mundo son de teca, con aproximadamente una superficie de 5819000 ha (FAO, 2009a). Esta especie es cultivada hace más de 150 años en 50 países, dentro y fuera de su área de distribución natural (FAO, 2009b).

La teca ha sido reconocida como una madera de alta calidad debido a sus excelentes propiedades, convirtiéndose en una de las más valiosas del mundo junto al cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*). Sus propiedades, principalmente para el duramen, incluyen: combinación de bajo peso específico con resistencia, durabilidad natural, estabilidad dimensional, facilidad de trabajar con

herramientas, resistencia a termitas, hongos, químicos, además de su belleza (Bhat, 1998).

La madera de teca presenta alta demanda para usos específicos, como construcción y revestimiento de embarcaciones, fabricación de muebles y objetos lujosos. Los árboles de teca, nativos del sur de Asia, (India, Myanmar, República Democrática Popular de Laos y Tailandia) se han aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujeron entre 400 y 600 años atrás. También se ha establecido en toda la zona tropical de Asia, en África tropical (Costa de Marfil, Nigeria, Sierra Leona, la República Unida de Tanzania y Togo) y en América Latina y el Caribe (Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Trinidad y Tobago y Venezuela).

La teca se ha introducido también en algunas islas de la región del Pacífico (Papúa Nueva Guinea, Fiji y las Islas Salomón) y en el norte de Australia en forma experimental (Pandey y Brown, 2000).

La teca crece en condiciones climáticas de clima monzónico (tropical húmedo y cálido), caracterizado con una estación seca de 3 a 5 meses y una precipitación anual entre 1300 mm y 2500 mm. La temperatura óptima para el desarrollo de la teca se encuentra entre 16 °C y 40 °C (Weaver, 1993).

❖ *Gmelina arborea Roxb. de la familia Verbenaceae*

Especie forestal de rápido crecimiento y una de las pocas que en nuestro país ofrece amplias posibilidades para el desarrollo de reforestaciones industriales, debido entre otros aspectos a su rápido crecimiento, su relativa facilidad de manejo, sus propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera. En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos hasta secos. Se encuentra en forma natural principalmente en las selvas mixtas de Birmania, asociado con *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, varias especies latifoliadas y bambúes. Su máximo desarrollo lo alcanza en los bosques más húmedos de Birmania, sobre todo en valles húmedos y fértiles, en estas condiciones puede crecer hasta los 1260 m de altitud.

La Gmelina arborea es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia. Naturalmente se desarrolla entre las latitudes 5° N -30° N, desde el sudeste asiático, incluyendo Pakistán hasta Camboya y China meridional.

En América Central existe un total de 225 000 ha de plantaciones forestales, de las cuales 52 000 ha (23%) han sido plantadas con melina (Gmelina arborea). Esta ha sido plantada con propósitos comerciales tanto en Costa Rica como en Guatemala. (Alfaro y de Camino, 2002).

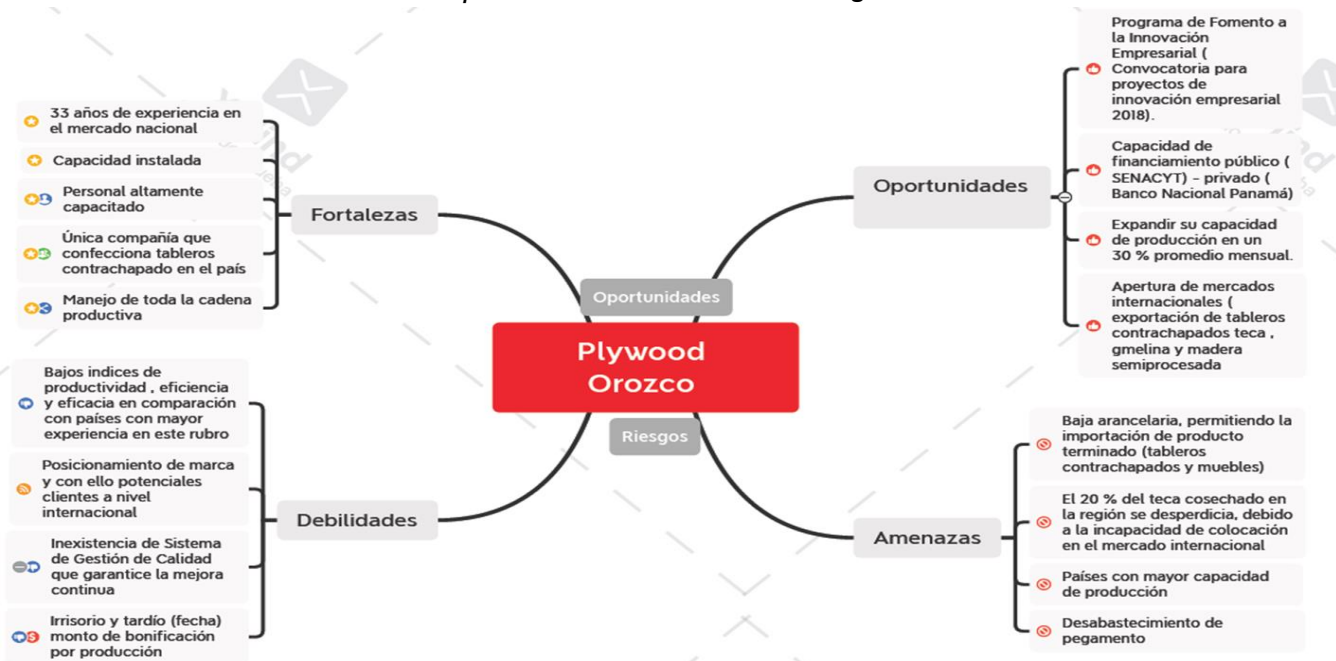
El proyecto Madeleña del CATIE promovió en la década de los 90 el establecimiento de plantaciones con la especie en Panamá, Nicaragua, El Salvador y Honduras, pero principalmente con propósitos demostrativos y para producir madera y leña para consumo local.

