

**“MEJORA Y CONSERVACIÓN DE LAS RESERVAS DE  
CARBONO MEDIANTE ACTIVIDADES FORESTALES Y EL  
CONSUMO DE MADERA MEDIANTE EL AUMENTO DE LA  
CAPACIDADES GERENCIALES EN EL SECTOR INDUSTRIAL  
FORESTAL”**

**País:** Costa Rica

**Organismo financiador:** FONAFIFO / FONAFIFO/FCPF/Donación TF012692

# **Informe final**

**Fecha:** 06 de octubre, 2014

## INFORME FINAL

---

### Tabla de contenidos

I. ANTECEDENTES .....	3
II. OBJETIVO.....	3
III. PRODUCTOS ESPERADOS .....	3
IV. RESULTADOS OBTENIDOS .....	4
a. Material didáctico .....	4
b. Curso de capacitación.....	5
c. Capacitaciones presenciales .....	6
d. Aclaración de dudas .....	9
V. AUMENTO DE LA CAPACIDAD GERENCIAL MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DEL USO DE LA MADERA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y MUEBLERÍA. ....	9
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	11

Anexo 1 - Guía para pre-diagnóstico

Anexo 2 - Módulos temáticos

Anexo 3 - Hoja de vida de expertos

Anexo 4 - Resumen Módulo Capacitación

Anexo 5 - Presentación PowerPoint Módulo Capacitación

Anexo 6 - Listas de asistencia

Anexo 7 - Publicación en medios

Anexo 8 - Evaluaciones de participantes

Anexo 9 - Resumen evaluaciones

Anexo 10 - Informe parcial

Anexo 11 - Observaciones de los participantes

Anexo 12 - Correo de seguimiento

Anexo 13 - Consultas de los participantes

## **INFORME FINAL**

---

### **I. ANTECEDENTES**

El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), es el responsable según asignación legal del financiamiento del sector forestal costarricense. Esta labor la realiza mediante el financiamiento a través de dos modalidades a saber: pago por servicios ambientales y el crédito dirigido a pequeños y medianos productores. Asimismo FONAFIFO, es el punto focal del REDD + y responsable de la ejecución de tareas del Readiness Plan.

Dentro de este último punto, se ha definido como una de las acciones estratégicas para Redd+, el consumo sostenible de madera como una de las formas de aumentar la cobertura forestal, reducir el peligro de deforestación en el mediano plazo y por ende aumentar la fijación y almacenamiento de carbono.

La Oficina Nacional Forestal (ONF), es un ente público no estatal creado por la Ley Forestal N° 7575, para promover el desarrollo forestal del país. Está constituida por 40 organizaciones de pequeños y medianos productores, industriales y comerciantes de la madera, grupos ecologistas, artesanos y productores de muebles.

De esa forma, se planteó este proyecto, partiendo del precepto que el uso de la madera contribuye efectivamente en la mejora y conservación de las reservas de carbono. Sin embargo, la sociedad costarricense ha perdido la costumbre de emplear madera especialmente en la construcción. Algunas de las razones que pudieron afectar el uso de madera en Costa Rica es la debilidad de la industria forestal y limitada capacidad para aprovechar las ventajas de la madera sobre otros productos en especial en la industria de la mueblería y la construcción.

Lo anterior, hace necesario aumentar las capacidades gerenciales de la industria forestal. Esta situación beneficia al país en dos vías: por un lado, se incrementaría el almacenaje de carbono en edificios y mobiliario; y por otro, se reduciría el consumo de materiales de amplia huella ecológica y de carbono, como el cemento, acero, plásticos y aluminio.

Para responder a dichas necesidades y como parte de las acciones de la Estrategia REDD+ para aumentar la retención del carbono en productos de madera se ejecutó la siguiente consultoría, la cual fue coordinada por FONAFIFO y dirigida por la Oficina Nacional Forestal (ONF)

### **II. OBJETIVO**

Aumentar la capacidad gerencial de los mandos medios y altos de la industria forestal, con el fin que aprovechen las ventajas competitivas del uso de la madera en actividades de construcción y mueblería.

### **III. PRODUCTOS ESPERADOS**

Originalmente se plantearon los siguientes productos, los cuales, en consulta y previa aprobación por parte del Comité Evaluados, se modificaron de acuerdo a lo indicado:

## INFORME FINAL

---

- a. Plan de capacitación diseñado y validado con los involucrados.
- b. Al menos 4 actividades de capacitación de 4 a 6 horas efectivas cada una, ejecutadas sobre aspectos gerenciales dirigidos a mandos medios y altos de la industria forestal. Las capacitaciones deberán tener un mínimo de 10 participantes cada una, deberá realizarse en las siguientes regiones: 1 San José, 1 en Valle Central de Occidente, 1 en la Región Huetar Norte, 1 en la San Isidro de Pérez Zeledón.

**Modificación:** Se consideró que dada la temática tan amplia que se estaba abarcando, 4 a 6 horas de capacitación efectiva podría ser un periodo corto de tiempo, por lo cual se decidió tener una capacitación de un día completo. Adicionalmente, para tener una mayor cobertura geográfica, se plantea una capacitación adicional en Guápiles y otra en Nicoya.

## IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Con el desarrollo de este proyecto se han obtenido los siguientes resultados:

### a. Material didáctico

Se desarrolló un documento escrito de apoyo didáctico compuesto de un módulo de capacitación y seis manuales temáticos de soporte. Su contenido se definió con base en la experiencia de los profesionales responsables del desarrollo del plan de capacitación y la información recopilada en consultas realizadas a diferentes actores del sector forestal. La muestra consultada<sup>1</sup> se compone de la siguiente manera:

- Industriales forestales: 12  
Los industriales forestales contemplan dueños o gerentes de aserraderos, mueblerías y otras industrias. Un 83% de las industrias consultadas tenían menos de 20 trabajadores. En el caso de los industriales forestales, la consulta se realizó en dos vías, como proveedores y como clientes, para entender su interrelación con la cadena de valor.
- Usuarios institucionales: 5  
Como usuarios institucionales se tiene a empresas constructoras, y depósitos de materiales y ferreterías, estos últimos también como clientes y proveedores.
- Usuarios finales: 8  
Usuarios finales son dueños de casas, hoteles y oficinas.

Se sostuvieron sesiones de trabajo con cada uno de los encuestados, utilizando como guía un formulario muy sencillo que se presenta en el anexo 1 de este documento. La guía utilizada para los industriales es diferente a la utilizada para los usuarios y ambas se procesaron en forma separada. En cada caso, se solicitó a cada uno de los consultados llenar el formulario y con base en sus respuestas iniciales, se profundizó en aspectos relevantes de sus respectivas respuestas.

---

<sup>1</sup> Si bien el tamaño de la muestra no se puede considerar como estadísticamente representativo de la población, se considera que las características particulares de las personas encuestadas – que fueron seleccionadas principalmente por su experiencia y conocimiento en el área de interés – sí son suficientes para que los resultados obtenidos se puedan considerar como conclusivos.

## INFORME FINAL

---

Posteriormente se confeccionó un listado de todas las respuestas obtenidas, siguiendo un proceso similar al de un taller de lluvia de ideas, listando y agrupando ideas de acuerdo a su similitud temática. En el caso de los industriales de la madera, la mayoría de las respuestas se agrupan en cuatro grandes temas:

- Manufactura
- Contabilidad de Costos
- Diseño
- Mercadeo

Por otro lado, el resumen de las respuestas obtenidas de la encuesta realizada a los usuarios, se pueden agrupar en los siguientes temas:

- Disparidad entre la oferta de la industria forestal y la demanda de los clientes finales. Esta disparidad se da principalmente en diseños y acabados.
- Precio de los productos de madera se consideran altos.
- Muchos productos de madera dan problemas de calidad.
- Se percibe al industrial forestal como incumplido con las fechas de entrega.

Basado en lo anterior, se diseñó el “**Módulo de Capacitación para el Industrial Forestal**”, el cual desarrolla los temas indicados, basado en el apoyo de 6 manuales temáticos que cubren los diferentes aspectos relacionados con cada uno de estos temas. Estos manuales temáticos son:

- Ingeniería de la Madera
- Diseño
- Producción
- Control de calidad
- Mercadeo
- Ventas

Se presenta en el anexo 2 copia de la versión final de cada uno de los Módulos, tanto en PDF como en versión Word.

Para la elaboración de estos Manuales de Capacitación se contó con la participación de una serie de profesionales de primera línea, expertos en los diferentes temas abarcados, provenientes de instituciones diversas y prestigiosas, tales como la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Escuela de Diseño del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional, Centro Nacional de Producción Más Limpia, de la CICR, INCAE, Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica, etc. Un extracto de la hoja de vida de cada uno de ellos se presenta en el anexo 3.

### **b. Curso de capacitación**

Para la ejecución de las capacitaciones, se elaboró un Módulo con el Resumen Ejecutivo de los temas anteriormente mencionados, el cual se presenta en el anexo 4 de este reporte. Con base en

## INFORME FINAL

este resumen ejecutivo, se utilizó una presentación de PowerPoint como principal herramienta para impartir los cursos de capacitación. Se presenta en el anexo 5 una copia de esta presentación en su formato Powerpoint y PDF.

### c. Capacitaciones presenciales

Se llevaron a cabo seis (6) sesiones de capacitación de acuerdo al siguiente detalle:

Ubicación	Fecha	Lugar	Horario
San Carlos	21 agosto 2014	Hotel Tilajari	8:00 am – 5:30 pm
Sarchí	25 agosto 2014 26 agosto 2014	Casa de la Cultura	3:00 pm – 8:00 pm 3:00 pm – 8:00 pm
San José	27 agosto 2014 28 agosto 2014	Hotel Casa Conde	3:00 pm – 8:00 pm 3:00 pm – 8:00 pm
Guápiles	30 agosto 2014	Hotel Suerre	8:00 am – 5:30 pm
Pérez Zeledón	4 septiembre 2014	Hotel del Sur	8:00 am – 5:30 pm
Nicoya	10 octubre 2014	Hotel Cielo Azul	8:00 am – 5:30 pm

Hacer notar de que a pesar de la confusión en los Términos de Referencia con respecto al total de las actividades (4 o 5) y del hecho de haber cotizado originalmente para el desarrollo de 4 actividades de capacitación, se llevaron a cabo 6 para tener una mayor cobertura geográfica, habiendo cumplido en un 150% con la meta establecida con respecto al número de capacitaciones impartidas.

#### **Asistencia:**

La asistencia reportada en cada una de las actividades se resume a continuación:

Ubicación	Número participantes	% meta	Número empresas
San Carlos	17	170%	13
Sarchí	11	110%	9
Guápiles	17	170%	14
San José	18	180%	14
Pérez Zeledón	11	110%	8
Nicoya	13	130%	9
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>145%</b>	<b>67</b>

Se adjunta copia de listas de asistencia para cada una de las actividades en el anexo 6.

Con base en lo indicado en los términos de referencia con respecto al resultado esperado de una participación de al menos 10 personas por capacitación, con 4 capacitaciones se tenía una meta de 40 personas, por lo tanto se ha obtenido la meta en un 217%.

A pesar de lo anterior, es importante hacer notar que el tema de la convocatoria fue sin lugar a dudas el principal reto en este proyecto. El hacer que los empresarios mostraran interés y

## **INFORME FINAL**

---

atendieran las sesiones de capacitación fue sumamente complicado. Las principales razones que se pudo identificar fueron:

- Desmotivación y desinterés.
- Falta de tiempo de parte de los empresarios.
- Considerarle innecesario porque “ya saben todo”.

Para lograr la convocatoria, se tomaron, entre otras, las siguientes acciones:

- Correos masivos
- Correos dirigidos a contactos clave
- Publicación en medios locales, incluyendo periódicos y facebook (se presenta copias en el anexo 7)
- Tanto para los correos como para las publicaciones se elaboró un arte con la invitación al evento (copia anexo 7)
- Llamadas telefónicas a bases de datos
- Colaboración de la ONF. No puedo omitir en este reporte la enorme colaboración recibida de parte de la ONF en este proceso de convocatoria. Sin la participación proactiva de la ONF en esta etapa del proceso, no se hubiera podido alcanzar el nivel de participación obtenido.

### **Evaluación de la capacitación:**

Al final de cada una de las sesiones de capacitación, se solicitó a los participantes que evaluaran el curso de acuerdo al formulario presentado en el anexo 8. Este formulario fue provisto por la ONF y FONAFIFO. En este mismo anexo 8 se presenta copia de los formularios completados por los participantes. El resumen cuantificado de la evaluación se presenta a continuación y el detalle se puede encontrar en el anexo 9:

## INFORME FINAL

RECURSOS Y METODOLOGIA EMPLEADA	San Carlos	Sarchí	San José	Guápiles	Pérez Zeledón	Nicoya	
Los temas del curso corresponden a la necesidad de actualización de conocimientos.	4.53	4.89	4.53	4.50	4.89	4.69	<b>4.67</b>
Los temas cubiertos contribuyen significativamente al mejoramiento del desempeño profesional.	4.27	4.67	4.40	4.44	4.89	4.54	<b>4.53</b>
El nivel del curso se ajusta a los propósitos y estrategias previsto.	4.47	4.89	4.67	4.63	4.89	4.46	<b>4.67</b>
El temario es innovador y contribuye en forma efectiva a la actualización.	4.27	4.56	4.40	4.63	4.67	4.62	<b>4.52</b>
El contenido, la estructura y organización del material es apropiado.	4.20	4.44	4.60	4.69	4.67	4.46	<b>4.51</b>
El curso influirá significativamente en el conocimiento, habilidad y destreza.	4.40	4.44	4.27	4.63	4.67	4.54	<b>4.49</b>
Los temas cubiertos se deben mantener sin variación.	4.07	4.00	3.80	4.50	4.22	4.17	<b>4.13</b>
La metodología utilizada y el material didáctico son adecuados.	4.33	4.33	4.47	4.56	4.56	4.08	<b>4.39</b>
La duración del curso es suficiente.	3.86	3.56	3.27	4.06	4.22	4.00	<b>3.83</b>
Los servicios no académicos, facilidad de alojamiento, cafetería, transporte y otros son satisfactorios.	4.71	4.89	4.20	4.69	5.00	4.69	<b>4.70</b>
El instructor cumplió sus expectativas.	4.67	4.89	4.53	4.80	5.00	4.69	<b>4.76</b>
El taller debe ofrecerse continuamente.	4.73	4.78	4.73	4.69	5.00	4.23	<b>4.69</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.38</b>	<b>4.53</b>	<b>4.32</b>	<b>4.57</b>	<b>4.72</b>	<b>4.43</b>	<b>4.49</b>

Un análisis de los resultados permite obtener las siguientes conclusiones:

- i. El promedio general de capacitación fue de 4,49 / 5, equivalente a un 90%.
- ii. Ocho de los doce aspectos evaluados obtienen una calificación mayor a 4,5/5 (equivalente a una calificación mayor a 90% de satisfacción y once de los aspectos evaluados obtienen una calificación de superior a 4,0/5 puntos posibles (equivalente a una calificación mayor al 80% de satisfacción). Por lo tanto este consultor considera que el nivel de satisfacción de los asistentes es aceptable.
- iii. Las dos capacitaciones con menor calificación general son San Carlos (4,38/5) y San José (4,32/5). San Carlos fue la primera capacitación y por lo tanto donde se pudo poner a prueba ya en forma concreta lo planificado para la capacitación. Surgieron de esta primera capacitación una serie de observaciones y recomendaciones por parte de los asistentes que generaron algunas sugerencias de cambio que fueron indicadas al Comité Evaluador en informe parcial remitido el día 24 de agosto y contestado el día 25 de agosto (anexo 10). Es la opinión de este consultor que la oportuna corrección de estos temas permitió mejorar las siguientes capacitaciones y de ahí el aumento en la calificación general, excepto por San José, donde participó un grupo de industriales más capacitados, cuyo nivel de exigencia es mayor.
- iv. El aspecto con menor calificación fue “La duración del curso es suficiente”. En general los asistentes consideraron que dada la gran cantidad de temática abarcada, el tiempo designado para impartir el curso es corto.
- v. El segundo aspecto con menor calificación fue “Los temas cubiertos se deben mantener sin variación” y está muy relacionado con el anterior, pues en general los asistentes manifestaron su deseo de poder cubrir la temática con un mayor grado de profundidad,

## INFORME FINAL

---

ahondando en ejemplos prácticos, con más prácticas y eventualmente un mayor nivel de discusión.

- vi. Interesante anotar que el aspecto con una calificación mayor es “El taller debe ofrecerse continuamente”, lo cual demuestra que los participantes apreciaron el contenido. Adicionalmente, la selección de los lugares para llevar a cabo los talleres fue bien calificada, lo mismo que los instructores y el contenido.

Se presenta en el anexo 11 una transcripción de las observaciones y sugerencias que los asistentes anotaron en sus hojas de evaluación, clasificadas en positivas y en posibilidades de mejora.

### **d. Aclaración de dudas**

Como parte de las actividades de capacitación, se abrió el espacio a todos los participantes para que revisaran el material didáctico y en caso de dudas, las hicieran llegar a para ser debidamente aclaradas. El lunes 22 de septiembre se envió un mensaje vía correo electrónico a todos los participantes recordándoles esta posibilidad. Se presenta copia de correo en el anexo 12. Solamente hubo consultas de parte de 2 participantes y un participante adicional envió un correo con sugerencias adicionales. Se presenta copia de los mismos en el anexo 13.

## **V. AUMENTO DE LA CAPACIDAD GERENCIAL MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DEL USO DE LA MADERA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y MUEBLERÍA.**

Durante el proceso de pre-diagnóstico primero y el desarrollo de la temática de capacitación después, se definieron cinco aspectos que se consideran básicos para posicionar la madera como material competitivo en el mercado, entendiendo como competitivo, un producto que se puede vender a un precio que el cliente está dispuesto a pagar y que genera ganancias al productor. Estos cinco temas son:

### **- Conocer al cliente**

Este tema salta de primero en la lista ya que fue prioritario en ambas poblaciones. Por un lado, los industriales indican que deben mejorar sus técnicas de mercadeo y ventas, llegarle mejor a los clientes. Por otro lado, los clientes indican que en general los industriales no les están llegando con productos que tengan las características que ellos necesitan o esperan. Claramente no hay una buena lectura de parte de los industriales de lo que está sucediendo en el mercado, lo cual es requisito indispensable: para poder ser competitivos, primero hay que poder vender.

### **- Hacer uso idóneo de la madera**

El tema de la poca disponibilidad de materia prima señalado por los industriales, aunado al tema de que la madera en la industria forestal representa un porcentaje muy importante del costo del producto exigen que, para aumentar la competitividad, la madera sea utilizada de la manera más eficientemente posible. Esto conlleva a que el industrial conozca de las características de las diferentes especies, que tenga un buen control de calidad de entrada y una buena planificación de

## INFORME FINAL

---

corte, etc. También contempla temas relacionados con el uso y la disposición de desechos, lo que implica técnicas de producción más limpia y diseño.

- **Controlar los costos**

Otro tema que es comúnmente adverso entre las opiniones de los industriales y los usuarios está relacionado con el costo/precio de los productos. Los industriales por un lado indican que no reciben un buen precio. Los usuarios que perciben los productos como caros versus otras alternativas. Esto exige hacer una revisión exhaustiva de los costos de producción. Esta revisión tiene que primero verificar que el costeo de productos se esté realizando adecuadamente y que los productos se cobren con el precio correcto de acuerdo a su costo. Lo segundo, con tener sistemas de producción eficientes en el uso de materiales, mano de obra y otros costos indirectos, como el de la energía, etc. Se debe buscar optimizar los costos de producción para tener productos más competitivos.

- **Producir con calidad**

Otro tema en el que los clientes insistieron como uno de los más determinantes para utilizar o no productos de madera, es que estos cuenten con la calidad correcta. Fue un tema común en dos de los cuatro principales temas resumen. En este sentido, se considera que contar con un sistema de control de calidad adecuado, utilizando las herramientas correctas, favorecerá importantemente la competitividad de los productos forestales. De igual manera, sistemas de calidad preventivos también ayudan a reducir reprocesos y desechos, lo que redundará en menores costos.

- **Evaluar periódicamente el desempeño financiero de la empresa**

Es opinión del consultor que los industriales, para ser competitivos, deben tener en general una mejor gestión de sus negocios. El medir el desempeño de una industria, si esta genera ganancias, donde están los principales disparadores de costo, etc, es fundamental en este aspecto y de ahí se se haya dado énfasis a este tema como clave para la competitividad de la industria forestal.

Estos cinco temas fueron la base para el desarrollo del Manual de Capacitación, el cual a su vez se apoya en los seis manuales temáticos. Estos cubren los diferentes aspectos que permiten al industrial forestal una mejor gestión de los temas claves para la competitividad. A nivel de manuales temáticos se ha definido que, para efectos de claridad didáctica, estos manuales deben ser por tema académico, interrelacionándolos con cada uno de los temas del “**Módulo de Capacitación para el Industrial Forestal**” conforme corresponda, tal como se presenta en la matriz siguiente:

## INFORME FINAL

---

	Conocer al cliente	Uso de la madera	Control de costos	Calidad	Desempeño Financiero
Ing Madera		X		X	
Diseño	X	X			
Producción		X	X	X	
Calidad	X	X	X	X	
Mercadeo	X				
Finanzas			X		X

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. Una primera conclusión necesaria es que mediante la ejecución de este proyecto se ha podido corroborar el bajo nivel de motivación y de interés en general que la industria forestal tiene en Costa Rica. Aspecto que debe ser anotado y deberá generar alguna reacción por parte de las autoridades pertinentes. Los mismos comentarios de los participantes, incluidos en el anexo 10, permiten observar algún nivel de frustración por falta de apoyo, un sentimiento de abandono al sector, falta de claridad en políticas dirigidas a apoyar la actividad, etc. Si bien el objetivo de este proyecto era capacitar a empresarios, se considera importante indicar este aspecto para ser considerado por parte de FONAFIFO y la ONF en lo que corresponda.
- b. En general, el proyecto obtiene resultados positivos en los siguientes aspectos:
  - a. Material didáctico de muy buena calidad en 6 temas claves para aumentar la competitividad de la industria forestal.
  - b. 74 empresarios y 58 empresas capacidad en ubicaciones que cubren la totalidad geográfica del país, cubriendo en un 148% y un 116% las metas indicadas en los términos de referencia.
  - c. Curso de capacitación calificado con nota de 4,5 / 5 por parte de los asistentes.
- c. La temática abarcada fue bien recibida y los asistentes sugirieron mantener el esfuerzo y profundizarlo.

### Recomendaciones:

- a. Desarrollar un nuevo curso en la zona de Sarchí, haciendo un esfuerzo por identificar y motivar a empresas locales (esto se puede realizar una vez se tengan los resultados del diagnóstico que se está realizando en la industria del sector en otro proyecto coordinado por FONAFIFO).

## INFORME FINAL

---

- b. Brindar cursos temáticos con base en cada uno de los seis módulos desarrollados (diseño, ingeniería de la madera, producción, calidad, finanzas y mercadeo), de duración 1 día por tema, que permita un mayor grado de profundización en cada uno de los temas abarcados. Estos podrán ser impartidos tanto a los asistentes de las sesiones de capacitación como a otros empresarios que atiendan por primera vez. Se recomienda iniciar con el curso de mercadeo y ventas para empresas más pequeñas y básicas y con el curso de ingeniería de la madera para empresas más grandes y consolidadas. En estos cursos se deberá profundizar más en la utilización de ejemplos reales, más estudios de casos, etc.
- c. Con base en la sugerencia de algunos de los asistentes, desarrollar un séptimo módulo temático, relacionado con manejo de personal, motivación y seguridad ocupacional.
- d. Incluir el material didáctico en la página web de la ONF y/o en cualquier otro sitio de acceso libre y permanente por parte de usuarios.
- e. Coordinar esfuerzos con otras instituciones dedicadas a la capacitación (INA, UCR, UNA, TEC) para evaluar la posibilidad de incluir algunas de estas temáticas dentro de los programas académicos que se ofrecen en forma regular en diferentes zonas del país.

