



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

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE MADERA DE CAOBA Y MANCHICHE PARA UNA CONCESIÓN FORESTAL DEL DEPARTAMENTO DEL PETÉN

Roxana Yanina Castillo Guzmán de Rivas

Asesorado por el Lic. David Solares Cabrera

Guatemala, abril de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE MADERA DE
CAOBA Y MANCHICHE PARA UNA CONCESIÓN
FORESTAL DEL DEPARTAMENTO DEL PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROXANA YANINA CASTILLO GUZMÁN DE RIVAS
ASESORADO POR EL LIC. DAVID SOLARES CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. José Vicente Guzmán Shaúl
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE MADERA DE CAOBA Y MANCHICHE PARA UNA CONCESIÓN FORESTAL DEL DEPARTAMENTO DEL PETÉN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 20 de septiembre de 2005.

Roxana Yanina Castillo Guzmán de Rivas

AGRADECIMIENTO A

DIOS

Fuente inagotable de misericordia, que me ha iluminado el camino para alcanzar hoy mi sueño.

MIS PADRES

Jorge Raúl Castillo y Ercilia de Castillo.

Por ser ejemplo de rectitud y por sus esfuerzos para sacar adelante a mis hermanos y a mí; que este logro sea la recompensa.

MI ESPOSO

Rudy Rafael Rivas.

Gracias, por estar conmigo a través de este proceso, que este logro sirva de recompensa a tu amor, comprensión y sacrificios.

MI SUEGRA

Ángela Pérez.

Por todo tu apoyo y sabios consejos, por quererme como una hija, tú eres una madre para mí.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

En cuyas aulas forjé mi carrera y aprendizaje.

MIS HERMANOS

Sandra, Henry, Carlos, Lisbeth, Karla y Ana Maribel.

Gracias por su apoyo y cariño.

MIS CUÑADOS

Héctor, Edgar y Rolando, por su cariño.

MIS SOBRINOS

Que este triunfo les sirva de ejemplo a seguir, los quiero mucho.

**MIS COMPAÑEROS
Y AMIGOS**

Por todo el tiempo compartido y las noches de desvelo, sigan adelante.

MI ASESOR

Lic. David Solares Cabrera, por el tiempo dedicado y sabias sugerencias en la realización de este trabajo.

**AGRADECIMIENTO
ESPECIAL A:**

El ing. Rolando Corzo, por sus consejos y atenciones a mi persona.

El ing. Ayala, por la oportunidad para la realización de esta tesis.

Mis compañeros de la sección de Prefabricados, por su cariño y ayuda.

Concesión Forestal Árbol Verde, y a todos los que en ella laboran, gracias por su colaboración.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
LISTA DE ABREVIATURAS	XIX
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Breve descripción de la empresa.....	1
1.2. Antecedentes de la empresa.....	3
1.3. Estructura organizativa.....	5
1.4. Ubicación.....	8
1.5. Definiciones.....	11
1.5.1. Residuo.....	11
1.5.2. Calidad.....	12
1.5.3. Productividad.....	13
1.5.4. Diagrama de Pareto.....	14
1.5.5. Diagrama causa – efecto (Ishikawa).....	15
1.5.6. El producto.....	16
1.5.7. Tecnología.....	17
1.5.8. Eficiencia.....	18

1.5.9. Competitividad.....	19
1.5.10. Mejora continua.....	20
1.5.11. Diseño.....	21
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	25
2.1. Origen de los residuos en la empresa.....	25
2.2. Clasificación de los residuos forestales.....	26
2.3. Residuos madereros producidos en el aserradero.....	28
2.4. Descripción del residuo en aserradero.....	29
2.5. Volúmenes y cuantificación de los residuos.....	33
2.6. Descripción del proceso actual para el residuo.....	37
2.6.1. Descripción de procesos.....	38
2.7. Diagramas del proceso de manejo de residuos de la madera.....	41
2.7.1. Diagrama de flujo del proceso de recolección en bosque.....	42
2.7.2. Diagrama del proceso de aserrado	42
2.7.3. Diagrama de recorrido de el aserradero.....	46
2.8. Diagrama de Pareto de manejo de aprovechamiento del residuo..	47
2.9. Diagrama de causa y efecto del aprovechamiento del residuo.....	48
2.10. Comercialización actual de los residuos.....	50
3. PROPUESTA DEL PROYECTO	53
3.1. Descripción de diseño de la propuesta.....	53
3.1.1. Planificación del aprovechamiento.....	54
3.1.2. Manejo de los residuos.....	56
3.1.3. Aprovechamiento de residuos en aserradero.....	57
3.1.3.1. Transformación secundaria.....	57
3.1.3.2. Diseño de productos.....	58
3.1.3.2.1. Generación de idea.....	59
3.1.3.2.2. Selección del producto.....	60

3.1.3.2.3. Valor del diseño.....	68
3.1.3.3. Otros posibles empleos de los residuos.....	68
3.2. Formación y capacitación de la fuerza de trabajo.....	69
3.3. Ventajas de la propuesta.....	71
3.3.1. Ventajas competitivas.....	71
3.4. Eficiencia.....	72
3.5. Análisis de mercado.....	73
4. IMPLEMENTACIÓN	77
4.1. Plan de implementación para la propuesta del aprovechamiento...	77
4.2. Metodología.....	79
4.2.1. Mecanismos de aplicación de la metodología.....	80
4.3. Recursos para la implementación.....	85
4.4. Plan de mercadotecnia.....	87
4.4.1. Misión del negocio.....	88
4.4.2. Metas de mercadotecnia.....	88
4.4.3. Análisis situacional.....	89
4.4.4. Selección de mercado meta para productos.....	91
4.4.5. Canales de distribución o comercialización.....	92
4.4.6. Estrategias y tácticas recomendadas.....	92
4.4.6.1. Estrategia de producto.....	92
4.4.6.2. Estrategias de promoción.....	93
4.4.6.3. Estrategias de plaza.....	94
4.4.6.4. Estrategias de precio.....	95
5. SEGUIMIENTO	97
5.1. Evaluación de los resultados del proceso de aprovechamiento.....	97
5.2. Métodos de control para la evaluación de los resultados.....	101

5.2.1.1. Control anticipado.....	101
5.2.1.2. Control durante el proceso de aprovechamiento de los residuos.....	102
5.2.1.3. Control pos implementación.....	108
5.3. Mejora continua.....	109
CONCLUSIONES.....	113
RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Logotipo Sociedad Civil Árbol Verde.....	3
2	Organigrama Sociedad Civil Árbol Verde.....	6
3	Organigrama Aserradero “El Caoba”.....	7
4	Mapa de ubicación de la zona de manejo “Las Ventanas”.....	8
5	Vista del área del aserradero.....	9
6	Área de bodega.....	10
7	Resultado final: Diagrama de Pareto.....	14
8	Pasos para la construcción del Diagrama de Ishikawa.....	15
9	Ciclo PDCA.....	20
10	Diagrama de flujo "ideal" de un proceso para diseñar un producto.....	23
11	Residuos de corteza.....	30
12	Aserrín producido en el proceso de aserrío.....	30
13	Puntas de madera aserrada.....	31
14	Transporte residuo.....	32
15	Recolección para leña.....	33
16	Viruta y aserrín.....	34
17	Residuos de madera, recortes y cortezas.....	34
18	Troza de manchiche.....	35
19	Descarga de trozas.....	38
20	Descortezado de troza.....	39

21 Aserrado de troza.....	40
22 Clasificación de la madera.....	41
23 Diagrama de flujo del proceso de recolección en bosque.....	43
24 Diagrama de proceso de aserrado.....	44
25 Diagrama de flujo de proceso de manejo de los residuos.....	45
26 Diagrama de recorrido del aserradero.....	46
27 Gráfica de Pareto del manejo y aprovechamiento de los residuos.....	47
28 Diagrama de causa y efecto del aprovechamiento de los residuos.....	48
29 Residuos de madera.....	50
30 Residuos de madera para leña.....	51
31 Picopada de residuos.....	52
32 Diseños de juguetes.....	61
33 Diseño de artículos decorativos (artesanías).....	63
34 Diseños de artículos de cocina (artesanías).....	64
35 Diseños de artículos para el hogar.....	65
36 Diseños de accesorios de oficina.....	66
37 Diseño de piso machihembrado y zócalo.....	67
38 Diagrama de proceso, elaboración de productos a fabricar.....	84
39 Plantilla de evaluación de resultados.....	107
40 Ciclo <i>PDCA</i> de mejora continua.....	111
41 Flujograma.....	120
42 Formato de hoja de recolección de datos.....	121

TABLAS

I	Clasificación de los residuos.....	27
II	Proporción del aprovechamiento de un árbol.....	28
III	Clasificación de los residuos en el aserradero.....	29
IV	Cuadro de problemas, causas y estrategias para el aprovechamiento de residuos.....	49
V	Especificaciones del diseño de helicóptero (figura 30b).....	62
VI	Especificaciones del diseño de totito (figura 30d).....	62
VII	Principales productos artesanales con potencial en los Estados Unidos.....	74
VIII	Actividades y tiempos de aplicación de la metodología.....	80
IX	Maquinaria necesaria para la implementación del aprovechamiento.....	85
X	Descripción de materiales.....	86
XI	Equipo y herramental.....	86
XII	Recurso humano.....	87
XIII	Matriz de análisis situacional SCAV (Matriz FODA).....	90
XIV	Descripción de costos diseño helicóptero.....	96
XV	Factores de evaluación de resultados.....	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
\$	Dólar estadounidense
+	Suma
X	Multiplicación
π	Pi
m ³	Metro cúbico
Q	Quetzal (moneda guatemalteca)
cm.	Centímetro
g	Gramo
cm ³	Centímetro cúbico

GLOSARIO

Aprovechamiento forestal comercial Se realiza en cualquier cantidad con fines de lucro, sin importar su destino final.

Aserradero Industria forestal que procesa madera en rollo procedente del bosque, y que luego transforma en productos semielaborados como: tablas, tablones, palillos, durmientes, vigas; en general, madera aserrada.

Bacadillas Se le llama así a las áreas de donde se arrastran las trozas para luego ser transportadas al aserradero.

Bosques Comunidad vegetal, predominantemente de árboles u otra vegetación leñosa, que ocupa una gran extensión de tierra. Proporcionan un hábitat a una amplia variedad de plantas y animales y cumplen otras muchas funciones que afectan a los seres humanos. Impiden la erosión, el desgaste del suelo por el viento y la lluvia.

Bosques de coníferas	Es la comunidad de árboles típico de los climas templados y fríos; generalmente, predominan las especies del tipo gimnospermas; los frutos de las coníferas generalmente son en forma de conos, de allí su nombre.
Bosque latifoliado	Comunidad de árboles propios de climas cálidos y húmedos, templados y fríos; estos bosques se caracterizan por la presencia de especies de las familias y géneros del tipo angiospermas, es decir, árboles de hoja ancha como caoba, cedro, hormigo, nogal, etc. Son las plantas superiores del reino vegetal, con sus semillas dentro de un ovario; la conducción de los líquidos se realiza a través de vasos.
Canales de distribución	Los agentes de ventas, intermediarios, puntos de venta al detalle, etc., a través de los cuales se realiza la distribución de los productos, para venderlos.
Canteadora	Máquina de aserrío, que se utiliza para eliminar los cantos o lados muertos (con corteza) y dejar sólo cantos vivos o verdes; al mismo tiempo le da el ancho deseado a las piezas aserradas.

Caoba	Madera preciosa, de color rojizo rosado, con grano recto a ligeramente entrecruzado, textura mediana, su nombre científico es <i>Swietenia macrophylla</i> king.
Capacidad instalada	Es la máxima capacidad de producción sin considerar pérdidas de tiempo, considerando condiciones ideales de obtención de materia prima.
Censo comercial	Cubicar y medir el árbol para determinar la cantidad que se aprovechará el próximo año, dividiendo un área del bosque y la dividen en franjas de 50 a 100 metros de ancho.
Chips	Trozos de maderas, de tamaño regular.
Cif	Costo, seguro y flete abreviatura utilizada en algunos contratos de ventas internacionales, se da como un precio al que se vende incluyendo el costo, el seguro y el flete de los artículos vendidos.
Cilíndrica	Cuando la forma general se aproxima a la de un cilindro.
Común 1	Clasificación de calidad de la madera, que debe tener 64% libre de defectos.

Común 2	Clasificación de calidad de la madera, que debe tener 50% libre de defectos.
Común 3	Clasificación de calidad de la madera, que debe tener 34% libre de defectos.
Control de calidad	Es el proceso de medir, examinar, supervisar u otro procedimiento, la producción de bienes o servicios, para que éstos resulten de la mejor calidad y rendimiento.
Corteza	Es el tejido o capa externa y dura que recubre el tronco, las ramas y las raíces de los árboles y otras plantas, y que es diferente de la madera. Se distingue dos partes: la corteza interna formada de células vivas (floema) y la corteza externa formada de células muertas (ritidoma).
Cubicar	Es el volumen de un cuerpo en unidades cúbicas.
Diámetro	Es la línea recta que une dos extremos de un círculo pasando por el centro.
Diámetro altura comercial	Altura de árbol, hasta una sección comercialmente aprovechable para un producto.

Eficacia	Grado en que se cumplen los objetivos, sin importar cuántos recursos se utilicen.
Eficiencia	Razón entre la producción real y la producción estándar.
Embalaje	Cajas en donde se resguardan las mercancías para transportarlas
Exportación:	Es la salida de un territorio en forma temporal o definitiva, de una mercancía.
Fas	Clasificación de calidad de la madera, que debe tener 94% libre de defectos.
<i>Fitch</i>	Son bloques que se sacan de las ramas de buen tamaño que quedan en el bosque aserrándolas con motosierra.
<i>Free on board (Fob)</i>	Libre a bordo, tipo de contratación en el que la responsabilidad del productor termina en el momento en el que el producto se encuentra sobre el barco en el puerto de origen.

Fuste	Se le dice al tronco o tallo de los árboles, desde la base hasta la punta, sin incluir las ramas.
Gambas	Son contrafuertes del árbol que se sitúan en la base del tronco y su función primordial es evitar la caída del mismo por efectos del viento. Estos se van desarrollando con el transcurso del tiempo a medida que las ramas crecen y ciertas gambas adoptan mayor o menor resistencia de acuerdo a la forma del árbol.
Globalización	Fenómeno a nivel mundial acelerado por el desarrollo de la informática y las comunicaciones, que ha provocado una relación de interdependencia entre todos los países.
Industria forestal primaria	Es toda industria que realiza el primer proceso a la madera en rollo o cualquier otra materia prima, que proviene directamente del bosque.
Industria forestal secundaria	Es toda industria que procesa productos provenientes de la industria forestal primaria.
Ingreso per capita	Es el Producto Nacional Neto dividido entre la población total

Insumos	Todos los recursos que se utilizan para elaborar el producto, mano de obra, capital, tecnología, etc.
Madera	Son los tejidos lignificados conductores de agua: los de sostén y los de reserva que están contenidos en las ramas, tallos y raíces.
Madera aserrío	Madera en tabla o aserrada en tablones para su venta.
Manchiche	A este árbol se le conoce en el bosque por la forma de su fuste liso o escamoso, color grisáceo amarillento. Su corteza al cortarla despide un olor característico que lo hace familiar. Nombre científico, Lonchocarpus Castilloi Stand.
Motor de búsqueda	Sistema informático que indexa archivos almacenados en servidores <i>Web</i> .
Requisitos fitosanitarios	Medidas para mitigar impactos económicos y ecológicos relacionados con introducción de insectos, hongos y otras plagas exóticas.

Semillero	Es el árbol que no se debe talar ya que cuenta con las características para aprovechar su regeneración dentro del bosque; son los mejores árboles y sirven para mantener la calidad de las especies; en el censo se marcan con una S azul.
Sinuosa:	Cuando en algún sector de la troza existe un alejamiento excesivo del eje longitudinal de la misma.
<i>Smartwood</i>	El propósito del programa <i>SmartWood</i> es reconocer el manejo consciente de la tierra a través de la evaluación independiente, realizada por un grupo de especialistas que representan a esta marca. El propósito de la evaluación es analizar la sustentabilidad ecológica, económica y social de la concesión.
<i>Skider</i>	Tractor agrícola que arrastra las trozas.
Torcida	Cuando presenta gran desviación longitudinal formando ángulos.
Tecnología de punta	Maquinaria moderna, eficiente y reciente.

Valor agregado El valor del producto final menos el valor de los insumos materiales adquiridos por el productor

Pies Doyle Medida que se utiliza para dimensionar la madera. 100 pies doyle = 110 pie tablar.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACOFOP:	Asociación de Comunidades Forestales de Petén
CONAP:	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
DAP:	Diámetro a la Altura al Pecho
DOP:	Diagrama de Operaciones del Proceso
DFP:	Diagrama de Flujo de Proceso
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODA:	Diagrama de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
FSC:	Consejo de Manejo Forestal o <i>Fores Stewardship Council</i> (Certificación de Manejo Forestal)
INAB:	Instituto Nacional de Bosques
INTECAP:	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
MAGA:	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
NHLA:	<i>National Hardwood Lumber Association</i>

- NPV:** Fundación Naturaleza para la Vida (ONG local)
- P.t.:** Pie tablar
- POA:** Plan Operativo Anual
- PDCA:** Planificar, *Do*=ejecutar, *Check*= evaluar, *Act*= mejorar
- RBM:** Reserva de Biosfera Maya
- SCAV:** Sociedad Civil Árbol Verde
- SPWPs:** *Secondary process Word products*
- U.E:** *Unión Europea*
- E.E.U.U.:** *Estados Unidos*
- UMV:** Unidad de Manejo Las Ventanas
- ZAM:** Zona de Amortiguamiento (zonificación interna de la RBM)
- ZUM:** Zona de Uso Múltiple (zonificación interna de la RBM)

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue realizado en el aserradero de la unidad de manejo de la Concesión Forestal Comunitaria Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde (SCDAV), ubicada en la aldea el Caoba, Petén, con el objetivo de elaborar un plan de aprovechamiento para los residuos de *Swietenia Macrophylla* King (caoba) y *Lonchocarpus Castilloi* Stand (Manchiche), producidos por la transformación primaria, esto por medio de la creación de valor agregado, generando nuevos productos para ofertarlos en el mercado nacional e internacional. Determinándose:

En el diagnóstico de la empresa, se observaron operaciones con procesos no estandarizados, se analizaron las operaciones en la transformación primaria, elaborando diagramas de flujo de proceso, asimismo, se elaboraron los diagramas del tipo de manejo forestal y de primera transformación, que realizan en la concesión, con los que el aserradero obtiene una eficiencia actual del 45% al 60%.

Para medir los residuos producidos en el aserradero, se procedió a cubicar la troza, para calcular el volumen previo al proceso de aserrío, el cálculo del volumen, según la fórmula *Smalian* dio como resultado que el 49% del total de la troza era residuo.

Siendo en las operaciones, de descortezado y aserrado (despunte, canteado y desorillado), en donde se genera el mayor porcentaje de residuos, 15%, 20%, 50% respectivamente, estos se descomponen normalmente en un 50% de chips (piezas) de calidad aceptable y 22% de aserrín y el resto en otros tipos de desechos.

Si aproximadamente del 45 al 55 por ciento de las trozas que entran en el aserradero se convierten en residuos, se debe buscar el aprovechamiento creando valor agregado, por lo que se plantea la elaboración de diseños que se transformen en productos, ofreciéndolos a mercados nacionales e internacionales, a través de un plan de mercadeo basado en el cumplimiento de metas de mercadotecnia por medio de estrategias adecuadas de marketing (producto, plaza, promoción y precio).

OBJETIVOS

General

Determinar el proceso de mejoramiento para la reducción de residuos de madera aserrada en la Concesión Forestal Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde.

Específicos

1. Realizar diagnóstico de las operaciones de transformación primaria.
2. Elaborar diagramas de flujo de proceso del manejo de los residuos.
3. Obtener información sobre el aprovechamiento de los residuos de la madera, que sirva de base para otras comunidades.
4. Desarrollar el diseño del aprovechamiento de los residuos de la madera.
5. Plantear un modelo de eficiencia en el aserradero en el manejo de los residuos.

6. Proponer formas de aumentar el valor agregado, por medio de diversificación de productos.

7. Formular nuevas alternativas, para el intercambio comercial de los productos a fabricar.

INTRODUCCIÓN

Debido a la tendencia del mercado globalizado, el sector maderero nacional se encuentra en desventaja, como consecuencia de la dependencia de tecnología, deficiente organización y altos volúmenes de desperdicios. Esto ha generado la necesidad de la implementación de estrategias de producción, y el estudio de los procesos, la creación de valor agregado, como uno de los lineamientos a considerar para determinar la competitividad de la producción maderera, y el aprovechamiento de los recursos. En la actualidad el recurso forestal ya no es sólo de tipo recolector sino se debe industrializar la cadena de producción, que inicia en la selección del área de corte pasando por el transporte, aserrío y estibado; el presente proyecto de graduación abarca la parte que corresponde al proceso de aserrío.

La recuperación de madera por medio de la reducción de los residuos generados en el aprovechamiento forestal es un aspecto que generalmente no se valora. Esto no sólo depende de la mejora de los métodos de aprovechamiento, sino que también se debe tomar en cuenta el aspecto economía y aceptación de ciertos productos maderables y calidades por parte de la industria y el mercado.

Las empresas deben buscar sistemas de aprovechamiento ambientalmente benéficos y de bajo impacto, fórmulas que las dirijan hacia una productividad y calidad mayor para lograr ser competitivas.

Para ello se deberá evaluar los procesos actuales de la sociedad civil Árbol Verde en el manejo tanto de los recursos, así como el de los residuos en el aserradero, utilizarlos en el mayor grado posible, de forma que se asegure que la futuras generaciones se beneficien de este manejo de los recursos forestales por medio de un desarrollo sostenible, apropiado y a la vez económicamente viable.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Breve descripción de la empresa

La sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde (SCAV), situada en aldea Ixlú Flores, del departamento de Petén. Está integrada por 9 comunidades que en el año de 1992, formaron un comité preconcesiones comunitarias de recursos forestales.

Ellos decidieron constituirse legalmente como empresa forestal comunitaria en el año de 1998, se les otorgó la concesión de la unidad de manejo “Las Ventanas” (UMV), dentro del área denominada zona de uso múltiple, ubicado en la reserva de la Biosfera Maya (RBM) en el departamento del Petén, con el objetivo de desarrollar actividades de aprovechamiento o investigación en forma controlada. Este otorgamiento esta a cargo del estado, durante un tiempo determinado el cual actualmente es de 25 años¹.

¹Resumen público de Certificación SCAV 2001

Esta empresa cuenta actualmente con un aserradero, el cual les permite la integración del manejo forestal y la industria primaria. Aquí se procesa la troza de madera para su transformación en tabla con sus diferentes grados de calidad y tamaños, que sirven de materia prima a los productores de muebles, así como los usos en la construcción, etc. El aserradero está ubicado en la aldea "El Caoba", nombre que también lleva el aserradero.

En cuanto al impacto ambiental, el personal de las comunidades ha sido capacitado y utiliza técnicas de tala dirigida.

Los planes de aprovechamiento anual consideran de manera explícita el cuidado que debe de observarse en los árboles de futura cosecha, así como aquellos que tienen funciones de hábitat, sitios de anidamiento y suministro de alimentos para la fauna silvestre.

1.2. Antecedentes de la empresa

La Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde cuenta con estatutos, objetivos y misión como se describe en esta sección, el logotipo se muestra en la figura 1.

Figura 1. Logotipo Sociedad Civil Árbol Verde (SCAV)



Fuente: Boletín Informativo SCAV

Misión: “Somos una organización empeñada en demostrar que la comunidad puede proteger el bosque aprovechando racionalmente sus recursos, para armonizar el desarrollo económico-social y la conservación de la naturaleza”².

² Boletín Informativo SCAV 2004

La sociedad civil para el desarrollo Árbol Verde, se concibe como una empresa comunitaria que en sus estatutos plantea como objetivo general:

El mejoramiento de las condiciones de vida de sus socios y de las comunidades a las que pertenecen, por medio del desarrollo de procesos e implementación de proyectos productivos basados en el uso racional y sostenible de los recursos y servicios forestales y no forestales provenientes de la concesión otorgada por el estado³.

El objetivo general del plan de manejo es manejar en forma integral los recursos naturales de la Unidad de manejo Las Ventanas, para contribuir al desarrollo socioeconómico de la Sociedad Civil Árbol Verde e indirectamente a las comunidades involucradas, siempre manteniendo el potencial productivo y las funciones vitales del bosque⁴.

Además contempla los siguientes objetivos específicos:

Producir materia prima derivada de la madera, previendo al menos una transformación primaria, durante los primeros años, siguiendo los criterios de sostenibilidad avalados por el CONAP⁵ e instituciones internacionales que promueven el buen manejo forestal a través de la certificación forestal.

³ Boletín Informativo SCAV 2004

⁴ Loc. Cit.

⁵ Ver Anexo1

Diseñar un sistema de manejo integrando los aspectos biológicos, ecológicos, culturales, de protección y de producción.