Hasta el momento la madera de melina en América Central, no compite con las especies nativas de bosque. Sin embargo, el aumento en las restricciones en el uso del bosque nativo ha provocado una reducción de la disposición de esa materia prima, originando la necesidad de buscar fuentes de maderas alternativas y la melina se muestra como una posibilidad.

2.7. Empresa generadora de maquinaria





Mapa de ideas – DAFO:

Imagen 3: Análisis DAFO







DAFO - Esquemático










▼ Oportunidades

-  Programa de Fomento a la Innovación Empresarial (Convocatoria para proyectos de innovación empresarial 2018).
-  Capacidad de financiamiento público (SENACYT) - privado (Banco Nacional Panamá)
-  Expandir su capacidad de producción en un 30 % promedio mensual.
-  Apertura de mercados internacionales (exportación de tableros contrachapados teca, melina y madera semiprocesada)

▼ Amenazas

-  Baja arancelaria, permitiendo la importación de producto terminado (tableros contrachapados y muebles)
-  El 20 % del teca cosechado en la región se desperdicia, debido a la incapacidad de colocación en el mercado internacional
-  Países con mayor capacidad de producción
-  Desabastecimiento de pegamento

▼ Debilidades

-  Bajos índices de productividad, eficiencia y eficacia en comparación con países con mayor experiencia en este rubro
-  Posicionamiento de marca y con ello potenciales clientes a nivel internacional
-   Insolvencia de capital propio para cubrir eventuales situaciones
-   Inexistencia de Sistema de Gestión de Calidad que garantice la mejora continua
-  Obsolescencia del Manual de Procedimiento
-   Irrisorio y tardío (fecha) monto de bonificación por producción

▼ Fortalezas









-  33 años de experiencia en el mercado nacional
-  Capacidad instalada
-   Personal altamente capacitado
-   Única compañía que confecciona tableros contrachapado en el país
-   Manejo de toda la cadena productiva

Imagen 4: DAFO esquemático

Empresa proveedora de maquinaria

Shandong Baishengyuan Group Co., Ltd.

Localizada en la ciudad costera de "Weihai", es un gran grupo empresarial profesional que integra maquinaria de madera contrachapada de ventas e investigación y desarrollo.

Es la primera empresa procedente de China que obtuvo una licencia de importación y exportación directa por el gobierno del Estado.

Después de varias décadas de desarrollo, siempre se adhiere a las formas independientes de innovación y desarrollo científico.

Ahora liderando los productos y productos auxiliares, siguiendo la demanda del mercado, actualizándose incesantemente. Especializada en la fabricación de completas líneas de producción dedicadas a la confección de madera contrachapada, sustratos de piso, plantillas de construcción de inmejorable calidad. varios profesionales.

Los equipos se exportan a decenas de países de Asia, Europa, África y América. Con productos de alta calidad y el mejor servicio, ganando el reconocimiento de los clientes nacionales y extranjeros.



Imagen 5: Exportaciones

La empresa cuenta con un centro de tecnología empresarial provincial y grandes centros de investigación en tecnología de la carpintería.