## Tabla de contenido

Introducción .....	4
Elementos básicos de un sistema de calidad.....	5
1. Definición de Calidad.....	5
2. Sistema de control de calidad .....	5
3. Costos de calidad.....	6
SIX SIGMA.....	8
1. Principios de Six Sigma .....	8
2. Proceso.....	9
3. Resultados.....	10
Herramientas utilizadas en Control de Calidad .....	11
1. Especificaciones de calidad .....	11
2. Inspección y muestreo .....	12
3. Gráficos de Control.....	14
4. Herramientas para el diagnóstico de problemas.....	16
4.1 Principio de Pareto .....	16
4.2 Diagrama Causa – Efecto .....	18
4.3 Tormenta de ideas - identificación de acciones correctivas .....	20
4.4 Círculos de Calidad .....	21
Figura 5. Proceso para Círculos de Calidad.....	22
PRINCIPALES Controles de calidad a realizar en la madera .....	23
1. Ingreso de Troza .....	23
2. Madera aserrada .....	26
3. Secado de la madera .....	27
4. Proceso.....	28
ALGUNOS TEMAS CLAVES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE MADERA .....	29
1. El corte y sus herramientas .....	29
1.1 Características de las herramientas.....	29
1.2 Afilado .....	32
Mantenimiento de equipos.....	33

1. Mantenimiento preventivo .....	34
1.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo .....	35
1.2 Criterios para realizar el mantenimiento preventivo.....	35
2. Otros Sistemas de Mantenimiento .....	37
ANEXO 1 .....	38
Especificaciones para compra de Madera para piso sólido .....	38
Anexo 2 . .....	40
Equipos de medición utilizados en la industria de la madera en el control de árboles .....	40
BIBLIOGRAFIA.....	45

## Indice de cuadros y figuras

Cuadro 1. Costos de Calidad.....	7
Cuadro 2. Tabla de Pareto.....	17
Cuadro 3. Velocidades de Giro recomendadas.....	31
Figura 1. Ejemplo de un gráfico de control.....	15
Figura 2. Diagrama de Pareto.....	18
Figura 3. Proceso para elaboración de Diagrama Causa - Efecto.....	19
Figura 4. Diagrama Causa – Efecto.....	19
Figura 5. Proceso para Círculos de Calidad.....	22
Figura 6: Tabla de teca con nudos vivos, muertos y picaduras.....	23
Figura 7. Médula en madera de Teca.....	23
Figura 8. Troza de almendro reventada.....	24
Figura 9. Trozas de Pochote con hueco por pudrición y troza totalmente podrida.....	24
Figura 10. Troza de Pochote con curvatura.....	24
Figura 11. Troza de Pochote con bifurcación por rama.....	24
Figura 12. Gambas en Pochote.....	25
Figura 13. Troza de Almendro con hueco en el medio.....	25
Figura 14. Encebolladura en Almendro.....	26
Figura 15. Prueba de tensión en madera.....	27
Figura 16. Diagrama de diente de sierra para madera.....	30
Figura 17. Influencia del mantenimiento en la empresa.....	34

## **INTRODUCCIÓN**

Para competir exitosamente hoy en día es imprescindible para cualquier empresa, independientemente del producto o servicio que ofrezca, poder entregar a sus clientes, en forma consistente, exactamente lo que el cliente está esperando. Adicionalmente y en especial para la industria forestal, es muy importante evitar los costos de reparaciones o reemplazos de productos una vez que estos han sido ya entregados y/o instalados.

La meta de un sistema de control de calidad es justamente esa.

En este documento se darán algunos elementos claves en el desarrollo de un sistema de control de calidad para empresas forestales industriales.

Un sistema de control de calidad integral es complejo, incluye todos los aspectos de la organización, desde el compromiso de todos los niveles gerenciales y operativos, hasta contar con las herramientas necesarias, con el entrenamiento apropiado, la comunicación efectiva y los procedimientos claros para cada una de las acciones que se ejecuten. Existen inclusive normativas tales como ISO 9000, que dan con todo detalle principios y criterios para implementar un proceso de control de calidad.

Este documento incluye al inicio una discusión teórica acerca de qué implica el tener un sistema de control de calidad en la empresa. Posteriormente, se presentarán algunas de las principales herramientas utilizadas en su implementación, se revisarán algunos aspectos básicos en el control de calidad de la madera y por último se abordarán algunos temas claves que afectan la calidad en la industria forestal.

# **ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD**

## **1. Definición de Calidad**

### **IMPORTANTE: Definición de calidad:**

**Producir consistentemente de acuerdo con las especificaciones acordadas con el cliente.**

Muchas veces el concepto de calidad se confunde, definiendo como un producto de alta calidad el que sea más costoso o más lujoso. Sin embargo, el término calidad está relacionado directamente con el cumplimiento de las especificaciones acordadas con el cliente. Un palillo de dientes es de calidad si cumple consistentemente con el largo y el espesor acordado y con el ángulo en sus puntas. Un mueble Luis XV puede ser de mala calidad si no está de acuerdo a las expectativas del cliente (por ejemplo si el color de la tela es diferente al especificado).

## **2. Sistema de control de calidad**

Un sistema de control de calidad contempla todas las acciones, herramientas y mecanismos cuyo objetivo sea prevenir o detectar a tiempo elementos en un proceso productivo que impidan cumplir con las especificaciones establecidas para satisfacer las necesidades del cliente.

*El Control de Calidad busca que los productos cumplan con los requisitos del cliente*

Fundamentalmente un sistema de control de calidad tiene dos componentes:

- **Preventivo** – acciones que se toman para evitar que un problema se dé. Entre ellas se encuentran:
  - Adecuado entrenamiento de personal.
  - Especificaciones de calidad, claras y debidamente comunicadas.
  - Sistema productivo ordenado, limpio, con maquinaria en buen estado.

- Utilización de materias primas adecuadas para la aplicación.
- Herramientas correctas, afiladas, etc.
- Actividades de mejoramiento continuo con la participación del personal.
- **Correctivo** – acciones que se toman para identificar y corregir problemas de calidad en el proceso productivo. Entre ellas se encuentran:
  - Muestreos e inspecciones de calidad en puntos críticos del proceso (usualmente se recomienda realizar estas actividades de inspección después de una operación con historial de dar problemas o antes de una operación irreversible o muy costosa)
  - Elaboración de gráficos de control
  - Reparaciones, re-procesos, ajustes de maquinaria o herramientas.

Mediante los procesos de control de calidad, se busca obtener la cantidad y variedad de datos que brinden información para tomar las acciones correctivas que permitan eliminar los errores, defectos y desperdicios.

### **3. Costos de calidad**

Son los costos en que la empresa incurre con el fin de:

- que su personal haga bien su trabajo desde la primera vez y siempre
- definir si la producción cumple con las especificaciones
- reparar los fallos que se presenten

Los Costos de Calidad en general no agregan valor al producto, por esta razón la empresa debe mantenerlos bajo control, con el fin de que no vayan a afectar la competitividad de la organización.

Los costos de calidad se pueden clasificar dentro de cuatro conceptos principales:

1. Costos de Prevención
2. Costos de Evaluación
3. Costos por fallas internas
4. Costos por fallas externas

*Costos de calidad son los costos en los que incurre la empresa para lograr brindar al cliente el producto que requiere con la calidad exigida y en el tiempo esperado*

El siguiente cuadro muestra cada uno de los posibles costos en que incurre una empresa:

Cuadro 1. Costos de Calidad

Costos de Prevención	<p>Ingeniería de calidad                  Reclutamiento y capacitación de personal                  Planeación y ejecución de programas de trabajo                  Auditorías y Reportes de Calidad                  Diseño de nuevos procesos                  Diseño de nuevos equipos                  Círculos de Calidad                  Estudios de Rentabilidad                  Investigación de Mercados                  Certificación de Proveedores</p>
Costos por Fallas internas	<p>Desechos                  Sub-utilización de equipos                  Re-procesos                  Tiempo perdido por defectos                  Re-inspección                  Cambios de Diseño                  Reparaciones                  Eliminación de rechazos</p>
Costos de Evaluación (detección)	<p>Inspección de materias primas                  Inspección de producción en proceso                  Inspección del producto terminado                  Inspección de empaques                  Aceptación del producto                  Aceptación del proceso                  Evaluación al equipo                  Laboratorios de inspección, medición y ensayo                  Análisis e informe de inspección                  Verificación continua de los proveedores                  Inspección de prototipos</p>
Costos por fallas externas	<p>Ventas perdidas                  Garantías                  Descuentos por defectos                  Responsabilidad de producto                  Solución de quejas                  Costos legales</p>

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos14/calidadtotal/calidadtotal.shtml>

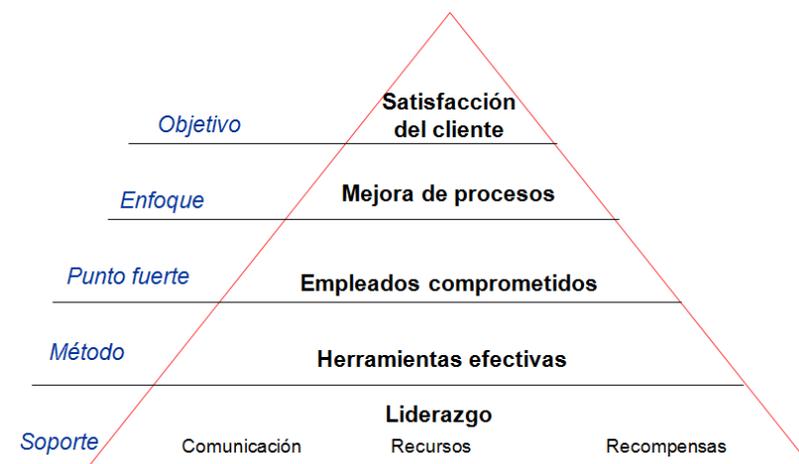
## SIX SIGMA

Se conoce como Six Sigma a la última versión de la evolución de las teorías sobre calidad de más éxito que han sido desarrolladas después de la segunda guerra mundial. Su valor radica en que resume muy bien todos los elementos que son fundamentales en un sistema de control de calidad.

Six Sigma ha ido evolucionando desde su aplicación como herramienta de calidad hasta incluirse dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación.

El Six Sigma integra los principios de control Total de la Calidad de la siguiente manera:

*Six Sigma ha pasado de ser una herramienta de control de calidad a ser una filosofía, una forma de actuar de la empresa.*



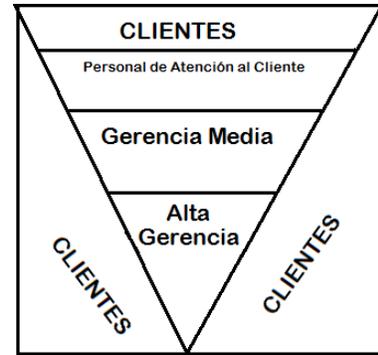
### 1. Principios de Six Sigma

Para que un proyecto tenga éxito se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. **Compromiso.** La Gerencia, dueños de la empresa, o sea los niveles jerárquicos más altos deben estar completamente comprometidos con el proyecto
2. **Entrenamiento.** Cada uno de los actores del programa de Six Sigma requiere de un entrenamiento específico. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como certificación blackbelt.
3. **Cliente.** El proyecto debe estar orientado al cliente y enfocado en los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del

cliente. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. Con base en ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.

4. **Hechos.** Los datos dirigen el rumbo del proyecto. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad, los procesos y áreas que deben ser mejorados.
5. **Metodología.** Se requiere contar con una metodología previamente establecida, para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.
6. **Resultados.** Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.
7. **Reconocimiento.** El buen trabajo de los colaboradores debe ser reconocido.
8. **Plazo.** La metodología Six Sigma plantea proyectos largos en el tiempo, Six Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativas.
9. **Comunicación.** Six Sigma se comunica, los programas de Six Sigma se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la misma. Con esto se adopta esta filosofía en toda la empresa.



## **2. Proceso**

El proceso Six Sigma se caracteriza por 5 etapas concretas:

- Definir, que consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.
- Medir, que consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- Analizar, que pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- Mejorar, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.
- Controlar, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

### *Proceso Six Sigma:*

- *Definir*
- *Medir*
- *Analizar*
- *Mejorar*
- *Controlar*

### **3. Resultados**

Conceptualmente los resultados de los proyectos Six Sigma se obtienen por dos caminos.

- Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos
- El ahorro de costos que se deriva de la disminución de fallas o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

# **HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN CONTROL DE CALIDAD**

Se presenta en este apartado las herramientas más comúnmente utilizadas en procesos de control de calidad. Entendiendo que todas ellas deberán ser siempre ajustadas a la realidad específica de cada empresa. No todas las herramientas son correctas para todos los procesos, ni todas las empresas requieren de aplicar todas las herramientas. Lo importante para un industrial es conocer qué existe y qué de esto puede utilizar en su beneficio.

## **1. Especificaciones de calidad**

Como se comentó anteriormente, el objetivo primordial de un sistema de control de calidad es producir de acuerdo a los requerimientos del cliente. Por lo tanto, cualquier acción de prevención y control de la calidad debe partir de una definición clara de cuáles son los elementos o características que se buscan en el producto que se fabrica, para poder así tener un parámetro contra el cual comparar lo que se está produciendo.

Las especificaciones de calidad son entonces una descripción en forma escrita de las características claves de los insumos (el material que entra) y/o los productos (el material que sale) de una o varias operaciones.

***Pongamos como ejemplo una empresa que compre tabla dimensionada para moldurarla y producir pisos sólidos de madera, las especificaciones de calidad pueden ser como las mostradas en el anexo 1, la primera para la compra de materia prima, la segunda para definir las características del producto terminado.***

También se tienen documentos que definen requisitos de calidad. En Costa Rica, por ejemplo, INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica – [www.inteco.or.cr](http://www.inteco.or.cr)) cuenta dentro de su catálogo de Normas de Calidad con las siguientes normas relacionadas con la madera:

*Cualquier acción de prevención y control de la calidad debe partir de una definición clara de cuáles son los elementos o características que se buscan en el producto que se fabrica.*

1. Madera aserrada para uso general. Requisitos
2. Madera estructural – Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual
3. Norma de terminología de maderas

Es importante para la industria forestal conocer dichos estándares, dado que los mismos dan una base de referencia que permite establecer especificaciones de calidad claras entre proveedores e industria forestal, por ejemplo.

## **2. Inspección y muestreo**

Inspección es la acción de revisar las características medibles y visuales de un insumo o producto para confirmar que cumple con las especificaciones esperadas.

Cuando la población es pequeña y los costos de la evaluación así como el tiempo de la inspección lo permiten, la inspección puede ser del 100%, es decir, del total de la población.

Sin embargo, si se presenta alguna de estas situaciones, la inspección se debe realizar a través de un muestreo:

1. El costo de inspección es muy alto o toma mucho tiempo
2. La prueba es destructiva, se destruye lo que se está revisando
3. El número de artículos a inspeccionar es muy elevado
4. El error en el muestreo 100% puede ser más alto que cuando se realiza en una parte de los productos
5. Cuando el historial de calidad del proveedor es bueno

El muestreo es un procedimiento el cual permitirá decidir con base en la información obtenida de una parte de la población si el lote o población cumple con las especificaciones de calidad.

Para determinar el tamaño de una muestra se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra, cantidad de unidades a inspeccionar

N: Tamaño total de la población

$\sigma$ : Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene un valor, suele utilizarse un valor de 0,5.

Z: Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza, que equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del responsable de definir el muestreo. Entre más alto el valor, más alta la “confianza” del resultado.

e: Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del responsable del muestreo. Se puede utilizar 0,05 como valor de referencia.

**Imaginemos que tenemos un pedido de 1200m<sup>2</sup> de piso sólido de madera y debemos realizar una inspección basada en muestreo estadístico. Tenemos entonces:**

**N= 1200 – total de m2 de la orden.**

**$\sigma = 0.5$  (como no tenemos este valor, definimos utilizar 0.5 como se indica arriba)**

**Z = 1.96. Valor correspondiente a un nivel de confianza de 95%, es decir, los resultados que obtendremos tienen una posibilidad de ser certeros del 95%**

**e= 0.05 (Valor definido para este estudio)**

**Desarrollando la fórmula obtenemos:**

$$n = \frac{1200 * 0.5^2 * 1.96^2}{(1200 - 1) * 0.05^2 + 0.5^2 * 1.96^2} = 193$$

**Para determinar la calidad del lote, si cumple o no con las especificaciones, debemos inspeccionar una muestra de 193 m<sup>2</sup>.**

Basados en las especificaciones de calidad del producto se analizará esta muestra y así podremos definir si el lote cumple o no con el cliente.

La frecuencia en que se debe realizar el muestreo estará determinada por los siguientes aspectos:

- Si se ha detectado falta de pericia o dominio del proceso por parte de algún trabajador, se debe tomar una muestra con mayor frecuencia que en el caso de trabajadores con experiencia.
- El costo de cada etapa del proceso, si es de muy alto costo se debe mantener bajo un control estricto.
- Dependiendo de la dificultad y costo del re-proceso.

Se recomienda que los datos obtenidos de las inspecciones se documenten, puede ser simplemente escribiéndolos en una hoja de papel, de manera tal que estén disponibles para su posterior evaluación y análisis. El documentar la calidad es un elemento fundamental de cualquier sistema de calidad.

La Oficina Nacional Forestal ([www.onf.org](http://www.onf.org)) impartió un curso en marzo del 2014 sobre Gráficos de Control y su impacto en la Industria de Transformación de la Madera, acá se

incluyeron los conceptos de muestreo, el lector puede referirse a ellos para mayor información y profundidad en el tema.

### **3. Gráficos de Control**

Una vez que se cuenta con las especificaciones de calidad, es decir, que se tiene definido qué aspectos deben medirse y cuáles deber ser sus valores, se establecen los controles para verificar que dichas especificaciones se cumplan. Los gráficos de control son una herramienta muy importante en este proceso.

Dada la complejidad relacionada con el tema de gráficos de control, éste no se desarrollará en detalle en este módulo, sin embargo, la Oficina Nacional Forestal ([www.onf.org](http://www.onf.org)) impartió un curso detallado en marzo del 2014 y recomendamos referirse a ellos para mayor información y profundidad en el tema.

En forma muy resumida, un gráfico de control funciona de la siguiente manera:

***Suponemos que estamos produciendo pisos de madera, con piezas con largos variables. El cliente ha especificado que desea que las piezas de largos menores a 24” sean un 14% del total de las piezas por cada metro cuadrado de piso. También ha indicado que podría aceptar hasta un 25% como máximo y un 4% como mínimo de piezas menores a 24” por cada metro cuadrado de piso (estos datos debidamente consignados en la especificación de calidad). Esto en un gráfico de control se manejaría de la siguiente manera:***

- ***Valor esperado.*** Este valor es el que está especificado, es decir, la meta de acuerdo a la especificación de calidad. En este caso sería 14%
- ***Límite superior de control.*** Es el máximo de tolerancia que se permite, en este caso, sería 25%
- ***Límite inferior de control.*** Es el mínimo de tolerancia que se permite, en este caso, sería 4%

***Siguiendo con el ejemplo del apartado anterior, y suponiendo que la empresa fabrica 20 m<sup>2</sup> por hora, se debe hacer una inspección de 3.2 m<sup>2</sup> por hora (193 m<sup>2</sup> de muestra en 1200 m<sup>2</sup> de producción da un factor de muestreo de 0.16 m<sup>2</sup> por cada m<sup>2</sup> producido) y se cuantifica la cantidad de piezas cortas. Esto se anota en una hoja de papel (se documenta), consignando el número de muestra, la hora en que se tomó la muestra y la cantidad de piezas cortas.***

***La primera muestra dio un 9% de piezas cortas, la segunda un 13%, la tercera un 18% y así sucesivamente....En la figura 1 ejemplo abajo se puede observar el gráfico de control correspondiente.***

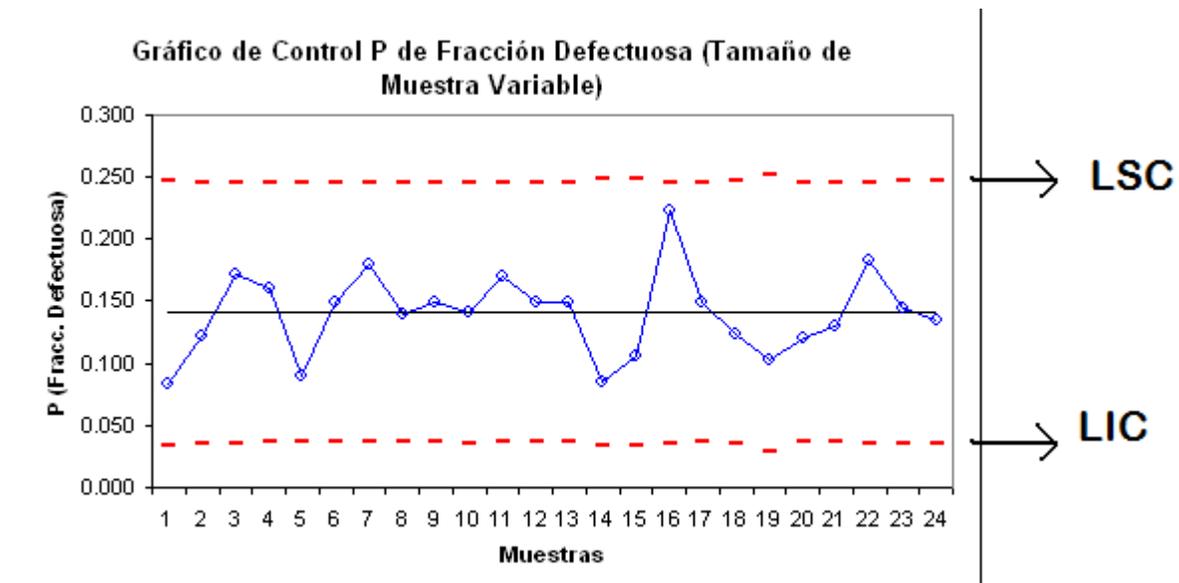


Figura 1. Ejemplo de un gráfico de control

***En este ejemplo, el proceso se encuentra bajo control, todos los datos están dentro de los límites. Por lo tanto, estamos con un proceso que tiene la capacidad de producir lo especificado y la producción puede continuar.***

En caso de que hubiera datos que se salen de los límites, se deberá detener la producción y definir un plan de acción. Este plan de acción dependerá del análisis que se haga con herramientas tales como Pareto o diagrama causa efecto, que se verán más adelante en este manual. Dicho plan de acción puede ir desde ajustar una máquina, hasta mejorar el control de calidad de la materia prima (puede estar ingresando al proceso mucha madera corta que debería quedar en la etapa anterior) e inclusive hasta tener que renegociar con el cliente las especificaciones del producto.

Es importante mencionar que se debe siempre intentar utilizar el equipo o las herramientas idóneas para realizar las mediciones. Por ejemplo, si se está midiendo algo donde se requiere precisión de décimas de milímetro, se debe utilizar un pie de rey y no una cinta métrica. Caso contrario, los datos no serán confiables y las conclusiones no serán correctas. Para una descripción de los principales instrumentos de medición en la industria de la madera, por favor referirse al anexo 2 de este manual.

## **4. Herramientas para el diagnóstico de problemas**

### **4.1 Principio de Pareto**

El principio de Pareto indica que el 80% de los problemas son ocasionados por el 20% de las causas identificadas. El objetivo entonces es identificar estas causas relevantes y trabajar sobre ellas, pues serán las que tendrán el mayor impacto positivo.