1.3. Estructura organizativa

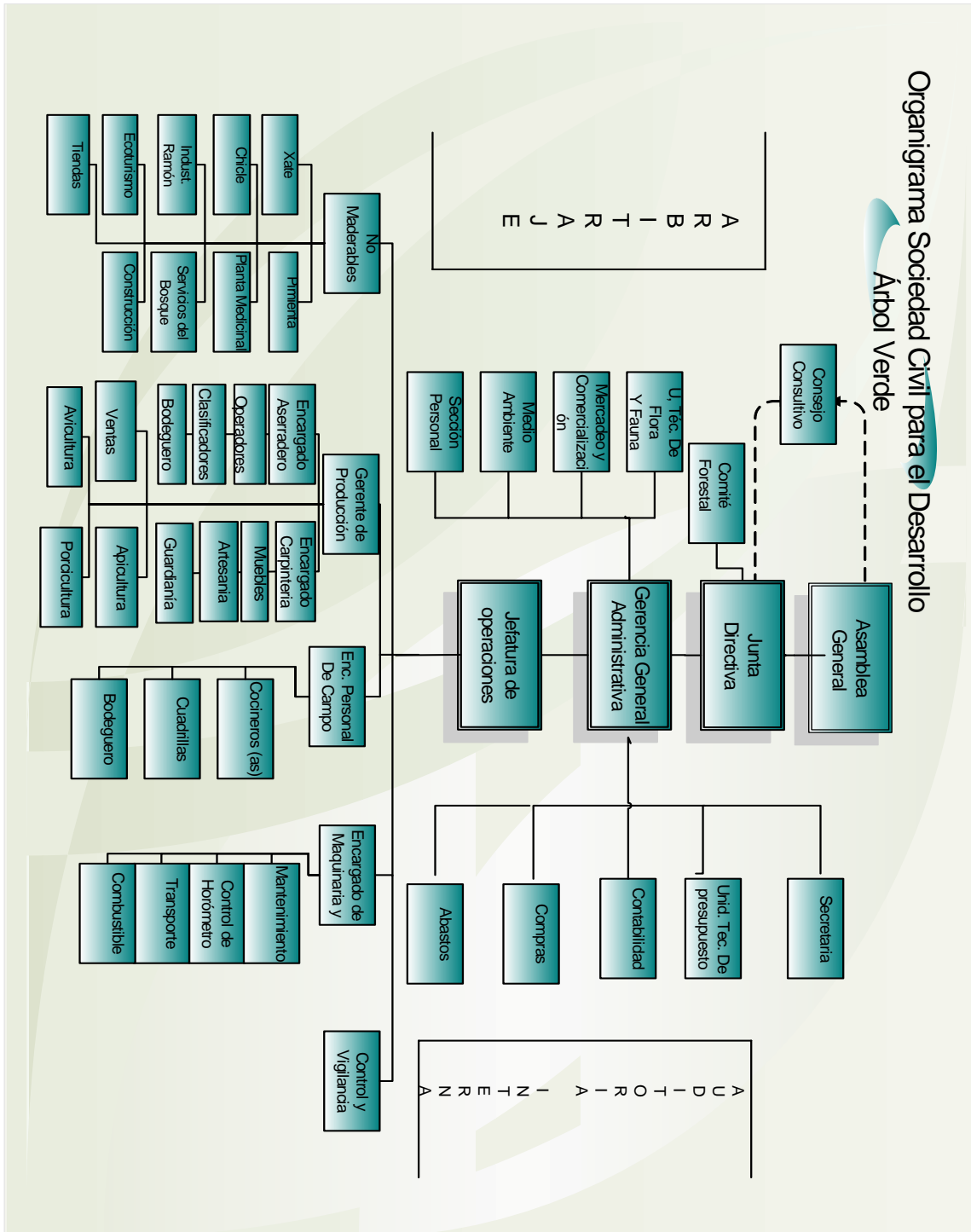
En el ámbito general la Sociedad Civil Árbol Verde, modeló su estructura con cuatro grandes órganos de gobierno y administración, como se muestra en la figura 2:

La asamblea general que es la autoridad máxima y esta compuesta por todos los socios, toma decisiones importantes sobre la conducción de la Sociedad, a la vez que pide cuentas sobre el manejo recursos y el cumplimiento de objetivos a los órganos de dirección y administración.

La junta Directiva que es el órgano de conducción y coordinación, esta integrado por los cargos de presidente, vicepresidente, secretario, y tesorero y cuatro vocales.

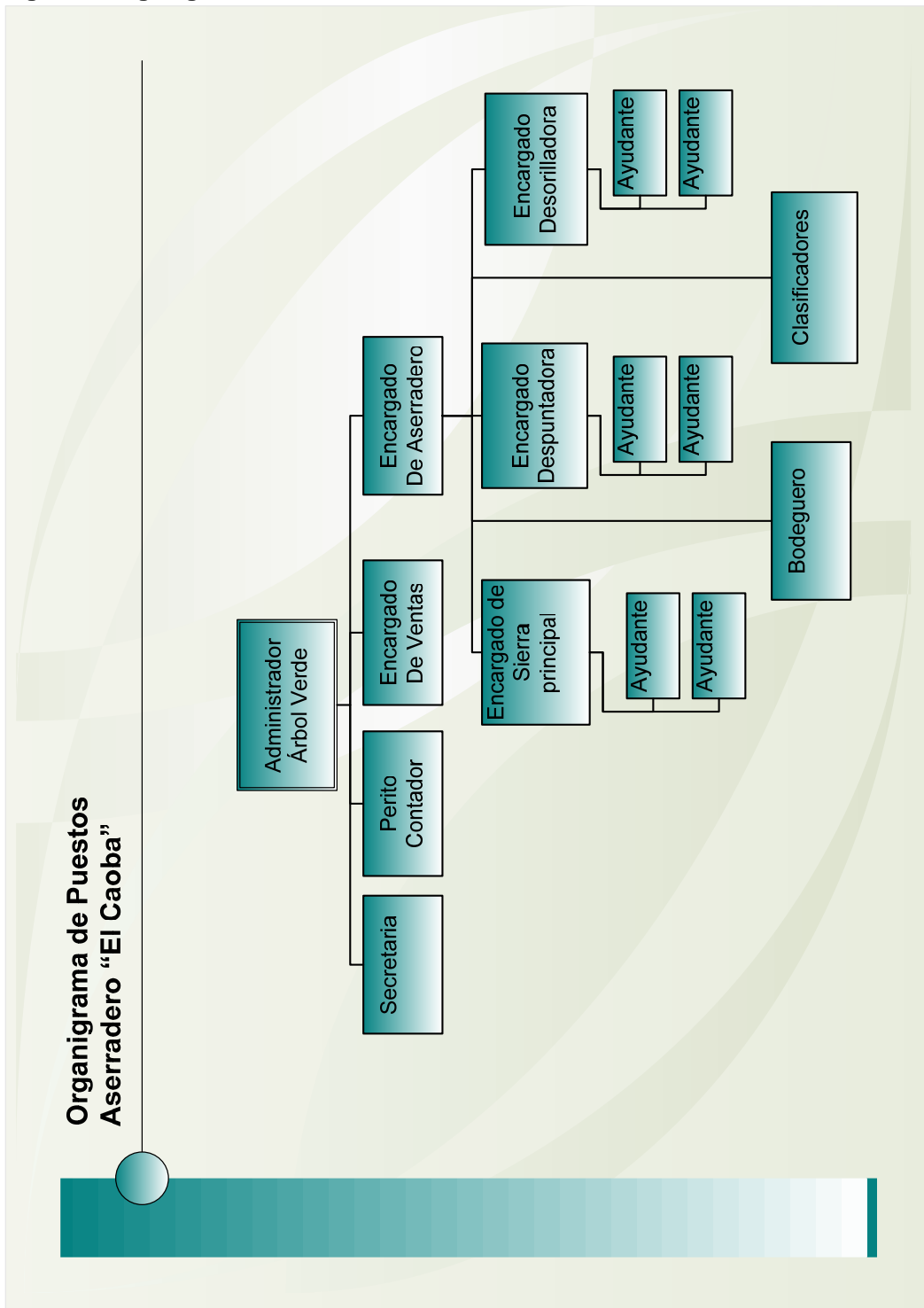
El administrador de SCAV es el encargado del aserradero que forma parte de esta comunidad. El aserradero posee una estructura de puestos que se muestran en la figura 3.

Figura 2. Organigrama SCAV



Fuente: Boletín Informativo SCAV Marzo 2004

Figura 3. Organigrama aserradero

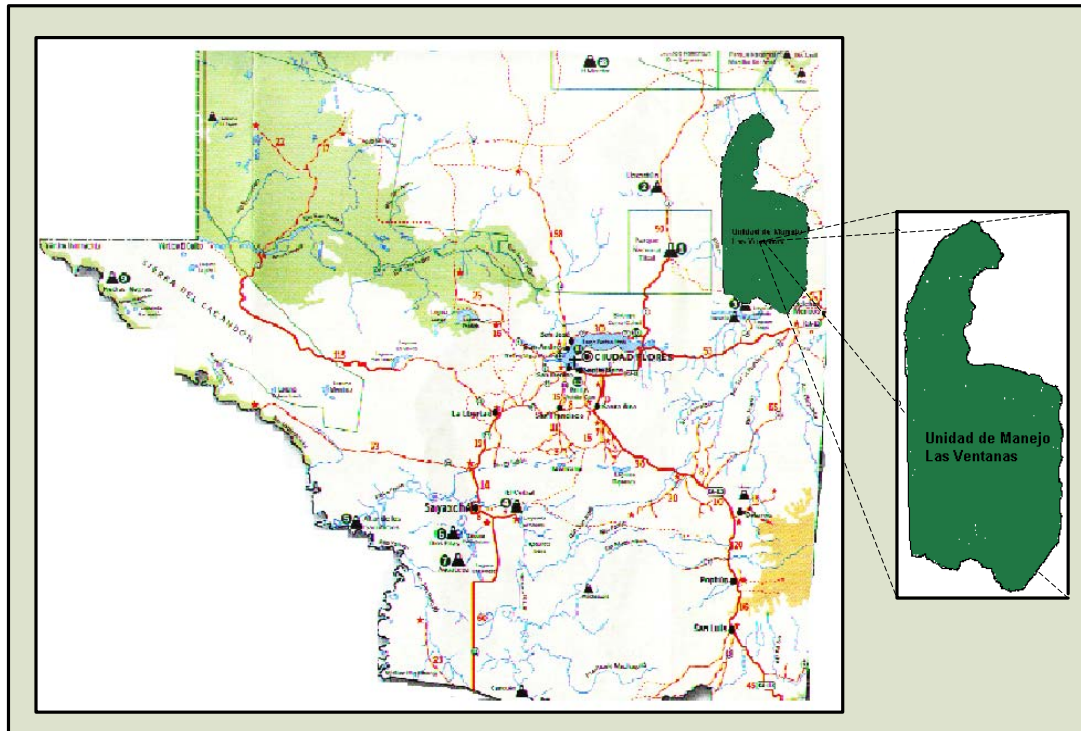


Fuente: Entrevista con el encargado de aserradero señor Aquilino Zetino, 2005

1.4. Ubicación

La unidad de manejo “Las Ventanas” (UMV) ubicada dentro de la zona de uso múltiple (ZUM) la cuál tiene 64,973.37 hectáreas, misma que le fue adjudicada por CONAP, ubicada al este de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en los municipios de Flores y Melchor de Mencos del departamento del Petén, la cuál fue otorgada a la sociedad civil “Árbol Verde”. Se encuentra entre las siguientes coordenadas: Verticales $17^{\circ} 10' 02.00''$ a $17^{\circ} 36' 33.32''$, horizontales $89^{\circ} 15' 02.75''$ a $89^{\circ} 20' 40.68''$. Colinda con el corredor Biológico La Danta-Tikal-Triángulo⁶, como se muestra en la Figura siguiente.

Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de manejo “Las Ventanas”



Fuente: Guía turística “Viaje a Guatemala con Prensa Libre”

⁶ Boletín Informativo SCAV

El aserradero “El Caoba” el cual está ubicado en la aldea del mismo nombre, consta de 3 edificios: Aserradero, oficinas, bodega y un área destinada para crear una carpintería.

Área de la oficina: edificio de tercera categoría. Con paredes de madera y pisos de cemento alisados y techos de lámina a dos aguas. La carpintería, es una galera de madera sin paredes y techo de lámina de zinc a dos aguas y piso de cemento alisado.

Área del aserradero: edificio de tercera categoría, estructura de madera, sin paredes, pisos de cemento rústicos, aunque en sus alrededores es de tierra, el techo es de lámina de zinc a dos aguas, en la que se encuentra la maquinaria del aserradero, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Vista del área del aserradero



Fuente: *In situ*

Área de bodega: ubicada a un costado de el área del aserradero, edificio de tercera categoría, estructura de madera sin paredes, techo de lamina de zinc a dos aguas, destinada para el almacenaje de madera que se encuentra en proceso de secado, para protección del agua, como se muestra en la figura 6.

Figura No. 6. Área de bodega



Fuente: *In situ*

La iluminación proviene de luz natural debido a la inexistencia de paredes, también existe iluminación artificial, por medio de 8 lámparas fluorescentes de tubos circulares a espaciamientos de 4 metros entre si y a una altura de aproximadamente 3 metros.

1.5. Definiciones

En esta sección se describen los conceptos y metodología de los temas abarcados, en la realización del presente trabajo de graduación, con el objetivo de facilitar la comprensión y aplicación de los mismos.

1.5.1. Residuo de madera

Suele confundirse el termino desecho con el de residuo, sin embargo para motivos del trabajo de graduación que se presenta, se hablara de residuo todo aquel material que como consecuencia de la transformación primaria en el aserradero se va dejando como material aceptable para una segunda transformación, tal el caso de los chips de calidad aceptable, aserrín, corteza, y viruta que no contenga ningún tipo de enfermedad o daño estructural.

Los residuos que provienen de la industria de productos forestales pueden dividirse en dos clases: los que proceden de la recolección y extracción de trozas de los montes, y que se consideran en general de uso económico nulo para su posterior elaboración, y los que generan las propias industrias forestales durante el proceso de fabricación de madera, tableros contrachapados, tableros de partículas, etc.

En general, puede afirmarse que de un árbol corriente, se obtienen menos de las dos terceras partes para su posterior elaboración, mientras el tercio restante o se queda abandonado, se quema o lo recogen como leña los habitantes del lugar. Después de la elaboración, sólo un 28 por ciento del árbol se convierte en madera aserrada, quedándose el resto en residuos⁷.

1.5.2. Calidad

Entre los aspectos importantes tenemos la calidad, que se refiere al nivel de valor creado a los productos para la satisfacción del cliente sobre el costo de producirlos. En cuanto a la calidad de la madera y exigencias para exportar, los requisitos fitosanitaria (ver glosario); químicos (plaguitas, bromuro métilico), y las de % de humedad relativa, en las que el porcentaje no debe ser mayor al 6%.

El aspecto de la calidad conforme a lo que se llama calidad relativa a normas, se refiere a diseñar sistemas de calidad que aseguren el resultado de los mismos, si se apega o cumple con especificaciones y estándares predeterminados, lo cual se puede hacer a través de la evaluación del proceso de desarrollo y diseño, como se menciona en el capítulo 5.1, los procesos de producción y distribución, en busca de la satisfacción del cliente, creando productos de calidad y a la vez diseños innovadores.

La calidad de la troza se toma en cuenta la forma que presente, se las clasifica en de primera, segunda y tercera calidad:

⁷ Información in situ

Una troza de primera calidad es aquella que presente las siguientes características: cilíndrica⁸, derecha y sin ataques de ninguna clase y si los hubiese estos deben ser mínimos, la de segunda calidad, semicilíndrica, semisinuosa⁹ y ataques mínimos o hasta un 30% de su tamaño y la de tercera calidad, de forma irregular, sinuosa o torcida con pudriciones.

El plan de manejo considera diámetros mínimos de corte de 60 cm. de diámetro de altura al pecho (DAP) para la especie de Caoba, 50 cm. para Manchiche, asegurando la calidad de las trozas de las que se realice el aprovechamiento.

1.5.3. Productividad

La productividad se refiere a lo que genera el trabajo, ya sea producción por cada trabajador, la producción por hora trabajada o cualquier otro tipo de indicador en la producción en función del factor trabajo. También se puede definir como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos para alcanzar objetivos determinados y ello permite averiguar la tasa en que varía la productividad. La productividad es igual a:

$$P = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

⁸ Ver Glosario

⁹ Loc. Cit.

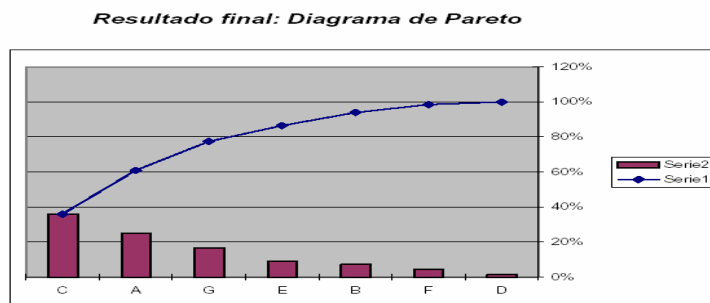
Una de las claves del éxito de una empresa reside en saber incrementar la productividad. Pero para ello, es preciso tener en cuenta el rendimiento total de la actividad productiva de los factores, y no sólo la productividad del trabajo¹⁰.

1.5.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica que organiza diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades¹¹.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema (ver figura 7). Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa las causas de mayor importancia de las de menor importancia.

Figura 7. Resultado final: Diagrama de Pareto



Fuente: Referencia 4

¹⁰ Apuntes curso de Ingeniería de Métodos, USAC impartida por: Ingeniero José Valdeavellano, Guatemala 2do Semestre 2003, Referencia 2

¹¹ Referencia No. 4

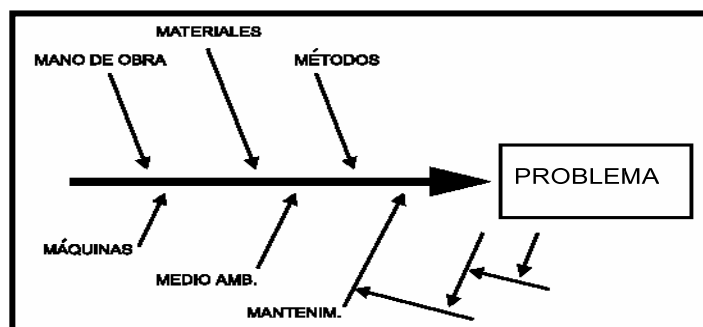
1.5.5. Diagrama causa – efecto (Ishikawa)

Es una técnica que permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto de un problema en análisis. Se usa cuando es necesario investigar y poner en evidencia todas las posibles causas que motivan un problema específico, es decir, todas las causas que pueden producir un determinado efecto.

Para facilitar la clasificación se definen seis grandes “grupos” de elementos a analizar en las organizaciones, llamadas M’s las cuales son: materiales, mano de obra, métodos, maquinas, mantenimiento y medio ambiente.

Para la elaboración se debe graficar los “grupos” de causas del problema como “espinas” de la flecha principal, como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Pasos para la construcción del diagrama de Ishikawa



Fuente: referencia 5

Ordene el resultado de acuerdo con estos grupos de causas (Ver grafica 8). Destaque aquellas con mayor importancia identificadas en el diagrama de Pareto. Analice los resultados de modo de poder definir las acciones correctivas consideradas de fondo o de corrección inmediata. Esto sirve para identificar los puntos en los que se debe hacer mejoras.

1.5.6. El producto

Muchas empresas tienen una visión miope de lo que el producto realmente comprende y, por lo tanto, su visión de cómo el producto puede ser comercializado también resulta miope. Debemos aprender a pensar acerca de un determinado producto en tres niveles: el producto esencial, el producto tangible y el producto aumentado. El nivel básico es el beneficio esencial, que es lo que realmente el consumidor compra. En este sentido el producto sólo constituye el mecanismo por medio del cual se entrega al consumidor el beneficio que está demandando. De ahí la necesidad de conocer qué es lo que el cliente está comprando y vender esos beneficios, no los productos.

El beneficio esencial debe ser convertido en un producto tangible para convertirse en el transportador del beneficio. De acuerdo con Kotler¹² los productos tangibles tienen cinco características: nivel de calidad, rasgos característicos, estilo, un nombre de marca y envase.

¹² Referencia 6

Aumentar el producto refleja una visión más amplia de lo que el cliente desea. Levitt¹³ sugiere que: “La nueva competencia no es entre lo que las empresas producen en sus fábricas, sino entre lo que le agregan a la producción de sus fábricas bajo la forma de envase, servicios, publicidad, consejo al consumidor, financiamiento, acuerdos de entrega, almacenamiento y otras cosas que la gente valora”.

1.5.7. Tecnología¹⁴

La tecnología es la aplicación de conocimientos para resolver los problemas humanos, conjunto de procesos, herramientas, métodos, procedimientos y equipo que se utiliza para producir bienes y servicios.

La tecnología y las organizaciones han demostrado que la introducción de las nuevas tecnologías trae consigo grandes transformaciones no sólo infraestructurales sino, y mucho más preocupantes, psicosociales. Es decir, tienen un gran impacto sobre las personas, la vida social y la sociedad en general, de lo que no está ajeno el mundo de las organizaciones.

De manera general se puede mencionar algunos de los impactos que produce la tecnología:

¹³ Referencia 6

¹⁴ Referencia 7

- **Impacto sobre el puesto de trabajo y desempeño:** la maquinaria moderna, ayuda al operario a obtener mejores resultados más piezas por minuto, acabados de mejor calidad, etc.
- **Impacto por el bienestar psicológico y calidad de vida laboral:** menos esfuerzo al transportar madera, reducción de los niveles de ruido, alcanzar las metas de producción entre otras.
- **Impacto sobre la estructura y procesos organizacionales:** la tecnología provee de elementos de ayuda en los procesos de producción, no se puede comparar una producción de tipo artesanal a una con maquinaria de punta en la que los cortes realizados en la madera sean eficientes y más rápidos.

1.5.8. Eficiencia

Son todas aquellas acciones de carácter activo que van aplicado al hombre y su trabajo. Capacidad de una organización, institución o negocio de producir resultados deseados con un mínimo de gasto de energía, tiempo, dinero y recurso humano, razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada¹⁵. Todo sistema dentro de una planta de fabricación tiene que trabajar eficientemente para reducir el costo de la producción y ser competitivo¹⁶.

¹⁵ Apuntes curso de ingeniería de Métodos, USAC impartida por: Ing. José Valdeavellano segundo semestre 2003 Referencia 3

¹⁶ Referencia No.8

1.5.9. Competitividad

Capacidad que tienen las empresas de participar en mercados globales, de manera que alcancen y superen los estándares internacionales en cuanto a calidad, precio, tecnología, satisfacción al cliente, productividad, eficiencia, etc.

Competitividad = productividad + posicionamiento o penetración de mercado¹⁷

Ventaja competitiva es la posición de una empresa en infraestructura física y desarrollo humano. Entre los indicadores de desenvolvimiento y competitividad están: indicadores productivos, financieros, administrativos, de mercado y calidad. Los principios de la ventaja competitiva radican en:

- La importancia de determinar la posición competitiva de la empresa en el contexto nacional e internacional, identificando ventajas y desventajas frente a competidores.
- Las empresas o naciones sólo deben especializarse en la producción de bienes y/o servicios que pueden producir con mayor eficiencia que otras empresas o naciones.

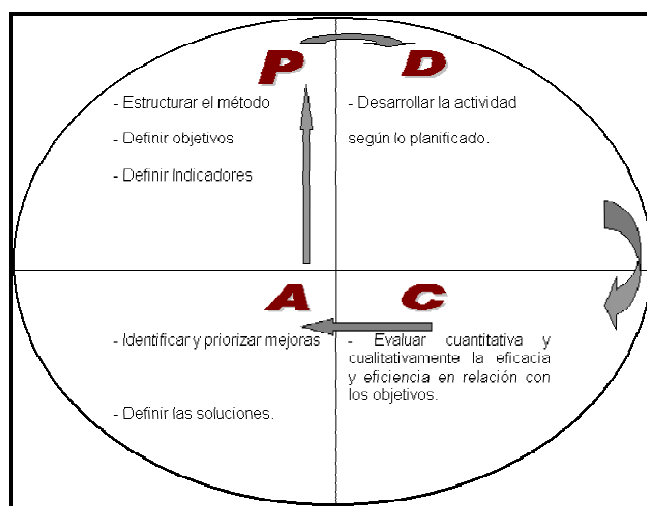
¹⁷ Cátedra Análisis Industrial, impartida Por el Ing. Edgar Ponce, USAC, (Guatemala, 2005)
Referencia 9

1.5.10. Mejora continua

La mejora continua es la parte de la gestión de la organización encargada de ajustar las actividades y procesos que desarrolla la organización para proporcionarles una mayor eficacia y/o una mayor eficiencia¹⁸. Desarrollando una diferenciación comercial, reforzando la creatividad.

La gestión de los procesos y actividades de cualquier programa de mejora debe estar estructurada en cuatro fases, donde se agrupa actividades representadas mediante el ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*: Planificar / Diseñar - Ejecutar - Evaluar - Ajustar / Mejorar). Estas cuatro fases vienen a estructurar el Ciclo para la Mejora continuada, tal como se muestra en la figura 9. Este ciclo se aplica y describe en la sección 5.3.