Imagen 6: Instalaciones

Ha sido ampliamente premiada por su contribución al desarrollo del proceso productivo de la madera:

- ❖ Una de las 500 mejores fábricas de maquinaria en China,
- ❖ Empresa modelo para la gestión en la provincia de Shandong,
- ❖ Empresa de alta tecnología de Shandong, miembro vicepresidente de
- ❖ Miembro y administrativo de la Asociación de Maquinaria Forestal de China

- ❖ Pertenece a la Asociación de Máquinas-Herramienta de China, una de las "diez mejores empresas" en el campo de maquinaria de carpintería de China, famosa marca registrada en la provincia de Shandong.
- ❖ Certificada mediante ISO 9001: 2008
- ❖ Certificación TUV Rheinland CE.
- ❖ Shangdong Baishengyuan Group Co., Ltd



Imagen 7: Reconocimientos

MONTAJE
Línea de producción completa

(Raw log conveyor, log debarker, waste bark conveyor, log conveyor, spindless peeling machine, Convey waste veneer from spindless peeling machine, CNC clipper, auto-veneer stacker, Precisión blade grinding machine y Whole line transformer).



Imagen 8: Línea de producción

Proceso de producción madera contrachapada

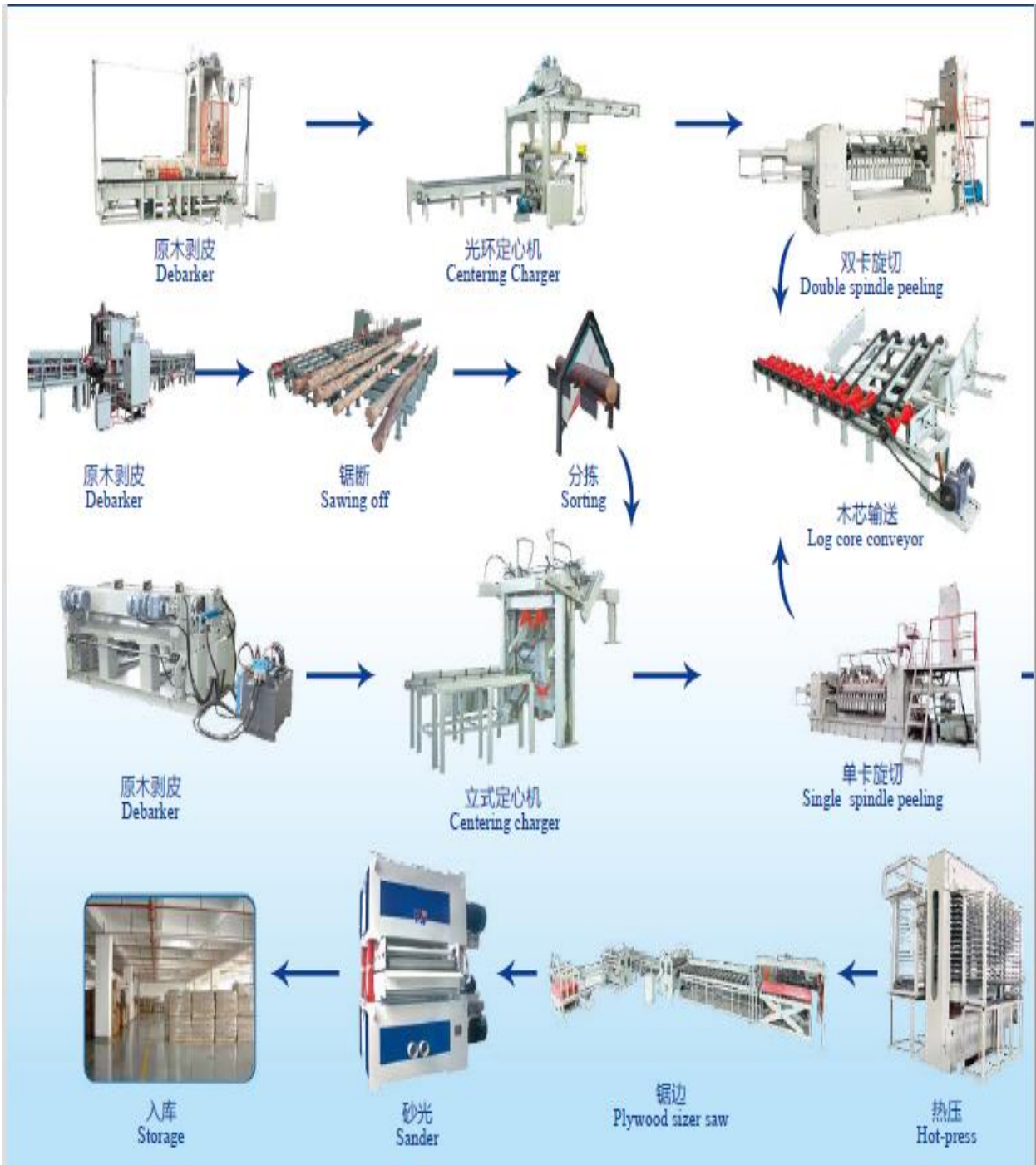


Imagen 9: Proceso productivo

1. *BZY4126B Transportador de troncos sin procesar a descortezador*



Imagen 10: Transportador de troncos

2. BP2600/5 Descortezador de troncos sin eje

Descortezador de madera de alta resistencia, adecuado para procesar el registro con un diámetro grande.