El principio de Pareto es una herramienta para priorizar los aspectos que hay que tratar, cuales son las causas de problemas más importantes que hay que atacar y deja de lado los aspectos que no tienen injerencia fuerte sobre el problema que se analiza.

Algunos ejemplos de usos o conclusiones de diferentes estudios realizados utilizando los diagramas de Pareto se presentan a continuación:

- 20% de los vendedores producen 80% de los ingresos por ventas.
- 80% de las quejas de los clientes se refieren al 20% de los productos y servicios que ofrecemos.
- La mayor parte de las ventas que realiza la empresa se originan en el 20% de nuestras líneas de productos.
- La mayor cantidad de quejas por parte de los empleados y las mayores tasas de ausentismo en las empresas provienen de grupos reducidos de empleados, fácilmente identificables.
- Niveles de desempeño excepcionales o por debajo del promedio en las empresas son alcanzados por solo una fracción de los empleados.

*El 80% de los problemas son ocasionados por el 20% de las causas identificadas- Pareto.*

***Siguiendo con el ejemplo de la empresa productora de pisos de madera. En la inspección que se realiza de 3,2m<sup>2</sup> por hora, se revisan las cuatro medidas que de acuerdo con la especificación de calidad son importantes: largo, ancho, espesor y golpes de manejo.***

***Cada vez que hay un valor que se sale de especificación (que está por encima o debajo de los límites de control) se registra en un cuadro<sup>2</sup> como el que se presenta a continuación.***

Cuadro 2. Tabla de Pareto

Muestra	Longitud	Espesor	Ancho	Golpes
1	0	0	1	1
2	0	0	1	0
3	0	1	1	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	1	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	0
9	0	1	0	0
10	0	0	1	0
11	0	0	1	0
12	0	0	1	1
13	0	0	1	0
14	0	1	1	0
15	0	0	1	0
16	0	0	1	0
17	0	0	1	0
18	0	1	1	0
19	0	0	1	1
20	0	1	0	0
TOTAL		5	15	3
Frecuencia	0.0%	22.0%	65%	13.0%

***Este cuadro presenta en una manera muy sencilla que el principal problema que se está teniendo es que las piezas de piso no están dando el ancho correcto y que, resolviendo solamente este problema, se va a eliminar el 65% de los rechazos de producto que se están dando en la operación. Por lo tanto, el principal enfoque será resolver este problema de ancho. El no contar con información organizada de esta manera puede***

causar que el énfasis se pueda estar dando en resolver el problema de golpes, que tal vez puede ser el más evidente y cuya solución, si bien es importante, tendrá un impacto positivo mucho menor.

Se conoce como diagrama de Pareto, a la representación en forma gráfica de los resultados de un análisis de Pareto.

El diagrama de Pareto para este caso que se estudia se presenta en la figura 2 a continuación:

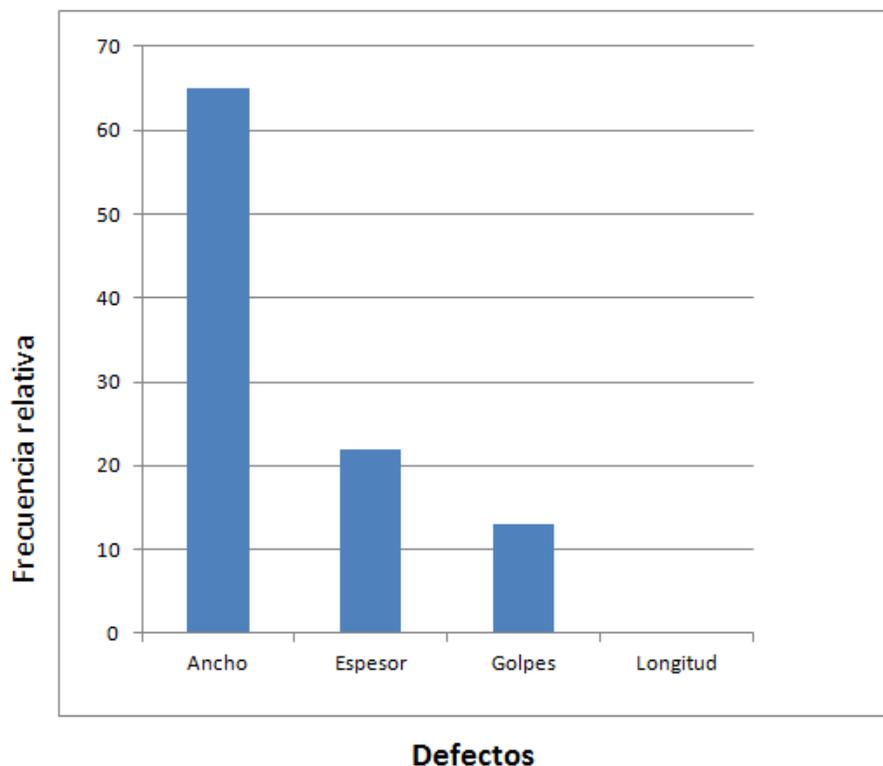


Figura 2. Diagrama de Pareto

Este tema también fue abarcado en el curso de capacitación brindado por la ONF mencionado anteriormente y recomendamos consultar con esta entidad para tener mayores detalles.

#### 4.2 Diagrama Causa – Efecto

Este diagrama tiene varios nombres y formatos (por ejemplo Diagrama de Ishikawa o también de espina de pescado), sin embargo, lo importante es el procedimiento para construir el mismo, el cual se presenta en la siguiente figura 3:

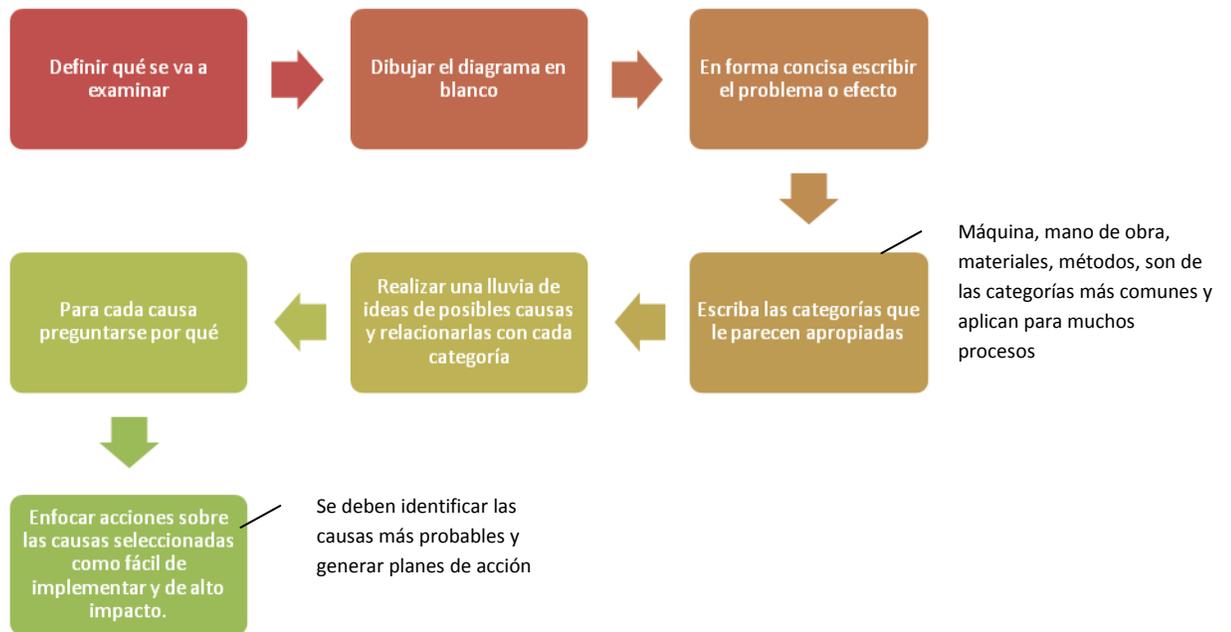


Figura 3. Proceso para elaboración de Diagrama Causa - Efecto

Una manera muy sencilla de hacer un diagrama causa efecto es mediante una tabla que se puede dibujar en cualquier hoja de papel. Siguiendo con el ejemplo del problema de ancho de las piezas de pisos de madera, una simplificación del diagrama causa – efecto se presenta en la figura 4 a continuación:

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO		
<b>Problema:</b> Ancho de las piezas no cumple con especificación		
<b>Descripción:</b> Un 75% de las piezas inspeccionadas han estado fuera de especificación en su ancho. El ancho de la pieza es parejo a lo largo de la misma pero por debajo del límite inferior especificado		
CATEGORIA	CAUSAS	ACCIONES
MATERIA PRIMA	Tabla que ingresa viene angosta	Incrementar muestreo de entrada para inspeccionar ancho Informar al departamento anterior del problema
	Tabla que ingresa presenta pandeo por canto	Incrementar muestreo de entrada para inspeccionar pandeo por canto Informar al departamento anterior del problema
	Tabla viene húmeda y contrae después del proceso	Medir humedad de entrada
AJUSTE MÁQUINA	Máquina está mal ajustada en el ancho	Revisar ajuste
	Ejes de los voladores tienen mucho juego	Inspección del departamento de mantenimiento
	La guía de entrada está mal ajustada	Revisar ajuste

Figura 4. Diagrama Causa – Efecto

El proceso de construcción de este Diagrama Causa-Efecto puede darse en dos vías: en la primera, se establecen primero las categorías y después, de acuerdo con ellas, se determinan las posibles causas; en la segunda, se establecen las causas y después se crean las categorías dentro de las que estas causas se pueden clasificar. Ambas vías son válidas y generalmente se dan de manera complementaria.

Una vez elaborado el diagrama el orden en que se resuelvan o ataquen puede ser de acuerdo con el siguiente cuadro:

		Impacto	
		Alto	Bajo
Implementación	Fácil	1	2
	Difícil	3	4

Se inicia con las causas de fácil implementación y alto impacto y así siguiendo la secuencia. En el ejemplo anterior, el ajuste de la máquina – fácil implementación – puede ser la principal causa del problema – alto impacto, por lo que sería la primera acción a considerar.

#### 4.3 Tormenta de ideas - identificación de acciones correctivas

La tormenta o lluvia de ideas es una técnica de grupo para la generación de ideas nuevas y útiles, que permite mediante reglas sencillas aumentar las probabilidades de innovación y originalidad. Se utiliza para identificar problemas y sus posibles soluciones. Esta técnica es complementaria y servirá de apoyo para construir y hacer un diagrama Causa – Efecto.

Para desarrollar una tormenta de ideas lo que primero es definir cuál es el problema que se debe resolver. Esta definición debe ser lo más precisa posible, para que permita enfocar la discusión.

En el caso del ejemplo que hemos venido utilizando, el problema sería cómo resolver la incapacidad del proceso de producir los pisos de madera en los anchos especificados.

Para llevar a cabo un proceso de lluvia de ideas se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Nombrar un facilitador o moderador. Esta persona tendrá como función asignar la palabra y tomar nota de **todas** las ideas, para lo que se recomienda tener una pizarra u otro medio grande y visible para anotar. Una regla de una buena tormenta de ideas es que cualquier idea, por más inútil o descabellada que parezca, debe ser considerada, no se puede descartar ninguna idea en esta etapa del proceso.

- Una vez que el grupo ha agotado todas las posibles ideas, viene la etapa de análisis. Una buena técnica para facilitar dicho análisis es agrupar ideas que se parezcan o que tengan algún impacto común.
- Cuando las ideas están agrupadas se debe estudiar cuál grupo de ideas tiene mayor potencial, cuáles son fáciles de implementar o pueden tener un impacto más inmediato. Se debe contemplar la disponibilidad de recursos (una idea puede ser comprar una nueva molduradora, pero a pesar de ser correcta no es viable), etc.
- En la siguiente etapa se discuten y seleccionan las ideas que tienen más potencial de impacto. Al final, se debe sintetizar para que las ideas se conviertan en un plan de acción concreto. Un plan de acción debe contemplar quién es el responsable de la implementación y cuál es el plazo para que ésta se lleve a cabo.
- También es recomendable que se establezcan los mecanismos de control para medir después de que las acciones han sido ejecutadas y verificar que se ha logrado el resultado esperado.

#### 4.4 Círculos de Calidad

Es una práctica o técnica utilizada en las organizaciones en la que un grupo de trabajadores se reúnen voluntariamente y en forma periódica, para buscar soluciones a los problemas que afectan a su área de trabajo.

Los círculos de calidad pueden utilizar la técnica de lluvia de ideas descrita anteriormente.

##### Características de un Círculo de Calidad

- Son grupos pequeños
- Los miembros pertenecen a la misma unidad, área o equipo de trabajo
- La estructura es lineal, es decir, todos tienen el mismo poder
- El líder será el moderador de las discusiones y buscará alcanzar consensos
- La participación es voluntaria
- Las reuniones son programadas
- Recogen información y solicitan la ayuda que requieren para encontrar la solución de problemas
- El equipo es quien elige el problema sobre el que desean trabajar
- Existe un asesor o capacitador que les brinda consejo y asesoría pero no es miembro del equipo

##### Beneficios de los círculos de calidad

- Elevan la moral de los trabajadores al sentirse reconocidos y valorados por la organización

- Sentido de trabajo en equipo, enfocados en un objetivo común
- Mejoran la productividad y la calidad del producto o servicio
- Soluciones consensuadas entre los colaboradores, generan mayor lealtad hacia la empresa al haber sido parte de la solución
- En general ahorran tiempo y mejoran la calidad

El siguiente diagrama esquematiza el proceso de círculos de calidad:



Figura 5. Proceso para Círculos de Calidad

# **PRINCIPALES CONTROLES DE CALIDAD A REALIZAR EN LA MADERA**

## **1. Ingreso de Troza**

Un primer punto de control de calidad en una industria forestal es con la compra de las trozas. En estas se pueden presentar principalmente los siguientes defectos:

1. Los nudos: su origen son las ramas. Estos son medidos con la norma UNE 56511, como la relación entre el diámetro mayor del nudo y el diámetro menor de la troza, y se expresa en porcentaje, esto para cuando el destino de la troza es aserrío.
2. La médula o el corazón: Está constituida por células de parénquima (ver módulo de ingeniería de la madera), totalmente diferentes a la madera, presenta características de blandura, escasa resistencia y color. La médula afecta en la medida que sea de gran tamaño, excéntrica o migrante. En la figura 6 se muestra un ejemplo de nudos, en la figura 7 podemos apreciar la médula en madera de teca.



Figura 6: Tabla de teca con nudos vivos, muertos y picadura

Figura 7. Médula en madera de Teca

3. La madera juvenil: son los primeros anillos que forman el árbol, si bien es cierto esta madera no difiere de la del resto en apariencia, posee características físicas y mecánicas diferentes a las del resto del árbol.
4. Reventadura, pudredumbre, picadura, mancha por hongos. Todos estos defectos pueden ser inherentes a la madera o causados por problemas de manejo, porque la troza es vieja o no ha sido almacenada adecuadamente. La figura 8 detalla una

pieza de Almendro con reventadura y la figura 9 algunos ejemplos de pudredumbre.



Figura 8. Pieza de almendro reventada



Figura 9. Trozas de Pochote con hueco por pudrición y troza totalmente podrida

5. Defectos en la forma del tronco: curvaturas, conicidad, bifurcaciones (horquetas), acanaladura del tronco. En figura 10 se muestra una troza de Pochote con curvatura en la figura 11 un ejemplo de bifurcación.



Figura 10. Curvatura



Figura 11. Bifurcación

6. Otros defectos inherentes a la troza o la especie de madera: fibras onduladas, entrelazadas o revertidas (ver Módulo de Ingeniería de la Madera), tensiones de

crecimiento, especialmente en maderas de plantación, bolsas de resina o madera enresinada. En las siguientes figuras se muestran ejemplos de otros defectos.



Figura 12. Gambas en Pochote



Figura 13. Troza de Almendro con hueco en el medio



Figura 14. Encebolladura en Almendro

Lo importante a resaltar es que cada uno de los defectos debe ser considerado a la hora de comprar una troza, ya que tendrán un efecto directo en el rendimiento durante el proceso de aserrío. Trozas que presenten uno o varios de los defectos anteriores debe ser rechazada o su precio debe ser negociado para ajustarlo al rendimiento real que se espera se obtendrá de la troza.

El rendimiento del aserrío de troza a tabla es un factor fundamental de control en un proceso industrial forestal, probablemente uno de los que más impacto tengan en la competitividad y los costos de una industria forestal.

Se entiende como rendimiento el porcentaje de madera buena que se obtiene del proceso de aserrío de una troza. **Por ejemplo, si se está metiendo al aserradero una troza de 724PMT de volumen real y se obtienen 554PMT de madera aserrada, el rendimiento es del 76.6%.** Para trozas de diámetros

*El rendimiento del aserrío de troza a tabla es un factor fundamental de control en un proceso industrial forestal*

mayores se considera entre el 70% y el 80% como un rendimiento aceptable, para trozas de plantación entre el 40% y el 50%.

La mayoría de los defectos anteriormente mencionados se pueden identificar por medio de una inspección visual, la cual se recomienda hacer siempre en forma exhaustiva. Como se comentó, existen algunos documentos de referencia, como las normas INTE anteriormente mencionadas, para llevar a cabo este tipo de inspección.

## **2. Madera aserrada**

Un segundo punto de control se da con la madera aserrada. Este puede ser tanto como insumo (para empresas que compran la madera aserrada para producir productos finales – tal es el caso de la empresa de fabricación de pisos que se ha estado utilizando como ejemplo en este manual), como para empresas que han aserrado la troza y deben comprobar que las tablas aserradas que están obteniendo se ajustan a la especificación de calidad establecida.

La madera aserrada puede presentar, entre otros, los siguientes defectos:

- Nudos, presencia de médula, albura, reventadura, podredumbre, picadura, mancha por hongos, fibras onduladas, entrelazadas o revertidas, etc, todos estos “heredados” de los defectos que presentaba la troza original (Ver fig. 6 y 7 anterior).
- Defectos de procesado: cortes no uniformes, rayas superficiales profundas, superficies irregulares.
- Defectos de espesor y medida.

Reiterando conceptos anteriormente mencionados, lo importante es contar con especificaciones de calidad claras que permitan determinar qué características son aceptables y cuáles se consideran un rechazo. De nuevo, las normas INTE pueden ser una buena referencia, sin embargo, las especificaciones pueden ser también desarrolladas a lo interno, tal como se mostró en el anexo 1.

En esta etapa de control, se aplica tanto la inspección visual como la utilización de instrumentos de medición tales como escuadras, cintas métricas, pies de rey, etc. En el anexo 2 se muestran algunos ejemplos.

### 3. Secado de la madera

Como se ha indicado en el módulo de ingeniería de la madera, contar con madera secada apropiadamente para la aplicación y el ambiente donde ésta será utilizada, es fundamental para el adecuado desempeño de la madera. Posibles problemas que se pueden dar en el secado:

1. Reventadura, se da principalmente cuando hay presencia de médula en las tablas que se secan o cuando la madera tiene mucha tensión de crecimiento. También cuando se tiene un programa de secado muy agresivo.
2. Bolsas de agua, esto es un defecto común en algunas especies, por ejemplo melina, donde si no se seca con el programa y la técnica correcta, se puede dar un secado que no es uniforme en la tabla y pueden haber sectores de la misma secos y sectores con una alta humedad.
3. Deformaciones por secado. Torceduras, pandeos, madera tensionada, etc. Esto se da usualmente por un mal programa de secado, porque la madera se carga incorrectamente en las cámaras o por un acondicionamiento incorrecto. Más detalles en el Módulo de Ingeniería de la Madera.

Desde un punto de vista de control de calidad, reventaduras y deformaciones son detectadas visualmente, mientras que el contenido de humedad de las tablas se verifica con instrumentos de medición de humedad (ver anexo 2) o mediante el cálculo por peso (ver Módulo Ingeniería de la Madera). La tensión se puede medir con el uso de “tenedores. La siguiente figura muestra en forma visual el resultado de esta prueba.

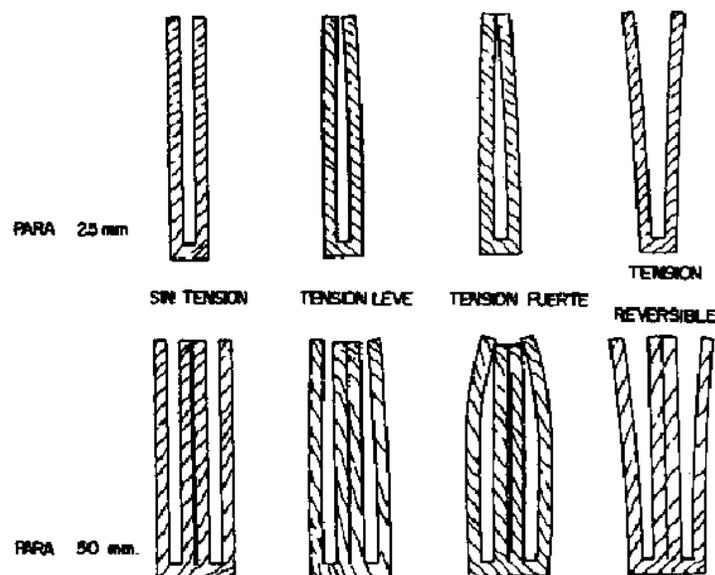


Figura 15. Prueba de tensión en madera

## 4. Proceso

Posteriormente se dan los controles de calidad del proceso, estos dependerán del proceso y el producto y los defectos serán diferentes para diferentes tipos de productos. Se recomienda referirse al Módulo de Ingeniería de la Madera para revisar algunos aspectos relacionados con el tema de procesos. En el caso del piso sólido de madera que se ha estado utilizando como ejemplo en este documento, algunos de los defectos que se pueden presentar serían los siguientes:

1. Problemas de apariencia: grano arrancado, golpe de cuchilla, nudos muertos, presencia de albura.
2. Problemas de maquinado: espesor, largo, ancho, precisión en el machimbre, escuadrado.
3. Problemas de uso: piezas que no acoplan bien, piezas torcidas o pandeadas, etc.

Cada uno de los elementos críticos de calidad de un producto deben ser debidamente establecidos en la especificación de calidad – **TODO LO QUE IMPORTA SE MIDE Y TODO LO QUE SE MIDE IMPORTA!**

Se deben utilizar las herramientas descritas en el apartado anterior de este manual para establecer los controles correspondientes y utilizar las técnicas de diagnóstico y análisis de problemas también indicadas anteriormente para generar acciones correctivas y un ambiente de mejora continua y llegar a un sistema de calidad integral tal como de describió al inicio del manual. En este sentido, importante reiterar que cada proceso debe tener su especificación de calidad, en cada proceso se deben realizar los muestreos y las mediciones correspondientes, documentándolas debidamente y, en caso de presentarse problemas, llevar a cabo los análisis respectivos para encontrar y solucionar las causas.

# **ALGUNOS TEMAS CLAVES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE MADERA**

## **1. El corte y sus herramientas**

El tipo y el estado de las herramientas de corte tienen un impacto directo en la calidad de los productos de madera. La selección de la herramienta de corte correcta y su debido mantenimiento (tensionado, afilado, etc.), no solamente inciden positiva o negativamente en la calidad sino que tienen un impacto general en los costos de producción de las empresas forestales. Es por lo tanto, un tema que merece especial atención.

### **1.1 Características de las herramientas**

#### **Material**

El material tradicional en las herramientas de corte fue el acero simple, hasta que en los años 60 apareció el acero de alta velocidad (HSS), después de esto el desarrollo de los materiales de corte ha sido continuo, buscando aumentar la resistencia al desgaste y tenacidad, y por supuesto evitar su deterioro resultante de los ambientes corrosivos y de altas temperaturas, lo cual ha llevado al carburo de tungsteno, estelitas y diamante policristalino.