Figura 9. Ciclo PDCA



Fuente: Mejora Continuada de la Calidad Referencia No. 8

¹⁸ Referencia No. 10

1.5.11. Diseño

El diseño es la creación o mejoramiento de algo y esto se da por las necesidades que tienen, los consumidores de productos y usuarios de servicios. Independientemente de cuál sea el enfoque organizacional que se utilice para el diseño y desarrollo de nuevos productos, los pasos a seguir son casi siempre los mismos esto se detalla a continuación.

Generación de la idea, esta es el primer paso ya que las ideas conducen al campo de acción de los consumidores y del conocimiento para el desarrollo de las mismas. Para la generación de la idea la herramienta denominada lluvia de ideas (*Brainstorming*), es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado, una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado, la cual genera mas y mejores ideas, que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente.

Las ideas se pueden generar a partir del mercado o a partir de la tecnología. Las ideas del mercado se derivan de las necesidades del consumidor, asimismo la identificación de las necesidades del mercado puede llevar entonces al desarrollo de nuevas tecnologías y productos para satisfacer estas necesidades. La explotación de tecnología es una fuente muy rica de ideas para nuevos productos, a continuación se mencionan algunos procedimientos para la generación de ideas.

- Lluvia de ideas, que es el aporte de 6 a 10 personas, estimulan la creatividad para aportar ideas de nuevos productos, mejoras a productos ya existentes o bien una mezcla de estos, tomando en cuenta que no se admiten críticas y entre mayor el número de ideas mejor.
- Relación de atributos: esta técnica requiere enumerar los principales atributos de un producto existente y después de modificar cada uno de ellos en la búsqueda de un producto mejorado.
- Identificación de necesidades y problemas: los consumidores reciben una lista de problemas y dicen cuales de ellos acuden a su mente cuando se mencionan dichos problemas.

En la selección del producto, las ideas nuevas deben pasar por lo menos tres pruebas: el potencial del mercado, la factibilidad financiera, la compatibilidad con operaciones, tomando en cuenta que el propósito del análisis de selección de productos es identificar cuáles son las mejores ideas y no el de llegar a una decisión definitiva de comercialización y producción de un producto.

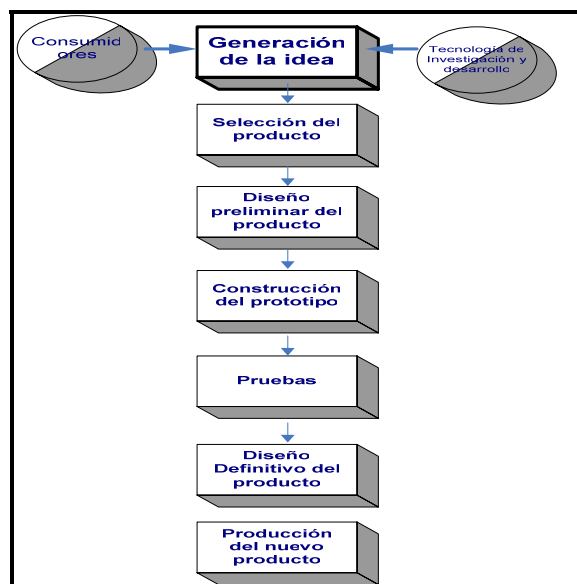
Diseño preliminar del producto, esta etapa del diseño de un producto se relaciona con el desarrollo del mejor diseño para la idea del nuevo producto. Cuando se aprueba un diseño preliminar, se puede construir un prototipo para someterlo a pruebas adicionales y análisis.

En el diseño preliminar se toma en cuenta: costo, calidad y rendimiento del producto. Dando como resultado que sea competitivo en el mercado y que pueda producirse.

Construcción del prototipo, la construcción del prototipo o un producto originado del diseño preliminar, puede tener varias formas diferentes, se pueden fabricar a mano varios prototipos que se parezcan al producto final. Las pruebas en los prototipos buscan verificar el desempeño técnico y comercial.

Diseño definitivo: como resultado de las pruebas en los prototipos se pueden incorporar ciertos cambios en el diseño definitivo. La atención se coloca en la terminación de las especificaciones de diseño para que se pueda proceder con la producción. Estos pasos del diseño se muestran en la figura 10.

Figura 10. Diagrama de flujo "ideal" de un proceso para diseñar un producto



Fuente: Referencia 13

El análisis del valor: es una filosofía que busca eliminar todo aquello que origina y contribuye al valor de la función del producto. Su objetivo es satisfacer los requisitos de rendimiento del producto y las necesidades del cliente con el menor costo posible. El valor, por otro lado, es la percepción que tiene el cliente de la relación de utilidad del producto y servicio con su costo. La utilidad incluye la calidad, confiabilidad y rendimiento de un producto para el uso que se le busca dar¹⁹. En el análisis del valor se utilizan los siguientes términos:

- **Objetivo:** el propósito por el que existe el producto o servicio.
- **Función básica:** una función básica, si se elimina, haría que el producto dejara de tener utilidad en términos de su objetivo.
- **Funciones secundarias:** las funciones secundarias existen para apoyar una función básica debido a la manera en que se diseñó el producto.

El análisis del valor es una manera organizada de mejorar la utilidad de un producto en relación con su costo, también se dice que es como un presupuesto con base cero, se refiere a que empieza el análisis sin tomar en cuenta resultados previos, examina cada función del producto en busca de su posible eliminación o mejoría, asimismo casi siempre se realiza en cinco pasos: Planeación, información, diseño creativo, evaluación e implementación.

En cuanto al valor del diseño se puede mencionar que los beneficios de diseñar bien un producto descansan en tres puntos principales: Aumento en ventas, disminución de costos, aumento de la seguridad²⁰.

¹⁹ Referencia 10

²⁰ Apuntes de la cátedra de Diseño de la producción, Impartida por la Ing. Marcia Véliz, USAC
Referencia 11

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Origen de los residuos en la empresa

El origen de los residuos, producidos por Árbol Verde en su aserradero “El Caoba”, en el proceso de transformación, en mayor parte se debe a que los procesos se realizan de forma empírica, a base de prueba y error, actualmente no cuentan con una estandarización de los procesos, por lo que su eficiencia actual es del 45%, porcentaje bajo, para lograr los niveles de competitividad adecuados.

La falta de inspecciones en el proceso y de una adecuada capacitación al personal, son algunos de los causantes del elevado porcentaje de los residuos del aserradero.

También es necesario hacer notar que la materia prima que en este caso es la troza, no viene con las mismas especificaciones, asimismo la variabilidad de medidas debido a nudos y defectos en la misma es elevado, por lo que los residuos se incrementan en las trozas que cuentan con nudos y crecimiento deforme o el llamado pandeo, que no permite que se aproveche al máximo la materia prima que de ella se extrae, creando un mayor porcentaje de residuos.

Las características de cada especie son la consecuencia fundamental de la incidencia de residuos, por lo que dependerá de la especie que se procese, para poder determinar el nivel de residuos generados en el aserradero.

Para las especies clasificadas entre las maderas duras tal el caso de la especie, *Lonchocarpus Castilloi Stand* (Manchiche), esta madera a diferencia de la especie, *Swietenia Macrophylla King* (Caoba), se procesa en el aserradero, asimismo el descortezado. Dependiendo de las dimensiones que se deseen, se le busca la mejor forma de corte para optimizarla, por lo cual genera más residuos, mientras que la *Swietenia Macrophylla King* (caoba) es traída del bosque en forma de tablón corto o llamado también *flinch*²¹, por lo que este tipo de madera no pasa por el proceso de descortezado en el aserradero, generando menor porcentaje de residuo.

2.2. Clasificación de los residuos forestales

Los residuos que provienen de la SCDAV²², pueden dividirse en dos clases: los que proceden de la recolección y extracción de trozas de los montes, así como los que se derivan de transformación primaria en el aserradero, los que se consideran en general de uso económico nulo para su sucesiva elaboración, estos se muestran en la tabla I.

²¹ Ver Glosario

²² Ver lista de abreviaturas

Tabla I. Clasificación de los residuos

Fuente	Tipo de Residuo
Operaciones Forestales	Ramas, agujas, hojas, recortes, aserrín,
Aserrió y Carpintería	Raíces, madera de mala calidad y podrida. Corteza, aserrín, chips, madera partida, Virutas y lijaduras.

Fuente: Cuestionario efectuado ha encargado de aserradero

No es raro que un 60 por ciento del total del árbol talado se quede en el bosque y que las especies no comerciales se dejen para corta y quema, o simplemente se talen y se dejen pudrir para facilitar el acceso a la extracción de árboles. Las prácticas de aserrar y escuadrar las trozas en el bosque en lugar de hacerlo en el aserradero hacen que se desperdicie otros ocho a diez por ciento y un 30 a 50 por ciento, respectivamente tal el caso de la madera de *Swietenia Macrophylla King* (Caoba).

La SCDAV²³ no cuenta con una clasificación o con manejo de los residuos que allí se producen, sin embargo se mencionan los de mayor porcentaje de ocurrencia aproximadamente según la tabla II.

²³ Ver lista de abreviaturas

Tabla II. Proporción del aprovechamiento de un árbol

Parte o producto del Árbol	Proporción (%)
Dejado en el bosque en %	
Copa, ramas y follaje	23.00
Tronco (excluidas las raíces)	10.00
Aserrín	5.00
Aserrío:	
Virutas, recortes y chips	17.00
Aserrín y menudos	7.50
Perdidas	4.00
Corteza	5.50
Madera aserrada	28.00
Total	100.00

Fuente: Cuestionario realizado ha encargado de aserradero

2.3. Residuos madereros producidos en el aserradero

Si aproximadamente del 45 al 55 por ciento de las trozas que entran en un aserradero va a convertirse en residuos, sería incongruente no aprovecharlos al máximo como fuente de materia prima para una segunda transformación, creando un valor agregado, como una salida comercial rentable.

La producción real de residuos o desperdicios, producidos con la fabricación de productos madereros, es distinta de una instalación a otra y depende de varios factores, que van desde las propiedades de la madera al tipo de funcionamiento y mantenimiento de la industria elaboradora.

El mayor porcentaje de desperdicio se genera en el proceso de aserrío, ya que del bosque se trata de traer todo, los tipos de residuos que se producen en el aserradero se mencionan en la tabla III y se detallan en el inciso 2.4.

Tabla III. Clasificación de los residuos en el aserradero

Fuente	Tipo de residuo
Aserrío	Corteza, aserrín, recortes, madera partida, virutas, lijaduras;
Carpintería	Recortes, aserrín, virutas y lijaduras.

Fuente: Cuestionario realizado ha encargado de aserradero

2.4. Descripción del residuo en aserradero

En el aserradero “El Caoba” se produce desperdicios tales como: corteza, el cual se origina del proceso de descortezado y se realiza con el fin de cubicar la troza a la medida deseada. Ver figura 11.

Figura 11. Residuos de corteza



Fuente: Visita a aserradero “El Caoba”

El aserrín el cuál produce en mayor cantidad en la sierra principal, y son partículas diminutas de madera que se desprenden de la madera al aserrarla, como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Aserrín producido en el proceso de aserrio



Fuente: Aserradero “El caoba”

Puntas producidas por rajaduras de la madera debido a defectos en la misma. Los recortes producidos por el proceso de emparejar la troza o quitar el pandeo y asimismo los cortes resultados del proceso de despuntar. Ver figura 13.

Figura 13. Puntas de madera aserrada.



Fuente: Aserradero "El Caoba"

Los residuos son transportados de manera manual (ver figura 14), a un área donde se acumula para luego clasificarla y venderla por pieza y/o por camionada.

Figura 14. Transporte residuo



Fuente: Aserradero “El Caoba”

En general, puede afirmarse que de un árbol corriente, se obtienen menos de las dos terceras partes para su posterior elaboración, mientras que el tercio restante o se queda abandonado, se quema o lo recogen como leña los habitantes del lugar como se muestra en la siguiente figura 15. Después de la elaboración, sólo un 28 por ciento del árbol se convierte en madera aserrada, quedándose el resto en residuos.

Figura 15. Recolección para leña



Fuente: Aserradero “El Caoba”

2.5. Volúmenes y cuantificación de los residuos

Los desechos se descomponen normalmente en un 50 a 78% de chips²⁴ de calidad aceptable y 50 a 22% de aserrín y otros tipos de desechos como se muestra en la figura 16 y 17.

Se deben buscar opciones para un mejor aprovechamiento de la madera, reduciendo la generación de residuos evitables, estas opciones pueden ser desarrolladas localmente, particularmente en las concesiones del área.

²⁴ Ver Glosario

Figura 16. Viruta y aserrín



Fuente: SCDAV

Figura 17. Residuos de madera recortes y cortezas



Fuente: SCDAV

Para poder medir los volúmenes de desperdicios producidos en el aserradero, se procedió a cubicar la troza, para calcular el volumen previo al proceso de aserrio.

La troza de *Lonchocarpus Castilloi Stand* (Manchiche) que se muestra en la figura 18, clasificada como troza de segunda debido a su forma irregular, sirvió de ejemplo para el cálculo de volumen.

Figura 18. Troza de Manchiche



Fuente: Aserradero "El Caoba"

Con medidas de:

D = diámetro mayor = 0.58 mts

d = diámetro menor = 0.48 mts

L = Largo = 2.54 mts

Por lo que el cálculo del volumen según la fórmula Smalian (Ferreira 1995) es de:

$$V_{\text{Troza}} = 0.7854 \frac{(D+d)^2}{2} \times L$$

$$V_{\text{Troza}} = 0.6256 \text{ m}^3$$

Posteriormente se procede a cubicar la madera aserrada o en tablas, para el cálculo del volumen se utilizó la siguiente fórmula:

En donde:

$$0.7854 = \pi / 4$$

V = Volumen en pies tablares

L = Largo de la tabla

A = Ancho de la tabla

E = Espesor de la tabla

$$V = L \times A \times E$$

$$V = 8 \times 0.5833 \times 1 = 4.6664 \text{ pie tablar}$$

$$V_{\text{Total de madera aserrada}} = 4.67 \times 29 \text{ tablas}$$

$$V_{\text{Total de madera aserrada}} = 135.43 \text{ pie tablar}$$

El volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares; por ello se realizará la transformación del volumen de madera aserrada en pies tablares a metros cúbicos. Para esto se considera la siguiente equivalencia:

1 m³ = 424(pt²⁵) (aproximada de 423,84) pie tablar.

Dando como resultado:

$$V_{\text{Total de madera aserrada}} = 0.319 \text{ m}^3$$

El volumen de los desperdicios será el resultado de la diferencia del volumen en troza y el volumen de madera aserrada.

$$V_{\text{Residuos}} = 0.6256 \text{ m}^3 - 0.319 \text{ m}^3 = 0.3066 \text{ m}^3$$

Estos 0.3066 m³ representan el 49% de el volumen total de la troza, por lo que es un elevado porcentaje y si se toma en cuenta que en el bosque se ha dejado otro 10 a 30% más, esto representa una gran perdida en costo de oportunidad.

2.6. Descripción del proceso actual para el residuo

El proceso de aserrado y las operaciones en las que se produce mayor cantidad de residuos, se escriben a continuación y se diagraman en la sección 2.7. (Ver figura 24).

²⁵ Pt= pie tablar

2.6.1. Descripción de procesos

La descripción de las operaciones que forman parte del proceso de aserrado de troza, se describen a continuación (ver anexos figura 41).

Descarga de trozas en el aserradero: la descarga puede ser quitando una troza que haga cuña a las demás para que todas caigan y otro método es con un tractor agrícola como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Descarga de trozas



Fuente: Aserradero "El Caoba"

Descortezado: este se realiza con el fin de escuadrar la troza y eliminar la corteza de la misma. Se hace antes de aserrar la troza en la medida deseada, con la sierra principal y luego la corteza se traslada al área de residuos. Ver figura 20.

Aserrado: después de descortezar la madera, es aserrada utilizando aserraderos portátiles o estacionarios, de este proceso se genera el aserrín, puntas o recortes, ya que la madera es aserrada y despuntada (Ver figura 21), según las dimensiones deseadas o especificadas en pedido como se muestra en la fotografía siguiente. Estos residuos se separan y trasladan al área de residuos.

Figura 20. Descortezado de troza



Fuente: Aserradero "El Caoba"

Figura 21. Aserrado de troza



Fuente: Aserradero “El Caoba”

Despunte: este se realiza con la finalidad de escuadrar la tabla a la medida deseada, quitando los excesos de madera torcida.

Clasificación: la clasificación de la madera se hace de acuerdo con normas NHLA²⁶, y son separadas por especies, tamaños y en maderas de calidad tipo: fas, selecta, común 1, común 2, común 3²⁷ y rechazo, este rechazo es trasladado al área de residuos, la figura 22 muestra la rectificación de la medida de grosor de tabla.

²⁶ Ver anexos 1

²⁷ Ver glosario

Figura 22. Clasificación de la madera



Fuente: Aserradero “El Caoba” Concesión SCDV

2.7. Diagramas del proceso de manejo de residuos de la madera

Para ayudar a la comprensión de los procesos descritos en la sección 2.6.1 se realizaron los diagramas de proceso de recolección en bosque (2.7.1), de proceso de aserrado (2.7.2), asimismo como los de manejo de residuos y diagrama de recorrido. En estos diagramas se observa en que operaciones del proceso de aserrado, se genera el residuo.

2.7.1. Diagrama de flujo del proceso de recolección en bosque

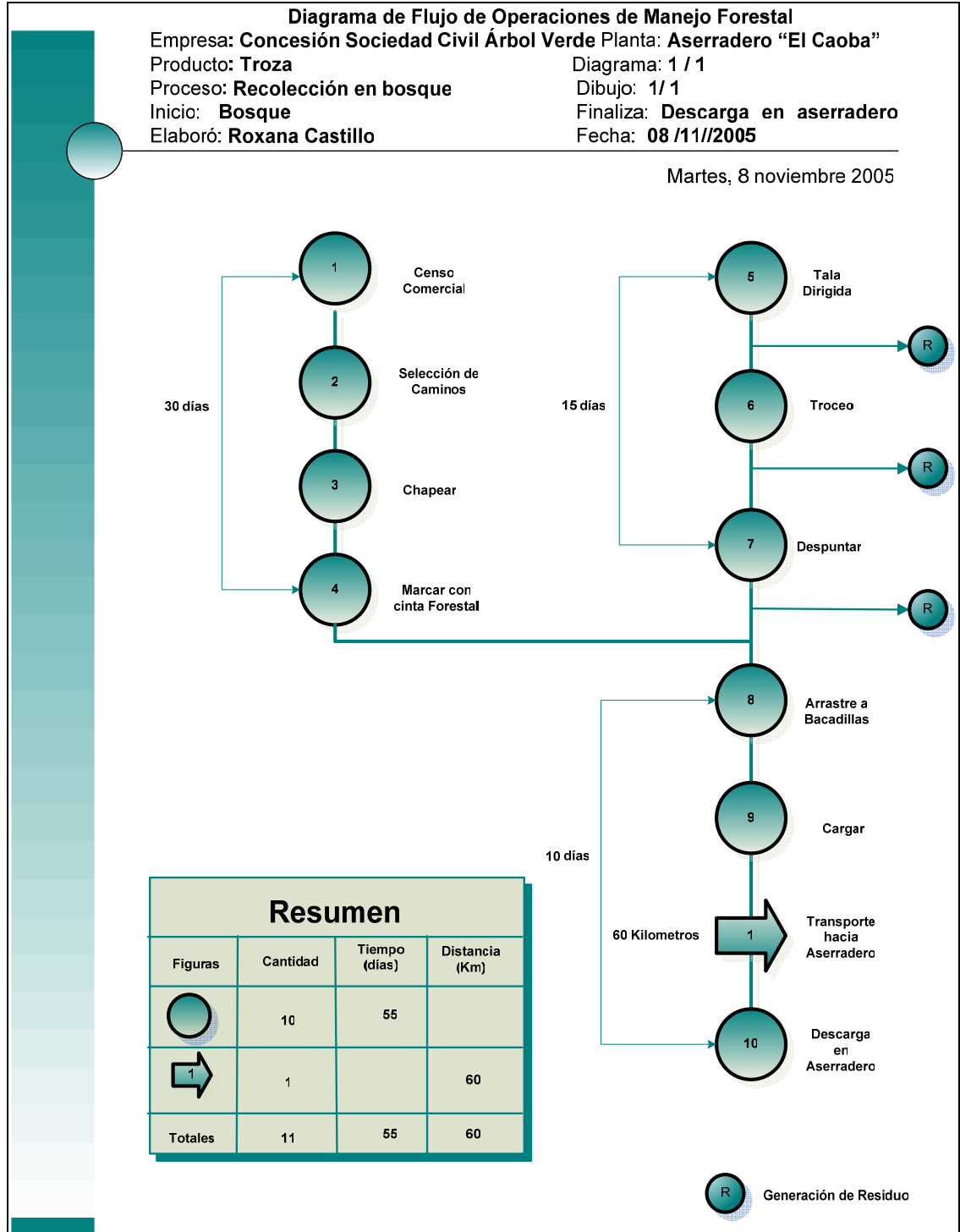
En observaciones sobre el proceso de recolección en bosque, los residuos son aproximadamente del 10% de volumen de la troza²⁸ y son dejados en el bosque con tiempos de operaciones que se describen en el diagrama de flujo. (Figura 23).

2.7.2. Diagrama de proceso de aserrado

Esta es una representación grafica del proceso de aserrado de las trozas de madera, en el aserradero “El Caoba”, producto resultante es la madera aserrada dimensionada y clasificada como se describe en la grafica 24, de este análisis se realizo el diagrama de manejo de residuos que muestran en la grafica 25.

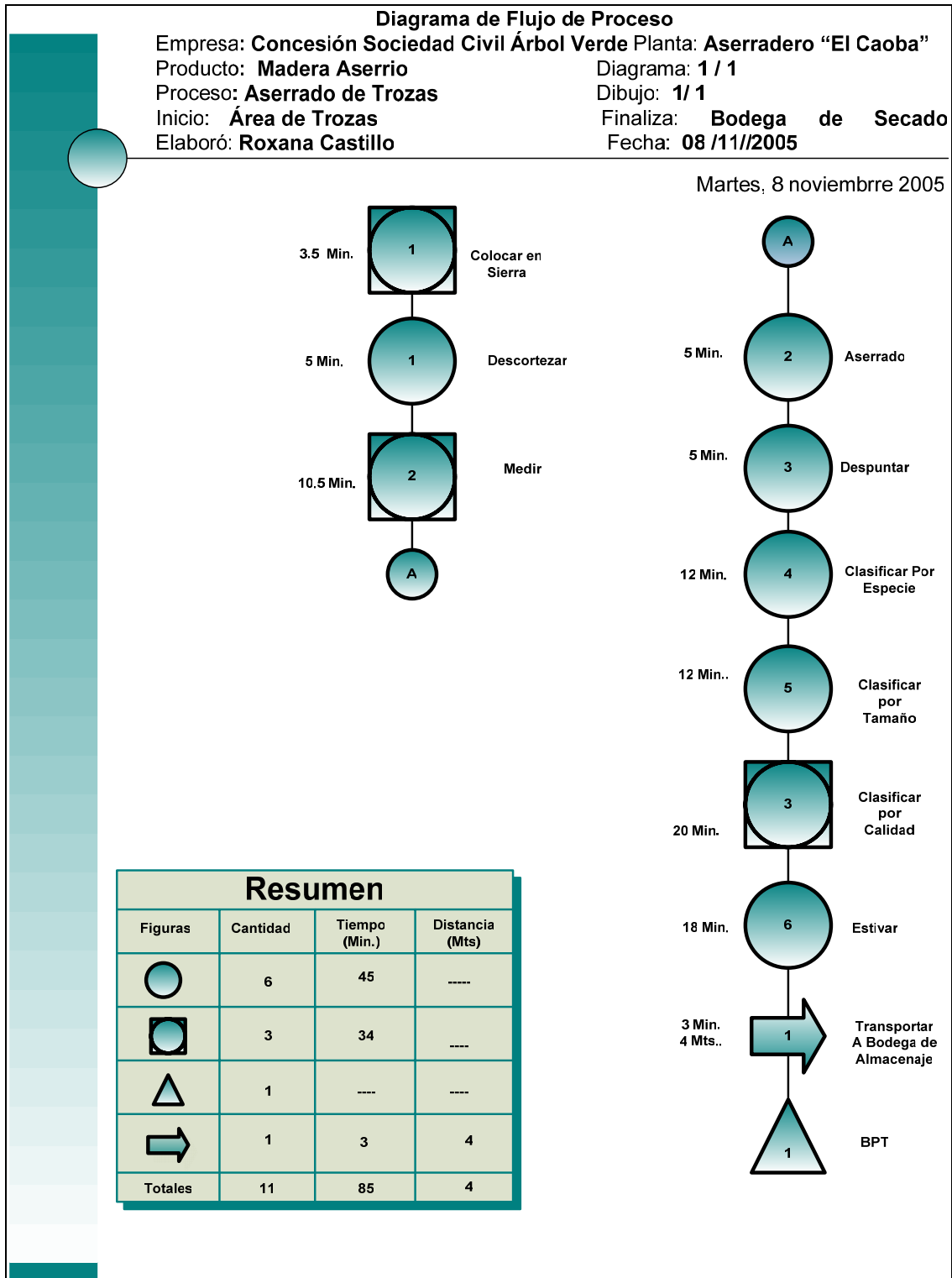
²⁸ Información proporcionada por encargado de aserradero.