- I. Adopta 4 pares de ruedas dentadas para fijar el tronco;
- II. La cabeza Rosser con más de 18 cuchillas puede quitar la piel con facilidad;
- III. El carro de la cabeza Rosser permite su desplazamiento a lo largo de la dirección de la longitud del tronco.
- IV. Accionado mediante sistema hidráulico.



Imagen 11: Descortezador

BBP2600/5 Descortezadora de troncos sin eje		
Especificaciones técnicas		Especificaciones
Longitud máxima de procesamiento	mm	2600
Diámetro máximo del tronco	mm	130 - 500
Velocidad de rotación de corte	m/min	60
Potencia del motor de doble rodillo	kw	2 * 7.5 = 15
Potencia del motor del rodillo de apoyo	kw	2.2
Potencia del motor hidráulico	kw	5.5
Potencia total del motor	kw	37.7
Dimensiones	mm	4000 * 2200 * 1500
Peso	kg	8000

Cuadro 7

3. SMX2700 Transportador de troncos para torno de pelado



Imagen 12: Transportador de troncos para torno de pelado

4. Máquina peladora sin eje

- I. Control numérico por computadora (CNC), servomotor (
- II. Sistema Mitsubishi (Aplicaciones de mecanizado complejo, gran rendimiento, almacenamiento de programas de mecanizado)
- III. Cuchilla de prensa hidráulica
- IV. Ajuste del espacio de las cuchillas mediante (CNC)
- V. Ajuste automático de los ángulos de las cuchillas
- VI. Accionamiento mediante engranajes
- VII. Alta velocidad (0 – 80 m/min)



Imagen 13: Máquina peladora sin eje

Máquina peladora sin eje		
Especificaciones técnicas		Especificaciones
Máximo diámetro de trabajo	mm	Ø 480
Diámetro del núcleo del tronco	mm	Ø 40
Longitud de trabajo	mm	2 600
Espesor de la chapa	mm	0.8 - 0.3
Velocidad de pelado	m/min	0 - 80
Poder total	kw	58
Dimensiones	mm	4750×2150×1870
Peso	kg	11500

Cuadro 8

5. CNC BJG1326 Cortadora rotativa de chapa

- I. Clipper de la serie BJG, mayor capacidad de recorte rotativo CNC.
- II. Nos ofrece 3 tipos de tamaño para recorte de chapa (8 ft, 6 ft, 4 ft)
- III. Sistema de control estándar: Permitiendo la programación en un único entorno de software. Aportando flexibilidad y rendimiento a la máquina; sin tener que cambiar el programa de aplicación o integrar controladores adicionales en el sistema



Imagen 14: Cortadora rotativa de chapa

BJG1326 CNC Cortadora rotativa de chapa		
Especificaciones técnicas		Especificaciones
Máximo ancho de trabajo	(mm)	2 650
Longitud de la hoja	(mm)	2 700
Número de chuchillas pcs	(alta precisión)	3
Velocidad máxima de corte de línea	(m/min)	100
Velocidad de alimentación	(m/min)	100
Motor de alimentación	(kw)	4.4
Potencia del motor de corte	(kw)	7.5
Dimensiones	(mm)	6 000 x 3 860 x 1 740
Peso	(kg)	3 500

Cuadro 9

6. BDD1126/4D-1 Apilador automático de chapa

- I. Controlado mediante procesamiento mecánico, hidráulico, neumático.
- II. Apilamiento automático de la chapa, mejorando la eficiencia de la producción y ahorros en los costes de producción.