Dado que la naturaleza nos brinda una cantidad enorme de especies y todas poseen características físicas y mecánicas diferentes, así también se han realizado muchas pruebas y prácticas para determinar qué tipo de material es el adecuado para la mejor trabajabilidad de cada especie.

Por ejemplo, se recomienda el diamante para maderas muy abrasivas o tableros con recubrimientos plásticos. Las herramientas de diamante tienen una duración del filo 1000 veces más que la de los metales duros y estos de entre 20 y 200 veces más que los aceros rápidos. También son mucho más costosas.

Lo que se busca al final es precisamente que el filo de la herramienta dure lo más posible, de manera tal que el mejor material de la herramienta para cada madera será el que cumpla esta condición sin dañar la herramienta o el acabado de la madera. Es muy importante que el dueño del aserradero busque asistencia especializada para determinar el mejor material a utilizar dependiendo de las especies y los procesos de su industria.

## Ángulos de corte

Los diferentes ángulos de corte en la madera lo que persiguen es una mayor eficacia del corte, un menor desgaste de la herramienta y un mejor desalojo de la viruta o aserrín. Los ángulos de toda herramienta de corte son:

- Ángulo libre o de desahogo: como la deformación que se causa en las maderas blandas es mayor que en las duras, en las primeras debe haber un ángulo mayor que en las segundas, este ángulo también interviene en la facilidad o dificultad de desalojo de la viruta arrancada, entre más grande mejor funciona.
- Ángulo de la herramienta o de diente: es el ángulo formado por el cuerpo mismo de la herramienta, si es muy pequeño la herramienta perderá filo rápidamente, hasta incluso romperse, por esta razón interesa mucho que este ángulo sea lo más grande posible.
- Ángulo de corte: es el ángulo con que la herramienta se introduce en la madera, así entre más grande sea, menos fuerza de corte se ocupará.

Pese a que lo ideal sería que todos los ángulos anteriores fuesen muy grandes, no pueden sumar entre los 3 más de 90°, por lo cual debe existir una adecuada relación entre los tres que va a depender del tipo de herramienta, la dureza y dirección de corte de la madera y de la velocidad de avance de la madera y de la herramienta. Ver Figura 16.

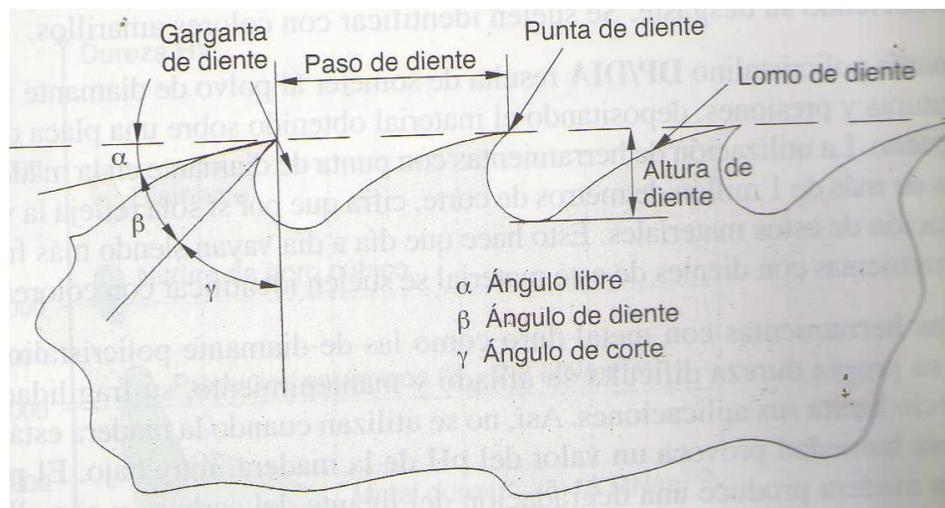


Fig. 16. Diagrama de diente de sierra para madera

## Paso y altura del diente

El espacio donde alojara la viruta se logra dejando un espacio entre diente y diente, con una longitud que se denomina paso, y con una profundidad que se denomina altura del diente. La relación entre el paso y la altura del diente debe oscilar en alrededor de 3.

### **Forma del diente**

La forma del diente debe buscar que el volumen de viruta alojable en la garganta sea máximo.

### **Traba o trisque**

El sobre ancho de corte suele ser del doble del ancho de la sierra. Es decir, el grueso del diente de un lado a otro conocido como grueso de corte o kerf, esto es lo que la sierra come de madera. El diente recalcado con carburo de tungsteno o etelita tiene muchas más ventajas que el trabado (diente derecho e izquierdo), se puede aumentar la velocidad de alimentación de la madera consiguiendo la misma calidad de corte.

### **Velocidad de avance o corte**

Velocidades de avance muy rápidas, obligan a realizar mordidas muy grandes y por tanto a reducir la calidad de los cortes. Es muy importante que la garganta tenga volumen suficiente para alojar la viruta, por lo que no sirve aumentar de forma indiscriminada el número de dientes para aumentar la velocidad de avance, si luego la disminución del área de la garganta impide completar el corte.

### **Velocidad de la herramienta (velocidad de giro):**

Esta velocidad es un factor muy importante para conseguir calidad de corte. Cuanto mayor sea la velocidad, a igualdad de producción, mejor es la calidad del corte, dado que el espesor de corte de cada diente, es menor, y esto hace que la calidad del corte sea mejor. O a igualdad de calidad de corte, una mayor velocidad permite una mayor velocidad de avance y por tanto una mayor productividad.

Por los efectos negativos de velocidades elevadas de herramienta, se recomienda velocidades operativas de corte entre 35 y 90 m/s variables con la dureza de la madera y con el tipo de acero de la herramienta.

Cuadro 3. Velocidades de giro recomendadas

TIPO DE MADERA/TIPO DE ACERO	Acero Normal	Acero HS	Acero HSS y TT	Con placa metal duro MD y Dia	
				FRESAS	SIERRAS
Madera blanda (corte longitudinal)	40 m/s	45-50	50-60	60-80	70-100
Madera semidura (corte longitudinal)		40-45	45-60	50-80	70-90
Maderas duras y cortes transversales		35-40	40-50	50-70	70-90
Tableros contrachapados		35-45	35-50	40-70	40-70
Tableros de partículas		25-30	35-50	60-80	60-80
Tableros de fibras			35-50	40-70	40-70
Tableros recubiertos			35-50	50-70	50-70

Tomado de Tecnología de la madera, Santiago Vignote Peña e Isaac Martínez Rojas, 2005

## **1.2 Afilado**

En cuanto la hoja de sierra empieza a cortar la madera, se produce una pérdida de aserrado cuyo alcance viene determinado por el espesor de la hoja, el recalado o triscado de los dientes y la desviación de la hoja. Por este motivo, las dimensiones reales del corte deben ser mayores que las dimensiones nominales.

Se puede ahorrar dinero empleando una hoja más delgada y estable y mejorando el mantenimiento de los dientes de sierra. Si la pérdida de aserrado se reduce de 3,7 mm a 3,4 mm manteniendo las dimensiones estándar, se consigue un ahorro de materia prima del 1,5%.

Si de ello un 67% es madera serrada y un 33% es aserrín, el rendimiento aumentará cerca de un 1%. En dinero contante y sonante, este ahorro equivale al gasto anual completo de un aserradero para la compra y el mantenimiento de hojas de sierra.

## **MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

Un sistema de mantenimiento que permita que la maquinaria y el equipo operen correctamente, es parte fundamental de un sistema de control de calidad preventivo.

Es importante en este punto introducir el concepto de “capacidad de proceso”. Esto significa la capacidad que tiene cierto proceso u operación de producir siempre la misma especificación. Este es un elemento fundamental, ya que si se tiene la confianza de que un proceso produce siempre lo mismo, no hay que estar controlando la calidad tan frecuentemente y habrá menos problemas en los procesos posteriores. Mientras que cuando el proceso no es capaz de mantener una especificación, hay que estar controlando y aún así es probable que piezas fuera de especificación pasen a la siguiente etapa del proceso con defectos, causando problemas mayores.

No es extraño ver a los operarios de una máquina “ajustándola” constantemente. Esto es señal clara de que el proceso no es capaz de sostener una especificación dada. Evidentemente, la capacidad del proceso depende en gran medida del mantenimiento que se dé a la maquinaria y a las herramientas claves de producción.

Es así como el mantenimiento no se debe ver como un “apaga incendios” en la industria, este es un activo real de la empresa, ya que está directamente relacionado con la capacidad de producir con calidad, con seguridad y rentabilidad.

El mantenimiento preventivo tiene que ver con la efectividad del proceso productivo, tiene relación directa con la competitividad, con el cumplimiento riguroso de normas de seguridad industrial, que al final todo unido significan mayores beneficios para la empresa.

Cada día, la inversión en tecnología que deben hacer los industriales para resolver los problemas asociados directamente con la producción, se hace más importante si quieren permanecer en el mercado y únicamente el mantenimiento puede maximizar esta inversión y hacerla más duradera.

El mantenimiento tiene influencia directa sobre seis puntos dentro de la empresa:



Figura 17. Influencia del mantenimiento en la empresa

El mantenimiento adecuado y oportuno de las máquinas y herramientas en las empresas industriales inciden en cuatro puntos fundamentales:

1. Los costos de producción.
2. La capacidad operativa (importante para definir y cumplir los plazos de entrega). La seguridad e higiene industrial.
3. La calidad de vida de los trabajadores de la empresa.
4. La calidad del producto o servicio.

Existen tres tipos de mantenimiento de las máquinas:

1. Mantenimiento preventivo.
2. Mantenimiento predictivo.
3. Mantenimiento correctivo.

## **1. Mantenimiento preventivo.**

En el mantenimiento preventivo, el objetivo es reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados. Este tipo de mantenimiento implica, para toda empresa, el reconocimiento del empresario de la importancia de proteger su inversión y, por tanto, tener en cuenta las recomendaciones del fabricante en cuanto a:

- Limpieza.
- Lubricación.
- Periodicidad y responsabilidad de las intervenciones.

La necesidad de contar con una mano de obra calificada, no sólo para operar la maquinaria, sino para su mantenimiento, implica también la obligatoriedad de unos controles bajo registros básicos periódicos de lo que hace la máquina, que conforman su hoja de vida, y que son vitales para un seguimiento, mantenimiento y control óptimo.

### 1.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo reduce la probabilidad de reparaciones a partir de:

- Detectar fallas repetitivas.
- Disminuir los puntos muertos por paradas.
- Optimizar la vida útil de los equipos.
- Disminuir costos de reparaciones.
- Detectar los puntos débiles en las instalaciones.
- Disminuir los riesgos de accidentes.

Para que estas ventajas se den es necesario elaborar, ejecutar y evaluar el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, equipos y herramientas constantemente.

La elaboración, ejecución, control y evaluación del plan de mantenimiento preventivo es función del responsable de mantenimiento. En algunos casos, el jefe del taller es, al mismo tiempo, responsable del mantenimiento.

### 1.2 Criterios para realizar el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo debe ser planificado teniendo en cuenta los criterios siguientes:

#### Cantidad de horas de uso.

Cada máquina, equipo y herramienta requiere de limpieza o reparación después de haber funcionado un determinado número de horas. El número de horas depende de las características de la máquina, equipo o herramienta, información que brinda el proveedor de las mismas.

Hay que tener en cuenta que, cuanto mayor sea el tiempo que tienen menor será el periodo que se pueden usar antes de realizar el mantenimiento. El registro de las fallas de

cada componentes nos dará información para definir cada cuanto tiempo se deberá realizar el mantenimiento preventivo.

La elaboración, ejecución, control y evaluación del plan de mantenimiento preventivo es función del responsable de mantenimiento.

### Involucramiento de todos en la empresa.

Para que el mantenimiento preventivo tenga los efectos deseados debe constituirse en un hábito de todos los miembros de la empresa. Cada uno debe tener definidas las actividades de mantenimiento preventivo que le corresponden y el momento en que debe hacerlo.

### No obstaculizar el trabajo diario.

Las actividades de mantenimiento preventivo deben programarse teniendo en cuenta que no paralicen u obstaculicen el proceso productivo, por ello se recomienda que se realice:

- Antes de empezar el trabajo del día.
- Al finalizar el trabajo del día.
- En épocas de baja producción.

### Enfoque global del mantenimiento.

La empresa debe ser vista como un todo, como un sistema en el cual, cuando falla una máquina, falla todo el proceso de transformación.

### Acciones del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo incluye las siguientes acciones:

- Limpieza de los componentes y herramientas de corte, acabado, etc..
- Lubricación de las piezas.
- Inspecciones periódicas de los componentes.
- Cambio de piezas desgastadas.

Los mercados actuales exigen un alto grado de competitividad, los fabricantes de las tecnologías igualmente emiten normas de seguridad y mantenimiento muy exigentes, los procesos de normalización en muchos casos exigen contar con programas de mantenimiento formales para lograr una certificación, de acá que el mantenimiento se ha

convertido en una necesidad básica si se quiere sobrevivir en el mercado y más aún si se busca competir en los mercados internacionales.

Los mantenimientos programados son los ideales. Los apaga fuegos no son compatibles con empresas realmente productivas y competitivas en las que cada proceso debe ser estandarizado y vigilado. El sector madera-muebles está a tiempo de implementar un programa serio de mantenimiento industrial que le permita romper barreras culturales y proyectarse al negocio internacional. Un paso que está obligada a dar desde ya, si quiere seguir vigente y compitiendo.

## **2.Otros Sistemas de Mantenimiento**

En el mantenimiento predictivo se busca predecir la falla antes de que ésta se produzca, adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o componente puede dejar de trabajar en sus condiciones óptimas. Para realizarlo se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros físicos.

Con él se evitan accidentes y otros daños correlacionados; una limitación para su aplicación es que requiere de una enorme disciplina para hacer un registro de todo cuanto sucede con cada componente, además de un mantenimiento preventivo estrictamente programado por un ampliar rango de tiempo.

En el mantenimiento correctivo, se repara una vez que se ha producido el fallo y el paro súbito del equipo o instalación. En este caso se repara cada componente a medida que va fallando, razón por la cual, normalmente, los tiempos para volverla a poner en funcionamiento pueden ser muy largos y, más aún, si fallan elementos distintos.

Con frecuencia, en este tipo de mantenimiento no se guarda una historia del comportamiento de cada máquina, porque los registros que se efectúan de las intervenciones son muy escasos.

## **ANEXO 1.**

### **Especificaciones para compra de Madera para piso sólido**

#### **Ancho:**

**Ancho 1:** 102.0 mm

**Ancho 2:** 110.0 mm

**Tolerancia:** Ancho  $\pm 1.0$  mm

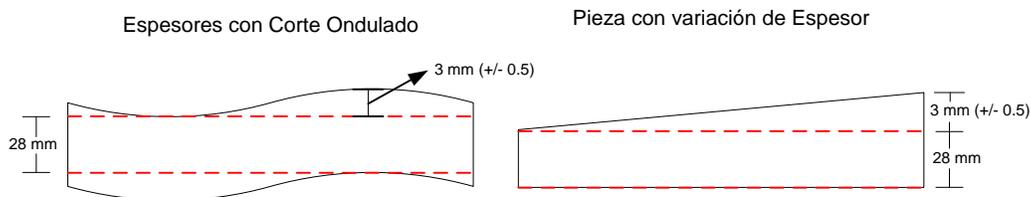
Si el ancho de la pieza no es uniforme o no tiene los cantos rectos, al menos debe de poder cantearse para obtener una pieza con el ancho mínimo especificado y con los cantos rectos.

#### **Espesor:**

**Dimensión:** 28.0 mm

**Tolerancia:** Espesor  $\pm 1.0$  mm

Tomar las mismas consideraciones del ancho, en la figura 1 se ilustra el caso.



*Figura 1. Variación de Espesores y Corte Ondulado*

**Longitud:** Son permitidos los siguientes largos en pulgadas:

14-18-22-26-30-34-38-44-50-54-58-62-66-74-86-98-110-122..... + incrementos de 12 plg

Piezas menores a 44” se consideran cortas y no se permite más de un 15% del total..

#### **Apariencia**

**Albura:** No permitida.

**Quebrantadura y Rajadura:** No permitida si pasa de lado a lado de la tabla, si no cruza se permite siempre y cuando mida menos de 3 plg de longitud

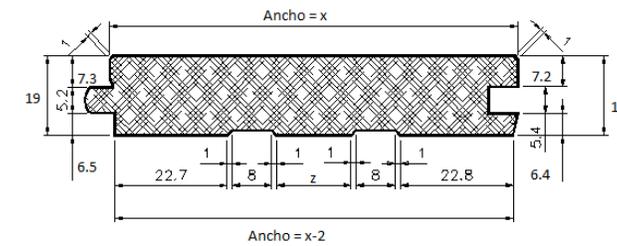
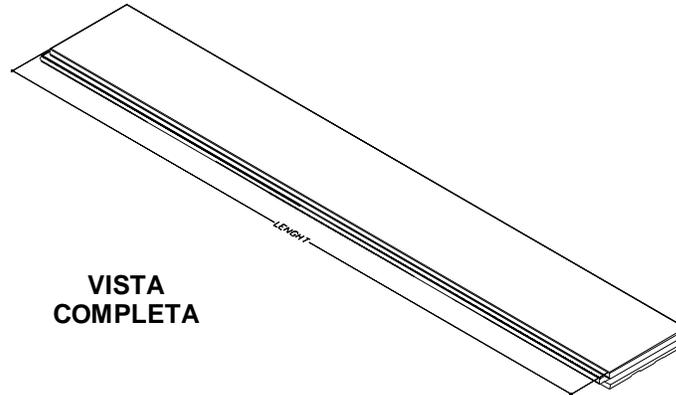
**Picadura, Cáscara, Pudredumbre:** No permitida.

**Cepillo:** 100% cepillada por cara y canto.

## ESPECIFICACIÓN DE CALIDAD - PISO SÓLIDO

Diciembre, 2013

**Material:** *Tectona grandis* de plantación  
(family Verbenaceae/burmateak)



**PERFIL**

**Dimensional:**

	Especificación	Tolerancia	Defecto Menor	Defecto mayor
<b>Variable 1: LARGO (nominal)</b>				
Para piezas de 72", 60", 48" y 12"				
72"	1829 mm	+/- 5 mm	(+/-) 6 mm a 9 mm	(+/-) 10 mm y mayor
60"	1524 mm	+/- 5 mm	(+/-) 6 mm a 9 mm	(+/-) 10 mm y mayor
48"	1220 mm	+/- 5 mm	(+/-) 6 mm a 9 mm	(+/-) 10 mm y mayor
12"	305 mm	+/- 5 mm	(+/-) 6 mm a 9 mm	(+/-) 10 mm y mayor
<b>Variable 2: ANCHO (nominal: 3 1/4")</b>				
Para todos los largos	82,5 mm	+/- 0.2 mm	(+/-) 0.3 mm a 0.4 mm	(+/-) 0.5 mm y mayor
<b>Variable 3: ESPESOR</b>				
Para todos los largos	19.0 mm	+/- 0.2 mm	(+/-) 0.3 mm	(+/-) 0.4 mm y mayor
<b>Variable 4: ESPACIO LATERAL</b>				
Para todos los largos	0.0 mm	0.4 mm	0.5 mm a 0.6 mm	0.7 mm y mayor
<b>Variable 5: GRADA</b>				
Para todos los largos	0.0 mm	+/- 0.4 mm	(+/-) 0.5 mm a 0.6 mm	(+/-) 0.7 mm y mayor
<b>Variable 6: BRILLO (Producto con laca)</b>				
Para todos los largos	AD	+/- 7%	(+/-) 8% a 9%	(+/-) 10% y mayor
<b>Variable 7: HUMEDAD</b>				
Para todos los largos	8%	+/- 2%	12%	15% y mayor

**II. Visual:**

	Clasificar como	Clasificar como
Piezas incompletas		Mayor
Código de barra en cakas ilegible (cuando aplica)		Mayor
Tarimas quebradas, problemas de empaque		Mayor
Grading de la madera contra patrón aprobado	Menor	o Mayor
Apariencia de empaque	Menor	
(dependiendo de la apariencia general)		
Pequeñas astilladuras en superficie	Menor	o Mayor
Diferencia de color con respecto a patrón aprobado	Menor	o Mayor
Golpes de manejo	Menor	o Mayor
Mucha textura en acabado	Menor	o Mayor
Manchas, sombras o suciedad	Menor	o Mayor

**Nota:** Piezas dentro de la tolerancia con NO DEFECTOS

## **ANEXO 2 .**

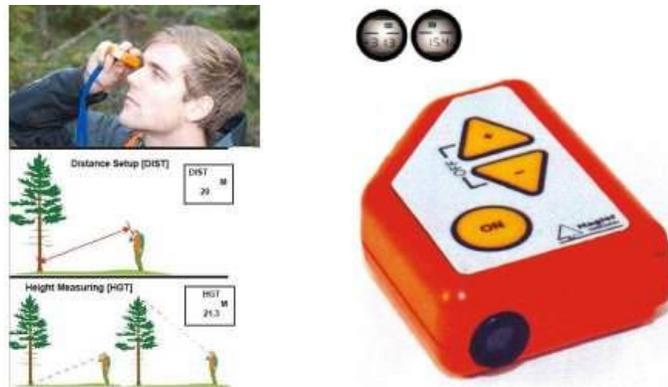
### **Equipos de medición utilizados en la industria de la madera en el control de árboles**

A continuación se presenta una breve descripción de algunas de las herramientas y equipos utilizados en la industria de la madera. Se contempla desde equipo para medición de árboles y trozas (materia prima) como para control de procesos productivos en la industria forestal.

- **Vara de medición**: Son tubos usualmente de 1,5 m de largo, contruidos de aluminio o fibra de vidrio. Se usan para árboles más pequeños de 25 m y con buena visibilidad. Las varas se van acoplando una con otra hasta alcanzar la punta superior del árbol. La altura del árbol se determina contando el número de varas empleadas. Proporcionan un método directo para medir la altura de los árboles. Son instrumentos precisos, con errores menores del 1%.



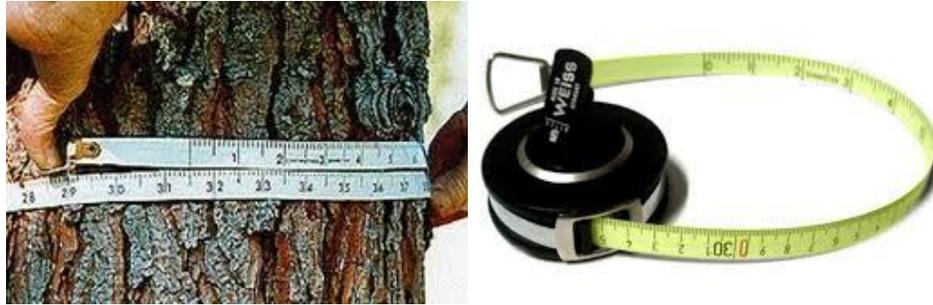
- **Clinómetro**: Es un instrumento que se utiliza para medir las alturas de los objetos, como árboles, con la vista. Estos trabajan sobre la base de la geometría de los triángulos y requieren que se mire a través de una lente, y se lea una escala impresa en ella; existen diferentes clinómetros que medirán en diferentes escalas. Cada clinómetro está calibrado para trabajar a partir de una distancia específica.



- **Forcípula:** Es un instrumento de metal o madera que consta de una regla graduada (A) y dos brazos perpendiculares a esta, uno fijo (B) y otro móvil (C), que se desplaza a lo largo de la regla, leyéndose directamente en la regla el diámetro, dicha medida se realiza generalmente a 1,30 de altura desde el nivel del suelo. Es un instrumento muy sencillo en su utilización, debiéndose tener cuidado en evitar errores debidos a la mala posición de los brazos, a la inclinación del instrumento al realizar la toma de medidas. La capacidad de medición de las forcípulas viene dada por su longitud que oscila generalmente entre 40 y 130 cm, y la división mínima puede ser en cm o mm.