Figura 23. Diagrama de flujo de proceso de recolección en bosque



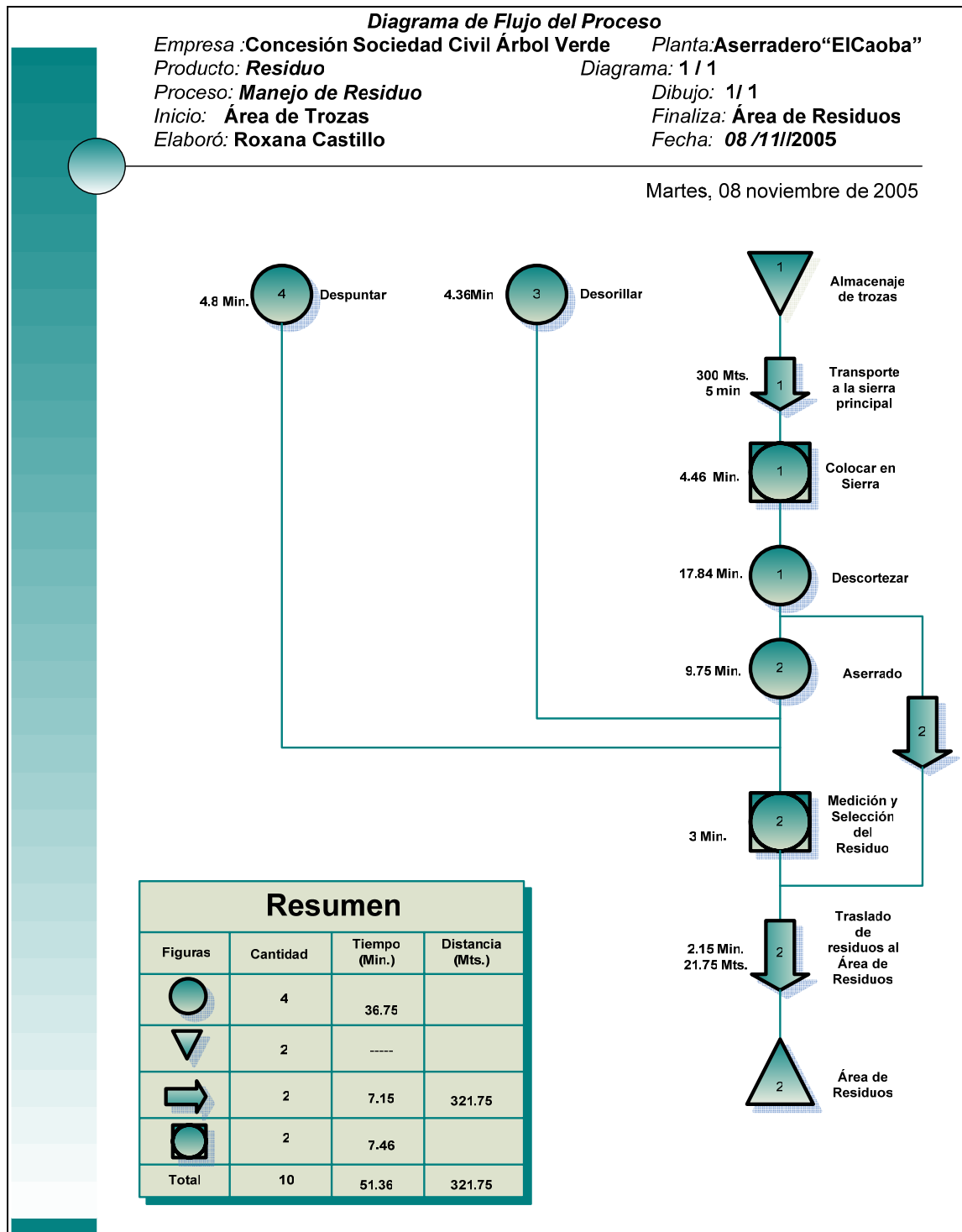
Fuente: Observación del proceso en Aserradero "El Caoba"

Figura 24. Diagrama del proceso de aserrado de troza



Fuente: Observación en situ.

Figura 25. Diagrama de flujo de proceso de manejo del residuo

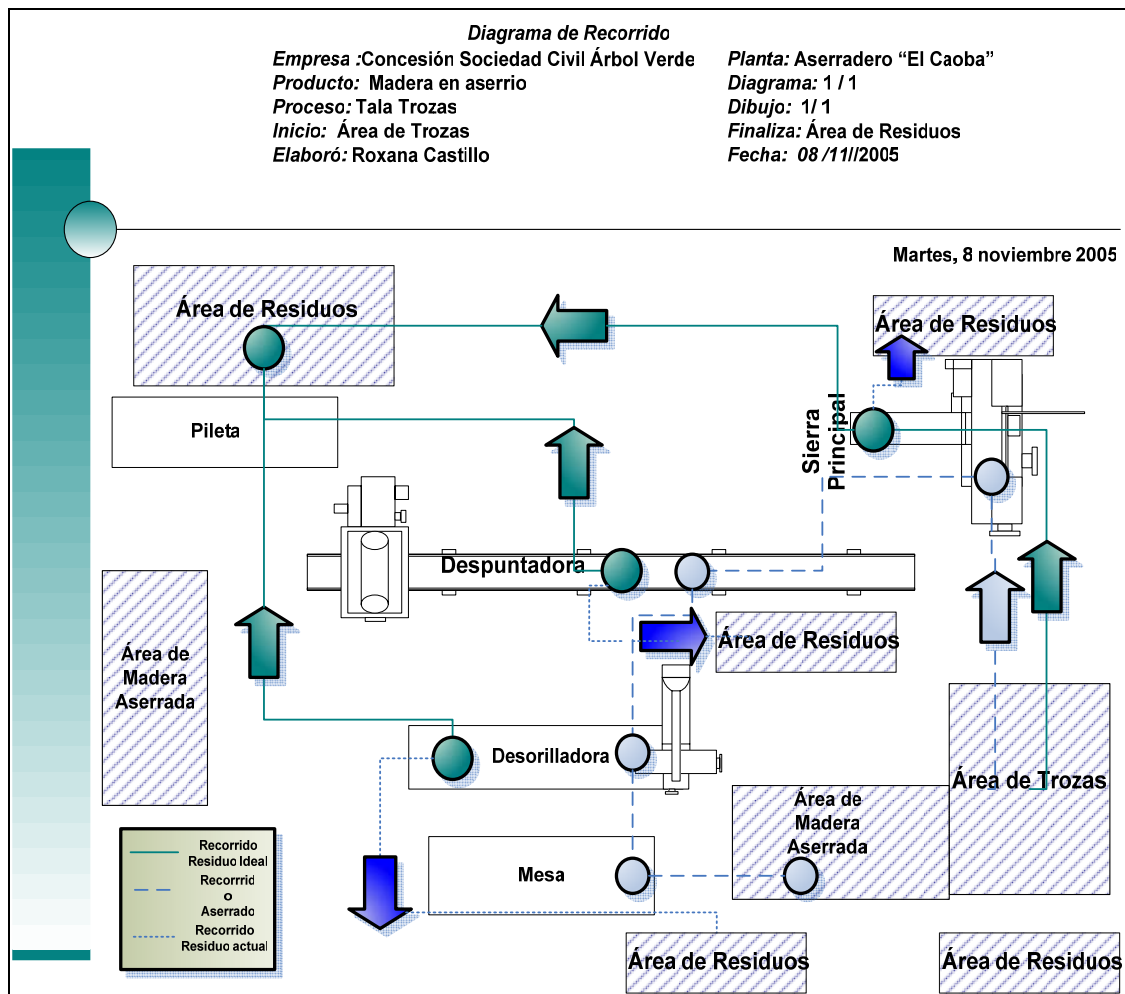


Fuente: Observación del proceso en Aserradero "El Caoba"

2.7.3. Diagrama de recorrido de el aserradero

En este tipo de diagrama se grafica la ubicación de la maquinaria en área del aserradero, así como el recorrido del residuo durante el proceso, de aserrado de tabla.

Figura 26. Diagrama de recorrido en planta aserradero “El Caoba”

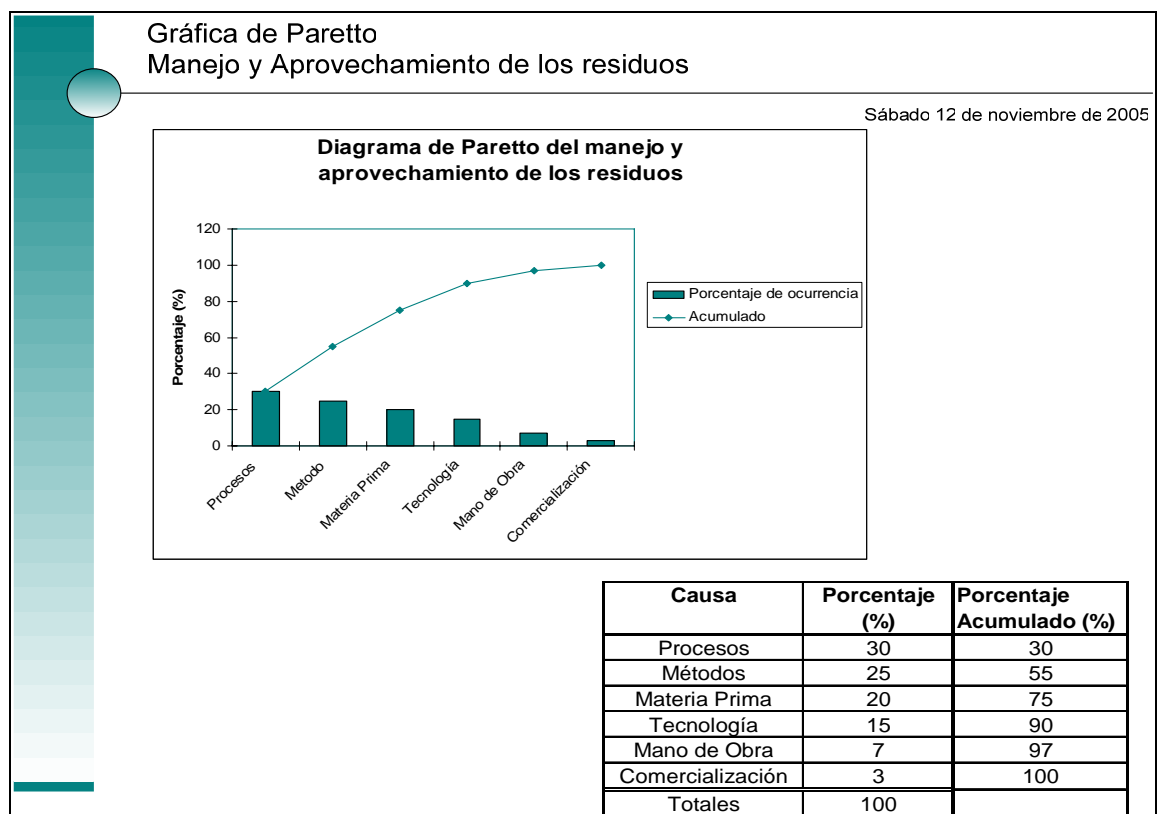


Fuente: Aserradero “El Caoba”

2.8. Diagrama de Pareto del manejo y aprovechamiento de los residuos

Para la aplicación de esta herramienta estadística, se realizó el análisis observando el proceso de aserrado, para lo que se elaboró el formato de recolección de datos, (ver anexos figura 42), dando como resultados la grafica que se muestra a continuación. Siendo las categorías más sobresalientes, los procesos, métodos, y materia prima, destacándose la falta de estandarización de procesos (ver figura 27), por lo que se desarrolla el diagrama de causa y efecto (Ver figura 28) para analizar las causas que generan la falta de aprovechamiento de los residuos

Figura 27. Grafica de Pareto manejo y aprovechamiento de los residuos

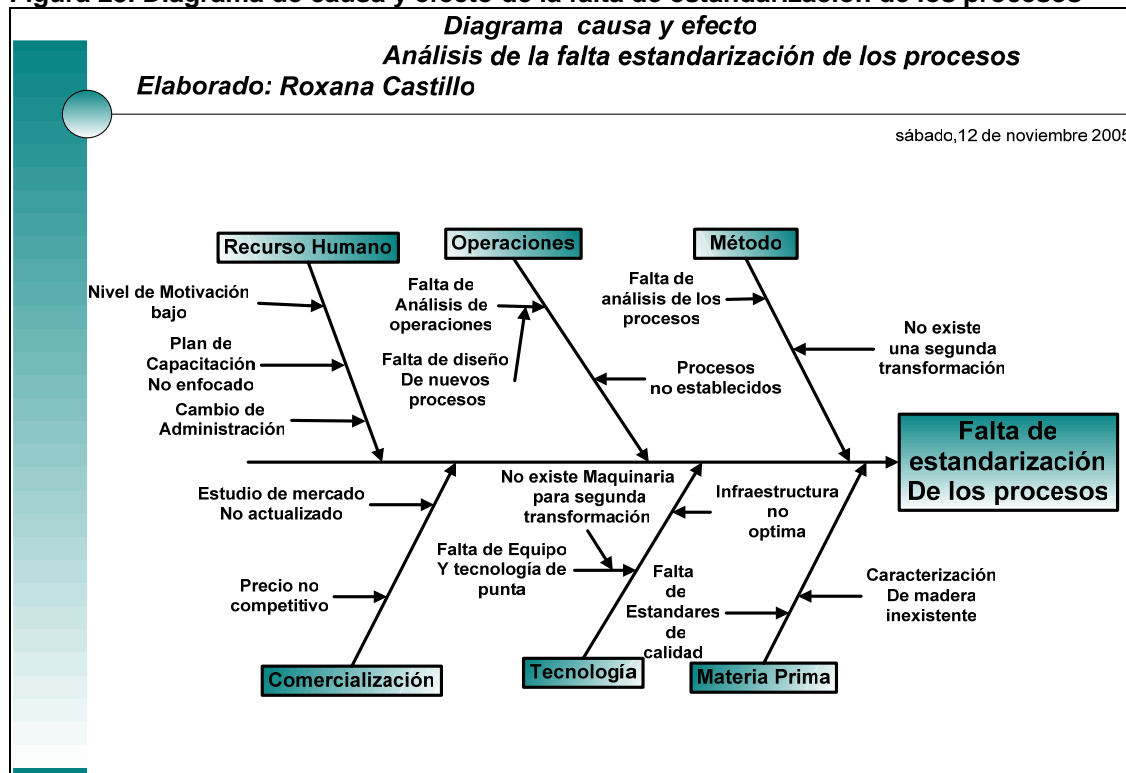


Fuente: Análisis situación Aserradero “El Caoba”

2.9. Diagrama de causa y efecto del aprovechamiento del residuo

La causa de mayor porcentaje de ocurrencia en el aprovechamiento de los residuos, es la falta de estandarización de los procesos como se muestra en el análisis de Pareto (figura 27), la falta de inspección y las condiciones de los métodos aplicados. La maquinaria y equipo que en este caso las sierras, que se utilizan no tienen un proceso de afilado adecuado por lo que se gastan, retrasando el proceso, y causando incremento en el porcentaje de aserrín. Asimismo la falta de un proceso de segunda transformación para optimizar el aprovechamiento, entre otros como se muestra en la grafica 28 del diagrama de causa y efecto.

Figura 28. Diagrama de causa y efecto de la falta de estandarización de los procesos



Fuente: Análisis de la situación actual en el Aserradero "El Caoba"

Tabla IV. Cuadro de problemas, causas y estrategias para el aprovechamiento de residuos

Problemas	Causas y subcausas	Estrategias
1. Procesos	1.1 Procesos no eficientes 1.2 Falta de Análisis de procesos 1.2.1 Falta de diseños de nuevos procesos	1.1 Estandarizar los procesos 1.2 Implementar inspecciones en el proceso para la reducción de tiempos y desperdicios.
2. Método	2.1 No existe una segunda transformación 2.2 Falta de método de manejo de residuos	2.1 Crear departamento de diseño para crear valor agregado para los residuos 2.2 Implementar una carpintería o ebanistería (taller), para el aprovechamiento de los residuos.
3. Materia Prima	3.1 Caracterización de la madera inexistente	3.1 Determinar una caracterización de madera para planear productos innovadores y que satisfagan necesidades.
4. Tecnología	1.3 Falta de equipo y tecnología de punta 1.3.1 No existe maquinaria para segunda transformación	4.1 Actualización de los sistemas de producción con el fin de mejorar la eficiencia. 4.2 Adquisición de maquinaria para la elaboración de productos que generen mayores ingresos y la reducción de residuos.
5. Mano de Obra	1.4 Nivel de motivación bajo 1.5 Plan de capacitación no enfocado 1.6 Cambio de Administración	5.1 Mejores incentivos salariales y recomendaciones 5.2 Capacitación para la auto mejora e inspección y hacer conciencia de las ventajas de estas. 5.3 Crear un ambiente de estabilidad laboral para evitar la discreción e incrementar la fidelidad del empleado.
6. Comercialización	6.1 Estudios de mercado no actualizados 6.2 Precio no competitivo	6.1 Determinar demanda de producto en mercados tanto nacionales como internacionales, para la creación de nuevos diseños para exportar. 6.2 La mejora en los procesos y la reducción de residuos podrá reducir costos y posicionar en el mercado a un precio competitivo.

Fuente: Resultado del análisis de situación actual aserradero “El Caoba”

La tabla IV nos da una interpretación de la figura 28, enumerando las causas recurrentes identificadas en el análisis de causa y efecto, que generan los problemas actuales en el manejo del aprovechamiento de residuos, deja ver y priorizar las causas, determinar estrategias para prevenir el efecto. Las ramas son los problemas, y las flechas son las causas y subcausas (Ver sección 1.5.5).

2.10. Comercialización actual de los residuos

La comercialización que actualmente tiene el aserradero no es más que la de vender la pieza de madera por Q2.00, siempre y cuando esta sea menor de 2 metros de largo (ver figura 29), por lo que la ganancia de esta venta es bajo y en su mayoría es comprado por personas vecinas al aserradero para leña. Este tipo de comercialización es indistinto del tipo de madera, y sus características.

Figura 29. Residuos de madera. (Chips)



Fuente: Aserradero "El Caoba" de la SCDV

El proceso de la compra-venta funciona de la siguiente manera: El interesado llega al aserradero, habla con el encargado del aserradero este le indica la madera que esta a la venta, el comprador procede a seleccionar las piezas que le interesan y se hace el cálculo como se muestra en la figura 30. Número de piezas multiplicado por la cantidad de Q2.00 y esto da el total a pagar. Por ejemplo: 24 piezas X Q2.00 = Q48.00.

Otra de las formas de compra-venta es la de llenar un pick up (ver figura 31) con un costo desde Q100.00 a Q200.00 siempre y cuando la madera sea de dimensiones menores a la madera con costo de Q2.00, y en condiciones que no puede ser vendida individualmente.

Figura 30. Residuos de madera para leña



Fuente: Aserradero "El Caoba"

Figura 31. Picopada de residuos



Fuente: Aserradero “El Caoba”

3. PROPUESTA DEL PROYECTO

3.1. Descripción de propuesta

El residuo debe ser una prioridad a reducir en la elaboración y producción de la madera en aserrio, siendo este recurso tan valioso para un país forestal como lo es Guatemala, y tomando en cuenta el tiempo que lleva la renovación de este recurso, es importante un aprovechamiento eficiente. Sobre todo lo que representa que una concesión como Árbol Verde, tome una iniciativa en la reducción y aprovechamiento de los residuos, la cuál sirva de apoyo y ejemplo para las demás concesiones de la región.

El aprovechamiento de los residuos a través de la creación de valor agregado por medio de la creación de nuevos productos, en los que la materia prima serán, chips²⁹ de tamaño y calidad aceptable, tal el caso de la madera de *Swietenia Macrophylla King* (caoba) la cual es una madera preciosa, y su acabado es vistoso por lo que su utilización en una segunda transformación genera ingresos monetarios mayores a los que actualmente se obtienen con la venta por pieza de las mismas.

²⁹ Ver glosario

Para la creación de nuevos productos, es fundamental contar con un departamento de diseño, que evalúe y establezca una adecuada planificación y aprovechamiento de los residuos que se originan en el aserradero, así mismo la creación de un departamento de mercadeo que se encargue de crear una estrategia de marketing para completar la cadena de producción.

Creando valor agregado se asegura un beneficio mayor y una reducción en la contaminación de los residuos, se genera puestos de trabajo para beneficio de las comunidades que forman parte de la Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde.

3.1.1. Planificación del aprovechamiento

Para el aprovechamiento, se debe como primer paso concientizar al personal del aserradero, de la importancia del adecuado desarrollo del proceso de planificación, así como informar sobre las ventajas y objetivos que se persiguen.

La planificación apropiada de las operaciones de aprovechamiento es un elemento clave para la introducción exitosa de la utilización ambiental, benéfica y sostenible, encaminada a reducir costos generales, e incrementar la productividad mediante operaciones más eficientes, logrando producir simultáneamente productos de mayor valor.

Para la planificación del aprovechamiento de los residuos se describen los pasos y las variables a tomar en cuenta:

- a. Realizar una actividad de clasificación de los residuos, con la finalidad de determinar los residuos que se pueden aprovechar.
- b. Determinar el transporte adecuado para el residuo según la clasificación.
- c. Análisis de las piezas de residuos a aprovechar (simetrías de las piezas), para determinar en que tipo de producto se podrían utilizar y obtener el mayor rendimiento de la materia prima.
- d. Determinar los requerimientos de los puestos de trabajo que sean necesarios para la implementación del aprovechamiento.
- e. La inversión en la maquinaria y los requerimientos para la creación del taller donde se elaboraran los nuevos productos del plan de aprovechamiento de los residuos, de manera que se determine el costo beneficio del plan.
- f. Determinar programación de la capacitación para el proceso de diseño y elaboración. Capacitar junto a INTECAP, MAGA y la FAO (ver anexo1), sobre diseño de nuevos productos, para involucrar al personal.

- g. Crear departamentos de Diseño y mercadeo.

3.1.2. Manejo de los residuos

Para el manejo de los residuos, se plantea crear un proceso de clasificación, ya que el aserradero actualmente no cuenta con uno. Previo a esta clasificación se debe determinar que tipo de residuos, dimensiones y la calidad aceptable de la materia prima, que se tomara en cuenta para una segunda transformación la cual depende del diseño del producto, lo que se entiende por calidad aceptable, o sea sin hongos u otras enfermedades propias de la madera y con un porcentaje de humedad especificado para el producto y el mercado objetivo, para que exista una transformación secundaria exitosa.

Establecer un área para la clasificación y selección de los residuos a utilizarse en el diseño de nuevos productos. Esto organizara un ambiente menos contaminado en el aserradero, facilitara la disposición y comercialización de los residuos.

El transporte del residuo es uno de las actividades que deberán planificarse, esto contribuye a la reducción de tiempo y puede verse como una preclasificación ya que el área de disposición será diferente, dependiendo del residuo que se transporte. Llevándose a cabo por los ayudantes de cada máquina.

3.1.3. Aprovechamiento de residuos en aserradero

La tecnología moderna se orienta, por un lado, a perfeccionar el corte en cuanto a velocidad, delgadez y precisión para minimizar la producción de aserrín y residuos y, por otro lado, a analizar la materia prima, pieza por pieza, tanto a su entrada como en las diferentes etapas de su procesamiento con el fin de llegar al máximo aprovechamiento de la madera útil contenida en cada pieza de residuo.

Para el proceso de aprovechamiento de los residuos, es importante armonizar la geometría del residuo con las dimensiones del producto final, es decir aplicar un correcto plan de corte buscando para cada residuo, el tipo y las medidas de producto que optimicen su rendimiento.

3.1.3.1. Transformación secundaria

El diseño de productos derivados de residuos, cuya finalidad es la de incrementar la eficiencia de la troza de *Swietenia Macrophylla King* (caoba) y *Lonchocarpus Castilloi Stand* (manchiche), según las operaciones de aserrado, de los cuales los productos residuales se distribuyen en un porcentaje de más del 50% para el desorillado, alrededor de un 20 % para el canteado y un 15% para el despuntado.

Del total de productos que se pueden producir, el 30% corresponden al proceso de desorillado es decir estos pueden ser en forma de: juguetes, artículos para oficina, floreros, paneles para cajas de abejas, marcos para retratos, utensilios de cocina (picadores de carne, cucharones etc.) estos se listan en la sección 3.1.3.3.

Los restantes 70% están relacionados a los productos que entran en la construcción de muebles, puertas y ventanas, entre las piezas que se pueden conseguir por la utilización de residuos de los aserraderos se tienen: cenefas, piezas de sillas, pisos, roperos y piezas de en general, torneados y molduras. Los armazones constituyen la estructura rígida de los muebles de madera terciada, pero también se indica al machihombre y parqué entre los principales.