Imagen 15: Apilador de enchapado automático

BDD1126/4D-1 Apilador de enchapado automático		
Especificaciones técnicas		Especificaciones
Tamaño de apilamiento	feet	4 * 8
Anchura máxima de trabajo	mm	2 600
Anchura mínima de trabajo	mm	2 200
Espesor de la chapa	mm	1.0 - 3.0
Máxima velocidad	m/min	140
Altura máxima de apilamiento	mm	1 000
Potencia del motor	kw	25.8
Dimensiones	mm	8598 x 3689 x 3263
Peso	kg	3 200

Cuadro 10

7. YM3000B Amoladora automática de cuchillas

- I. Adopta (CNC), presentando una rápida y confiable operabilidad
- II. Alto rendimiento
- III. Alto grado de automatización
- IV. Componentes de control neumático
- V. Mesa con disco de succión electromagnética
- VI. Motor con cabezal de molienda
- VII. Alta precisión



Imagen 16: Amoladora automática de cuchillas

YM3000B Amoladora automática de cuchillas		
Especificaciones técnicas		Especificaciones
Longitud de molienda	mm	3 000
Cabeza de pulido	r/min	1 400
Especificaciones del mandril magnético	mm	180 * 3 000
Motor de cabezal de pulido	kw	4
Velocidad de desplazamiento del cabezal de rectificado	m/min	0 - 16
Viaje de potencia del motor	kw	1.1
Dimensiones de la muela abrasiva	mm	200 x100 x 32
Dimensiones	mm	000 x 1100 x 1 850
Peso	kg	3 000
Dirección de molienda	Izquierda y derecha	
Ángulo de ajuste	Ángulo	45

Cuadro 11

Nueva capacidad instalada

Base para los cálculos	Producción		Incremento %
	Actual	Instalada	
Capacidad 100%: m3/mes	336.00	1040.00	309
Capacidad 100%: m3/anual	4032.00	12480.00	

Cuadro 12



Imagen 17: chapa de madera en splicer



Imagen 18: chapa de madera deshidratada



Imagen 19: Medición de humedad (hidrómetro)



Imagen 20: producto terminado

CAPÍTULO III. ANÁLISIS ECONÓMICO

CAPÍTULO III. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.1. SENACYT-Plywood Orozco. Alianza público-privada

3.1.1. Presupuesto proyectado Vs Presupuesto ejecutado

CUADRO COMPARATIVO SIMPLIFICADO DE LAS LINEAS DE GASTO

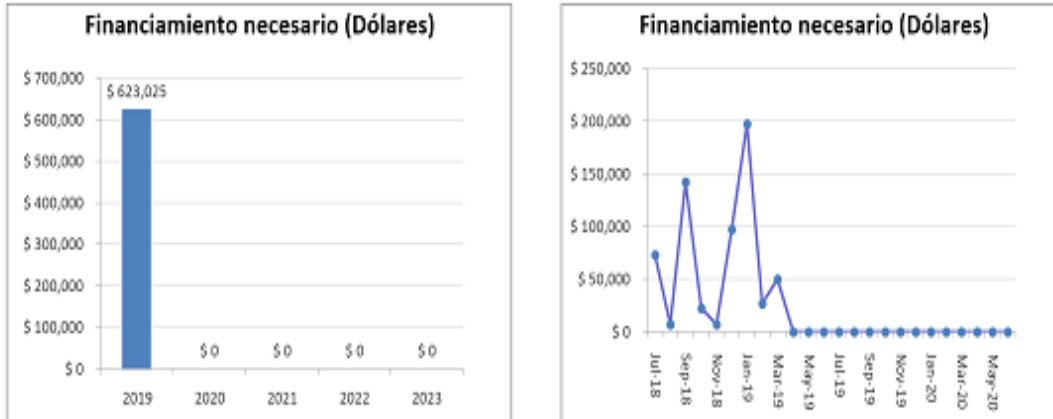
Descripción detallada de los aportes realizados por SENACYT – PLYWOOD OROZCO, durante la ejecución de las V etapas de ejecución. Se precisó realizar un cuadro comparativo de aportes proyectados vs aportes ejecutados durante el tiempo que comprendían cada una de las etapas, esto con el fin de analizar el cumplimiento en la ejecución de las obras necesarias para el desarrollo del proyecto. Se observa con claridad el monto total invertido en cada etapa y la sumatoria de los mismos.

Etap	Descripción General	APORTES				
		SENACYT		PLYWOOD OROZCO		TOTAL
		Proyectado	Ejecutado	Proyectado	Ejecutado	
I	Dotación de insumos para fases de desarrollo	B/. 73,500.00	B/. 73,163.50	B/. 12,060.00	B/. 5,346.26	B/. 78,509.76
II	Construcciones civiles indispensables para la ejecución del proyecto	B/. 107,000.00	B/. 107,000.00	B/. 89,131.52	B/. 85,788.85	B/. 192,788.85
III	Trámites legales	B/. 9,000.00	B/. 7,500.00	B/. 45,801.52	B/. 13,549.87	B/. 21,049.87
IV	Instalación de servicios de soporte	B/. 8,000.00	B/. 2,500.00	B/. 33,856.52	B/. 86,741.67	B/. 89,241.67
V	Operaciones imprescindibles para alcanzar objetivos	B/. 2,500.00	B/. 2,500.00	B/. 24,951.52	B/. 33,700.07	B/. 36,200.07
		B/.200,000.00	B/.192,663.50	B/.205,801.08	B/.225,126.72	B/.417,790.22