- **Cinta Diamétrica:** Los diámetros de objetos como columnas cilíndricas, postes y árboles no pueden medirse de modo directo. Pueden, en cambio, medirse indirectamente si su forma es aproximadamente circular. Para ello se mide su perímetro, que sí es accesible, no con una regla sino con una cinta métrica flexible. Cuando se mide el perímetro de un objeto circular con esa cinta, llamada cinta diamétrica, el valor obtenido es directamente el del diámetro.



### **Equipos de medida utilizados en la industria de la madera en el procesamiento secundario.**

A continuación se presentan una serie de equipos que deben tener un control metrológico al ser utilizados como instrumentos de medida para la elaboración de muebles de diversos tipos.

- **Cinta métrica:** La cinta métrica comúnmente es de acero de resorte templado enrollada en una caja de acero, esta tiene la funcionalidad de medir o trazar longitudes rectas, también son especiales para medir y trazar piezas contorneadas. Se utiliza para realizar las diferentes mediciones dentro de la industria.



- **Escuadra:** Se utiliza para trazar líneas perpendiculares, y para comprobar si un ángulo es de 90°, se usa como referencia para el trazado de líneas rectas en la conformación de muebles de madera



- **Regla:** Se usa para medir longitudes, suele ser metálica.



- **Pie de rey:** Es un instrumento de medición lineal, que se utiliza para realizar mediciones exteriores e interiores de objetos grandes y pequeños, existen varios tipos de calibres. El manejo del pie de rey es sencillo aún en mediciones de precisión, gracias a su ajuste preciso para mediciones ajustadas y su rueda de ajuste para fijar la medición apenas hecha. En la elaboración de muebles, se puede utilizar para la medición de las diferentes piezas de madera y el cálculo de los espesores de la madera, su indicación puede digital, facilitando el proceso de medición.



**Niveles:** Es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento.



## Instrumentos de medición de la humedad

La humedad es un elemento crítico para la adecuada calidad de productos de madera. El utilizar madera que no tenga los niveles de humedad correctos para el lugar o la aplicación que se van a utilizar, traerá sin duda al fabricante problemas posteriores de reclamos de sus clientes.

Para realizar las mediciones que comprueben la humedad de la madera se utiliza un instrumento llamado higrómetro. Este es un aparato, simple, eficaz, sencillo y económico.



Otro instrumento utilizado es el termohigrómetro, el cual es un equipo que mide la temperatura y la humedad relativa del aire y del medio ambiente. El termohigrómetro es un instrumento muy útil y práctico, además, los datos que se obtiene por medio de él son fáciles de interpretar. Los termohigrómetros se basan en sensores que miden la conductividad eléctrica de un material a distintas temperaturas y humedades.



## **BIBLIOGRAFIA**

- Paul Keller, “Six Sigma Demystified” . Editorial McGraw Hill , 2a Edición 2011
- Jay Arthur, “Lean Six Sigma Demystified” . Editorial McGraw Hill , 2a Edición 2011
- Ing. José Gutiérrez Acosta, “Guía de Control de Calidad para muebles de madera” Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito Ecuador 1983
- Programa de calidad, ambiente y metrología. “Conceptos e importancia de las mediciones en la industria de la madera” Universidad Nacional, Mayo 2014
- Dr. Henry Quesada. “Gráficos de Control de Calidad y su impacto en la industria de transformación de la madera” , Oficina Nacional Forestal, Marzo 2014
- Centro de Innovación tecnológica de la madera, “Buenas Prácticas en la Operación y Mantenimiento del Aserradero” , [www.citemadera.gob.pe](http://www.citemadera.gob.pe). Perú
- [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev58/administracion\\_manten.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev58/administracion_manten.pdf)
- <http://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/Centro%20de%20Fichas/Documents/prevencion-de-riesgos-en-la-industria-de-la-madera-y-el-papel.pdf>
- Enciclopedia de Salud y seguridad en el trabajo OIT, CAP, 71. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/71.pdf>
- <http://www.usc.edu.co/gestionhumana/files/Manual%20de%20Higiene%20y%20Seguridad%20Industrial%20USC%202008.pdf>
- [http://www.slideshare.net/sorayac/muestreo-en-control-de-calidad-10387849?qid=5d734bd7-269b-4056-a6ce-abb29cd46625&v=default&b=&from\\_search=2](http://www.slideshare.net/sorayac/muestreo-en-control-de-calidad-10387849?qid=5d734bd7-269b-4056-a6ce-abb29cd46625&v=default&b=&from_search=2)
- <http://www.monografias.com/trabajos87/calculo-del-tamano-muestra/calculo-del-tamano-muestra.shtml#ixzz36LuR3436>.

## Tabla de contenido

Introducción .....	5
CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA .....	6
1. Propiedades Anatómicas .....	6
1.1 Planos de la madera .....	6
1.2 Propiedades generales de la madera .....	7
1.3 Composición anatómica de la madera .....	9
1.4 Distribución de los elementos celulares. ....	10
1.5 Efectos de la anatomía en las propiedades de la madera. ....	12
Propiedades físicas de la madera. ....	14
1. Importancia de las propiedades físicas de la madera. ....	14
1.1 Contenido de humedad .....	14
1.2 Densidad.....	16
1.3 Peso específico. ....	16
1.4 Estabilidad dimensional.....	17
Propiedades Mecánicas de la madera. ....	20
1. Importancia de las propiedades mecánicas de la madera. ....	20
PROCESOS PRODUCTIVOS. ....	24
1. Aserrío. ....	24
1.1 Patrón de corte.....	25
1.2 Operaciones básicas .....	26
1.3 Máquinas para aserrío.....	28
2. Secado .....	32
2.1 Importancia del secado en la industrialización de la madera .....	32
2.2 Tipos de secado:.....	33
2.3 Programas de secado .....	35
2.4 Factores que afectan el secado. ....	35
2.5 Defectos de secado .....	37
2.6 Recomendaciones para un buen secado.....	38
3. Preservación. ....	39
3.1 Importancia de la preservación.....	39
3.2 Degradación de la madera. ....	39
3.3 Métodos de preservación. ....	42

PROCESAMIENTO SECUNDARIO y trabajabilidad de la madera .....	46
1.    Trabajabilidad de la madera .....	48
ANEXO 1 .....	51
ANEXO 2 .....	55
ANEXO 3 .....	59
BIBLIOGRAFIA .....	60

Indice de Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Planos de corte de la madera aserrada vista en un extremo o sentido transversal. ....	7
Cuadro 2. Tipos de grano con sus respectivas características. ....	8
Cuadro 3. Descripción de las principales células que componen a la madera ....	9
Cuadro 4. Tipos de agua con sus respectivas posiciones y efectos sobre la madera. ....	15
Cuadro 5. Clasificación de la madera según su peso específico. ....	17
Cuadro 6. Clasificación de la madera según su porcentaje de contracción ....	18
Cuadro 7. Tipos de carga ....	20
Cuadro 8. Principales cargas mecánicas a las que puede estar sometida la madera. ....	21
Cuadro 9. Comparación de las propiedades mecánicas en condición seca ....	23
Cuadro 10. Operaciones básicas en aserrío. ....	27
Cuadro 11. Ventajas y desventajas de aserradero fijo y portátil ....	29
Cuadro 12. Funciones de máquinas para aserrío. ....	30
Cuadro 13. Comparación entre madera de bosque natural y madera de plantación. ....	31
Cuadro 14. Ejemplo “Programa de Secado” ....	35
Cuadro 15. Humedad inicial de algunas especies de plantación ....	36
Cuadro 16. Comparación del tiempo de secado para maderas de plantación con un espesor de 2,5 cm, según método de secado. ....	37
Cuadro 17. Defectos producidos durante el secado. ....	37
Cuadro 18. Comparación entre hongos manchadores y hongos de pudrición ....	41
Cuadro 19. Algunas especies clasificadas según su durabilidad ....	42
Cuadro 20. Operaciones en la madera ....	46
Cuadro 21. Comparación de la trabajabilidad de la madera de 10 especies estudiadas provenientes de plantación de Costa Rica. ....	49
Figura 1. Planos de crecimiento de la madera. ....	6
Figura 2. Diferentes planos de la madera. ....	6
Figura 3. Diferencia de coloración entre albura y duramen. ....	8
Figura 4. Diferentes tipos de porosidades. ....	11
Figura 5. Tipos de parénquima. ....	12
Figura 6. Efectos de la anatomía en las propiedades de la madera ....	13
Figura 7. Contracciones o deformaciones de la tabla según la parte de la troza donde fue cortada. ....	18
Figura 8. Contracción de una pieza de madera en corte radial. ....	19
Figura 9. Esquema básico de aserrío de trozas. ....	24
Figura 10. Patrones de corte para trozas de Bosque Natural. ....	25
Figura 11. Patrones de corte para tozas provenientes de Plantaciones. ....	25
Figura 12. Aserrío Primario. ....	26
Figura 13. Bloques y tablas obtenidos del proceso de aserrío secundario. ....	26
Figura 14. Aserradero fijo. ....	28
Figura 15. Aserradero móvil o portátil. ....	29
Figura 16. Esquema de evaporación del agua. ....	33
Figura 17. Pila de secado al aire. ....	34
Figura 18. Secado convencional de madera. ....	34

Figura 19. Agentes de deterioro de la madera .....	40
Figura 20. Agentes de degradación de la madera. ....	40
Figura 21. Tanque de acero donde se aplica el método de preservación vacío-presión .....	43
Figura 22. Madera preservada con tratamiento de vacío-presión .....	43
Figura 23. Penetración de preservante en madera de Melina .....	44
Figura 24. Canoa de inmersión .....	45

## **INTRODUCCIÓN**

Las características propias de la madera tienen un impacto directo en el rendimiento, la trabajabilidad y el adecuado desempeño de la madera. El almendro es una madera que se conoce como dura, la melina una que se conoce como suave. Qué significa esto? Se puede utilizar el almendro y la melina para los mismos productos? Se puede procesar de la misma manera?

Otro ejemplo: dos tipos de madera - madera albura (parte clara) y el duramen (conocido por algunos como madera de corazón) - tiene sus efectos durante el uso ya que la madera de duramen tiene mayor durabilidad natural, pero este tipo de madera por lo general no es posible de preservar. Otro en el caso de la fabricación de muebles, el entender que madera con poros grandes (poros visibles a simple vista) por lo general no puede ser usada en muebles ya que producen una textura gruesa, que las hace difícil de lijar y aumentan el consumo de acabado. No obstante madera de poros de tamaño medio (poco visibles a simple vista) son las más usadas en la fabricación de muebles.

En resumen, es muy importante tener claridad de las propiedades de la madera que se desea utilizar en un proceso productivo. Éstas determinarán en gran medida los equipos, herramientas, procesos y productos que se puedan fabricar.

Este módulo de ingeniería de la madera se divide en dos grandes apartados. El primero, “Características de la madera” describe algunos elementos básicos acerca de las características de la madera y como estos impactan en su uso y desempeño. Este es un apartado que incluye algunas descripciones teóricas que requerirán de la atención del lector pero que conforme avance la lectura se entenderá su aplicación en la práctica. En el segundo apartado “Procesos productivos”, se hará una breve descripción de las principales operaciones ejecutadas durante la manufactura y cómo las características indicadas afectan o facilitan el procesamiento de la madera y su trabajabilidad.

# CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

## 1. Propiedades Anatómicas

### 1.1 Planos de la madera

Para comprender la naturaleza de las características de la madera es importante entender el tema relacionado con los planos de la madera, comúnmente llamados corte de madera. Estos cortes son dados por el origen del árbol, porque durante su desarrollo el crecimiento se produce en dos sentidos longitudinal y transversal. (Figura 1):



Figura 1. Planos de crecimiento de la madera.

Debido que el árbol tiene forma de cilindro, es posible encontrar tres posibles planos: radial, tangencial y longitudinal. Estos planos se muestran en la figura siguiente.

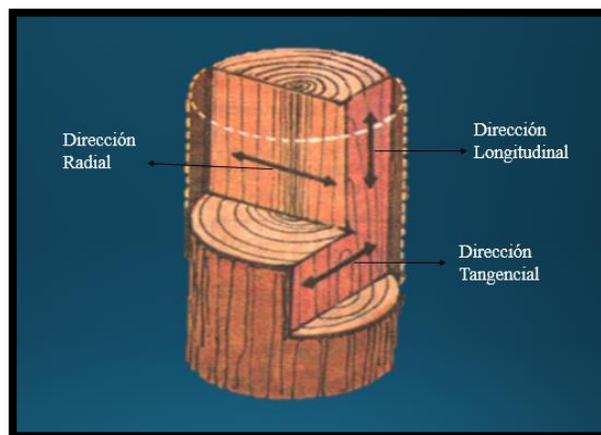
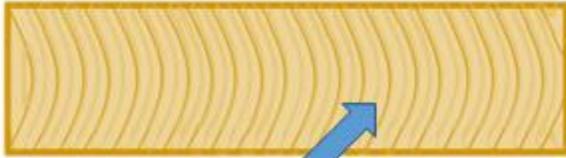
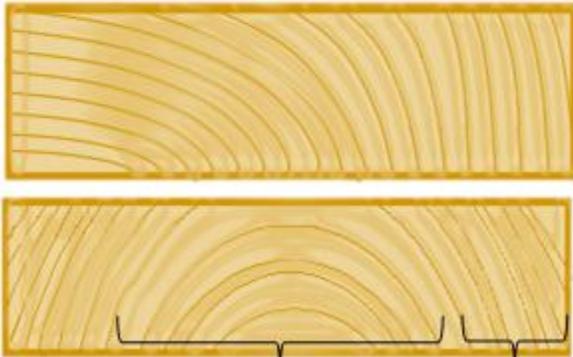


Figura 2. Diferentes planos de la madera

Foto: Fuente: JAC 1980

La troza, luego de su aserrío y considerando los planos anteriores, puede generar tablas con los siguientes cortes:

Cuadro 1. Planos de corte de la madera aserrada vista en un extremo o sentido transversal.

<p><b>Plano tangencial:</b> La tabla es cortada paralela o tangente a los anillos de crecimiento</p>	
<p><b>Plano radial:</b> La tabla es cortada paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.</p>	 <p style="text-align: center;">Anillo de crecimiento</p>
<p><b>Plano oblicuo:</b> La tabla es cortada en una parte de la troza que contiene madera de corte tangencial y madera de corte radial.</p>	 <p style="text-align: center;">Parte de corte tangencial    Parte de corte radial</p>

## 1.2 Propiedades generales de la madera

Las propiedades generales de la madera pueden ser observadas a simple vista.

- Albura: es la parte del árbol que se encarga de almacenamiento de nutrientes, conducción de agua y procesos metabólicos; en algunas especies de árboles corresponde a la parte más clara de la madera y por lo general se encuentra en la parte más externa del troco y es de color blanco (Figura 3).
- Duramen: se encarga del soporte del árbol y en algunas especies corresponde a la parte más oscura de la madera (Figura 3). Esto es importante ya que este tipo de madera tiene diferentes condiciones, por ejemplo la madera de albura es menos durable que la madera de duramen.

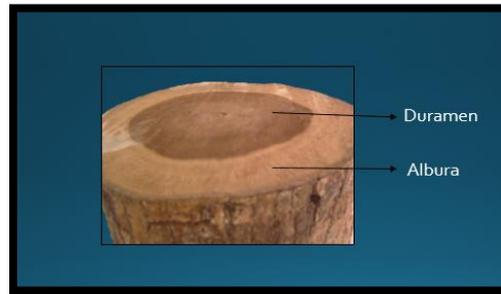


Figura 3. Diferencia de coloración entre albura y duramen  
Foto: Róger Moya

- Textura: Esta característica está relacionada al tamaño de los poros. Madera de textura fina posee poros pequeños y madera de textura gruesa posee poros gruesos.
- Grano: se refiere al hilo de la madera en relación al eje del árbol o de una pieza de madera (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tipos de grano con sus respectivas características.

Tipo de grano	Características	Ejemplos
Recto	Las capas de crecimiento tienen una misma dirección durante todo el año. Madera susceptible a rajarse.	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel) 
Entrecruzado	Las capas de crecimiento presentan diferente orientación. La madera presenta muchas deformaciones y dificultades de trabajar.	<i>Dipteryx panamensis</i> (Almendro) 
Ondulado	Las capas de crecimiento alteran constantemente su dirección, aparentando irregularidad.	<i>Terminalia</i> sp. (Surá) 
Inclinado o diagonal	Los elementos longitudinales de la madera presentan un desvío respecto al eje longitudinal del árbol. Afectan significativamente las propiedades de la madera.	<i>Eucalyptus</i> sp. 
Velloso	Se da durante cepillado de la madera y se produce con frecuencia en madera que se cepilla verde.	
Levantado	Se da durante el cepillado de la madera y se produce con frecuencia en madera que se cepilla verde.	

Fotos: Róger Moya

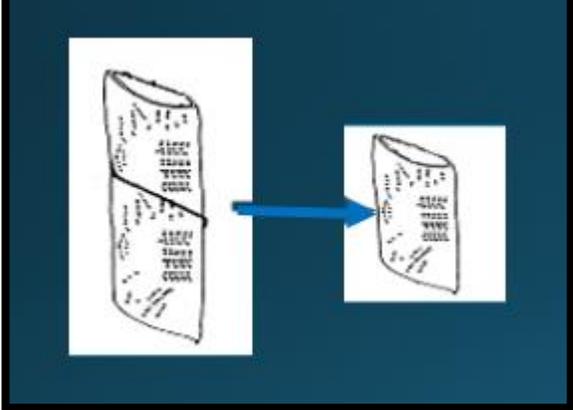
- Color de la madera: las maderas oscuras están asociadas a alta durabilidad y de esto depende su valor comercial.

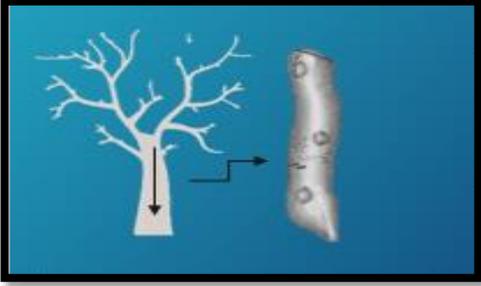
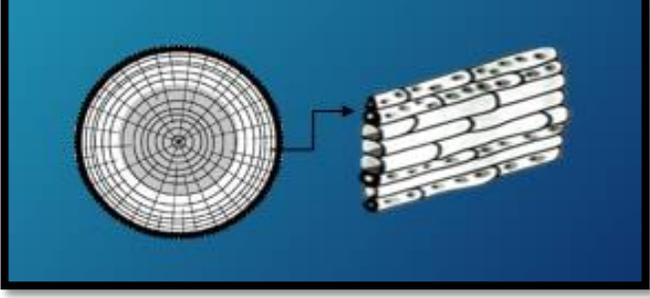
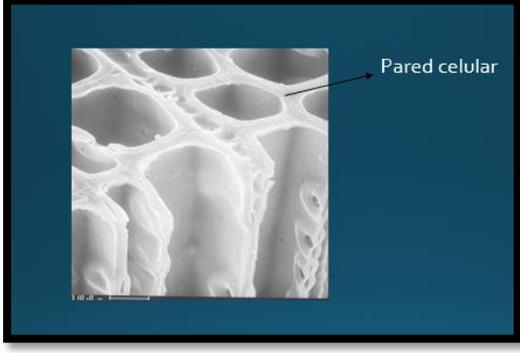
- Olor: es producto de sustancias presentes en el duramen y se da principalmente en la madera recién cortada. Por ejemplo: Olor agradable (cedro) y olor desagradable (Surá).
- Sabor: al igual que la anterior es originado por la presencia de sustancia (extractivos) en la madera. En algunos casos pueden limitar la utilización de algunos tipos de madera para ciertos usos.
- Lustre: capacidad de reflejar la luz o exhibir cierto resplandor. Depende del tipo de luz y la presencia de sustancias en la madera, por ejemplo sustancias aceitosas y cerosas reducen el lustre. Tipos: bajo, mediano y alto.

### 1.3 Composición anatómica de la madera.

La madera está compuesta por: fibras, vasos o poros y parénquima (radial y longitudinal). Una breve descripción se presenta a continuación:

Cuadro 3. Descripción de las principales células que componen a la madera

<p>Fibras: son los elementos que sirven de soporte mecánico del árbol.</p>	
<p>Vasos o poros: tienen forma cilíndrica y cumplen con la función de transportar agua y minerales desde las partes más bajas hacia las más altas del árbol.</p>	

<p>Parénquima axial o longitudinal: sirven de almacenamiento de nutrientes. Son de forma cilíndrica y están ubicados longitudinalmente en el árbol</p>	
<p>Parénquima radial: tienen la función de almacenamiento de nutrientes, son de poca longitud y de forma cilíndrica</p>	
<p>Pared Celular: se encarga del crecimiento y la rigidez del árbol, además los protege de los virus</p>	

#### 1.4 Distribución de los elementos celulares.

Cada elemento anatómico tiene una distribución en la madera que lo hace característico de cada especie. Estos elementos anatómicos se pueden distinguir visualmente y es aceptado utilizar en muchos casos lupas de 10 aumentos (10X). Seguidamente se detallan cada uno de ellos:

Vasos: se distinguen por el extremo o cabeza de la pieza de madera. Estos se distinguen por que se observan orificios muy pequeños y pueden presentar 3 tipos de porosidades (Figura 4): difusa, anular o semianular, y en algunos casos es posible observar estos alineados en filas o cadenas.

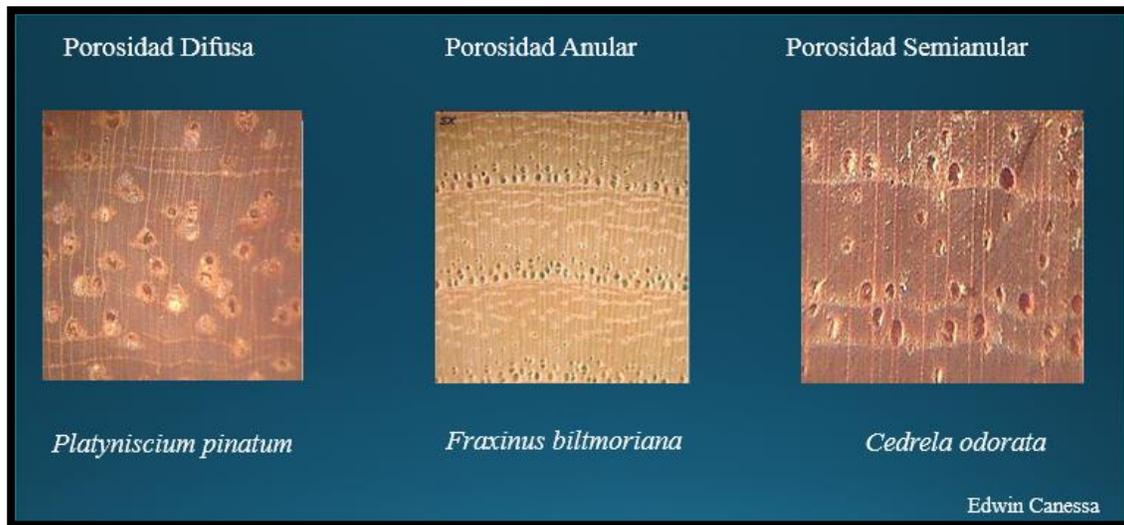


Figura 4. Diferentes tipos de porosidades.

Radios: este tejido, observado en la sección transversal, se diferencia del resto de los elementos anatómicos por presentar una tonalidad más clara. Básicamente presenta dos tipos de distribución: estratificado y no estratificado.

Parénquima longitudinal: nuevamente se observa en la sección transversal y generalmente presenta diferentes tipos: paratraqueal (asociado a poros) y apotraqueal (no asociado a poros). En la siguiente Figura 5 se distinguen los diferentes tipos de parénquima.