Darle un valor agregado, sumando cualidades a las maderas residuales, diferenciándolas frente a las maderas existentes en el mercado, a través de una segunda transformación para valorar su condición de mal llamado residuos³⁰.

3.1.3.2. Diseño de productos

Para el diseño de productos deberá tomarse en cuenta varias consideraciones en los que respecta a usos, aplicaciones y componentes que pudieran ser utilizadas como piezas de varios productos.

³⁰ Pedro Saravía Boletín BOLFOR, Coordinador de Investigación del Proyecto BOLFOR (Marzo 1996). Referencia 12

Dependiendo de la utilización de la madera, se tendrán que tomar en cuenta ciertas propiedades de la misma, para la madera como el *Lonchocarpus Castilloi Stand* (manchiche) por sus características, la cual esta clasificada entre las maderas duras, la creación de un producto estructural, como por ejemplo piso o zócalos (ver grafica 37), podría ser una posible aplicación, y para el caso de la madera de *Swietenia Macrophylla King* (Caoba), por su característica vistosa y siendo madera preciosa su uso podría ser decorativo, juguetes educativos o en utensilios para el hogar (ver figuras 32-36). Sin embargo deberá analizarse el producto, para determinar la factibilidad del mismo.

3.1.3.2.1. Generación de ideas

La mejor forma para crear ideas son las que satisfagan la necesidad del cliente o las enfocadas al cliente, para lo que se debe también consultar al mercado y las demandas de productos. La disponibilidad de tecnología es también un aspecto a considerarse en la creación de nuevos productos así como las características propias de la materia prima, que en este caso son los residuos de madera de *Swietenia Macrophylla King* (Caoba) y *Lonchocarpus Castilloi Stand* (Manchiche).

En la generación de la idea, el método de lluvia de ideas (ver sección 1.5.11), ayuda a la elección y descalificación de productos adecuados para la producción.

3.1.3.2.2. Selección del producto

La selección de productos para la transformación de los residuos, basándose en la disponibilidad tanto de recursos como en la infraestructura disponible (ver sección 1.5.11), es decisión de la administración o de junta directiva, sin embargo se mencionan algunos diseños y posibles productos, como por ejemplo juguetes para niños, esto debido al tamaño de los residuos que se utilizaran como materia prima para la transformación, pueden variar desde carritos hasta juguetes educativos.

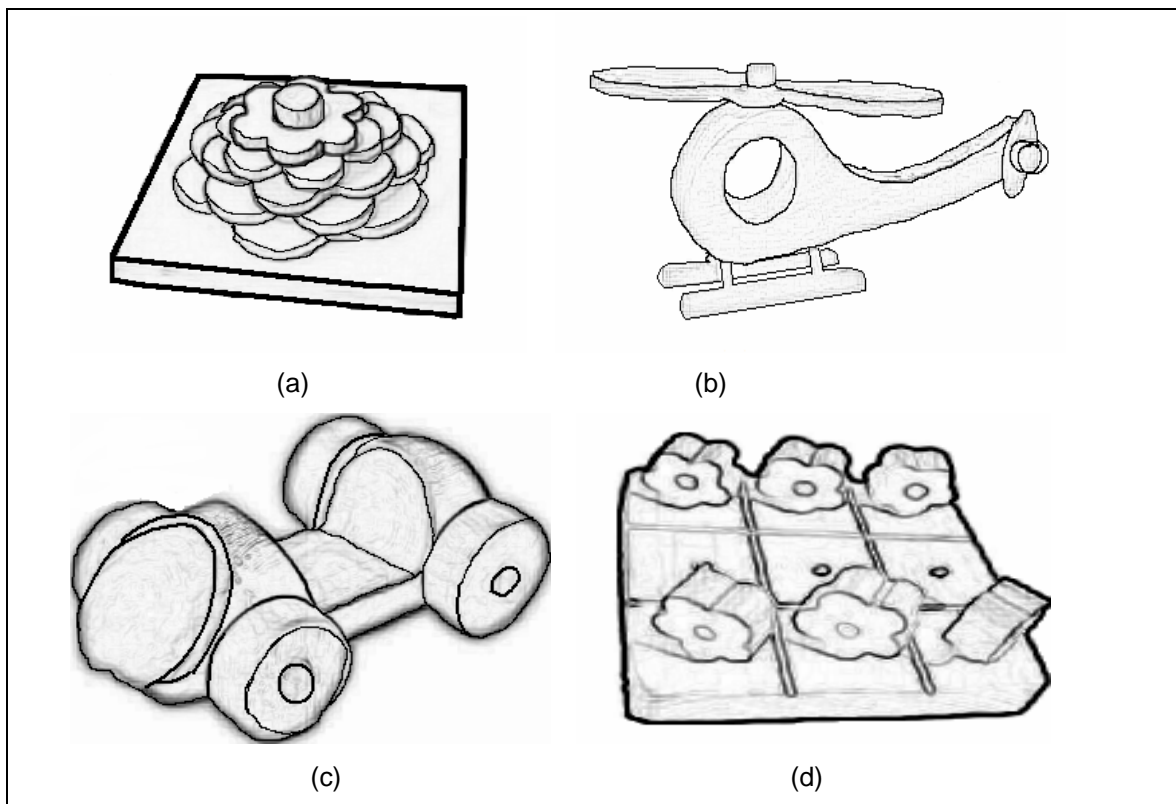
Los productos pueden ser elaborados con un proceso modular es decir: piezas que formen parte de un mayor número de diseños, y crear un embalaje para la comercialización exitosa en mercados extranjeros. También se puede mencionar el proceso intermitente, aplicado a producciones por pedido.

Es importante la elaboración de los prototipos y las pruebas de mercado como se mencionan en la sección del diseño del capítulo 1 sección 1.5.11 de este trabajo.

Se muestran posibles diseños para el aprovechamiento de los residuos de madera:

Divertido juego de ensamble para los más chiquitos como se muestra en la figura No. 32a. Este ensamblado tiene la particularidad de tener piezas en forma de flores que el niño debe ir insertando de mayor a menor tamaño. Este diseño puede ser muy versátil con diferentes tipos de figuras. Sus medidas aproximadas son de 18x18x2 cm.

Figura 32. Diseños juguetes



a) Diseño de encajado de Flores, b) Diseño de Helicóptero, c) Diseño de tronco móvil, d)Diseño de Totito de Flores

Tabla V. Especificaciones del diseño de helicóptero (figura 32 b)

Acabados	<i>Swietenia Macrophylla King</i> (Caoba)
Materiales	Natural y tintes vegetales no tóxicos
Medidas	20x10cm
Peso	300g

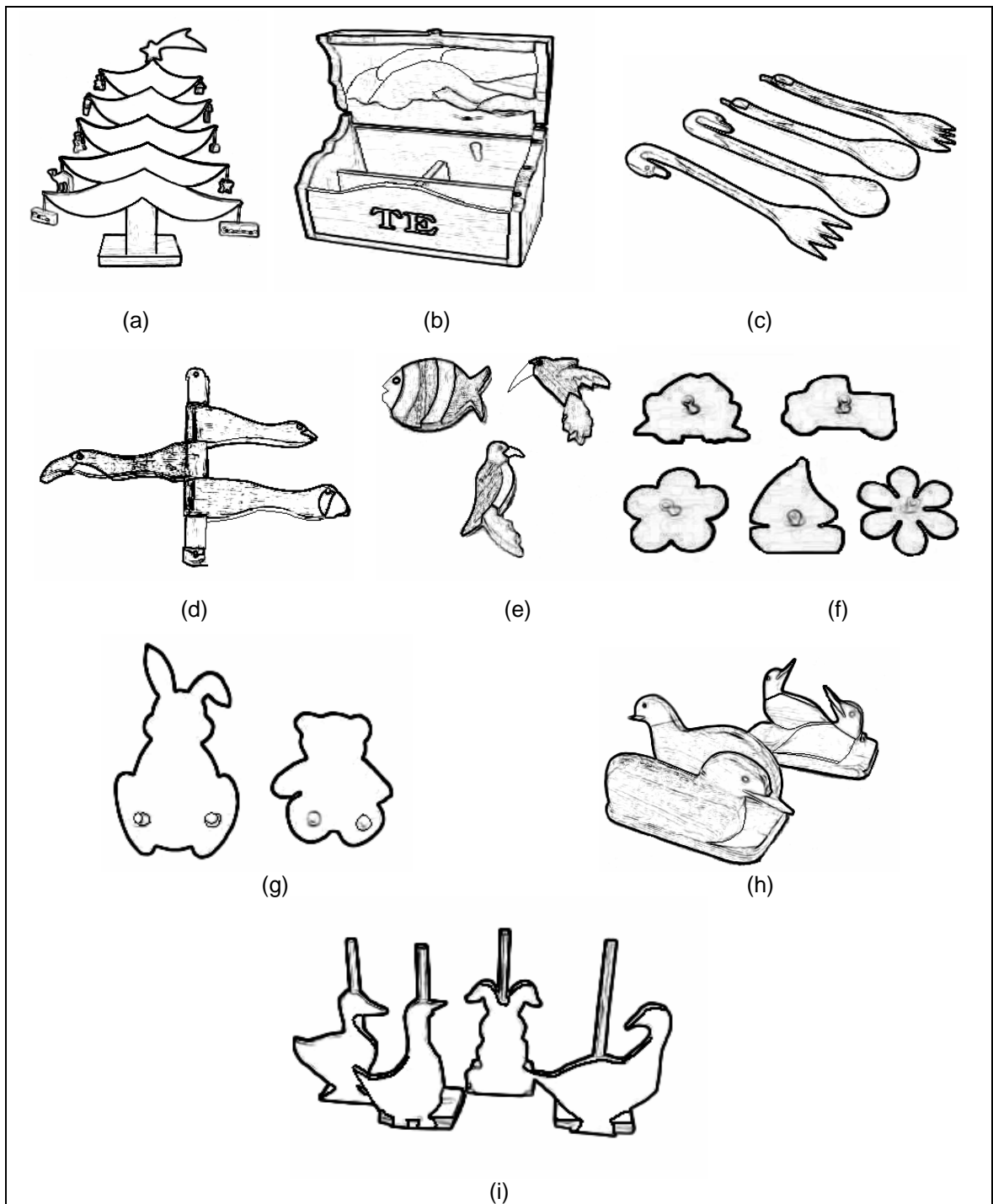
Juegos de Madera hechos a mano, el clásico juego de totito en originales versiones. En esta versión, las tradicionales fichas han sido cambiadas por combinaciones de flores (figura No. 32d), por mencionar algunas de las posibilidades las cuales se enganchan en la base del to-ti-to, todos ellos de colores y pintadas a mano. Se pueden fabricar rompecabezas, juegos de dados, juegos de damas entre otros.

Tabla VI. Especificaciones del diseño de totito (figura 32d)

Acabados	<i>Swietenia Macrophylla King</i> (Caoba)
Materiales	Natural y tintes vegetales no tóxicos
Medidas	Base 11.5x2x2 cm. Flores 2.5x3 cms.

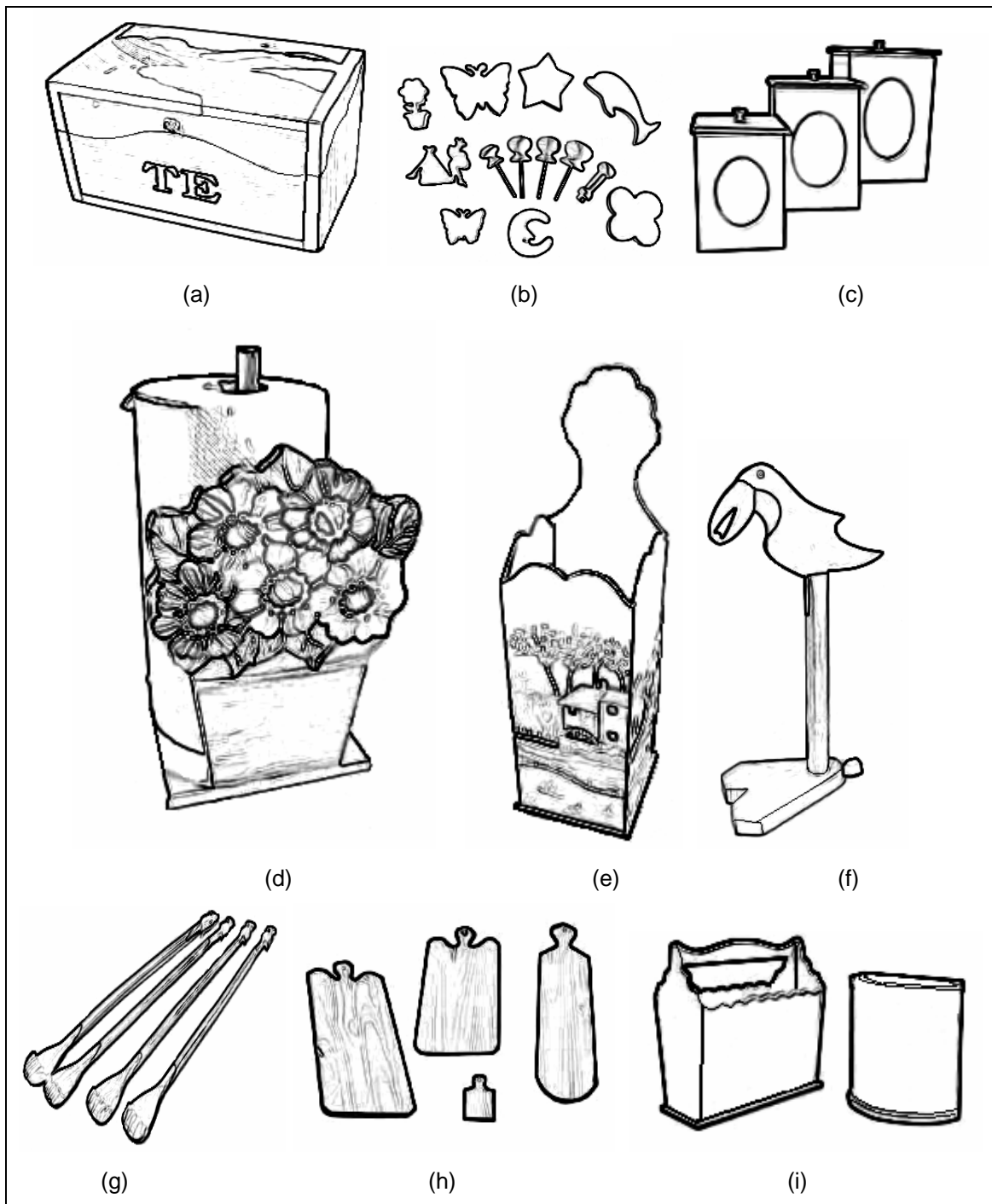
Otras posibilidades de una gran gama de productos los cuales pueden tener gran demanda en el mercado tanto nacional como extranjero se muestran a continuación. (Figuras 33- 36).

Figura 33. Diseños de artículos decorativos (artesanías)



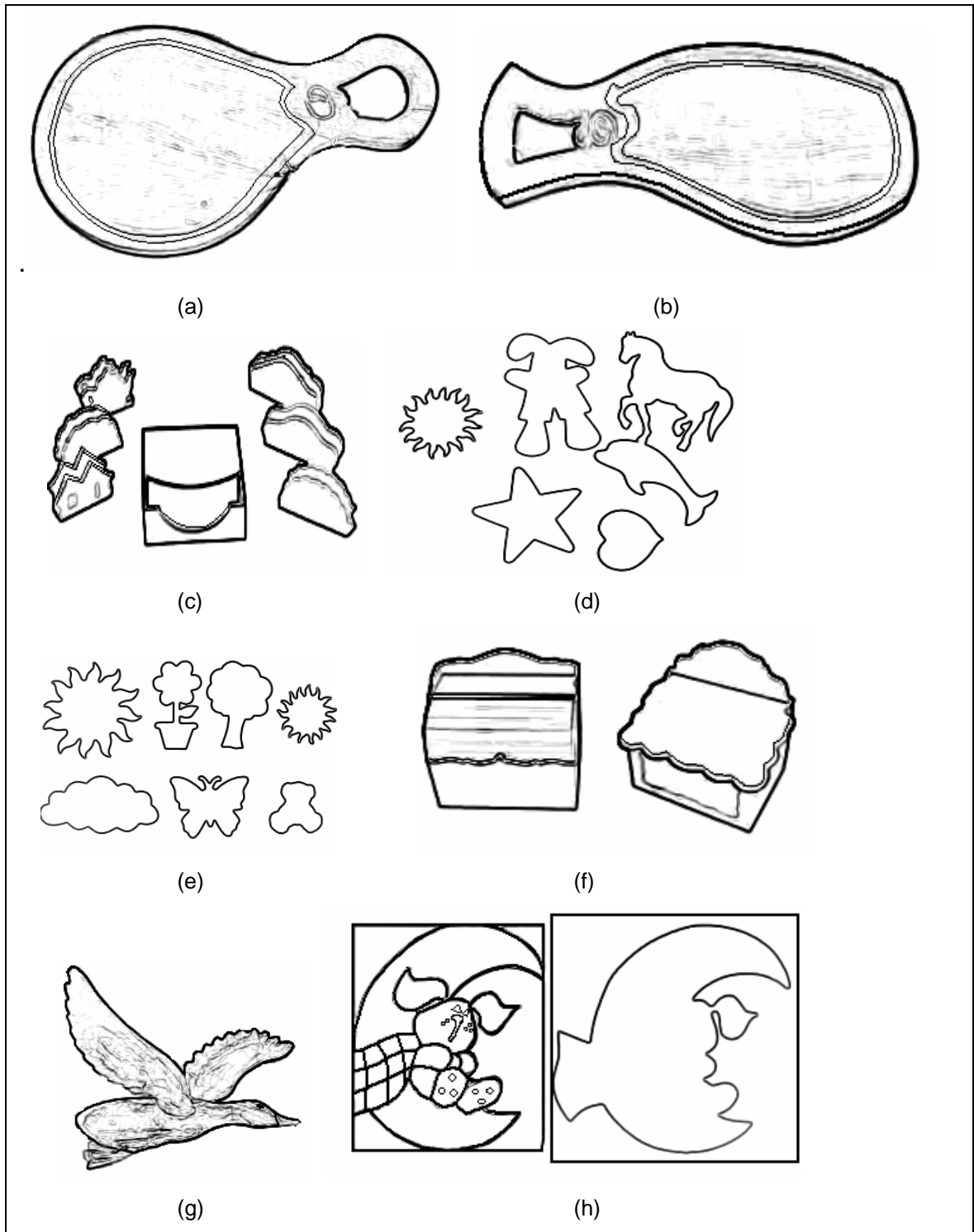
a) Árbol navideño decorativo, b) Caja para te c) Paletas y espátulas, d)Perchero, e) Magnéticos, f) Colgadores g) Colgadores dobles, h) Servilleteros, i) Porta mayordomos

Figura 34. Diseños de artículos de cocina (artesanías)



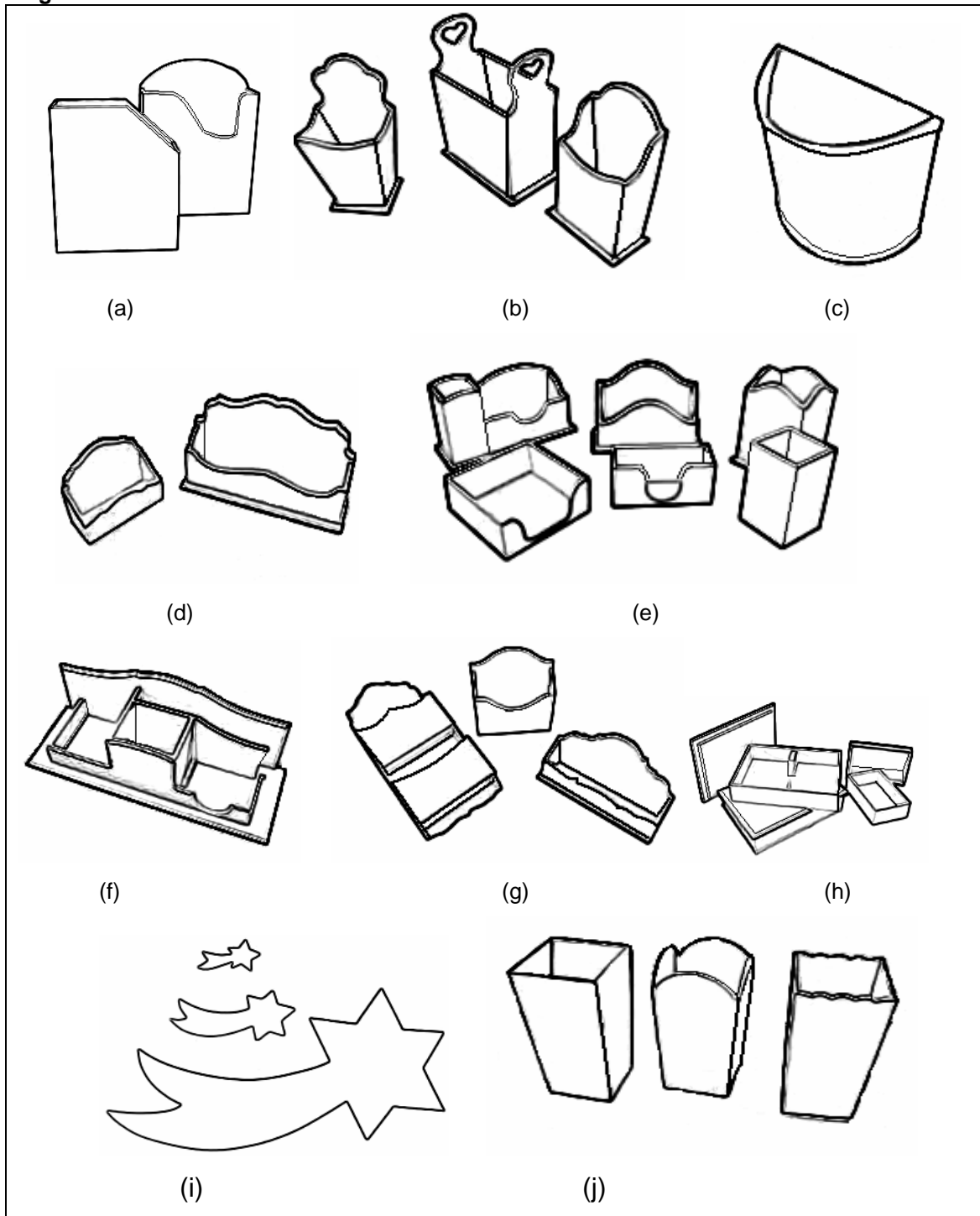
a) Cajas para te, b) Agarradores para muebles, c) Especieros, d) Porta Rollos diseño flores, e) Floreros, f) Porta rollos para cocina, g) Manitas rascadoras, h) Tablas para picar, i) Revisteros y basureros.

Figura 35. Diseños artículos para el hogar



a) y b) Tabla de picar, c) Servilleteros d) y e) Figuras Decorativas para pintar, f) Paneras, g) Pato para colgar, h) Cuadros infantiles.

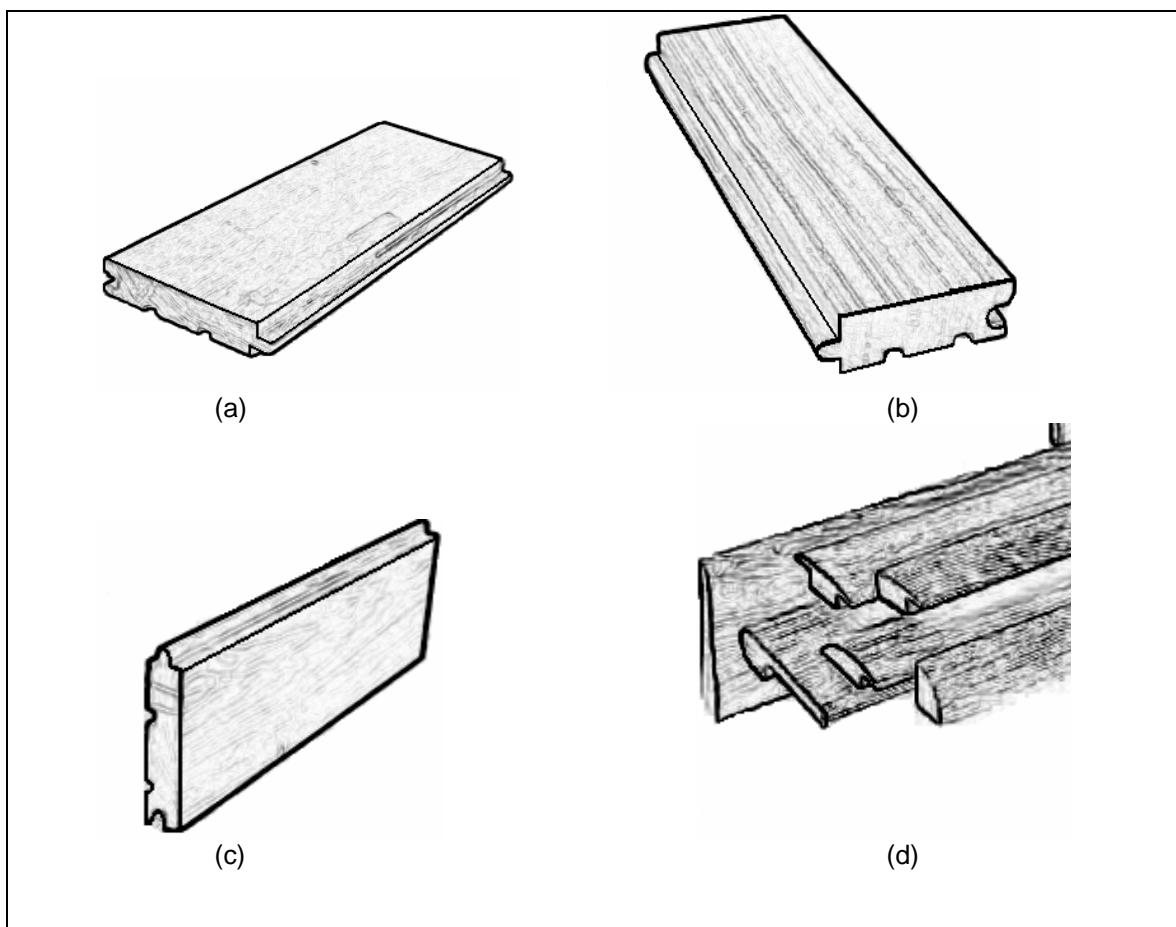
Figura 36. Diseños de accesorios de oficina



a) organizadores, b) revisteros y floreros, c) papelerero, d) porta sobre y cartas, e) portalápices, block de notas, porta tarjetas, f) Organizador escritorio, g) Porta sobres y caja para correspondencia, h) Variedad de cajas, i) adornos navideños, j) floreros.