Cuadro 13

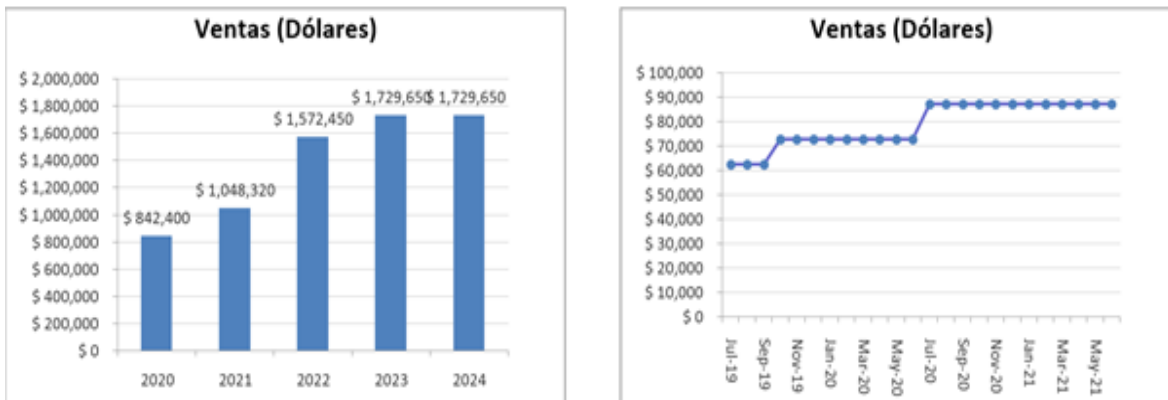
3.1.2. Financiamiento-Ventas-Flujo de caja-Punto de equilibrio

PROYECCIONES ECONÓMICAS



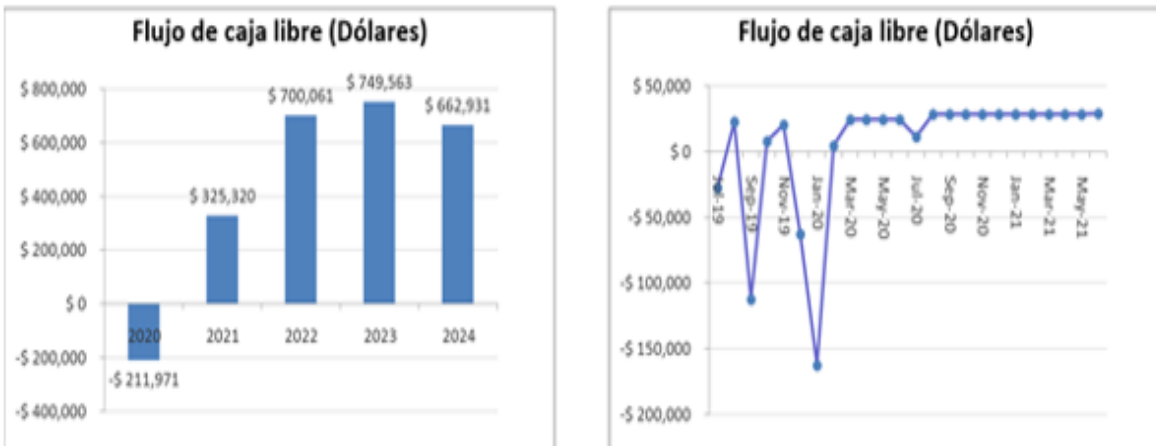
Gráfica 1

Observamos los fondos requeridos en cada periodo para que la caja termine con un saldo negativo.