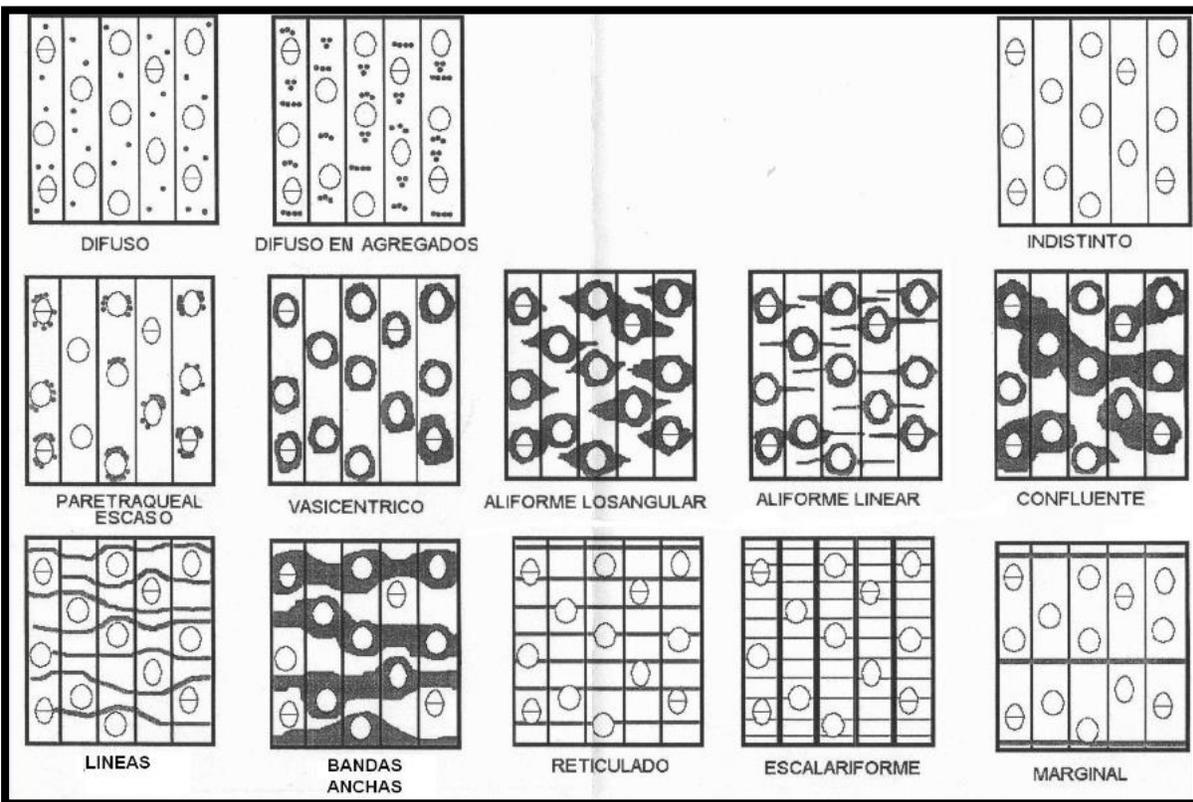


Figura 5. Tipos de parénquima.

Foto: Instituto de Pesquisas Brasileñas (IPT)

### 1.5 Efectos de la anatomía en las propiedades de la madera.

La figura a continuación muestra la relación entre la estructura anatómica de la madera (las características que se han revisado hasta el momento) y sus propiedades y su comportamiento tecnológico, es decir, cómo la anatomía determina aspectos fundamentales como: densidad, resistencia, durabilidad natural, permeabilidad, trabajabilidad, estabilidad dimensional, encolado y aplicación de acabados, capacidad de combustión y apariencia decorativa.

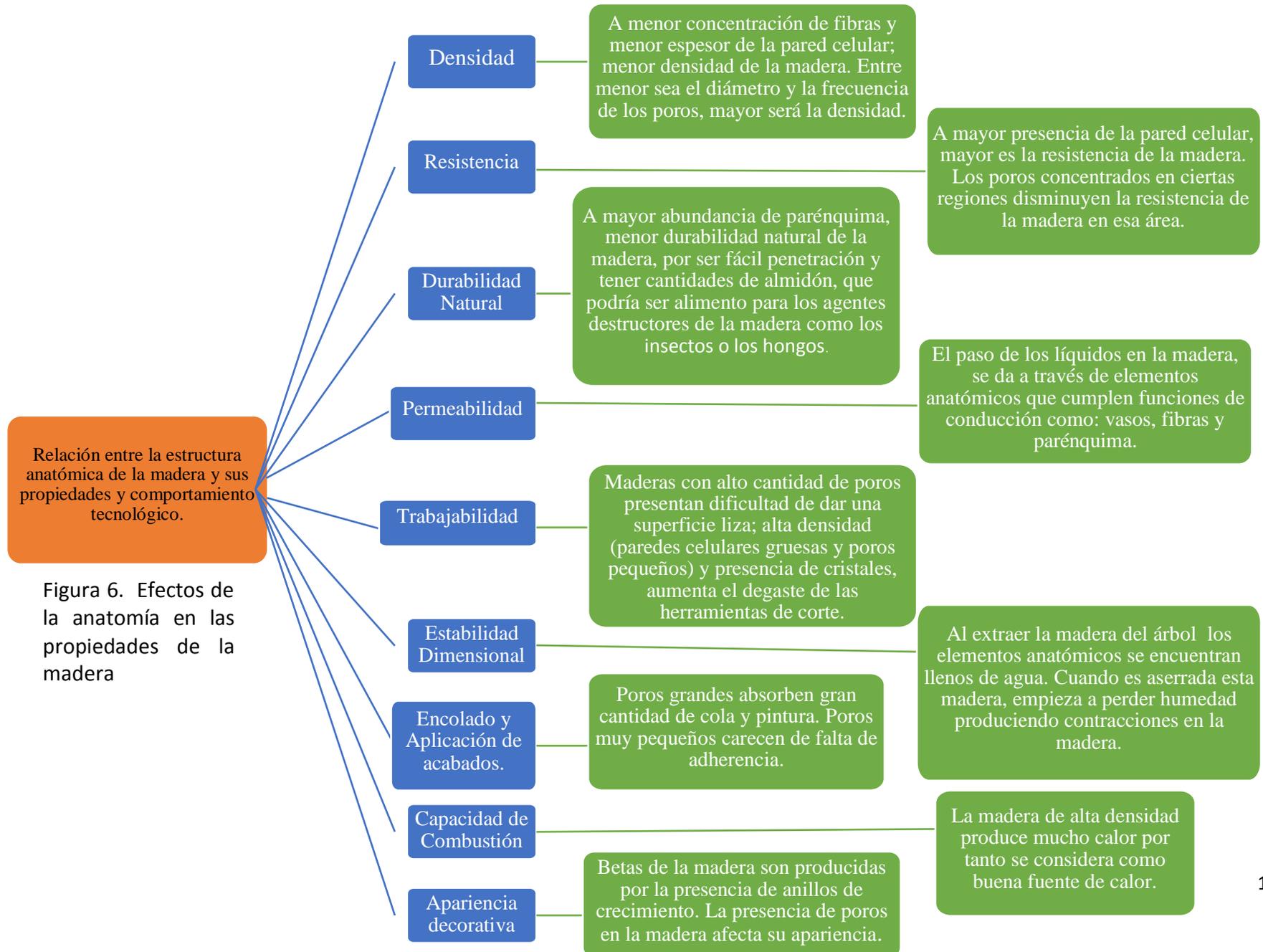


Figura 6. Efectos de la anatomía en las propiedades de la madera

## **PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA.**

Las propiedades físicas son características de la madera y tiene estrecha relación con las condiciones de crecimiento, la edad, la parte del árbol y el manejo que le dio el productor a la plantación.

### **1. Importancia de las propiedades físicas de la madera.**

El conocimiento de las propiedades físicas es de gran importancia en la industrialización de la madera, porque permiten definir la capacidad de una determinada especie para un uso específico.

Por ejemplo: tomando en cuenta las propiedades de hinchamiento y contracción, se recomienda al aserrador cortar la madera con sobre dimensión (dimensionado en verde). Esto porque al secarla se produce una disminución de las dimensiones y podía alterar el uso final de la madera. El conocimiento del contenido de humedad es fundamental ya que algunas especies como melina y teca se sabe que contienen alta humedad, pero otras especies como las trozas de las partes altas de acacia poseen baja humedad. Esta diferencia en humedad podría repercutir en el secado de la madera. En el caso de la densidad, es importante en el momento del transportar la madera, debido al peso y al espacio que esta ocupa en el camión transportador y por tanto el costo de transporte. Por ejemplo es común utilizar una relación de 1100 kg de madera en trozas por cada metro cúbico.

*El conocimiento de las propiedades físicas de la madera es de gran importancia en su industrialización, porque permiten determinar la capacidad de cada especie para un uso específico.*

A continuación se explican las propiedades físicas más importantes y que tienen mucha relación con el desempeño de la madera y su industrialización:

#### **1.1 Contenido de humedad**

Los árboles, al ser seres vivos, necesitan gran cantidad de agua para vivir, por esto el agua es un componente natural de cada árbol. El agua puede representar más de la mitad del peso de la madera y la cantidad varía dependiendo de la especie, de la edad del árbol, de la época del año y del lugar donde crece dicho árbol. Un aspecto importante a destacar de

las propiedades físicas y muchas otras propiedades de la madera es que estas tienen una relación directa con el contenido de agua dentro de la madera.

El contenido de humedad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \left[ \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right] * 100$$

Por ejemplo, si se tiene una pieza de madera cuyo peso en verde es de 350 gramos; luego se lleva al horno y alcanza un peso seco de 150 gramos, en ese momento el contenido de humedad de la pieza, acorde con la ecuación siguiente, es de 133 %.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} \text{ en pieza de } 350 \text{ gramos.} = \left[ \frac{350 - 150}{150} \right] * 100 = 133\%$$

Cuadro 4. Tipos de agua con sus respectivas posiciones y efectos sobre la madera.

Tipo de agua	Sitio donde se presenta	Efectos sobre la madera
Agua Libre	Vasos, canales resiníferos y cavidades celulares (lumen).	Brinda peso a la madera y la hace susceptible al ataque de hongos e insectos.
Agua Atada	Paredes celulares.	Produce contracciones e hinchamiento en la madera y no permite el ataque de hongos e insectos.
Agua de Constitución	Compuestos químicos de la madera.	Se elimina solamente cuando se quema la madera.

El agua en la madera se presenta de tres formas diferentes, su ubicación y efectos que presentan sobre la madera se muestran en la continuación:

- Agua libre: es la humedad que se encuentra dentro de la madera y se presenta en forma líquida y es eliminada durante las primeras horas del secado o días después de que el árbol se corta.

- Agua atada: es el agua que se encuentra en la pared celular de las fibras y es la que produce contracciones en la madera cuando se elimina en secado. En caso de humedecerse la madera, el agua que se absorbe ingresa a la pared celular de las fibras, por lo que se da hinchamiento en la pieza de madera. Este tipo de agua es difícil de eliminar dentro de la madera y por lo tanto se necesita más calor para secarla.
- Agua de constitución: este tipo de agua forma parte de la madera y se puede eliminar solamente cuando dicha madera es quemada.

*El agua atada es la que tiene el principal efecto en pandeo y contracciones y expansiones dimensionales de la madera, de ahí su importancia*

El término madera húmeda se describe como el contenido de humedad verde o máximo de la madera, esto se da cuando la madera está saturada de agua, es decir, al ser recién cortada o estar sumergida totalmente en agua, en ese momento todos los espacios celulares y la pared celular se encuentran llenos de agua.

Un parámetro muy usado y que es importante durante el secado es el referido al Punto de Saturación de las Fibras (PSF). Este punto significa el contenido de humedad donde se ha liberado el agua libre y solamente queda el agua atada. En forma general y a nivel mundial se establece que el PSF se alcanza cuando el contenido de humedad en la madera es igual al 30%.

## 1.2 Densidad

Es la relación que hay entre la masa (peso) de la pieza de madera y el volumen de la misma. Es una propiedad física que varía según el grado de humedad de la madera, por esta razón no es común que se presente este tipo de término para madera.

Por ejemplo: se tiene una pieza de madera que en verde pesa 3,2 Kg, sus dimensiones son de 1”x3”x4 varas, es decir, el volumen es de 6137 cm<sup>3</sup>, por lo tanto la densidad de esta pieza es de 500 kg/m<sup>3</sup>, acorde con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa (Kg)}}{\text{Volumen (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{3,2 \text{ Kg}}{0.006137 \text{ (m}^3\text{)}} = 500 \text{ Kg/ m}^3$$

## 1.3 Peso específico.

Es la relación entre el peso de la madera y el peso de un volumen de agua, o bien, la relación entre la densidad de la madera y la densidad del agua.

Por ejemplo: si se utiliza la misma pieza del ejemplo anterior donde se obtuvo una densidad de 500 Kg/m<sup>3</sup>, y tomando en cuenta que la densidad del agua es igual a 1000 Kg / m<sup>3</sup>, se obtiene un peso específico de esa pieza de madera de 0,5, acorde con la ecuación siguiente:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Densidad de la madera (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Densidad del agua (Kg/m}^3\text{)}} = \frac{500 \text{ Kg/m}^3}{1000 \text{ Kg / m}^3} = 0,5$$

El peso específico es importante ya que se suele clasificar la madera según este parámetro, a continuación se detalla esta clasificación. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación de la madera según su peso específico.

Pesos específicos básicos	Término descriptivo FPL 0171	Clasificación de Costa Rica	Principales especies comerciales
Menos de 0,20 0,20 a 0,25	Extremadamente liviana Excesivamente liviana		Balsa, Jaúl, Cebo, Botarrama
0,25 a 0,30 0,30 a 0,36	Muy liviana Liviana	Liviana	
0,36 a 0,40	Moderadamente liviana		
0,40 a 0,42 0,42 a 0,50	Moderadamente liviana Moderadamente pesada	Semidura	Melina, Ciprés, Pochote, Laurel, Teca, Caoba
0,50 a 0,60	Pesada		Acacia, Pino, Eucalipto, Cedro.
0,60 a 0,72 0,72 a 0,68	Muy pesada Excesivamente pesada	Dura	Manú, Roble, Surá Guayacán Real,
Más de 0,68	Excesivamente pesada		Almendro,

#### 1.4 Estabilidad dimensional

Se entiende por estabilidad dimensional la disminución o el aumento de las dimensiones de las piezas de madera debido a los cambios de humedad (Figura 7). Esta estabilidad varía con el peso específico de las especies, el contenido de humedad y de las condiciones de secado (tiempo, temperatura, forma de las piezas). Sin embargo el factor que más influye en las contracciones de la madera es la posición dentro del árbol o la sección transversal. La siguiente figura muestra cuál es el tipo de contracción que se presenta en las piezas de madera, según la parte de la troza donde fue cortada la tabla.

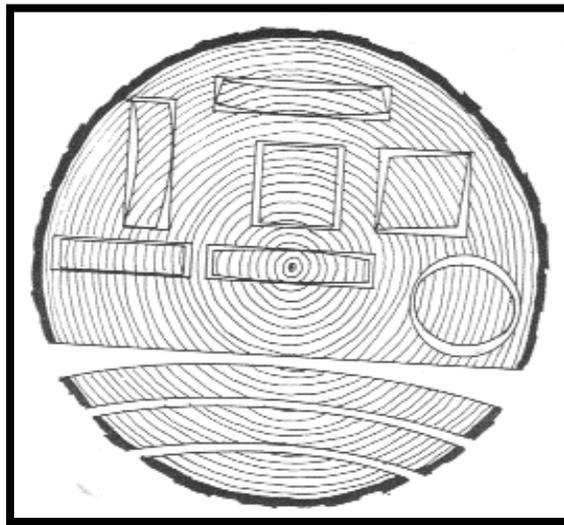


Figura 7. Contracciones o deformaciones de la tabla según la parte de la troza donde fue cortada

Foto: JUNAC, 1980

Un aspecto importante de mencionar sobre las contracciones y el hinchamiento es que éstas ocurren bajo el punto de saturación de las fibras (30%), por lo que la contracción no se presenta cuando la madera está húmeda.

En el cuadro 6 se presenta la clasificación de la madera según su porcentaje de contracción.

Cuadro 6. Clasificación de la madera según su porcentaje de contracción.

Contracciones	Clasificación	Principales especies comerciales
1-4%	Bajo	Balsa, Jaúl, Cebo, Botarrama
5-7%	Media	Melina, Ciprés, Pochote, Laurel, acacia, Teca, Caoba, Cedro, Pino, Eucalipto.
Mayor a 8%	Alta	Manú, Roble, Surá Guayacán Real, Almendro.

Las contracciones se pueden presentar en tres direcciones: tangencial, radial y volumétrica.

- Contracciones en el corte tangencial: Se presentan cuando en la tabla se observan los anillos de crecimiento como muestra en la figura 8 la tabla recién cortada

presenta 12 pulgadas de ancho (30 cm) (a) y luego de secado la disminución a lo ancho de la pieza se produce tangente a los anillos y su dimensión puede ser de 1/4 pulgada, quedando un ancho de  $11\frac{3}{4}$  pulgadas (ver línea punteada en a.)

- Contracciones en el corte radial: Se presentan cuando en la tabla se observan los anillos como muestra la figura 8 (b). La tabla recién cortada presenta 12 pulgadas de ancho (30 cm) y luego del secado la disminución del ancho de la pieza se produce perpendicular a los anillos de los árboles y su dimensión puede ser de 1/8 pulgadas, quedando un ancho de  $11\frac{7}{8}$  pulgadas (Figura 8b).

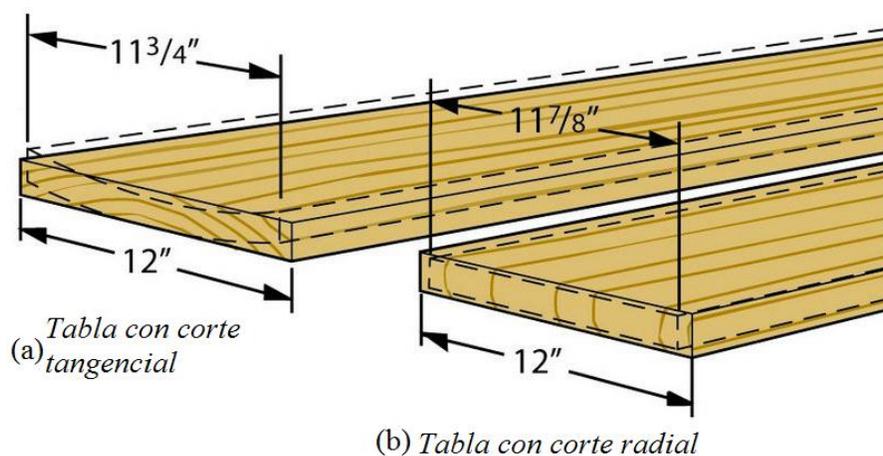


Figura 8. Contracción de una pieza de madera en corte radial

Fuente:

[http://workshopcompanion.com/KnowHow/Design/Nature\\_of\\_Wood/2\\_Wood\\_Movement/2\\_Wood\\_Movement.htm](http://workshopcompanion.com/KnowHow/Design/Nature_of_Wood/2_Wood_Movement/2_Wood_Movement.htm)

- Contracciones volumétricas: se refiere al cambio de volumen en las piezas de madera debido a la pérdida de humedad; es la suma de todas las contracciones y normalmente es mayor en las piezas de madera con mayor densidad.
- Hinchamiento: es lo contrario a la contracción, aumento de las dimensiones de las piezas y ésta depende del contenido de humedad de la madera, se refiere a la absorción de agua, lo que produce aumento de peso y aumento en dimensiones de las piezas de madera. Esto ocurre cuando una tabla seca se humedece, por ejemplo, en época húmeda o durante la época lluviosa muchas puertas se pegan porque la madera de las puertas se hincha.

# **PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA.**

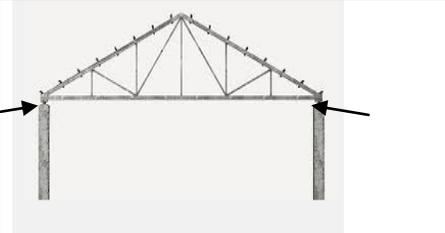
## **1. Importancia de las propiedades mecánicas de la madera.**

Las propiedades mecánicas son características importantes pues determinan la resistencia que tendrá la madera en aplicaciones donde está sometida a carga o altos esfuerzos. Por ejemplo, la resistencia de una carrocería de madera para un camión que transporta ganado, la resistencia de construcciones con aplicaciones estructurales, el tipo de madera que se debe utilizar para la construcción de un puente donde es necesario que resista el tránsito diario, o la dureza de la madera de los pisos para evitar rayonazos.

Las propiedades mecánicas, son aquellas propiedades que permiten diseñar estructuralmente un producto en madera. Puede entenderse también como la capacidad que tiene la madera de resistir alguna carga.

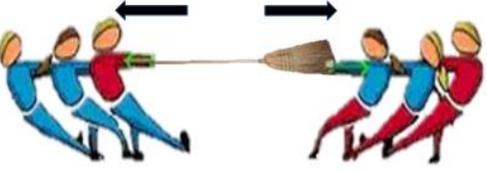
La carga es la acción o fuerza que actúa sobre un cuerpo o estructura para cambiar su forma (deformación). Se identifican tres tipos de carga (Cuadro 7):

Cuadro 7. Tipos de carga.

Tipo de carga	Descripción	Ejemplo
Muerta	Es una carga permanente en la estructura de madera y puede ser el peso de las láminas de zinc sobre una viga de madera.	
Instantánea	Es momentánea, como cuando una persona está sentada en una silla.	
Súbita	Se da por un período de tiempo intermedio, como al golpear una pared fuertemente con el puño cerrado.	

En la madera que está siendo usada estructuralmente, existen cargas a las que puede estar sometida (Cuadro 8):

Cuadro 8. Principales cargas mecánicas a las que puede estar sometida la madera.

<p>Esfuerzo de flexión: es aquel esfuerzo donde la madera es colocada en sentido longitudinal y esta soportada en dos puntos y se le aplica una carga, la cual produce una curvatura, flexión o pandeo. En este uso son importantes los siguientes términos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de ruptura (MOR), el cual representa la máxima carga (Carga de falla) que soporta la pieza de madera en un área determinada.</li> <li>• Módulo de elasticidad, este término representa la capacidad de la madera a doblarse sin llegarse a quebrar. Por ejemplo las piezas de madera que conforman un puente de madera ya sea para transporte o de tipo peatonal.</li> </ul>	 <p>Fuente:  <a href="http://www.tiempo.com.uy/forestales/1414-un-puente-de-madera-une-regiones-del-uruguay-profundo-en-paso-del-billar">http://www.tiempo.com.uy/forestales/1414-un-puente-de-madera-une-regiones-del-uruguay-profundo-en-paso-del-billar</a></p>
<p>Compresión: es la resistencia que tiene la madera a soportar las fuerzas que tratan de comprimirla. Determina la carga que un poste o columna podría soportar.</p>	
<p>Tensión: Se presenta cuando una pieza de madera se trata de estirar como un elástico. Por ejemplo cuando una escoba es tomada por dos o más personas, esta se trata de estirar.</p>	
<p>Dureza: es la resistencia de la madera al rayado o desgaste. Esta</p>	

<p>representa la resistencia que tiene la madera al hundimiento por una punta, como por ejemplo la resistencia de un piso de madera al caminar una mujer con un tacón muy fino.</p>	
<p>Clivaje: es la resistencia que tiene la madera a rajarse. Esto es importante por ejemplo al rajar leña con un hacha donde se trata de cortar la madera a lo largo de la pieza.</p>	
<p>Clavos o tornillos: es la resistencia que tiene una pieza de madera cuando se va a sacar un clavo o tornillo</p>	 <p>Fuente: <a href="http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hand_with_hammer.html">http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hand_with_hammer.html</a></p>

Las propiedades mecánicas se pueden ver afectadas por los siguientes factores:

- Porcentaje del contenido de humedad: al secar la madera (disminuir el contenido de humedad) se aumentan las propiedades mecánicas.
- Nudos: aumenta la resistencia a la compresión, pero disminuye las demás propiedades.
- Dimensiones de las piezas de madera: para aumentar la resistencia a una carga, es necesario aumentar las dimensiones de la pieza de madera.
- Otros factores externos como: especie, duración de la carga, condiciones climáticas, incidencia de rayos ultravioleta (degrada la celulosa), degradación por ataque de agentes como termitas, hongos, etc.