Para el diseño de piezas de madera de *Lonchocarpus Castilloi* Stand (Manchiche), se debe tomar en cuenta que esta es una madera con características mecánicas, como la dureza lateral alta y su alta resistencia al impacto, y a la vez un vetado atractivo y bueno para usos decorativos o estructurales³¹. Por lo que el diseño de parque o piso que se muestra en la figura 37, puede ser un producto creado a partir del residuo de esta madera preciosa.

Figura 37. Diseño piso machihembrado y Zócalo



a) y b) Vista lateral de piso tipo machihembre, c) Vista de canto piso, d) Zócalo y terminaciones de piso.

³¹ Aguilar Cumes, 1992

3.1.3.2.3. Valor del diseño

Para la transformación secundaria de los residuos, se aplica el diseño del proceso de flujo intermitente ya que se puede justificar cuando al producto le falta estandarización o cuando el volumen es bajo, como se menciona en la sección 1.5.11. En este caso la operación intermitente resulta la más económica y tiene el menor riesgo. Esto debido a la elevada variación de los diseños ya que estos se deberán acoplar a las medidas de los residuos que se dispongan.

3.1.3.3. Otros posibles empleos de los residuos.

En beneficio de la concesión y para aumentar la calidad de la madera que se procesa, los residuos de madera tales como viruta, las cortezas, los aserrines y los piezas no aprovechables, podrán ser utilizados como combustible para sistemas de producción de energía tanto para el aserradero así como para el taller de transformación de los residuos de madera, creando o implementando hornos para la elaboración de paneles de madera o asimismo hornos para obtener un secado más eficiente de la madera para su comercialización. La creación de contrachapado con la adquisición de maquinaria adecuada podría ser otra posibilidad de aprovechamiento de los residuos.

La elaboración de partes de muebles está teniendo un crecimiento significativo en el mercado extranjero, por lo que este podría ser elaborado de madera de residuos. Por ejemplo: patas para muebles, piezas pequeñas, etc.

3.2. Formación y capacitación de la fuerza de trabajo

En el proceso de capacitación para llevar a cabo la implementación de la propuesta, se debe seleccionar y capacitar a los operarios, que ejecutaran las actividades de aprovechamiento de los residuos, para lo cual se selecciona operarios con un nivel de escolaridad mínima de la primaria completa, operarios con no menos de un año de experiencia, y con habilidad de manejo de equipo de transformación secundaria.

Se sugiere que sean al menos de 2 los capacitados, para el proceso de clasificación de los residuos, y no menos de 3 a 6 los capacitados para el manejo de maquinaria de carpintería. El procedimiento se describe a continuación:

- La selección de los operarios será por parte del encargado del aserradero y del administrador de la Sociedad Civil Árbol Verde.

- La explicación del motivo de su capacitación, y el planteamiento claro de los objetivos, alcances y ventajas del proyecto de aprovechamiento de los residuos, se dará por escrito y en charlas de capacitaciones por parte de la persona que asigne la junta directiva. Se sugiere un incremento salarial y posibilidades de ascenso, esto será determinado por el administrador.

- Establecer las fechas de capacitación y las entidades que participaran en la misma; se propone fines de semana para que la actividad no interfiera con la producción y que se utilice la base de la capacitación impartida por la entidad que impartirá la capacitación (INTECAP, MAGA. FAO, CONAP, otra).

- Impartir la capacitación en los días establecidos, apoyándose de material de apoyo elaborado para la misma, resolución de dudas planteados por los participantes.

- Evaluación del desempeño de los operarios capacitados, para determinar el operario encargado de la clasificación así como su ayudante. Y los puestos de los operarios en el taller de segunda transformación, según su destreza. Retroalimentación del proceso es vital para la mejora (sección 5.2).

- Entrega de reconocimiento en la participación de la capacitación por parte de la Sociedad Civil Árbol Verde; se sugiere diplomas de participación o incentivos económicos (mejorar salarios en base a los resultados de la evaluación del desempeño)

3.3. Ventajas de la propuesta

Entre las ventajas de la propuesta se encuentra la de generar empleos con la creación del taller para la transformación de los residuos y el departamento de diseño así como el departamento de mercadeo, creando alrededor de diez plazas. Se puede hablar de una reducción en los residuos no aprovechables en un alrededor de un 40 a 50 % para el *Swietenia Macrophylla King* (caoba) y un 30 por ciento en el *Lonchocarpus Castilloi Stand* (manchiche).

Otra ventaja importante es la del incremento en la participación de la Sociedad Civil Árbol Verde en el mercado de la madera y el crecimiento de la oferta dando un paso hacia adelante en la integración vertical de la empresa hacia el cliente, obteniendo un beneficio económico mayor en comparación con el beneficio obtenido actualmente por la comercialización de estos residuos.

3.3.1. Ventajas competitivas

La reducción en los desperdicios y el incremento de los beneficios económicos, da como resultado un mejor posicionamiento en cuanto a precios en el mercado, pues se puede obtener una competitividad mayor frente a otros productores así mismo sobre todo incrementar la oferta de productos elaborados con maderas de calidad y con un costo en materia prima bajo.

Ninguna empresa debe tratar de introducirse al mercado internacional hasta que no esté preparada y sea competitiva, que es la clave del éxito en el mercado internacional³². Por lo que la búsqueda de aprovechamientos viables es una de las mejores formas de ser lograr competitividad.

Aunque según comentarios de la administración, la demanda supera la oferta en cuanto al aserrio, en este medio competitivo el crear opciones alternativas de comercialización puede garantizar la participación a largo plazo de la empresa en este caso Sociedad Civil Árbol Verde.

3.4. Eficiencia

Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde cuenta con un aserradero móvil marca *Wood Mizer* con capacidad para 2500 pt³³ por turno, por el hecho de trabajar dos turno pueden tener una capacidad hasta de 5000 pt por día, sin embargo debido a la poca experiencia que tiene SCDAV³⁴ no es pensable que operen al 100% de la capacidad instalada, se estima que lograrán 60% de la capacidad instalada, esto significa máximo 3000 pies tablares por día³⁵.

³² MANUAL PARA EXPORTAR A MEXICO", con base en la matriz de política económica 2000 – 2004

³³ Ver lista de abreviaturas

³⁴ Loc. Cit.

³⁵ Referencia 1

Dado el recurso forestal y el potencial en el aprovechamiento de los residuos con que se cuenta, es hora de que la ciencia y la tecnología cubran su lugar en el aprovechamiento de los productos forestales y su transformación en productos innovadores, basados en una estrategia ambiental adecuada, integrando el respeto por el ambiente en la aplicación de tecnologías modernas a la agricultura y en la administración de los ecosistemas y los recursos naturales.

La eficiencia que se espera obtener con el aprovechamiento de los residuos como se expuso en el capítulo 2 sección 2.5 es de 50 al 78 % de los desperdicios o residuos producidos en el aserradero, siendo en el desorillado en donde se vera el mayor incremento de la eficiencia de los residuos que se obtienen de este proceso.

3.5. Análisis de mercado

Para penetrar con éxito en los mercados internacionales, es necesario establecer un plan de exportación, lo que ayudará a definir los cambios necesarios en la empresa, en el producto y/o empaque, y en los canales de distribución, entre otros. Asimismo, hará consciencia a todo el personal de las nuevas actividades de la empresa y de lo que se espera de ellos. Se debe tomar en cuenta que el mercado nacional servirá para consolidar a la empresa, previo a la incursión en mercados extranjeros.

En cuanto a demanda de madera, los mercados con valor agregado para entarimados, pisos y muebles representan tres grandes segmentos en EE.UU., con una importante presencia de las maderas duras tropicales (ver tabla 7).

Tabla VII. Principales productos artesanales con potencial en los Estados Unidos.

Productos de madera.	<p>Todos los productos de madera incluidos, tienen acceso inmediato y arancel 0%.</p> <p>Estatuas y otros ornamentos de madera.</p> <p>Artículos de madera no especificados.</p>
Muebles de madera.	<p>Los muebles de madera tienen acceso inmediato y arancel 0%.</p> <p>Muebles de madera para comedor.</p> <p>Muebles de madera para la cocina.</p> <p>Muebles de madera para dormitorio.</p>

Fuente: United States International Trade Commission. www.dataweb.usitc.gov.

Los productores de maderas tropicales que tienen éxito en el mercado estadounidense para la madera aserrada son aquellos que pueden secar apropiadamente el producto, entender y explotar los sistemas de graduación para madera aserrada aplicados en los EE.UU. y acceder a un conocimiento amplio de los asuntos relacionados con el transporte.

Aunque la madera tropical juega un papel pequeño en el mercado estadounidense, representa un importante componente de las importaciones de maderas duras. Este mercado se caracteriza por el énfasis en las propiedades estéticas de las maderas, así como en un aumento en la fragmentación de los distintos usos finales.

EE.UU. es el principal demandante de pisos de madera, el consumo de pisos esta exigiendo una fuerte sustitución de alfombra y similares por productos naturales, en especial por pisos de madera, ello debido a que este es considerado como un producto característico del buen nivel económico.³⁶ Los importadores señalan que el mercado para la madera aserrada tropical está constreñido por limitaciones en cuanto a los sistemas de graduación, secado y transporte por parte de los productores³⁷.

Para las pequeñas y medianas empresas forestales en países en desarrollo el mercado potencial y poder de compra del consumidor para productos maderables de proceso secundario (*SPWPs*)³⁸ o residuos, es de destacada importancia. Su enfoque es en productos de valor agregado, los cuales generan mano de obra en el sitio y pueden usar recursos limitados de la mejor forma. En el 2002, la U.E. importó \$19.2 billones de *SPWPs* en valor, seguido por E.E.U.U. (\$16.5 billones) y Japón (\$3.3 billones).³⁹

Para realizar contactos e incursionar en nuevos mercados Sociedad Civil Árbol Verde debe utilizar motores de búsqueda (Internet, paginas Web), como por ejemplo unirse a la red de la industria maderera FORDAQ, que cuenta con 6 años de existencia, 28,500 miembros, 600,000 visitantes por mes y una traducción automática en 12 idiomas, por lo que presenta una buena oportunidad para abrir mercados alrededor del mundo.

³⁶ Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Pisos de Madera

³⁷ Organización Internacional de Maderas Tropicales, 2003.

³⁸ Ver lista de abreviaturas

³⁹ Referencia 13

Entre los motores de búsqueda⁴⁰ por medio de Internet y páginas Web, más utilizadas se puede mencionar:

- Google - Uno de los motores de búsqueda por "palabra clave" más populares y poderosos - busca por palabra o por frase.
- Yahoo - Uno de los motores de búsqueda por "asunto" más populares y poderosos - busca por categorías de examen.
- Quepasa - Buscador en español y una variedad de otros servicios.
- Terra - Buscador en español y una variedad de otros servicios.
- LatinGuía - Buscador en español.
- Latino.msn - Buscador en español.

⁴⁰ Ver glosario

4. IMPLEMENTACIÓN

El objetivo es la reducción significativa en los residuos de madera en la concesión forestal Árbol Verde la cual requiere de un plan y mecanismo de implementación como se describe a continuación.

4.1. Plan de implementación para la propuesta del aprovechamiento

La implementación apropiada de las operaciones es un elemento clave para la introducción exitosa del plan de aprovechamiento de los residuos, encaminada a reducir costos generales y a incrementar la productividad mediante operaciones más eficientes, logrando producir simultáneamente productos de mayor valor.

Para llevar a cabo la implementación del plan de aprovechamiento de los residuos que se describe en el capítulo 3, se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

- a. Para la clasificación de los residuos, primero se debe de estandarizar la calidad que deben cumplir los residuos, previo a llevarlo a proceso de fabricación, ejemplo: porcentaje aceptable de defectos, porcentaje de humedad.
- b. Análisis de los residuos así como las dimensiones, tipos de defectos y simetrías de las piezas para el aprovechamiento.
- c. Para la determinación de los requerimientos de los puestos de trabajo, se necesita primero el conocimiento la conformación orgánica de la madera, manejo a nivel operativo de la maquinaria de transformación, la asistencia y aprobación de los cursos de capacitación que se impartirán por parte de la empresa.
- d. Se debe de acondicionar el espacio destinado para el taller, el cual debe de contar con maquinaria y herramental para la segunda transformación, tal y como se describe en la sección de mecanismos de implementación, sección 4.2.1 que nos da un listado del equipo y herramental necesario para la creación del producto diseñado para el aprovechamiento.
- e. Se debe mejorar la instalación que actualmente se utiliza para proyectos individuales de carpintería, el cual se utilizo para los cursos que INTECAP impartió sobre carpintería, a los empleados e integrantes de la concesión para ayudar a la creación de puestos de trabajo y medios de ingresos para los integrantes de la Sociedad Civil Árbol Verde.

4.2. Metodología

El sistema propuesto en el capítulo 3 puede sintetizarse como un reordenamiento en la clasificación y el procesamiento de los residuos, entonces debe de capacitarse a los operarios a cargo de la clasificación, acerca de los aspectos más importantes; éstas son las diferencias que presenta el sistema propuesto en relación con el actual, en cuanto a los criterios de clasificación y su uso, así como el diseño del producto y su proceso para el aprovechamiento.

La creación de los diagramas de proceso, así como la estandarización del diseño y la elaboración de prototipos con restricciones técnica (forma, tamaño y acabados), serán de alta importancia en la implementación del aprovechamiento de los residuos. Para determinar la metodología del proceso de implementación se debe:

- a. Crear guías para la elaboración de productos, en donde se especifican las medidas de los diferentes diseños, la estandarización del proceso y de la calidad, materiales y herramienta necesaria para la transformación.
- b. Reforzar el departamento de diseño el cual deberá poner en práctica tanto los criterios de calidad de los productos como las guías de elaboración y a su vez la mejora continua en la creación de nuevos productos con la finalidad de obtener un mayor aprovechamiento de los residuos.

- c. Como parte fundamental y para reforzar la cadena de producción es importante crear el departamento de mercadotecnia, que sea el encargado de aplicar el plan de mercadotecnia (ver sección 4.4), para encontrar nichos de mercado para los nuevos productos, en mercados nacionales y extranjeros.

4.2.1. Mecanismos de aplicación de la metodología

Las actividades y el tiempo aproximado para la implementación, se estima en la tabla a continuación.

Tabla VIII. Actividades y tiempos de aplicación de la metodología

ACTIVIDAD	TIEMPO⁴¹
Montar infraestructura, adquisición de maquinaria y herramental. Capacitación.	Contratación de personal, construcción y compra de la maquinaria y herramental, De 2 meses a 3 meses.
Creatividad y desarrollo de productos utilizando residuos.	Una vez capacitado el personal, la creación de prototipos, puede tener un periodo de 1 mes, para luego realizar las pruebas,
Estandarizar calidades diseños, procesos y definir conceptos de aprovechamiento eficientes. Elaborar diagramas de procesos.	Esto durara aproximadamente de 1 mes a 2 meses. (Queda sujeta planificación de junta directiva).
Crear guías para la elaboración de productos	A cargo de el ingeniero industrial o supervisor de producción. Tiempo aproximado, de 20 días.
Crear el departamento de diseño, esto incluye contratación y capacitación del personal a cargo de este departamento.	En la infraestructura y capacitación, considero que llevara alrededor de los 4 meses, aunque la capacitación es constante y siempre que lo requiera el proceso.
Creación de un departamento de mercadotecnia, que sea capaz de desarrollar la mezcla de marketing.	Esto no debería llevar más allá de un mes a mes y medio como máximo incluyendo la contratación.

⁴¹ Estos tiempos son un aproximado, depende del interés y de la organización de los interesados.

Proceso de producción para el aprovechamiento y transformación de los residuos: Estos procesos se pueden ver en el diagrama de la figura 38 y se describen a continuación.

- a. Inspeccionar los residuos: con la finalidad de hacer una preclasificación en base a la calidad en la que se encuentra el residuo, que este se encuentre con la humedad deseada y libre de hongos así como de otros agentes que puedan deteriorar las piezas a elaborar.
- b. Clasificar los residuos: por tamaño y especie, para determinar hacia que proceso de transformación se deberá de enviar el mismo.
- c. Trasladar la materia prima al área de carpintería: este se deberá llevar a cabo por los encargados de entregar la materia prima en la cadena de producción, se puede realizar con la ayuda de bandas transportadoras.
- d. Puntear las piezas seccionadas: marcar, señalar puntos en la superficie de la madera según las medidas del diseño a elaborar.
- e. Dimensionar la madera según el diseño que se desea procesar: para dimensionar la madera, se tomaran las medidas tanto en alto, largo y ancho de las piezas que conforman el diseño a producir.

- f. Torneado (si es necesario), este se hará dependiendo del diseño a elaborar y el requerimiento de las piezas, para obtener la forma cilíndrica, se pone en movimiento la pieza mediante el torno en movimiento de rotación alrededor de su propio eje. Al mismo tiempo se hace que se mueva la pieza contra una cuchilla que produce el arranque de la viruta.

- g. Tallado de piezas: operación fundamental en el proceso artesanal, con técnicas y personal especializado. Consiste en desbastar de la pieza, luego se forja o definen las líneas del diseño.

- h. Lijado de piezas: operación fundamental en el proceso de barnizado consistente en pulir la superficie a barnizar para obtener una superficie totalmente lisa y uniforme, eliminando las irregularidades y facilitando la adherencia física del barniz.

- i. Sellar piezas: aplicación de aislante, especialmente diseñada para favorecer una mejor adherencia del barniz sobre soportes especiales, normalmente de naturaleza exótica.

- j. Ensamblar: la unión por ensamble es unir dos piezas de madera, cada una con picos cuadrados sobresalientes diferentes (una al contrario de la otra) de forma que coincidan entrelazando sus puntas y haciendo una sola pieza casi uniforme. Existen muchas técnicas de ensamblaje, algunas tan perfectas que no necesitan clavos ni cola, pero difíciles de hacer sin herramientas profesionales.

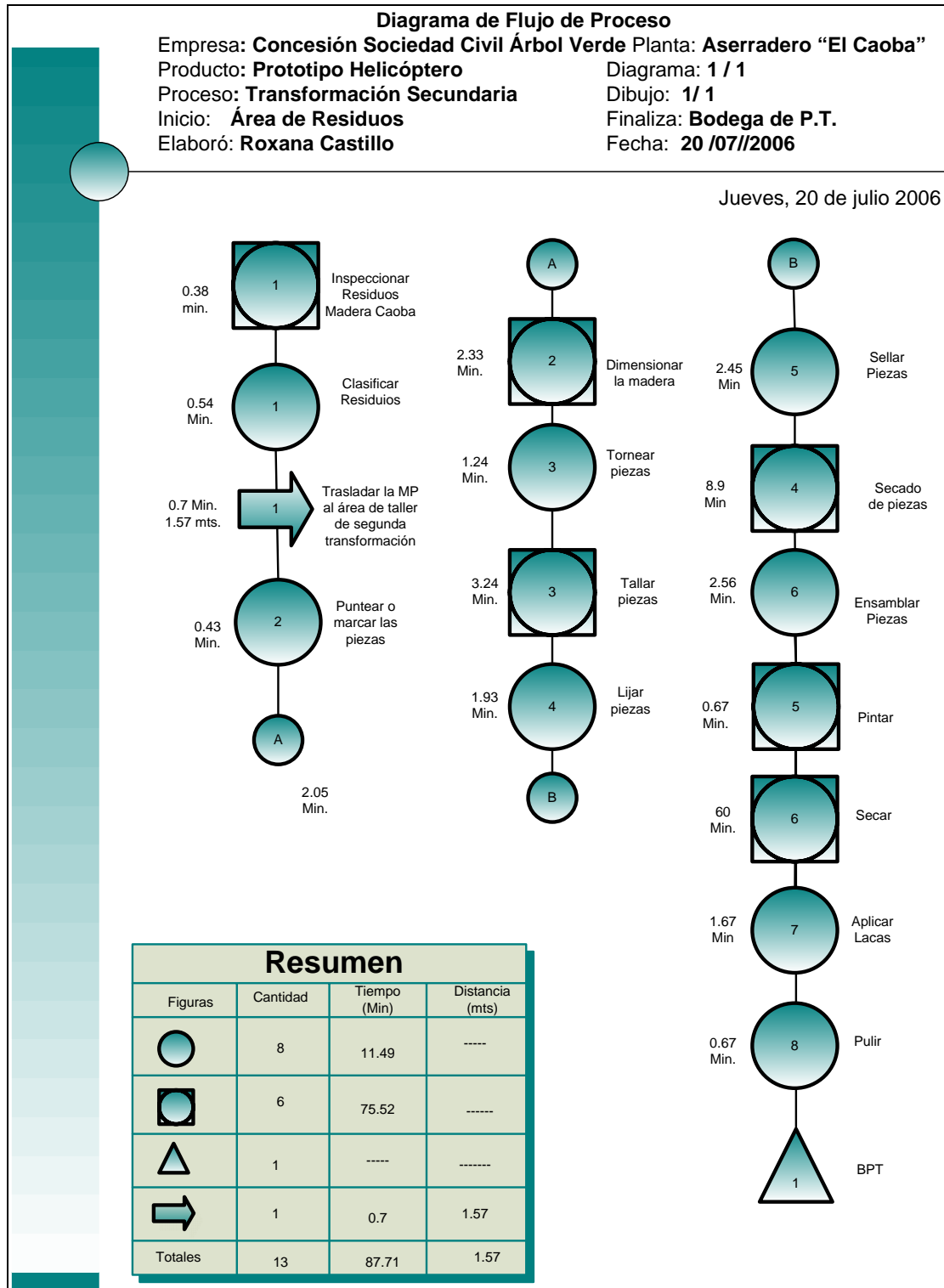
- k. Aplicar lacas, barnices o pintura: en el proceso de barnizado, se aplica los diferentes barnices, apropiados para conferir a la pieza el efecto estético y las características físico-químicas deseadas.

- l. Pulir: proceso por el cual se le proporciona un acabado especialmente brillante (como un espejo), en la fase final del proceso de barnizado pueden ser utilizadas máquinas especiales denominadas pulidoras constituidas por uno o más rodillos formados cada uno por numerosos discos de fieltro o trapo montados sobre un árbol que funciona con un motor proporcionando movimientos de rotación.

- m. Colocar adornos o acabados (si es necesario).

Los tiempos y las distancias se deben tomar y estandarizar como se menciona en la sección de la metodología, sección 4.2.

Figura 38. Diagrama de proceso, elaboración de productos a fabricar



4.3. Recursos para la implementación

Los materiales y el equipo necesarios para la transformación de la madera, se recomienda sea de tipo industrial y de tecnología de punta⁴². A continuación se lista la maquinaria, herramienta y equipo así como el recurso humano, que se recomienda adquirir para la implementación del taller de segunda transformación (ver tablas IX, X, XI y XII respectivamente).

Tabla IX. Maquinaria necesaria para la implementación del aprovechamiento:

Sierras: De péndulo y de banco
Discos: 5/8 ,16 mm y 10 plg. de diámetro
Canteadora
Cepilladora
Sierra múltiple de disco de 300 mm.
Sierras de 800 m. de volante
Escuadradora de tableros
Moldurera de 6 ejes Weinig
Regrueso de 500 mm. de anchura de tapa
Labrante de 450 mm. de anchura de tapa
Escopleadora
Espigadora automática doble
Lijadora calibradora de rodillo y rodillo patín
Centro de trabajo
Routers
Taladros

⁴²Ver glosario.