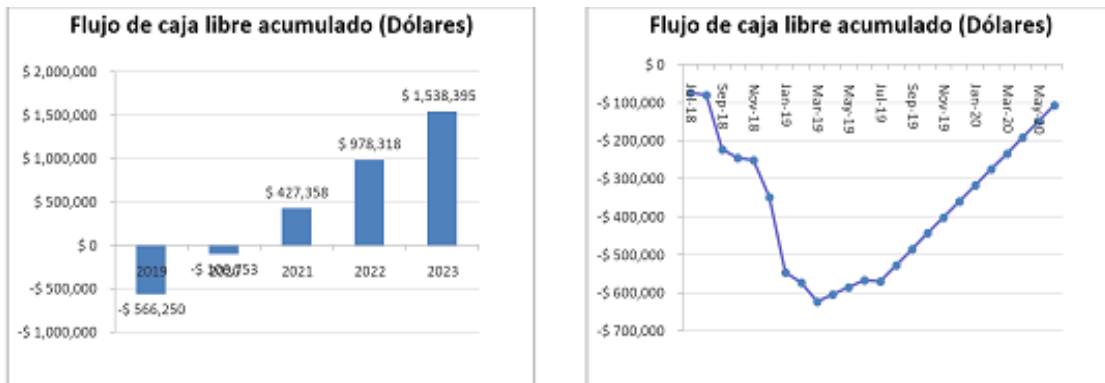


Gráfica 2

Análisis de ventas proyectadas en (dólares), tomando como referencia el precio unitario del producto terminado y el volumen de producción anual del mismo.
Cifras extraídas de estudio de mercado.

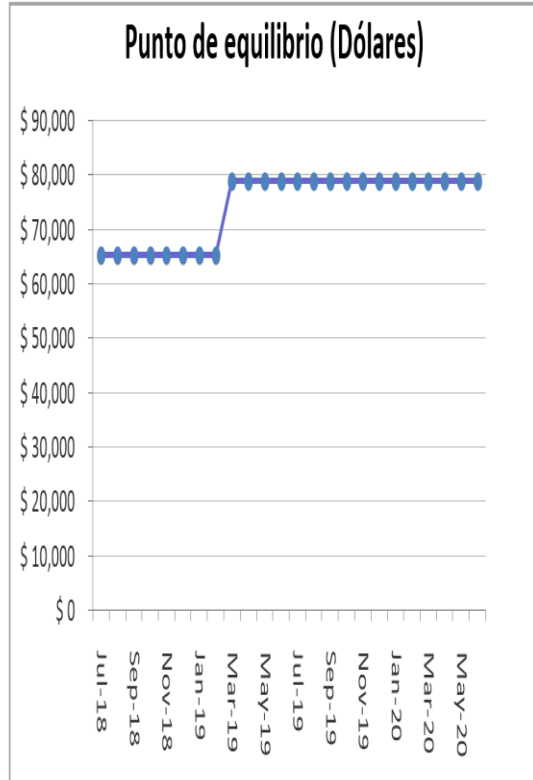
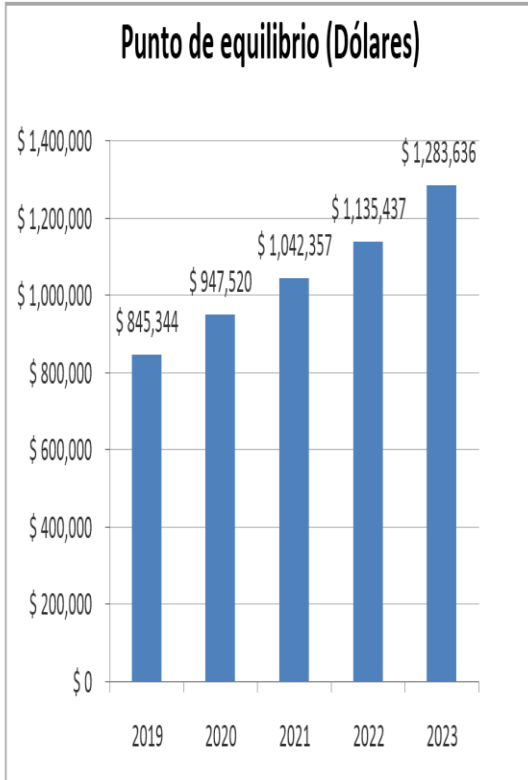


Gráfica 3



Gráfica 4

Representa la caja que genera o consume el negocio sin tener en cuenta el financiamiento. De esta forma observamos qué tan atractivo es el negocio en sí mismo.



Gráfica 5

Representamos el nivel mínimo de ventas que necesita el negocio a un momento dado para poder cubrir los costos fijos