En el siguiente cuadro se presentan ejemplos de propiedades mecánicas de diferentes especies.

Cuadro 9. Comparación de las propiedades mecánicas en condición seca (12% de contenido de humedad) de la madera de 10 especies estudiadas provenientes de plantaciones de Costa Rica.

Propiedad de la madera		<i>Acacia mangium</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Cupressus lusitánica</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Tectona grandis</i>	<i>Terminalia amazonia</i>	<i>Terminalia oblonga</i>	<i>Vochysia guatemalensis</i>
Compresión	//	290	340	87	143	318	480	425	179	375	213
	⊥	156	240	107	241	-	472	396	223	353	145
Tensión ⊥ (kg/cm <sup>2</sup> )	Tangencial	40	30	18	16	-	30	22	23	27	21
	Radial	26	28	10	14	-	26	21	17	28	16
Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	//	677	897	430	522	447	746	912	567	651	394
Flexión estática (kg/cm <sup>2</sup> )	MOR	519	784	358	576	503	897	951	746	723	404
	MOE x 10 <sup>3</sup>	77	123	55	71	83	94	131	119	81	64
Cortante paralelo a la fibra (kg/cm <sup>2</sup> )	Tangencial	91	99	53	101	63	87	71	94	84	69
	Radial	79	96	47	94	68	79	62	75	76	63
Clivaje (kg/cm <sup>2</sup> )	Tangencial	9	5	3	2	-	7	4	4	7	8
	Radial	6	5	3	3	-	5	3	4	7	7
Dureza janka (kg)	Axial	147	398	157	298	285	296	490	384	280	184
	Lateral	191	290	100	187	271	318	488	225	338	103
Extracción de clavos (kg)	Axial	24	23	17	37	-	35	30	44	48	19
	Lateral	19	31	20	48	-	37	35	58	39	20

Leyenda: // = paralelo a las fibras, ⊥ = perpendicular a las fibra

## PROCESOS PRODUCTIVOS.

### 1. Aserrío.

El proceso de aserrío es la transformación de la troza en un producto con dimensiones de ancho, espesor y largo (Figura 9) con la ayuda de sierras manuales o mecánicas.

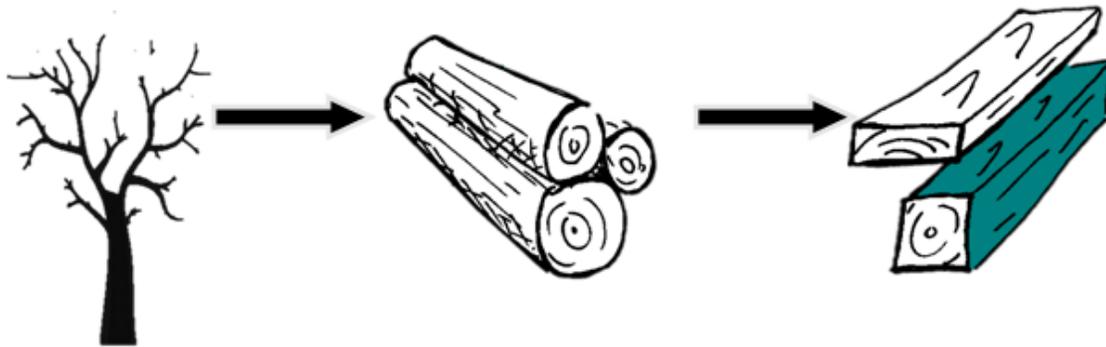


Figura 9. Esquema básico de aserrío de trozas.

La eficiencia y planificación con que se realice el proceso de aserrío es determinante en el rendimiento final de la troza y por lo tanto en la rentabilidad del proceso de producción. La cantidad y calidad de madera está relacionado con un buen proceso de aserrío, con los patrones de corte correctos, utilizando el equipo correcto con las herramientas y la calibración adecuada de los aserraderos (ver también el Módulo de Producción).

El primer aspecto a considerar es el relacionado con el control de calidad de ingreso de la troza (ver Módulo de Calidad).

Partiendo del supuesto que se cuenta con la calidad de troza adecuada y la especie con las características correctas para el producto que se desea fabricar, se debe proceder a establecer el patrón de corte más adecuado para la troza antes de iniciar el procesamiento de la misma. Esto significa que cada producto por lo general tiene un grueso de troza óptima.

*La debida planificación y la eficiencia con que se ejecute el proceso de aserrío es determinante para aumentar el rendimiento final de la troza.*

### 1.1 Patrón de corte

En este esquema se representan las distintas piezas de madera que van a ser aserradas en la troza, considerando los espesores de corte dados por las máquinas que se utilizan en el aserrío y el producto que se desea obtener.

Es importante resaltar que el establecer patrones de corte con medidas de tabla de bajo espesor (por ejemplo tablas de ½ pulgada de espesor) produce una mayor cantidad de corte dando como resultado bajo rendimiento. Por el contrario, al utilizar espesores gruesos se obtiene un mejor rendimiento de la troza.

Para establecer el patrón de corte se debe considerar el diámetro de la troza e incluso la forma de las trozas. Las siguientes Figuras (10 y 11) muestran diferentes patrones de corte utilizados en las trozas provenientes de bosque natural (diámetros mayores) y para las trozas provenientes de plantaciones (diámetros menores).

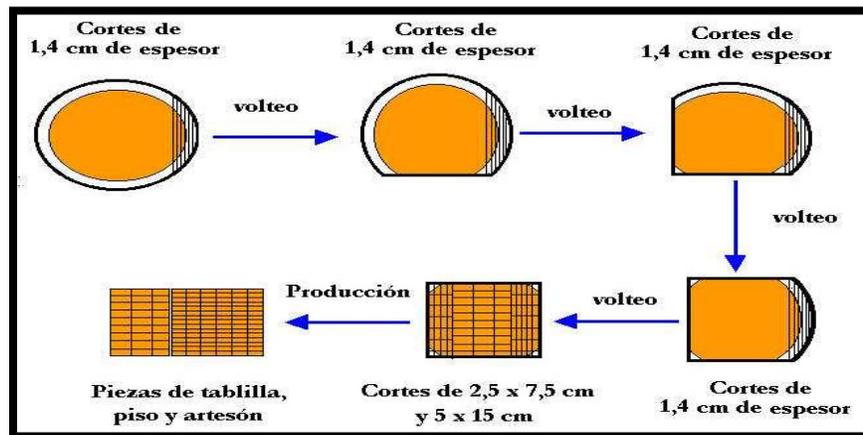


Figura 10. Patrones de corte para trozas de Bosque Natural.

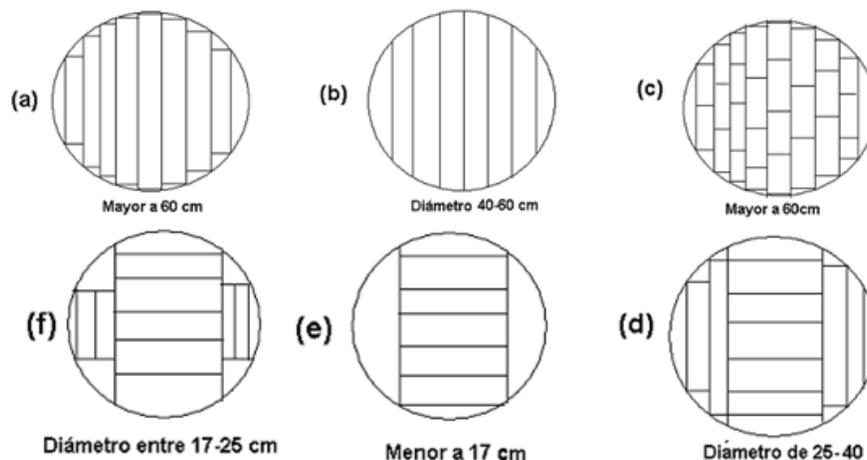


Figura 11. Patrones de corte para tozas provenientes de Plantaciones.

## 1.2 Operaciones básicas

En el proceso de aserrío se presentan varios tipos de operaciones, entre las que se destacan:

- Aserrío primario: en este proceso se obtiene de las trozas, bloques o semi-bloques que posteriormente serán reaserrados (Figura 12).



Figura 12. Aserrío Primario.

Foto: Rafael Serrano

- Aserrío secundario: en este proceso se cortan los bloques o en algunos casos se corta madera aserrada seca y se obtienen tablas listas para comercializar (Figura 13).



Figura 13. Bloques y tablas obtenidos del proceso de aserrío secundario.

Foto: Róger Moya

Además, entre las anteriores operaciones básicas en el aserrío, se presentan otras que son detalladas a continuación en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Operaciones básicas en aserrío.

Operación	Esquema
Aserrío Primario	
Reaserrío	
Reaserrío de costillas	
Recanteado	
Despuntado de tablas	

En el proceso de aserrado y corte de la madera se persiguen cinco metas fundamentales:

- Obtener calidad de superficies y precisión de cortes, esto significa tablas de menor cantidad de nudos o reventaduras y anchos o espesores uniformes.
- Obtener eficiencia en la operación: aserrar en el menor tiempo posible.
- Limitar el desgaste de herramientas: mantener el filo con adecuado corte el mayor tiempo posible.
- Limitar el consumo de energía: al tener menor tiempo, el consumo eléctrico es bajo.
- Limitar la pérdida de materia prima: un buen mantenimiento de la máquina y del filo permite no desperdiciar madera.

Existen varios elementos claves para alcanzar estas metas pero se destacan los siguientes:

- Como se indicó, contar con el patrón de corte adecuado.
- Partir de una troza de buena calidad.
- Contar con el equipo adecuado (un aserradero de banda funciona para trozas de diámetro mayor, pero no necesariamente es el mejor equipo para una troza que provenga de plantación). Más adelante en este módulo se profundiza un poco más en el tema.

- Contar con sierras correctamente afiladas, tensionadas, con el ancho de corte correcto y del material correcto.
- Equipos bien mantenidos (aserraderos con sus volantes torneados, carros bien alineados, etc.).
- Llevar un control de rendimiento de la troza, a fin de poder determinar cuánta madera estamos obteniendo del proceso y si este rendimiento está acorde con lo esperado. Caso contrario, revisar y tomar las acciones pertinentes.

### 1.3 Máquinas para aserrío.

#### a. Aserraderos

Existen dos tipos de aserradero: fijos y móviles.

- Instalaciones fijas: tienen una ubicación permanente y por lo tanto, todos sus elementos responden a esa idea. El ciclo puede ser completo, pudiendo obtener hasta el producto final en estas instalaciones (Figura 14).



Figura 14. Aserradero fijo.

Foto: Róger Moya

- Instalaciones móviles: las instalaciones móviles pueden desplazarse hasta las mismas fuentes de abastecimiento de materia prima (plantaciones forestales). Sus productos elaborados suelen ser por lo general tablonés, tablas o vigas en bruto. Es muy común que este tipo de aserraderos necesiten de procesos de reaserrío, pero se realizan en las instalaciones permanentes. Uno de los beneficios de este tipo de aserradero es que los desperdicios quedan en el mismo lugar donde se realiza la operación, reduciendo costos de transporte y bajando los costos de disposición de desechos (Figura 15).



Figura 15. Aserradero móvil o portátil.  
Foto: Róger Moya

En el siguiente cuadro, se presentan algunas ventajas y desventajas de estos dos tipos de aserradero.

Cuadro 11. Ventajas y desventajas de aserradero fijo y portátil.

Tipo de Aserradero	Ventajas	Desventajas
Fijo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria de alta potencia.</li> <li>• Se puede instalar cerca de servicios básicos.</li> <li>• Se puede acceder a mano de obra especializada.</li> <li>• Más precisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden ser absorbidos rápidamente por la ciudad.</li> <li>• Menos Flexibles.</li> </ul>
Portátil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mano de obra no especializada.</li> <li>• Se transporta solamente el producto de interés.</li> <li>• Sirve para sitios de poca accesibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja producción.</li> <li>• Muy afectado por las condiciones climáticas.</li> <li>• En caso de complicaciones o averías, la solución toma mayor tiempo debido a la lejanía en la que la mayoría de veces se encuentran estos aserraderos.</li> </ul>

b. Otros equipos utilizados en el proceso de aserrío

En el Cuadro 12 se listan las máquinas para aserrío con su respectivo esquema y función. Además del patrón de corte que cada una realiza de las maquinas.

Cuadro 12. Funciones de máquinas para aserrío

Nombre de la máquina	Función	Patrón de corte
Sierra cinta o sierra tradicional	Generar tablas, bloques y costillas. Diámetros grandes mayores a 40 cm. Presentan alto rendimiento sin embargo, procesa bajos volúmenes de madera.	
Sierra cinta circular	Generar tablas, bloques y costillas. Diámetros grandes mayores a 40 cm. Alta producción, alto volumen procesado	
Sierra cinta circular tipo Top Saw	Generar tablas, bloques y costillas, diámetros medios, entre 25 y 35cm	
Sierra circular doble	Generar bloques y costillas en diámetros de 22 – 30cm	
Sierra doble de cadena de motosierra	Generar bloques y costillas en diámetros menores a 22cm	
Sierra alternativa	Generar tablas, bloques y costillas. Diámetro grandes entre 40-60 cm. Utilizada principalmente en madera para mueblería.	
Sierra múltiple	Generar tablas y reaserríos de bloques. Se utiliza cuando se tiene un volumen de producción superior a 20 m <sup>3</sup> .	
Recanteadora de costillas	Generar bloques de 3 caras planas. Se aserran costillas con ancho mayor a 10 cm.	

Reaserradora de costillas	Generar tablas con orillas, con espesor mayor de 2,5 cm.	
Recanteadora de tabla en un solo lado	Eliminar las orillas de tablas con corteza.	
Recanteadora de tabla en dos lados	Eliminar las orillas de las tablas con corteza.	
Despuntadora	Dar largos	

c. Dimensiones mínimas de aserrío.

No existen parámetros para establecer las dimensiones mínimas que una troza debe tener para ser aserrada, pero en aserrío se necesita un diámetro mínimo de 10-12 cm (sin corteza) y largo de 1,2 m. Sin embargo todos los aserraderos tienen un rango de diámetros para trabajo óptimo.

d. Aserrío de trozas de plantación vrs trozas de bosque natural.

Las trozas de diámetros mayores (mayor a 50 cm) por lo general provienen de bosques naturales y las trozas de diámetros menores son provenientes de plantaciones forestales.

En el siguiente cuadro (Cuadro 13) se muestra la comparación de las características entre la madera de bosque natural y la madera de plantaciones.

Cuadro 13. Comparación entre madera de bosque natural y madera de plantación.

Madera de Bosque Natural	Madera de Plantación
Mayores diámetros	Menores diámetros
Mayor proporción de duramen	Mayor proporción de albura
Mejores propiedades mecánicas	Menores propiedades mecánicas
Mayor volumen de madera	Menor volumen de madera
Se procesa menor cantidad de trozas	Se procesa mayor número de trozas
Aserraderos estacionarios	Aserraderos móviles y/o estacionarios
Variedad de especies	Menor variedad de especies
Precios altos (maderas preciosas)	Precios más accesibles
Cada vez menor disponibilidad	Disponibilidad

## **2. Secado**

### **2.1 Importancia del secado en la industrialización de la madera**

El secado es el proceso en el cual se elimina el exceso del agua de la madera recién aserrada para mejorar su transporte, su procesamiento y su comportamiento durante el uso.

El secado industrial es importante ya que minimiza los cambios por contenido de humedad, lo que provoca estabilización en la forma y dimensión de las piezas de madera, aumenta la resistencia mecánica, facilita los procesos de acabado y encolado, mejora las propiedades de aislante térmico, acústico, y eléctrico que tiene la madera como material, reduce el peso de la madera significativamente y aumenta su resistencia a la pudrición.

Para el proceso de secado es importante conocer los siguientes términos.

- Temperatura de bulbo seco: Se refiere a la temperatura del aire y se mide con un termómetro común.
- Temperatura de bulbo húmedo: Es la temperatura a la cual se evapora el agua y se mide por medio de un termómetro que tiene un indicador de temperatura envuelto en una tela humedecida, este tipo de temperatura es menor a la temperatura de bulbo seco.
- Depresión de bulbo húmedo: Es el resultado de restar la temperatura de bulbo seco menos la temperatura del bulbo húmedo.
- Humedad relativa: representa la capacidad que tiene el área de absorber humedad, baja humedad relativa mejora el secado y alta humedad relativa disminuye el secado de la madera.
- Contenido de humedad equilibrio: La madera es un material que a pesar de ser secada siempre va a tener cierta cantidad de agua. El contenido de humedad en equilibrio, se obtiene, cuando la madera que ha pasado por el proceso de secado, entra en equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad relativa del lugar donde se encuentra.

En la siguiente figura se representan los términos anteriores.

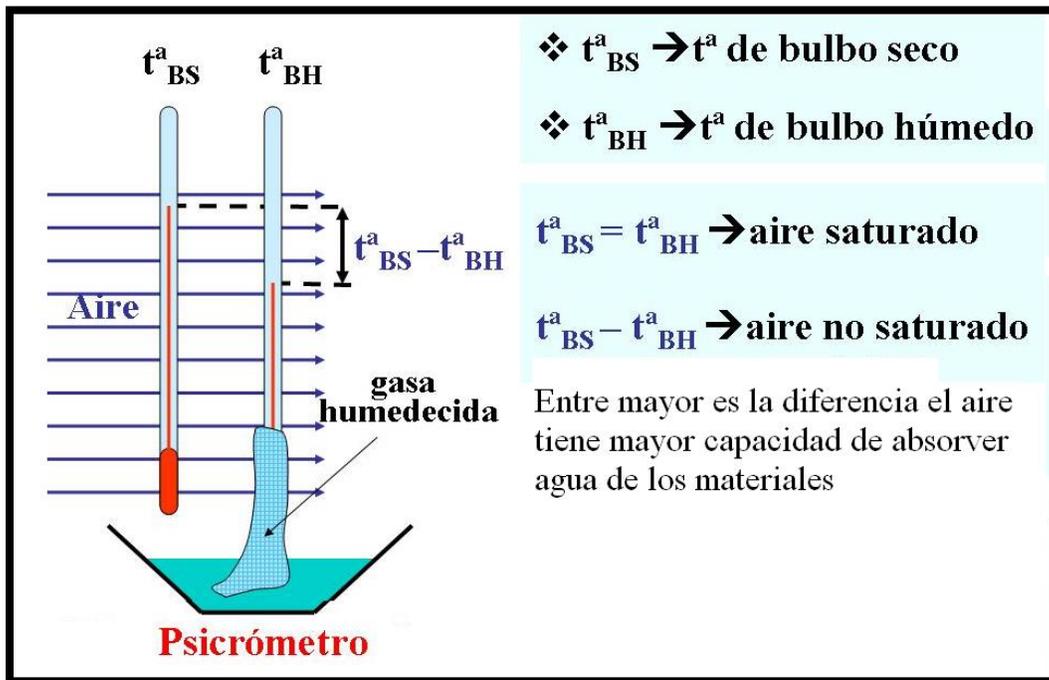


Figura 16. Esquema de evaporación del agua.

## 2.2 Tipos de secado:

### a. Secado al aire:

Consiste en exponer la madera a la acción de la temperatura, la humedad relativa (HR) y el aire del sitio de secado (Figura 17). Por este método, no es posible alcanzar contenidos de humedad menor a 14%. Este método es muy utilizado en los talleres de muebles y algunos depósitos. En aserraderos es utilizado como un pre-secado antes del secado convencional. Es importante recalcar, tal como se discutió ampliamente en los apartados anteriores de este manual, que la utilización de madera secada al aire sin que haya un posterior secado en cámaras puede causar problemas de calidad con los productos que se manufacturen con dicha madera, ya que esta será más propensa a variaciones dimensionales y a pandeos, rajaduras, etc. Se recomienda que toda madera que se vaya a utilizar para productos finales, especialmente productos con ensambles de múltiples partes o a utilizar en aplicaciones cotidianas, sea secada al horno, para evitar los problemas de reclamos posteriores por parte de los clientes.



Figura 17. Pila de secado al aire.  
Foto: Róger Moya

b. Secado convencional o artificial (en hornos):

En este tipo de secado las condiciones de temperatura se mantienen bajo control, así como la humedad relativa y la circulación del aire dentro de una cámara (Figura 18). Estas condiciones son modificadas de acuerdo a programas preestablecidos según la especie y dimensiones de la madera en proceso.



Figura 18. Secado convencional de madera.  
Foto: Roger Moya

### 2.3 Programas de secado

Es la secuencia temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación de aire a utilizar durante el secado artificial y generalmente son utilizados hornos convencionales. El programa de secado se compone de las siguientes etapas:

- Etapa preparatoria o de calefacción: se suministra calor y humedad a la madera y se tiene como objetivo: alcanzar condiciones de temperatura y humedad relativa del aire dentro de la cámara de secado y en la madera a secar.
- Etapa de secado: es la etapa más larga del proceso y consta de disminuir el contenido de humedad inicial de la madera, hasta el contenido de humedad final deseada, de forma homogénea, en un tiempo mínimo, y con la menor cantidad de defectos.
- Etapa de post-secado: se busca homogenizar el contenido de humedad en todas las piezas, reducir o eliminar las tensiones de secado y por último, enfriar la madera dentro de la cámara.

A continuación se muestra el ejemplo de un programa de secado.

Cuadro 14. Ejemplo “Programa de Secado”

Etapa	Temperatura bulbo seco (°C)	Temperatura de bulbo húmedo (°C)	Contenido de Humedad en Equilibrio (%)	Humedad Relativa (%)
Calefacción	49	47	19	91
Secado	49	46,5	17,6	88
	49	46,0	16,3	85
	49	41,0	9,9	62
	60	32,0	2,9	15
	82	54,5	3,5	26
Igualación	82	69	10	73
Acondicionamiento	82	64	13,5	88

Fuente: Programa T6-D2 establecido por Sydney *et al.* (1988).

### 2.4 Factores que afectan el secado.

- Condiciones ambientales: solamente afectan el secado al aire y los factores que más influyen son: temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, se espera que sitios con altas temperaturas, como Guanacaste, bajas humedades relativas y muy ventiladas, disminuyan el tiempo de secado de la madera.
- Efecto de espesor: la velocidad del secado depende o es afectada por el espesor de la madera. Las piezas de menor espesor se secan primero y por el contrario las piezas de mayor espesor tardan más.

- Humedad inicial de la madera. Por lo general aquellas maderas con alta humedad tardan más tiempo en secar.

En el siguiente cuadro se muestra la humedad inicial de algunas especies de plantación.

Cuadro 15. Humedad inicial de algunas especies de plantación.