Tabla X. Descripción de materiales

Piezas de madera de <i>Swietenia Macrophylla King</i> (Caoba) y <i>Lonchocarpus Castilloi Stand</i> (Manchiche)
Pegamento
Clavos
Tornillos
Sellador
Barniz
Pintura y tintes no tóxicos
Laca transparente
Adornos (Dependiendo del diseño a elaborar)

Tabla XI. Equipo y herramental

Tiner
Lija
Wipe
Herramienta de banco: Metro, escuadra, Cepillos, Garpola, Garpolín. Cepillo, Formones, Martillo, Barrenos, Limas, Destornilladores, Gurbias, Serrucho, Cachitos, Guillame, Cuchillas, Sargentos, Prensa C, Brochas, Esmeriles.
Torno

Tabla XII. Recurso humano

Departamento	Cantidad (mínima)
Fuerza de ventas	3
Operarios de producción	5
Supervisores de producción	1
Diseño	2
Mercadeo	2

Con enfoque en utilizar una menor cantidad de recursos, creando mayor utilidades, esto en cuanto al proceso de producción o de segunda transformación, reforzado por el plan de mercadotecnia que se describe en la sección 4.4, con estrategias de ventas, productos diferenciados, líneas y mezcla de productos, logística de distribución, todo forma parte de los recursos para la implementación que sirve como manual de referencia para las actividades administrativas de Sociedad Civil Árbol Verde.

4.4. Plan de mercadotecnia

En el plan de mercadotecnia se plantean, las estrategias a implementar para la comercialización de los productos a fabricar en el aprovechamiento de los residuos de madera.

4.4.1. Misión del negocio

Esta es la razón del aprovechamiento: Fabricar productos elaborados con los residuos de madera de Swietenia Macrophylla King (caoba) y Lonchocarpus Castilloi (Manchiche) y ofrecerlo al mercado domestico e internacional.

4.4.2. Metas de la mercadotecnia

- a. Obtener incremento del 35% (como mínimo), en la cantidad de productos elaborados, comparado con lo que actualmente se produce.

- b. Desarrollar una línea de productos diferenciados.

- c. Posicionamiento de producto a nivel nacional en lugares turísticos, Atitlan, Quiche, Rió Dulce, Puerto Barrios.

- d. Participación en al menos 2 nuevos mercados internacionales.

4.4.3. Análisis situacional

Por medio del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que se observa en la tabla XIII, se puede obtener una evaluación de la situación de la empresa, en forma de matriz, que determina a nivel empresa las variables internas (fortalezas y debilidades), que representan las ventajas y desventajas frente al mercado, asimismo las oportunidades y amenazas (factores externos), proporciona una base para realizar una estrategia basándose en estas variables. Como se menciona en el cuadro siguiente.

Tabla XIII: Matriz de análisis Situacional SCAV⁴³ (Matriz FODA)

	Fortalezas 1. Búsqueda de nuevos métodos de aprovechamiento. 2. Amplio conocimiento del mercado de la madera. 3. Certificación Forestal	Debilidades 1. Poco conocimiento de las operaciones de producción. 2. Departamento de diseño y mercadeo inexistentes.
Oportunidades 1. Crecimiento de la demanda de artesanías y los productos de madera en el mercado exterior. 2. Sectores del mercado domestico, posibilidad de nichos de mercados. 3. Arancel cero para estos productos, en mercado internacional. (Unión Europea)	Estrategias FO 1. Estandarizar los procesos para elaborar productos nuevos. 2. Entrar al mercado internacional y establecer contactos comerciales con Holanda, ofreciendo productos con valor agregado.	Estrategias DO 1. Desarrollar productos nuevos de residuos de madera. 2. Crear plan de mercadotecnia y dirigirlo hacia el mercado domestico.
Amenazas 1. Competidores con producción a gran escala. 2. Productos similares con precios Bajos,	Estrategias FA 1. Crear productos diferenciados, para nichos de mercado.	Estrategias DA 1. Crear departamentos de diseño para productos de riesgo en mercados internacionales.

Las posibilidades de estrategias basadas en este análisis se plantean en la tabla IV y se refuerzan en la sección 4.4.6.

⁴³ Ver Lista de abreviaturas

4.4.4. Selección del mercado meta para productos

En el mercado internacional el sector europeo, es uno de los sectores con más auge de los productos de madera originarios de Centroamérica, la sensibilidad del mercado para productos forestales certificados es elevada, en los sub-mercados europeos como Suiza, Holanda, Alemania y el Reino Unido⁴⁴. Siendo una oportunidad clara para la comercialización viable, la Unión Europea, se debe de cumplir con ciertos requisitos que se mencionan a continuación⁴⁵.

- a. Diseño de producto claro, e innovación de nuevos productos.
- b. Flexibilidad en desarrollo del producto, si se requiere por el mercado/consumidor
- c. Calidad definida y continua (control)
- d. Comunicación eficiente (productor- distribuidor)
- e. Respeto en términos de acuerdos y fechas de entrega
- f. Precios competitivos

⁴⁴ Ver Referencia 13

⁴⁵ Loc. Cit.

4.4.5. Canales de distribución o comercialización

Estos varían según el mercado objetivo ya sea por medio de agentes o distribuidores, mayoristas y detallistas, Árbol Verde podría iniciar con una red de distribuidor propia, ventas directas, e implementar promociones, sin embargo el costo de inversión de este tipo de distribución es elevado pero se logra un mejor control de la política de exportación programa por la empresa. También se podría distribuir a un agente independiente, por medio del cual se podría ahorrar tiempo, dinero y molestias y tener unos costos de inversión limitada.

4.4.6. Estrategias y tácticas recomendadas

Revolucionar todo el tiempo la mezcla de marketing, plaza, producto, promoción y precio que permita abrir nuevos mercados, encontrar nichos disponibles y permita a la SCAV⁴⁶ colocar oferta comercial y consolidarse en el territorio nacional. (Ver tabla IV).

4.4.6.1. Estrategias de producto

1. Crear imagen de producto que atraiga la atención y lo diferencie de productos similares a través de un enfoque de manejo del bosque y cuidado del medio ambiente. Logrando posicionarlo en el mercado.

⁴⁶ Ver anexo1

2. Enfocarse en satisfacer las necesidades de un mercado meta. Por ejemplo en Holanda se interesan por la adquisición de productos con Smartwood FCS⁴⁷.

3. Expandir con diferentes líneas de productos por ejemplo: juguetes didácticos, accesorios de: oficina, cocina y artículos decorativos elaborados con fina madera de Swietenia Macrophylla King (caoba), pisos(parquet), zócalos, piezas de muebles elaborados con madera de Lonchocarpus Castilloi (Manchiche).

4.4.6.2. Estrategias de promoción

1. Representantes de ventas con base a comisiones. Capacitar y motivar a la fuerza de ventas, a influenciar en la decisión de compra por medio de los atributos del producto: calidad de la materia prima, productos elaborados en una empresa con certificado forestal en manejo y aprovechamiento. A esta le podemos llamar estrategia de empujar que se refiere a inducir a al mayorista, detallista y consumidor a comprar.

⁴⁷ Ver glosario y anexo1

2. Anuncios en medios impresos. Campañas de publicidad por medio de revistas forestales. La creación de página electrónica, provee una gran gama de posibilidades de llegar al consumidor sin mayor esfuerzo, siempre que se mantenga una buena comunicación e información actualizada de la empresa y los medios para contactarla. Los anuncios publicitarios llegan al consumidor final quien se encarga de solicitar a los detallistas, mayoristas a conseguir el producto.

3. Participación en ferias comerciales (Expomueble) de productos artesanales así como la utilización de los diferentes motores de búsqueda que se mencionaron en la sección 3.5, que ayuden a realizar contactos y a colocar las ofertas de los productos que se disponen.

4.4.6.3. Estrategias de plaza

1. La selección de los distribuidores define, la eficacia de la entrega del producto a los consumidores, por lo que definir sus funciones, evitara problemas posteriores, por ejemplo: opción de intermediarios, ¿correrá este con los gastos de transporte y almacenamiento?, es decir donde empiezan y terminan las responsabilidades de las partes involucradas en el proceso.

2. Seleccionar el tipo de canal, intermediarios: tiendas por departamentos, en mercado nacional, ejemplo: Sears, Maderama, Siman. Tiendas al detalle, ejemplo: mercados de artesanías, hoteles, lugares turísticos, puertos, fronteras terrestres (Salvador, México).
3. Determinar la intensidad de la distribución, cuantos intermediarios participaran, o las combinaciones de estos. Si estos son exclusivos, o serán la mayor cantidad de intermediarios posibles, ya sea tiendas, al detalle o tiendas por departamento, número que participaran en la distribución.
4. Seleccionar compañías para la distribución, en el mercado destino.

4.4.6.4. Estrategias de precio

1. Precio de introducción, este se fija bajo, para atraer consumidores y ganar participación en el mercado, esta estrategia logra mayor crecimiento en el mercado, ayuda a mantener la competencia fuera.
2. Basar la estrategia de precio en el punto de equilibrio, para lo que se debe conocer los costos fijos y variable, y determinar una ganancia por unidad, que logre las metas de ventas.

3. Precio basado en diferenciación, agregar utilidades diferentes que hagan sobresalir al producto ante la competencia. Este dependerá del diseño del producto a promocionar. Como por ejemplo el cuadro 14, muestra los costos estimados para el diseño de helicóptero, mostrado en la figura 32b.

Con un precio al público puesto en el taller de Q33.68, (ver detalle en la tabla XIV), a este precio se le deberá sumar los gastos de exportación (FOB), en caso de ser para el mercado internacional. Este precio comparado con la ganancia que se obtiene con la actual comercialización (ver sección 2.10) de los residuos se incrementa en un 237% los ingresos, además de los beneficios en el aprovechamiento de los residuos de la madera, así como la generación de puestos de trabajo.

Tabla XIV. Descripción de costos diseño helicóptero

Descripción	Costos/ unidad
Costos de producción	
Costo de materia prima	Q5.00
Costo de mano de obra	Q7.43
Gastos indirectos de fabricación	Q3.50
Costos de distribución o venta	Q5.00
Costos de administración	Q6.01
Total	Q26.94

Fuente: Señor Willy Cruz propietario carpintería.

4. Ventas al por mayor a bajo precio.
5. Ventas con descuento y transporte.
6. Ventas con promociones, agregar regalos, mitad de precio, segundo a mitad de precio.

5. SEGUIMIENTO

En este capítulo se establecen las bases para la evaluación de la implementación del aprovechamiento de los residuos de madera de *Swietenia Macrophylla* King (Caoba) y de *Lonchocarpus Castilloi* Stand (manchiche). Así como los métodos de control y de mejora continua.

5.1. Evaluación de los resultados del proceso de aprovechamiento

Se evaluará con base a las variables de la planificación del aprovechamiento (ver sección 3.1.1), por medio de una serie de preguntas, que dejan ver la situación del aprovechamiento después de la implementación.

- a. Una evaluación cuantitativa para los volúmenes de residuos, generados antes y después de la implementación del aprovechamiento, medir⁴⁸ y llevar un control estadístico periódico, ya que como se menciona en la sección 3.1, la finalidad es generar productos que utilicen los residuos como materia prima y así reducir los volúmenes que actualmente se generan.

⁴⁸ Este cálculo puede ser por mes, por corte, por tala o por especie.

- b. La clasificación de los residuos, ¿se lleva a cabo de manera adecuada?, ¿la calidad se estandarizo de forma clara?, la evaluación en este punto es clave para determinar si se esta seleccionando los residuos, en base a estándares, para asegurar la calidad de la materia prima.

- c. En la selección de diseños para la producción, se realiza en base a estudios de mercado, si ¿se construyeron prototipos? y si estos pasaron las pruebas realizadas por el departamento de diseño y el departamento de mercadotecnia, ¿se les desarrollaron innovaciones?, ¿cumplen con la calidad requerida?, esto se puede medir por medio de retroalimentación del cliente, y también el nivel de devoluciones.

- d. Los procesos son eficientes, ¿se estandarizaron de manera adecuada?, ¿se esta cumpliendo o no con las metas de producción?, ¿la distribución de la maquinaria del taller es adecuada?, agiliza o no el proceso. El método de transporte es el ideal para el tipo de residuo. La evaluación en esta variable es cuantitativa.

- e. Se esta realizando una capacitación de forma continua y constante, ¿se realizan o no evaluaciones de desempeño?, y si se hacen con que frecuencia, el personal se encuentra motivado, ¿cuales son los niveles de rotación de personal? Todo esto nos muestra cómo se encuentra en que grado cumple con los objetivos la propuesta de aprovechamiento.

- f. En cuanto a la optimización de la materia prima en la producción, ¿se hace o no el análisis de la geometría de las piezas?, ¿Se obtiene el mayor rendimiento por pieza de residuo? y si no ¿se puede optimizar?

- g. En cuanto a la creación de puestos de trabajo, ¿Cuántos se han generado?, ¿Se tiene contemplado generar más?, hay incremento en el nivel de vida de los socios de la concesión forestal Árbol verde, con la generación de estos puestos.

- h. Y no menos importante la evaluación financiera en los ingresos per capita de la Sociedad Civil Árbol Verde, sin embargo este tipo de evaluación podría ser no factible a corto plazo, más bien a mediano y largo plazo.

Como ya se mencionó la evaluación de los resultados, difiere según la variable que se mida, por ejemplo: si en el control, la variable analizada es la materia prima (madera), los factores a tomar en cuenta son cualitativos: Que no contengan hongos, que la humedad para trabajarla se la adecuada, ¿si se esta tomando en cuenta la simetría de la pieza para el aprovechamiento?, ¿si la clasificación fue la adecuada?

Los incisos b, c y e se evalúan cualitativamente, mientras que en los incisos a, d, f, g y h la valoración es cuantitativa, por ejemplo: La variable de análisis, la producción; la evaluación se basa en cuantas piezas por hora se están produciendo, el tiempo para producir una pieza, Volúmenes de ventas, etc.

El siguiente cuadro da una idea de los factores y aspectos claves a evaluarse en esta etapa del seguimiento.

Tabla XV. Factores de evaluación de resultados

FACTORES DE EVALUACIÓN	PROPÓSITO	ASPECTOS CLAVES
EFICACIA , en el cumplimiento de las metas de producción, de la reducción de los residuos de las ventas. Etc. Sin importar los recursos utilizados.	Medir en que grado de cumplimiento de las metas.	<ul style="list-style-type: none"> - Los recursos que se emplean son los adecuados y si están generando los resultados esperados. - Los costos respecto a la efectividad, análisis del costo fijos y variables respecto al ingreso percibido por la venta del producto.
EFFECTIVIDAD , los resultados con respecto de los insumos utilizados para obtenerlos. Congruencia entre lo planificado y los logros obtenidos en el tiempo.	Determinar el grado de eficiencia, de las operaciones del aprovechamiento E= unidades/en el tiempo, ejemplo: 20servilleteros/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Tomas de tiempos, compararlos con los tiempos estándar del proceso. - Ventas por semana, respecto a las meras de ventas.
RESULTADO , Para qué se evalúa y mide lo alcanzado, con la implementación.	Determinar si se han enfocado bien las variables a evaluar, si es relevante la información que se obtuvo con la evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> - El resultado es el esperado. - La variable evaluada obtiene el impacto en los resultados. - Hay oportunidad de mejorar. Por ejemplo, si se están produciendo 20 piezas por hora, y lo estándar es 25 piezas por hora, analizar que fue lo que produjo este, cambio, (materia prima, operarios, la maquinaria, etc.)
PRODUCTIVIDAD , capacidad de producción (unidades producidas /costo de producirlas)	Medir los recursos invertidos, para producir las unidades obtenidas.	Cobertura Costos Calidad
RECURSOS DISPONIBLES , ¿Con qué se dispone y cuánto se requiere?	Aquí se miden los recursos con que se cuenta en el momento del análisis por ejemplo: -Cantidad de operarios, capacitados o no. -Volumen de madera de caoba disponible para la transformación.	<ul style="list-style-type: none"> - El recurso Humanos, factor clave para evaluar resultados, por medio de evaluación del desempeño. - Todos los materiales, disponibles, ejemplo: maquinaria en buen estado, sierras afiladas, galones de combustible, piezas o volumen de madera, en fin todo lo necesario para cumplir con órdenes de producción, etc. - Financieros, capital de inversión disponible, para implementar mejoras.

5.2. Métodos de control para la evaluación de los resultados

Como se mencionó en los capítulos anteriores la estandarización de los procesos, la calidad y los objetivos bien definidos, son los estándares de control de las variables a evaluar.

Las bases para la evaluación están dadas, pero cómo evaluarlo, cómo poder medir estos factores ya en la práctica y en la operaciones diarias de la empresa. Los métodos de control para la evaluación para las variables se pueden dividir en tres etapas:

5.2.1. Control anticipado

Este se evaluó en los capítulos anteriores, en el capítulo 2, se realizó el análisis de la situación actual, en donde se describieron los métodos actuales de aprovechamiento. En el capítulo 3, la propuesta define los pasos a seguir para la implementación del plan de aprovechamiento (ver sección 3.1.1), por otra parte en el capítulo 4 se menciona la metodología de la implementación y los recursos necesarios para llevarse a cabo, sirviendo de punto de partida para el control y la mejora.

5.2.2. Control durante el proceso de aprovechamiento de los residuos

Las variables de análisis se definen en la sección 5.1 y los factores de evaluación de resultados se describen en la tabla 14, los métodos de evaluación son:

- a. Para la evaluación de los volúmenes de residuos, se miden los volúmenes de manera periódica y por medio de estos resultados, se efectúan cálculos estadísticos, (medias, rangos, límites aceptables y no aceptables), graficando los resultados e identificar que tan alejados de la media estándar, están los datos para determinar por medio análisis de causa y efecto⁴⁹, las causas externas (Ej.: clima) o internas (Ej.: proceso de aserrado, operario encargado de la clasificación, etc.), del proceso de clasificación de los residuos.

- b. En los procesos, estudio de métodos, por medio de diagramas de operación del proceso (DOP), pareto, causa y efecto. Determinando:
 - I. El propósito de cada operación, ¿para que sirve?, ¿porque se hace?, ¿cuando se hace?, ¿con que se hace?, ¿se puede mejorar o eliminar?

⁴⁹ Ver definiciones capítulo 1

- II. El diseño del producto, relacionar el proceso con el costo y herramientas utilizadas, (sierras, torno, gurbias etc.) por medio de una relación costo beneficio económico). ¿A quien va enfocado?, ¿Qué espera el cliente del producto?, ¿calidad de las materias primas?, ¿el costo del diseño?

- III. Las tolerancias y especificaciones, del diseño del producto (peso, tamaño), y de los procesos documentados por medio de diagramas (DFP y DOP)⁵⁰ (ver grafica 38), estos mantienen los procesos bajo control.

- IV. Los materiales, que sean de calidad, con % de humedad y proceso de secado adecuados, ya que estos le dan un valor adicional al producto, ¿cuales se usan?, si se pueden variar sin perjudicar al producto y su calidad, la clasificación de los residuos es el punto de la evaluación.

- V. El análisis del proceso, este se puede evaluar por medio de una diagrama causa efecto (Ishikawa o espina de pescado ver sección 1.5.5) para determinar las causas externas e internas que generan el problema, causas para el análisis son: operario (exceso de confianza, falta de capacitan), procedimiento (cambio, omisión uno de los pasos), equipo y herramienta (obsoleta, sin repuestos, sierras mal afiladas, etc.).

⁵⁰Ver lista de abreviaturas.

- VI. La evaluación de la maquinaria y herramental, se debe tomar en cuenta dos criterios, tiempo de vida útil, y la capacidad de producción. Las mediciones debe de tener dos criterios: rendimiento (eficiencia, eficacia) y mantenimiento (preventivo y correctivo).

- VII. Las condiciones del trabajo, con finalidad de que el empleado sea más eficiente deben estar adecuadas a la necesidad del proceso de producción, iluminación adecuada, ventilación, niveles de ruido, temperaturas de trabajo, etc.

- VIII. La evaluación en el manejo de materiales, que tan eficiente es la entrega en las distintas operaciones del proceso de producción, cantidades de materiales (insumos) en bodega, tiempos de entrega de los proveedores, medios de transporte (manual, semi-manual, semiautomático), asegurando que los materiales se entreguen sin daños y en la cantidad correcta. Mantener un adecuado manejo de bodegas (materia prima y producto terminado).

- IX. La distribución del equipo en planta, es proceso, ya que es un taller artesanal y con bajos niveles de producción, el proceso requiere que el producto sea transformado de un lugar a otro sin mezclar las operaciones si no que en un orden establecido. Y el sistema de producción intermitente.

X. El estudio de tiempos y movimientos, con la finalidad de estandarizar los tiempos del operario en las operaciones cuyos factores para el análisis son: edad estatura, peso y sexo, esta evolución determina, las demoras en el proceso (al azar o asignables)⁵¹, Ejemplo: Azar, se le cae el tornillo, Asignable: inspeccionar acabado. El cuello de botella⁵², (Operación más lenta), fatiga y el nivel de rendimiento del operario. El método para obtener la información es el siguiente:

- i. Descomponer las tareas en elementos.
- ii. Hacer la cronometración
- iii. Realizar el calculo del tiempo observado

b. En la evaluación financiera el objetivo es responder a las expectativas de los accionistas, centrada en la creación de valor con altos índices de rendimiento. Los temas claves de esta perspectiva para los cuales hay que seleccionar indicadores son:

- I. Crecimiento y diversificación de los ingresos
- II. Reducción de costos: mano de obra, materiales.
- III. Cash flow , estado de perdidas ganancias
- IV. Presupuestos , ingresos egresos


⁵¹ Azar: Ejemplo: se le cae el tornillo, Asignable: inspeccionar acabado.

⁵² Operación más lenta.

- c. En la comercialización la evaluación para esta variable se debe de realizar por medio de: proyecciones de ventas, pronósticos de las demandas proyectadas por medio de análisis estadísticos y estrategias (producto, plaza, precio y promoción) (Ver 4.4.6), porcentajes de participación en el mercado etc. Motivar la búsqueda de nuevos mercados.

El siguiente formato de evaluación (figura 39), da una idea de cómo estos factores se pueden evaluar y a la vez sirve para la creación de registros e informes para todos los procesos de la empresa (producción, mercadeo, administrativas, etc.). Los métodos de control se describen en la sección 5.2.

Figura 39. Plantilla de evaluación de resultados

Área crítica a evaluar:											
Objetivo:											
Estrategia:											
Responsable:											
Evaluó:											
Frecuencia de medición: Quincenal <input type="checkbox"/>								Mensual <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>	Fecha: ___/___/___
Resultados	TOTALES	E S T A T U S	U M B R A L	M I N I M O	A C E P T A	S A T I S F A	S O B R E	M Á X I M O	V A L O R	O B T E N I D O	C U M P L I M I E N T O
Factores											
Eficacia											
Eficiencia											
Efectividad											
Resultados											
Productividad											
Disponibilidad de Recursos											

Acepta= aceptable, satisf. = satisfactorio, Sobre=sobresaliente

5.2.3. Control pos implementación

En el momento de ajustar y de lograr los objetivos planteados en la planificación del aprovechamiento, se pueden aplicar las mejoras al sistema de la cadena de producción desde la clasificación del residuo hasta llegar al producto terminado y la comercialización.

- a. La elaboración de informes y la creación de expedientes que sirvan como base de datos para la logro de las metas a largo plazo.

- b. El departamento de diseño deberá estar en la búsqueda de investigación de mejoras y de la creatividad, creando incentivos, ya sea de carácter económico o reconocimientos personales. Asegurarse que los productos estén en permanente innovación. Para fortalecer los métodos de control en la etapa de post-implementación, la aplicación de la mejora continua una evaluación necesaria para lograr mas mejores resultados, este método se describe en la siguiente sección.

Como se menciona en el capítulo 4 de este trabajo se deben determinar los resultados que se desean lograr como parte del proceso de elaboración de la política y estrategia, establecidos en el plan de mercadotecnia sección 4.4 para los cuales los resultados deberán cubrir el rendimiento de la organización, tanto en términos económicos, financieros como operativos, juntamente con las percepciones de todos los grupos de interés de la organización.

5.3. Mejora continua

Siguiendo el concepto de que siempre hay una forma mejor de hacer las cosas, la búsqueda de mejores: métodos, equipo, capacitación, procesos de clasificación de materia prima, nuevos modelos de productos, innovación en los diseños y búsqueda permanente de mercados, debe ser una constante en el proceso de aprovechamiento, asegurando el incremento en los rendimientos de la producción futura.

En esta etapa es en donde se deben de corregir y realizar las mejoras en los problemas identificados luego de la evaluación descrita en la sección 5.1.

A continuación se describen con detalle los elementos del concepto de mejora continua que deben abordarse para cumplir con el ciclo de la mejora continuada, (planificar, ejecutar, evaluar y mejorar). (Ver figura 40).