FLUJO DE CAJA (Dólares)	2019	2020	2021	2022	2023
CAJA INICIAL	\$ 80,000	-\$ 49,759	\$ 227,287	\$ 589,680	\$ 1,056,370
Ventas	\$ 873,600	\$ 1,772,160	\$ 1,976,660	\$ 2,204,638	\$ 2,459,365
Costo de ventas	-\$ 309,660	-\$ 664,560	-\$ 804,118	-\$ 972,931	-\$ 1,177,376
Salarios	-\$ 276,300	-\$ 309,300	-\$ 334,365	-\$ 349,341	-\$ 383,038
Gastos fijos	-\$ 269,400	-\$ 282,900	-\$ 283,955	-\$ 285,015	-\$ 286,081
Impuestos	\$ 1,634	-\$ 10,842	-\$ 12,608	-\$ 14,156	-\$ 14,640
Ingresos y egresos extraordinarios	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Caja generada por operaciones	\$ 19,874	\$ 504,558	\$ 541,615	\$ 583,195	\$ 598,230
Variación cuentas a cobrar	-\$ 54,600	-\$ 19,240	-\$ 8,521	-\$ 9,499	-\$ 10,614
Variación cuentas a pagar	\$ 31,260	\$ 10,374	\$ 32,304	\$ 15,108	\$ 18,295
Variación créditos fiscales	-\$ 1,634	\$ 1,634	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Variación de inventarios	-\$ 111,150	-\$ 37,830	-\$ 31,286	-\$ 37,844	-\$ 45,834
Inversión en capital de trabajo	-\$ 136,124	-\$ 45,062	-\$ 7,503	-\$ 32,235	-\$ 38,153
Inversión en activos fijos	-\$ 450,000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flujo de caja libre	-\$ 566,250	\$ 459,497	\$ 534,112	\$ 550,959	\$ 560,078
Aportes de los dueños	\$ 80,000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Retiros de los dueños	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flujo de caja de los dueños	\$ 80,000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Deuda corto plazo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Deuda largo plazo	\$ 356,491	-\$ 182,451	-\$ 171,719	-\$ 84,269	\$ 0
Flujo de caja de la deuda	\$ 356,491	-\$ 182,451	-\$ 171,719	-\$ 84,269	\$ 0
Subsidios y donaciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flujo de caja del financiamiento	\$ 436,491	-\$ 182,451	-\$ 171,719	-\$ 84,269	\$ 0
FLUJO DE CAJA DEL NEGOCIO	-\$ 129,759	\$ 277,046	\$ 362,393	\$ 466,690	\$ 560,078
CAJA FINAL	-\$ 49,759	\$ 227,287	\$ 589,680	\$ 1,056,370	\$ 1,616,448

Cuadro 14

RESULTADOS (proyectados)	2018		2019		2020		2021		2022	
Ventas	\$ 875.840		\$ 1.772.160		\$ 1.976.660		\$ 2.204.638		\$ 2.459.365	
Costo de insumos	-\$ 310.408	35%	-\$ 664.560	38%	-\$ 804.118	41%	-\$ 972.931	44%	-\$ 1.177.376	48%
Total egresos operativos	-\$ 856.108	98%	-\$ 1.256.760	71%	-\$ 1.422.438	72%	-\$ 1.607.287	73%	-\$ 1.846.495	75%
Resultado operativo	\$ 19.732	2%	\$ 515.400	29%	\$ 554.223	28%	\$ 597.351	27%	\$ 612.871	25%
Resultado neto	-\$ 115.286	13%	\$ 316.359	18%	\$ 377.680	19%	\$ 431.431	20%	\$ 448.230	18%

Cuadro 15

Análisis de estados financieros proyectados, teniendo como referencia las ventas proyectadas, los costos de insumos, costos operativos, gastos fijos, salarios, impuestos. Información extraída de estudio de mercado (2018)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Vidal-Carreras, P. I., Garcia-Sabater, J. P. and Garcia-Sabater, J. J. (2017) 'A practical model for managing inventories with unknown costs and a budget constraint', *International Journal of Production Research*. Taylor & Francis, 55(1), pp. 118–129. doi:10.1080/00207543.2016.1198056.
- ❖ Vidal Carreras, P. I. and García Sabater, J. P. (2006) 'El Problema de la Programación del Lote Económico (ELSP): una revisión de la literatura', *X Congreso de Ingeniería de Organización: Valencia, 7-8 de septiembre, 2006*, págs. 1-10, pp. 1–10. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5869501> (Accessed: 7 January 2019).
- ❖ Boysen, N. *et al.* (2015) 'Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda', *European Journal of Operational Research*. Elsevier, 242(1), pp. 107–120.
- ❖ Boysen, N., Fliedner, M. and Scholl, A. (2007) 'A classification of assembly line balancing problems', *European journal of operational research*. Elsevier, 183(2), pp. 674–693.
- ❖ Castro, R. *et al.* (2017) 'HIGHER EDUCATION-INDUSTRY INTERACTIONS AND EMPLOYMENT IN EUROPE: A CLAIM FOR SOCIAL RESPONSIBILITY', in, pp. 5004–5008. doi: 10.21125/inted.2017.1166.
- ❖ Ford, H. (1922) *My life and work*. Double Day. García-Sabater, J. P., Sabater, J. J. G. and Marin-Garcia, J. A. (2008) 'Optimización de los recursos humanos a través de las TIC: resultados de la reorganización laboral de un proveedor logístico', *Economía industrial*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, (370), pp. 143–151.