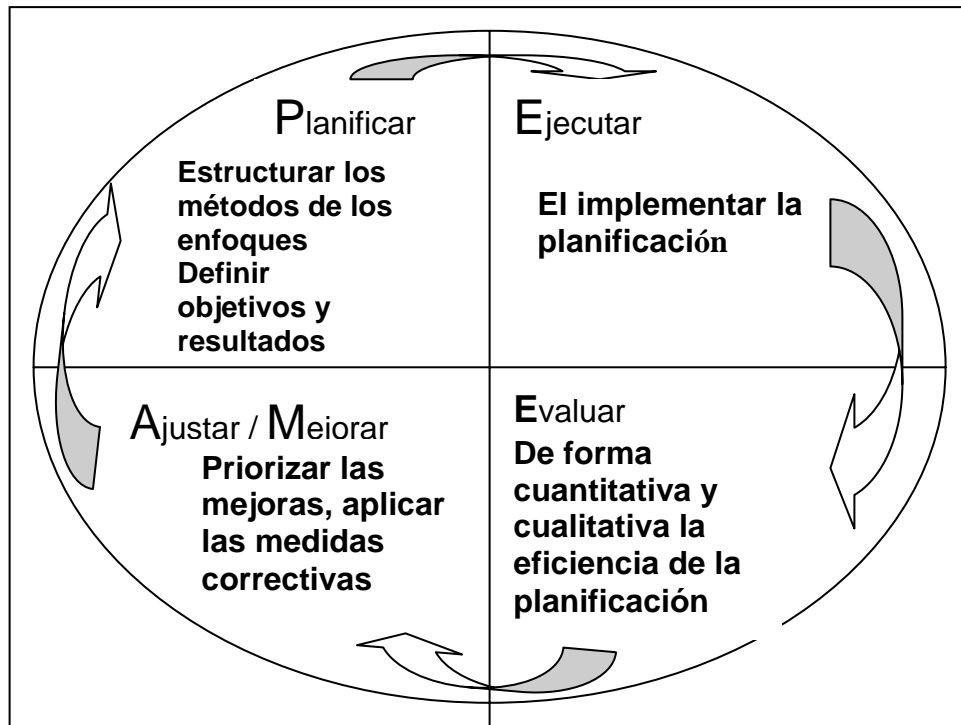
- a. Planificación de la producción, este enfoque estará, fundamentado con una lógica clara, procesos definidos y la evaluación de las variables como ya se menciona (ver sección 5.1), dan paso a la mejora, ya que de los resultados obtenidos, se puede ver si se están cumpliendo los objetivos, y de no ser así, identificar en donde esta la deficiencia en el proceso, para poder aplicar correcciones y mejoras de modo sistemático y en las áreas de interés.

- b. La evaluación se aborda con los factores mencionados en la tabla No. 14 los cuales están sujetos a mediciones regulares fortaleciéndose con actividades de capacitación, empleándose el resultado de las mismas para evaluar el desempeño, como parte de la identificación de prioridades para planificar e implantar la mejora.

- c. El análisis de los resultados nos define la necesidad de realizar o no ajustes y mejoras, identifica las metas alcanzadas por la organización, mostrara tendencias positivas y/o un buen rendimiento sostenido, los objetivos ¿se han alcanzado?, el rendimiento ¿es positivo?, comparado con los resultados anteriores en el tiempo.

- d. En cuanto a los ajustes y mejoras al proceso, estas deben de estar justificadas en base al análisis beneficio-costos de la mejora, identificando las causas que generan que los resultados no sean los esperados y de la necesidad de la búsqueda de nuevas técnicas gerenciales de planificación.

Figura 40. Ciclo PDCA⁵³ de mejora continúa



Fuente: Modificación de figura 9.

Estas mejoras deben de responder a las expectativas de los clientes, ya que de éstas dependerá en gran medida la generación de ingresos. Los temas claves de esta perspectiva para los cuales hay que seleccionar indicadores como por ejemplo: Participación del producto en el mercado, satisfacción y mantenimiento de clientes, búsqueda de clientes nuevos. Utilización de los activos, estrategia de inversión, como se están manejando los recursos y las utilidades que estas inversiones generen.

⁵³ Ver lista de abreviaturas

CONCLUSIONES

1. Se observó en el aserradero operaciones con procesos no estandarizados, con resultados a base de prueba y error, tiempos improductivos, obteniendo una eficiencia del 45% en las operaciones de aserrío.
2. El proceso de aserrío genera volúmenes de desperdicios del 49% del total de la troza, no cuenta con ubicación definida para su colocación, siendo una de sus formas de comercialización, la venta por piezas con valor de Q 2.00 c/u.
3. El residuo, en el proceso de aserrío se genera en todas las operaciones, en volúmenes más altos en el desorillado, canteado y despuntado siendo; 50%, 20% y un 15% respectivamente. Quedando demasiado residuo sin aprovechamiento, por falta de planes concretos de manejo.
4. La información recopilada, genera un modelo de aprovechamiento para los residuos de madera de *Swietenia Macrophylla King* (Caoba) y *Lonchocarpus Castilloi Stand* (Manchiche), formulando un punto de referencia para otras comunidades de la región.
5. Los recursos forestales, son escasos y de lenta recuperación.

6. A partir de esta propuesta, se planifica, evalúa, mejora y controla, el proceso de generación de valor, a través de una segunda transformación del residuo, con enfoque en la mejora continua.
7. Para lograr la eficiencia deseada, tanto en los procesos, como en el rendimiento de la troza, y la reducción de residuos, es vital la capacitación del personal en la clasificación, conformación de la madera y el enfoque de calidad.
8. El plan de mercadeo, determinó que el mercado de Holanda, está en busca de productos elaborados, con maderas de calidad y con certificados forestales por lo que ésta es una opción de intercambio comercial factible.
9. El uso de motores de búsqueda, agiliza y facilita la oferta comercial.

RECOMENDACIONES

1. Para efectos del aprovechamiento de los residuos, se deben definir los estándares de calidad, estandarizar los procesos e implementar políticas de control en base a normas de calidad. (Smartwood, requisitos fitosanitarios).
2. La madera de residuo de *Swietenia Macrophylla King* (Caoba) y *Lonchocarpus Castilloi Stand* (Manchiche), son maderas preciosas; se exhorta a la sociedad civil para el desarrollo Árbol Verde, darle el valor real y un mejor empleo y no utilizarla como combustible.
3. Las operaciones del proceso de transformación secundaria, se recomienda sean medidas, evaluadas y mejoradas continuamente, lo que ayudará a que la empresa tenga un mayor posicionamiento en el mercado.
4. Diversificando productos con valor agregado se asegura un beneficio mayor y una reducción en la contaminación de los residuos, se genera puestos de trabajo para beneficio de las comunidades que forman parte de la Sociedad Civil para el desarrollo Árbol Verde.

5. Capacitar constantemente al personal clave (clasificador, operario de torno), sobre las normas de clasificación, control de calidad e innovación en procesos y diseños, enfocando el aprovechamiento hacia la generación de nuevos productos diferenciados y de calidad, que tengan aceptación en mercados nuevos.
6. Definir indicadores (evaluación del desempeño, retroalimentación), que midan el nivel de motivación, capacitación y entrenamiento requeridos para lograr las metas del aprovechamiento, entre los que se pueden mencionar: la satisfacción del empleado, rotación de personal, y la productividad de la empresa.
7. Los niveles de rotación se sugiere se mantengan lo más bajos posibles, ya que la destreza del operario capacitado, es un recurso valioso para el proceso.
8. Se deben promover incentivos a la innovación, para el diseño de nuevos productos, se recomienda modernizar por medio de tecnología (diseño asistido por computadora, CAD), que ayude a crear diseños eficientes, con la planificación del proceso.
9. En la búsqueda de nuevas oportunidades comerciales, se sugiere realizar estudios de mercado eficientes, para determinar las necesidades y los requerimientos de nuevos mercados, formando un grupo especializado.
10. La Sociedad Civil Árbol Verde, debe hacer conciencia de la necesidad de valorar el residuo de utilidad como materia prima.

REFERENCIAS

1. **Resumen Público de Certificación** de Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde, Petén Guatemala, Octubre 2002.
2. **Boletín Informativo Sociedad Civil Árbol Verde**; Guatemala: Marzo 2004.
3. **Apuntes de la cátedra de Ingeniería de Métodos USAC**.
Impartida por: Ing. José Valdeavellano; Segundo Semestre, (Guatemala 2003
4. Ponte, Jorge. **Los Estilos Gerenciales en el proceso de RP/TD**. en el Cuadernillo (4), de la serie Herramientas y Conceptos del Management editada por la revista MERCADO en el año 1996,
5. Ferreiro Poch, Osvaldo, **Control Continuo de Calidad como Método Científico**. Profesor Adjunto de Bioestadística Departamento de Salud Pública, Boletín Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. 1995; 24:145-149 .
6. Kotler, P. (1988), **Marketing Management: Analysis, Planning and } Control, 6th edition**. (Ed) New Jersey, Prentice-Hall International Inc., p.71.
7. Levitt, T. (1969) **The Marketing Total** (5th Ed), Macchi Grupo Editor, Buenos Aires, pp. 212-213.

8. D.R. Sule. **Instalaciones de Manufactura Ubicación planeación y diseño**, Segunda Edición, Thomson/Learning. Traducción Enrique Palos y Virgilio Gonzáles Pozo 2001.Pág. 259.
9. **Cátedra Análisis Industrial**, impartida por el Ing. Edgar Ponce, USAC Guatemala 2005.
10. Schroeder. **Administración de Operaciones**. Editorial McGraw Hill. 3ra. Edición 1992. pp. 92-108.
- 11., **Apuntes de la cátedra de Diseño de la producción**. Inga. Marcia Véliz USAC (Guatemala, 2005).
12. Saravía, Pedro. **Avances en la investigación, Boletín BOLFOR No. 6**, Marzo 1996.
13. **Ambiente del Mercado Europeo para Madera Tropical y Oportunidades para Pequeñas y Medianas Empresas Forestales** Jürgen Jordan, ESPEN, AG, Alemania, consulta en línea marzo 2006.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera G, Claudio; Morales D, Josué. 1996.
Diagnóstico Forestal de Guatemala. Unión Mundial para la Naturaleza/Área de Conservación de Bosques. Costa Rica. Borrador para discusión.
2. Don Hellriegel, Susan E. Jackson, John W. Slocum, Jr.
Administración Un Enfoque Basado en Competencias
Novena Edición
Ed. Thomson Learning 190-216
3. Archiva Manzo. Henry Waldemar ,
Aprovechamiento de la madera en contrachapado y aglomerados en la industria de puertas y muebles en Guatemala. 1999.
4. Ramos Valladares. Juan Alberto,
Residuos de una máquina formadora de tableros de partículas de madera. 1999.
5. Philip Kotler, Gary Armstrong
Mercadotecnia
Editorial Prentice Hall. 6ta Edición. 1996
pp. 700-710
6. Aguilar Cumes, J. M. 1980. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad - Instituto Nacional Forestal (INTECAP-INAFOR). 105 p.
7. Girón Avalos Marlon Rolando
Productividad en el Aprovechamiento de la materia prima en la industria maderera. Ing. Industrial 2003. 116 pp.

ANEXOS

Figura 41. Flujograma

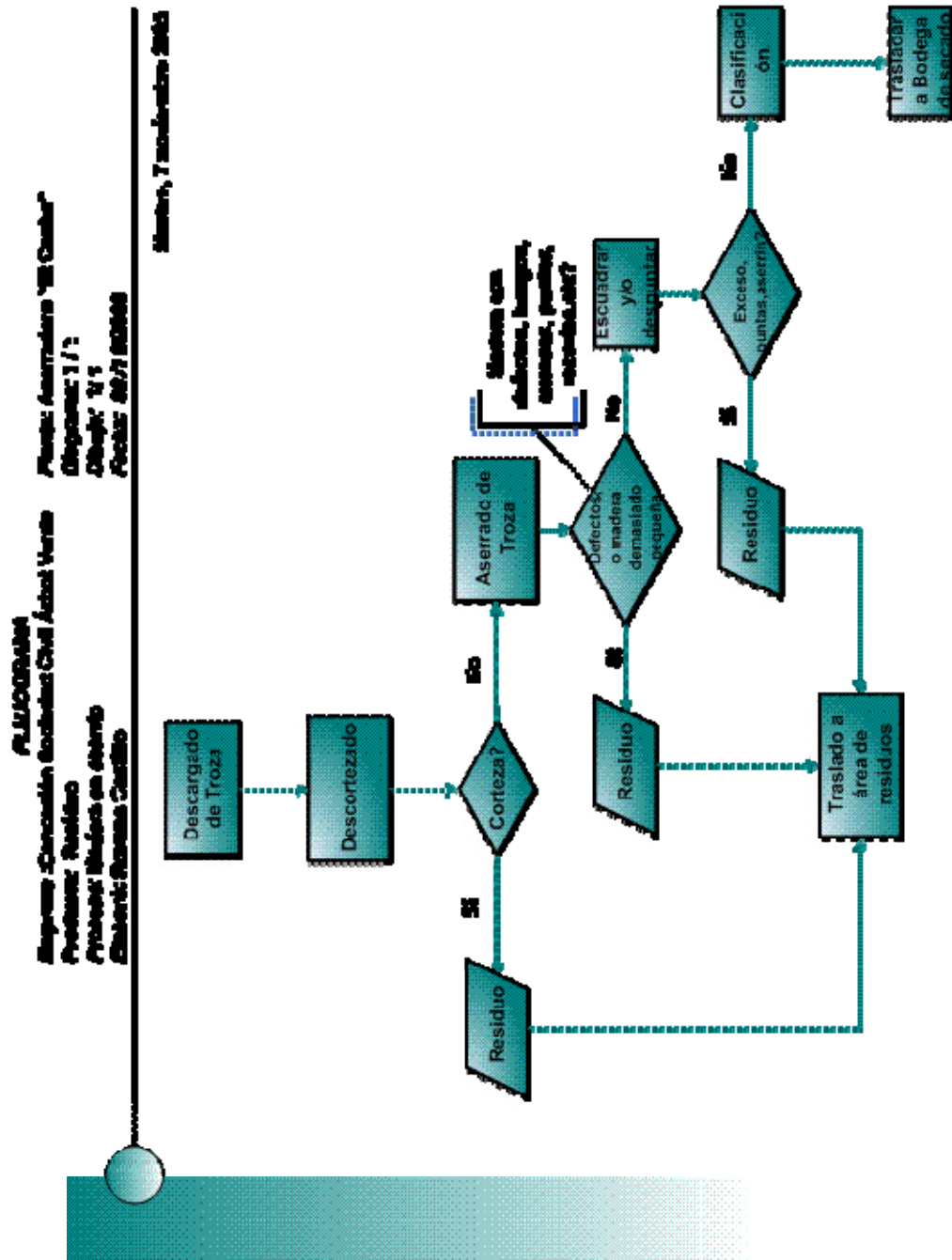


Figura 42: Formato de hoja de recolección de datos

Formato de hoja de recolección de datos
Para la elaboración del análisis de Pareto
Empresa: Sociedad Civil para el Desarrollo Árbol Verde

Hoja de recolección de datos						
Proceso de Aserrio						
Análisis: Falta de manejo y aprovechamiento de los residuos de madera						
Proceso: _____			Anomalías en el proceso: _____			
Analista: _____			Fecha: _____			
		% de Ocurrencia				
No.	Procesos	Métodos	Materia Prima	Tecnología	Mano de Obra	Totales
Observaciones					Comercialización	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Revisó: _____			Analista: _____			
Observaciones: _____						

Información técnica sobre las maderas para el aprovechamiento

MANCHICHE

(*Lonchocarpus castilloi standl.*)

FAMILIA: FABACEAE

NOMBRE COMUN: *Manchiche.*

Sinónimos: Manchiche Habin blanco, Chapernil, Cabbagebark, Black cabbage-bark, Manchuch (Maya) (Guatemala); Machiche, Machich, Chacté, Chenecté, Chaperlo, Cansín, Balché, Matachiche (México); Mauchich, Black cabbage bark (Belice); Chaperno (Estados Unidos de Norte América).

NOMBRE CIENTIFICO: *Lonchocarpus castilloi Standl.*

CARACTERISTICAS DE CAMPO

A este árbol se le conoce en el bosque por la forma de su fuste liso o escamoso, color grisáceo amarillento. Su corteza al cortarla desprende un olor característico que lo hace familiar, sus hojas son relativamente pequeñas y muy diferentes a las de las otras especies de este género, sobre todo por sus nervaduras poco conspicuas o distinguibles, sus contrafuertes son muy pequeños o no están presentes. Sus hojas tienen el envés muy pubescente y de color verde grisáceo. El olor de la corteza conjugado con el tamaño de las hojas y lo inconspicuo de las nervaduras dan la clave para identificación en el campo, también la ausencia de contrafuertes (Aguilar Cumes, 1992).

DESCRIPCION BOTANICA

Árbol pequeño o muy corpulento, de 30 a 40 metros de altura y con un diámetro de 40 a 100 cm. a la altura del pecho (Aguilar, 1992).

Copa con ramillas casi glabras (Aguilar, 1992).

Fuste recto, pero en ocasiones se bifurca (Echenique).

Corteza escamosa, color café, grisácea a amarillenta (Echenique).

Hojas imparipinnadas, de raquiz acanalado, con estípulas filiformes y caducas, 5 a 15 pares de folíolos opuestos, coriáceos, peciolados, anchamente oblongo lance-oblongos 3 - 7 mm de ancho, suelen ser más largos y anchos en ramillas estériles, obtusos o casi atenuados en el ápice y cuneados a obtusos en la base, glabros en el haz y minutamente estrigillosos en el envés, margen marcadamente revoluto (Aguilar, 1992).

Flores de 1 cm. de largo color púrpura brillante, colocadas en racimos multifloreados y axilares, raquiz minutamente sericeo, pedicelos 2 - 4 mm de largo, cáliz de 4 mm de ancho, dentado, el inferior más grande, tan largo como el ancho, color cafésáceo sericeo, el estandarte densamente sericeo en el exterior (Aguilar, 1992).

Fruto legumbre de 7 - 10 cm. de largo, 2 - 3 cm. de ancho, glabra o minutamente sericea, plana con ambos márgenes delgados agudos (Aguilar, 1992).

Semillas 1 ó 2 de color moreno brillante, maduran de agosto a diciembre (Aguilar, 1992).

DISTRIBUCION

Es nativo de México y Centro América (Aguilar, 1992).

En Guatemala en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Petén (Aguilar Cumes, 1992).

ECOLOGIA

Altitud: 0 - 900 metros sobre el nivel del mar (Aguilar, 1992).

Zona de vida: En las zonas de vida del Bosque húmedo subtropical, Bosque muy húmedo subtropical y Bosque Tropical (Aguilar Cumes, 1992).

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

GENERALES:

Color: Madera con el duramen color café a café rojizo que sobresalta en la albura que es de color blanco, de aproximadamente 4 cm. de ancho (Echenique).

Veteado Al corte tangencial la madera presenta su figura atractiva, radialmente da una figura en forma de franjas angostas, lo que es resultado de fibra entrelazada (Aguilar Cumes, 1992).

Textura fina a mediana (Föster, 1997).

Grano entrelazado (Föster, 1997).

Olor y sabor: No tiene olor ni sabor característico (Echenique).

PROPIEDADES FISICAS: Peso específico 0.79 gr/cm³ (Aguilar Cumes, 1992) 0.70 a 0.95 (Aguilar Girón, 1966) 0.74 (Föster, 1997). Contracción total muy baja, tangencial 6.5%, radial 4.2% (Aguilar Cumes, 1992). Cambio dimensional mediano.

TRABAJABILIDAD: Difícil de trabajar con herramientas de máquinas por su alta densidad y su fibra tan estrechamente entrelazada (Aguilar Cumes, 1992). Aserrado moderado y bueno. Cepillado difícil y bueno, debido a hilo cruzado. Torneado fácil y excelente. Lijado fácil y bueno (Föster, 1997).

El entintado es fácil y se consiguen acabados brillantes. Se recomienda que las cuchillas de las maquinas sean de acero de alta velocidad y de buena calidad (Echenique).

USOS

Buena para decorativos (Aguilar Cumes, 1992). Su utiliza en puentes y estructuras de viviendas, rurales, carretas y ruedas de carreta, así como en la elaboración de chapa, triplay, duela y parqué. Durmientes, estacas, crucetas de postes para líneas de transmisión (Echenique).

OTROS USOS: Se presume que este árbol es uno de los del género cuya corteza usaban los mayas para preparar bebidas embriagantes (Aguilar Cumes, 1992).

(CAOBA DE PETÉN)
Swietenia macrophylla King

Especie nativa de la familia Meliaceae, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio hasta los 25 metros de altura, los árboles adultos miden entre 75 a 350 cm. a la altura del pecho. Fuste recto y cilíndrico, los contrafuertes pueden tener una altura de 4 metros. Se distribuye naturalmente desde México, vertiente del Atlántico en América Central hasta el Valle del Amazonas de Brasil y el Perú; en Guatemala, se localiza en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Se localiza en las zonas de vida del Bosque húmedo y muy húmedo subtropical (cálido) y tropical, entre los 0 a 1,500 metros de altitud, con precipitaciones de 1,000 a 4,000 mm. y temperaturas promedio de 23 a 28°C. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco arenosos a arcillosos, fértiles, con buen drenaje interno y externo, pH entre 6.9 a 7.8, donde el manto freático no esté muy distante de la superficie y las raíces puedan alcanzar zonas húmedas durante todo el año. Su reproducción es por semillas y pseudo-estaca; Se obtienen volúmenes promedio de 7 a 15 m³/ha/año, con rotación de 35 a 40 años.

Su madera ha sido el patrón de comparación durante mucho tiempo para todas las otras especies en la fabricación de muebles, la cual es de color rojizo rosado, grano recto a ligeramente entrecruzado, textura mediana, de dura a moderadamente blanda y quebradiza, figura atractiva, superficie brillante y lisa al tacto después de cepillada; moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico de 0.45 a 0.60 gr/cm³; resistente a hongos de pudrición, moderadamente resistente a termitas y baja resistencia a los taladradores marinos; difícil de tratar con productos preservantes en duramen y por el sistema vacío-presión; seca fácil y rápidamente sin defectos apreciables, no presenta problemas como torceduras y colapso; de fácil trabajabilidad con herramientas manuales y con maquinaria, fácil de aserrar y cortar, cepillar, encolar, clavar, atornillar, torneare y se obtienen excelentes acabados. Puede usarse en construcciones livianas y molduras, embarcaciones (cobertura, pisos); parquet doméstico, acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, gabinetes de primera clase, chapa plana decorativa, contrachapados, artículos torneados, cajas para joyas, instrumentos musicales (o parte de éstos), instrumentos científicos, fósforos, palillos, lápices, mueblería en general, ebanistería, esculturas, artesanías finas, puertas talladas, paneles, armería, juguetes educativos, pisos, utensilios domésticos.

Es una especie apta para la reforestación y excelente melífera. La corteza tiene propiedades astringentes, tónicas y febrífugas, el té de sus semillas es recomendado para el dolor de pecho.

Dimensión:

De gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio hasta los 25 metros de altura, los árboles adultos miden entre 75 a 350 cm. a la altura de pecho (Aguilar, 1992)

Corteza:

Externa color café rojizo oscuro con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, la corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafésáceo (Aguilar, 1992). Sabor amargo (Salas, 1993)

Hojas:

Alternas grandes, paripinnadas de 20 a 40 cm. de largo (Salas, 1993); pecioladas, portando de 6 a 12 folíolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm. de largo y 2.5 a 7 cm. de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base (Aguilar, 1992). Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido. (Salas, 1993).

Frutos:

Es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm. de largo y 2 a 12 cm. de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 a 5 valvas leñosos de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas (PROSERFOR, 1997), esponjosas y frágiles (Herrera, 1996).

Fuste:

Recto, libre de ramas en buena proporción, bastante cilíndrico (Herrera, 1996), los contrafuertes pueden tener una altura de más de 4 metros (Aguilar, 1992)

Copa:

Con diámetro de 14 m. (González, 1991). Presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas (Salas, 1993)

Flores:

Colocadas sobre panículas de 10 a 20 cm. de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm de largo, lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados (Aguilar Cumes, 1992)

Semillas:

Sámaras, aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm. de largo por 2.0 a 3.0 cm. de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo (PROSEFOR, 1997)

Regeneración Natural

A la fecha no se implementan sistemas silviculturales basados en la regeneración natural por la falta de presión económica y política y por deficiencias administrativas en nuestros países, pero la limitante en aumentar las plantaciones de Caoba es de índole técnico, es decir la dificultad de encontrar solución a los ataques de *Hypsipylla*. En otros aspectos (forma, crecimiento, valor, adaptabilidad, facilidad de manejo de semillas y producción de plantas) la Caoba es una especie inusualmente apta para el cultivo de plantaciones, tanto en bloques como sistemas agroforestales (CATIE, 1996)

Asociación natural:

Guanacaste y Genízaro.

Propiedades Físicas:

Moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico de 0.45 a 0.60 gr/cm³, de 25 a 53 libras por pie cúbico (Aguilar Cumes, 1992; Aguilar Girón, 1966; Carpio, 1992).

Propiedades Mecánicas:

Sus propiedades mecánicas se clasifican desde bajas a algo medianas (Herrera, 1996).

Usos:

Acabado de interiores

Artesanías

Artículos torneados

Cajas para joyas

Chapas decorativas

Construcciones livianas

Contrachapado

Divisiones interiores

Ebanistería

Fósforos

Instrumentos musicales o partes de estos

Juguetes

Parquet

Pisos

Utensilios domésticos

Fuente: Data Forg