Especie	Contenido de humedad inicial (%)	Tiempo secado	Baja Humedad Inicial	Media Humedad Inicial	Alta Humedad Inicial
<i>Acacia mangium</i> (Acacia)	131	376		X	
<i>Alnus acuminata</i> (Jaúl)	76	52	X		
<i>Bombacopsis quinata</i> (Pochote)	182	143			X
<i>Cupressus lusitanica</i> (Ciprés)	92	274	X		
<i>Diperyx panamensis</i> (Almendro)	53	236	X		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Guanacaste)	176	423			X
<i>Gmelina arborea</i> (Melina)	170	278			X
<i>Hieronyma alchorneoides</i> (Pilón)	111	216		X	
<i>Samanea saman</i> (Cenízaro)	96	237		X	
<i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba)	42	147	X		
<i>Tectona grandis</i> (Teca)	67	183	X		
<i>Terminalia amazonia</i> (Amarillón)	53	159			X
<i>Terminalia oblonga</i> (Surá)	106	237		X	
<i>Vochysia guatemalensis</i> (Cebo)	177	203			X
<i>Vochysia ferruginea</i> (Botarrama)	183	310			X

- Tiempo de secado: varía con las condiciones ambientales del lugar y según las especies a secar y sus dimensiones. En época lluviosa el secado al aire es difícil y en época seca es más fácil secar. El tiempo de secado al aire puede variar desde días a meses y el secado convencional de 50 a 400 horas. En maderas de plantación para un espesor de 2,5 cm los tiempos de secado son detallados en el siguiente cuadro (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación del tiempo de secado para maderas de plantación con un espesor de 2,5 cm, según método de secado.

Especie	Tiempo de Secado al Aire (días)	Tiempo de secado al Horno (horas)
<i>Acacia mangium</i> (Acacia)	30	376
<i>Alnus acuminata</i> (Jaúl)	30	52
<i>Bombacopsis quinata</i> (Pochote)	13	143
<i>Cupressus lusitanica</i> (Ciprés)	32	274
<i>Gmelina arborea</i> (Melina)	145	278
<i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba)	31	147
<i>Tectona grandis</i> (Teca)	14	183
<i>Terminalia amazonia</i> (Amarillón)	13	159
<i>Terminalia oblonga</i> (Surá)	35	237
<i>Vochysia guatemalensis</i> (Cebo)	31	203

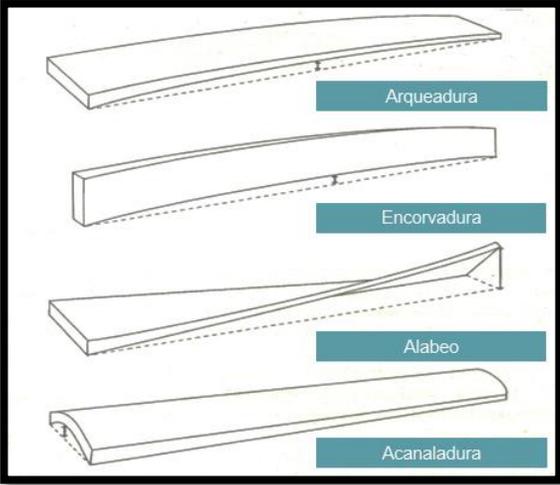
## 2.5 Defectos de secado

Son deformaciones, grietas o reventaduras que sufre la madera aserrada durante el secado. Estos defectos por lo general aparecen cuando el secado de la madera se encuentra cerca del 30%. Es frecuente que se desarrollen cuando se utilizan temperaturas elevadas y/o bajas humedades relativas, o altas velocidades de circulación del aire.

Algunos defectos producidos son:

Cuadro 17. Defectos producidos durante el secado.

Endurecimiento superficial: se produce al aplicar alta temperatura al inicio del proceso de secado y se reconoce porque la madera se percibe endurecida.	
Reventaduras: por lo general se presentan por lo extremos y pueden alcanzar varios centímetros a lo largo de la tabla.	 <p>Foto Róger Moya</p>

<p><b>Grietas:</b> Se pueden presentar por los extremos, en las caras de las piezas o bien en algunos casos se presentan en la parte interna. En este defecto ocurre una separación de los las fibras y no alcanzan mucha profundidad.</p>	 <p>Foto Róger Moya</p>
<p><b>Torceduras o Pandeos:</b> Las torceduras se dan principalmente por un apilado incorrecto en la cámara de secado y son deformación de la pieza de madera. Varios tipos de torceduras pueden presentarse: acanaladura, arqueadura, encorvadura y alabeo.</p>	

## 2.6 Recomendaciones para un buen secado

- Primeramente es importante resaltar que durante el secado es posible que se endurezca la parte superficial de la pieza de madera en las primeras etapas del secado, por lo que el agua interna queda atrapada dentro de la pieza de madera y esto es conocido popularmente como bolsas de humedad. Esto generalmente se produce por utilizar altas temperaturas y bajas humedad relativa dentro de la cámara de secado, por lo que para evitar es recomendable utilizar temperaturas más bajas y humedad relativa más alta de los que se está utilizando.
- Escoger un buen programa de secado o apropiado para la especie.
- Secar una sola especie y no tratar de mezclar especies.
- Evitar fugas en las cámaras de secado.
- Usar controles de temperatura y humedad apropiados y calibrados.

- Usar separadores de 2,5 cm (1 pulgada) para madera sobre 1,5 pulgadas de espesor y separador de 19 mm (3/4) para madera de 1,5 pulgadas, alineados correctamente.

### **3. Preservación.**

#### **3.1 Importancia de la preservación.**

La protección de la madera reduce el riesgo del ataque de insectos, hongos, agentes climáticos, por lo que el material es más duradero y eficaz, es decir, aumenta su vida útil. En caso de no proteger adecuadamente la madera, esta puede sufrir: cambios de color, presencia de líneas de pudrición, contracciones anormales, quebramiento, presencia física de hongos, suavidad (ablandamiento), pérdidas del material, alteraciones drásticas en dimensiones, afectación de propiedades físicas y mecánicas, decrecimiento en volumen, decrecimiento de la resistencia.

La poca protección de la madera provoca en general grandes pérdidas económicas a los productores y comerciantes de madera, ya que la madera que fue colocada y fue poco protegida por lo general produce que muchas veces el usuario busque otros materiales para sustituir disminuyendo el mercado de la madera.

La madera, al ser un material de naturaleza biológica, es susceptible al deterioro, conocido popularmente como degradación o pudrición, con el paso del tiempo.

#### **3.2 Degradación de la madera.**

La degradación de la madera ocurre debido a diferentes agentes de deterioro y son mostrados esquemáticamente en la Figura 19.

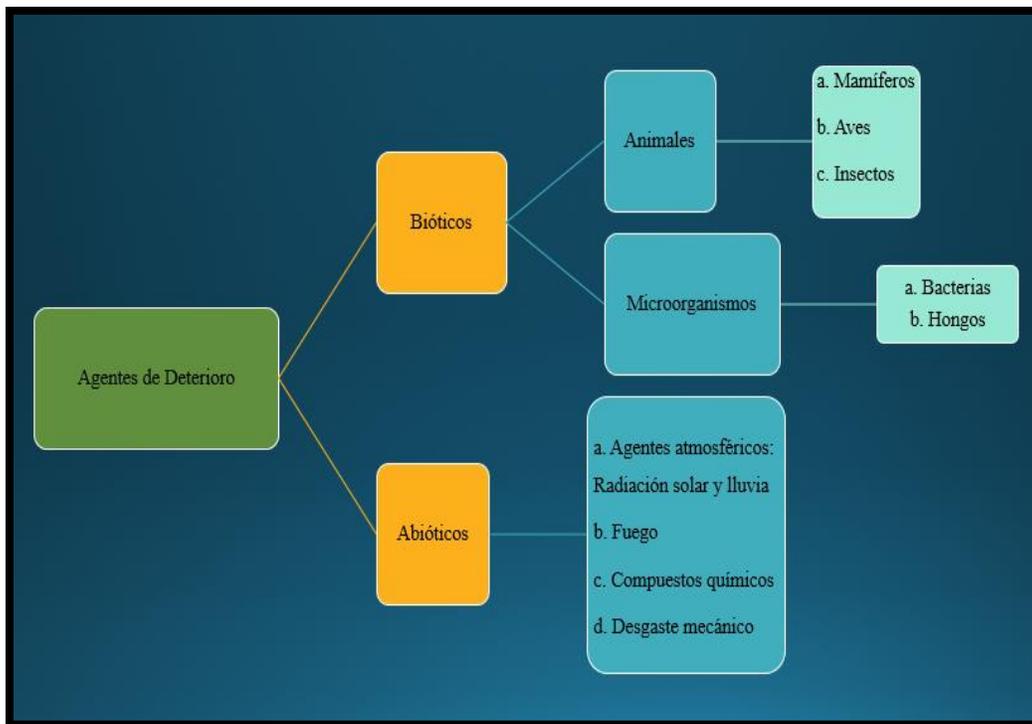


Figura 19. Agentes de deterioro de la madera.

a. Tipos de degradación de la madera:

En la Figura 20, se muestran dos tipos de degradación de la madera.

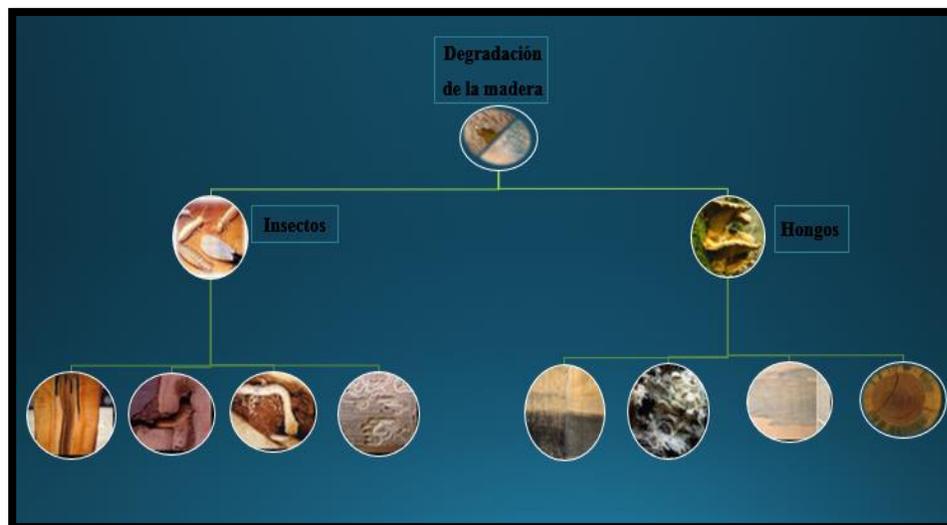


Figura 20. Agentes de degradación de la madera.

Fuente: María Rodríguez

- Insectos: Los insectos pueden producir túneles (galerías), picaduras (orificios) y manchas; además las larvas, producen laberintos en el interior de la madera; en general estos animales atacan desde muebles, productos para construcción, y trozas de madera, hasta árboles en pie.
- Hongos: Producen manchas y pudriciones en la madera y sus efectos más críticos son el cambio en la calidad estética y pérdida de resistencia de la madera. En el Cuadro 18 se muestra la comparación entre hongos manchadores y hongos de pudrición.

Cuadro 18. Comparación entre hongos manchadores y hongos de pudrición.

Hongos manchadores	Hongos de pudrición
<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento rápido.</li><li>• Colonización superficial de la albura.</li><li>• Consumen azúcares, almidón y grasas.</li><li>• No degradan la madera.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento lento.</li><li>• Colonizan la albura y el duramen.</li><li>• Consumen los componentes estructurales de la madera.</li><li>• Degradan la madera.</li></ul>
	 <p>Pudrición Blanca</p> <p>Pudrición Café</p>

### b. Durabilidad natural de la madera

Es la capacidad natural que tiene la madera para resistir al ataque de hongos, insectos, desgaste mecánico, fuego o acción de los agentes atmosféricos.

La albura y el duramen son factores que influyen en la durabilidad de la madera.

- Albura: Aquí se encuentran sustancias como azúcares y almidones que sirven de alimento para los hongos e insectos que la atacan.
- Duramen: Tiene sustancias como: aceites esenciales, resinas, taninos, gomas y otras, de alta toxicidad, que impiden el desarrollo de organismos de degradación.

En general, la parte interna del duramen (cerca de la médula) es menos durable que la externa. La zona más baja del tronco es más durable que la parte más alta y se establece que las maderas más oscuras son las más durables. Para madera de plantaciones se establece que: las maderas blancas (melina, cebo y jaúl) son menos durables que las maderas con duramen (teca y acacia).

Para mantener la durabilidad natural de la madera es necesario protegerla del agua, la luz y lluvia. En el siguiente cuadro (Cuadro 19) se muestran maderas de alta, media y baja durabilidad.

Cuadro 19. Algunas especies clasificadas según su durabilidad.

Maderas poco durables.	Maderas de durabilidad media.	Madera durables.
Balsa ( <i>Ochroma pyramidale</i> ) Jaúl ( <i>Alnus acuminata</i> ) Cebo ( <i>Vochysia guatemalensis</i> ) Botarra ( <i>Vochysia ferruginea</i> )	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) Ciprés ( <i>Cupressus lusitánica</i> ) Pochote ( <i>Bombacopsis quinata</i> ) Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) Acacia ( <i>Acacia mangium</i> ) Pino ( <i>Pinus</i> sp.) Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> sp.)	Manú ( <i>Minquartia guaianensis</i> ) Roble ( <i>Quercus</i> sp) Guayacán real, ( <i>Guaiacum sanctum</i> ) Surá ( <i>Terminalia oblonga</i> ) Caoba ( <i>Swietenia macropylla</i> ) Cedro ( <i>Cedrela</i> sp.) Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) Almendro ( <i>Dipteryx panamensis</i> )

### 3.3 Métodos de preservación.

Para proteger la madera del ataque de hongos o evitar el deterioro es necesario acudir a algunos de los siguientes métodos:

- Manejo de humedad, oxígeno y temperatura donde la madera será utilizada.
- Mantener la madera seca de preferencia en un sitio de baja humedad o no esté en contacto con el agua.
- Aplicar algún tipo de sustancia para proteger la madera, que es comúnmente llamado preservante, en donde a la madera se impregna con alguna sustancia química. Estos preservantes son a base de boro, cromo y cobre, en Costa Rica se encuentran comercialmente con los nombres de xiloboro y xilocromo.

En Costa Rica la madera que se comercializa es preservada bajo dos métodos: Vacío-presión y difusión.

#### a. Vacío-presión:

En este método se utiliza un preservante, compuesto por sales y agua. La madera se coloca en un tanque de acero hermético (Figura 21), al cual se le aplica un vacío y se le introduce el preservante hasta llenar el tanque completamente, luego se le aplica presión al tanque para que el líquido ingrese dentro de la madera. Se ha comprobado que este método es muy efectivo solamente en piezas que contengan madera de albura (como la melina) porque el duramen es menos susceptible a este tipo de preservación (Anexo 1).



Figura 21. Tanque de acero donde se aplica el método de preservación vacío-presión.  
Foto: Róger Moya

Características de la madera preservada con método vacío-presión:

La madera preservada con este método puede ser utilizada en exteriores y en interiores, ya que el preservante se fija en la madera y no se lava con el agua y dependiendo de su uso, puede alcanzar una durabilidad mayor a los 20 años. Pero en general se utiliza para un uso exterior.

Otra característica importante es que su color es verdusco, lo que hace fácil de reconocer si la madera está o no preservada (Figura 22).

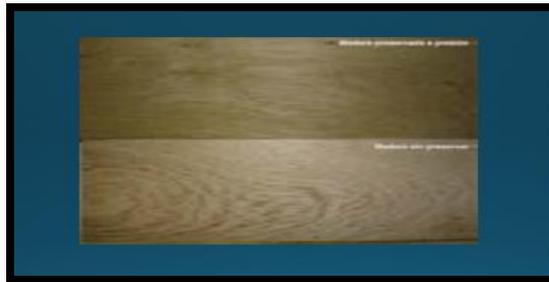


Figura 22. Madera preservada con tratamiento de vacío-presión.  
Foto: Róger Moya

Para garantizar si esta madera esta preservada se debe evaluar el grado de protección considerando los siguientes parámetros:

- a. Penetración: Es la profundidad en centímetros que alcanza el preservante en la madera tratada. Para realizar esta prueba se debe cortar el poste de madera en forma transversal y rociar una sustancia indicadora que evidencia la penetración del preservante mediante un cambio de color (Figura 23).



Figura 23. Penetración de preservante en madera de Melina.

Foto: Róger Moya

- b. Retención: Se refiere a la cantidad de óxidos del preservante que ha quedado en la madera después del tratamiento.

Absorción: Es la cantidad total de preservante que queda en la madera después de la impregnación.

b. Difusión:

Este método consiste en sumergir la madera en una solución de sales de boro en agua saturada por pocos minutos (entre 1 y 3 minutos). Luego la madera se cubre con algún material impermeable como un plástico y se almacena por algún tiempo (de 3 a 4 semanas dependiendo del espesor de la madera) para que el preservante difunda completamente toda la pieza. Una condición para aplicar esta preservación es que la madera se encuentre completamente húmeda o recién aserrada (Anexo 2).

Características de la madera preservada con método difusión:

La ventaja que tiene la difusión para preservar es que la madera mantiene su color natural.

La madera puede ser utilizada en interiores o en exteriores pero debe estar cubierta y no estar en contacto con el suelo, ya que se recomienda evitar el contacto con el agua.

Las industrias pueden preservar su madera aserrada, sumergiéndola en un recipiente que contenga preservante (Figura 24).

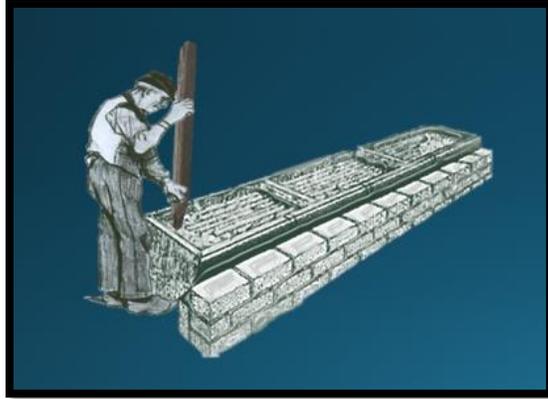


Figura 24. Canoa de inmersión.  
Foto: JUNAC 1980

## **PROCESAMIENTO SECUNDARIO Y TRABAJABILIDAD DE LA MADERA**

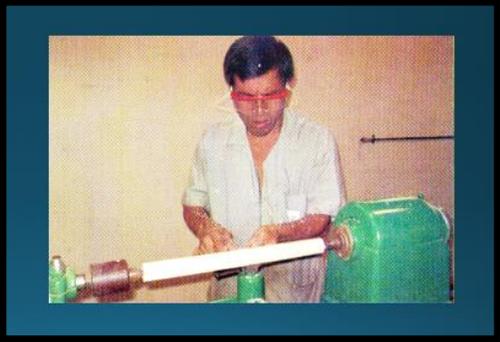
Se presenta a continuación una muy breve descripción de algunos de los procesos más comunes en la industria de la madera. Entendiendo que son operaciones comunes ampliamente conocidas, se da énfasis en este apartado al aspecto de la trabajabilidad, es decir, cómo las diferentes propiedades y características que se han descrito en este manual, afectan cada uno de los procesos.

Muchos defectos y problemas durante los procesos productivos son producto de las características mismas de la madera. Quién no ha tenido que lidiar con un problema de grano arrancado en el cepillado o el moldurado de una pieza? O de fallas en la línea de cola? O de astillado en una operación de torneado?

El objetivo de las siguientes páginas es dar elementos de valor a considerar en los procesos de mejora de operaciones desde el punto de vista del manejo adecuado de la madera en cada una de las etapas productivas.

Cuadro 20. Operaciones en la madera.

<p><b>Cepillado:</b> Esta operación es de gran importancia y consiste en obtener una superficie plana y de buena calidad después del aserrío. La madera con mala calidad en el cepillado tendrá poca aceptación en el mercado.</p>	 <p><i>Róger A Moya Roque</i></p>
--	---

<p><b>Lijado:</b> Es la operación necesaria para dar acabado final a una superficie y consiste en eliminar las superficies bruscas producidas después del cepillado, por medio de lijas.</p>	 A photograph showing a person in a light-colored shirt using a hand sander on a wooden surface. To the left of the person is a close-up image of the sander, which is a blue and white orbital sander.
<p><b>Taladrado:</b> Se utiliza una broca para madera y consiste en realizar un hueco de alta calidad tanto en la superficie de la pieza de madera como en la parte interna del hueco.</p>	 A photograph showing a square piece of wood with a circular hole drilled through it. Above the hole, the text "Hueco con broca de madera" is visible. Below the hole, a wooden drill bit is shown.
<p><b>Torneado:</b> A través de esta operación se logra obtener una pieza de forma cilíndrica a partir de una pieza cuadrada; esto es importante para la fabricación de artículos de madera como pies de lámpara.</p>	 A photograph showing a person in a light-colored shirt using a lathe to turn a wooden piece. The lathe is green and the wood is being turned into a cylindrical shape.
<p><b>Moldurado:</b> Consiste en elaborar figuras en el borde de las tablas.</p>	 A photograph showing a person using a router to shape the edge of a wooden board. The router is blue and the wood is being shaped into a decorative profile.

<p><b>Tallado:</b> Esta operación consiste en realizar figuras en la madera utilizando una gubia y aplicando poco esfuerzo.</p>	
<p><b>Escopleado:</b> Es la realización de un agujero o caja abierta y alargada, que sirve para unir una o más piezas de madera y se hace por medio de un taladro de mesa o una escopleadora.</p>	

## **1. Trabajabilidad de la madera**

La trabajabilidad se refiere a la respuesta que presenta una madera con respecto al trabajo manual o la acción de herramientas manuales o eléctricas. Una madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra y al cepillado, lijado, taladrado, moldurado, escopleado, torneado, tallado, etc.

A continuación en el Cuadro 21 se presenta un resumen de las propiedades de trabajabilidad de 10 especies forestales plantadas en Costa Rica.

Cuadro 21. Comparación de la trabajabilidad de la madera de 10 especies estudiadas provenientes de plantación de Costa Rica.

Propiedad de madera	Parámetro	<i>Acacia mangium</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Bombapcosis quinata</i>	<i>Cupressus lusitánica</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Swietenia. macrophylla</i>	<i>Tectona grandis</i>	<i>Terminalia amazonia</i>	<i>Terminalia oblonga</i>	<i>Vochysia guatemalensis</i>
Cepillado	Clasificación	Buena calidad	Mediana calidad	Excelente calidad	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad	Mediana calidad	Buena calidad	Buena calidad	Mediana calidad
	Defectos	Grano velloso y arrancado	Grano velloso y arrancado	Grano velloso leve y suave	Leve grano velloso y arrancado	Grano rasgado y velloso	Leve grano velloso y arrancado	Grano velloso y arrancado	Leve grano velloso y arrancado	Leve grano velloso y arrancado	Grano velloso y arrancado
	Recomendación	Angulo de ataque=15º y velocidad de 6 m/min	Angulo de ataque=15º y velocidad de 6 m/min	Angulo de ataque de 15º y velocidad de 6 m/min	Angulo de ataque de 30º y velocidad de 6-20 m/min	Angulo de ataque de 30º y velocidad de 6-15 m/min	Angulo de ataque de 15º y velocidad de 20 m/min	Angulo de ataque de 10º y velocidad de 9-12 m/min	Angulo de ataque de 30º y velocidad de 20 m/min	Angulo de ataque de 30º y velocidad de 6 m/min	Angulo de ataque de 30º y velocidad de 20 m/min
Lijado	Clasificación	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil
	Presencia de defectos	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lija	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas	Pocas marcas de lijas
	Recomendación	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal	Ligado normal
Taladrado	Clasificación	Excelente calidad	Moderada calidad	Excelente calidad	Excelente calidad	Moderada calidad	Excelente calidad	Moderada calidad	Buena calidad	Buena calidad	Moderada calidad
	Presencia de defectos	Pocos defectos	Grano arrancado	Leve astillamiento	Leve astillamiento	Leve astillamiento	Pocos defectos	Leve astillamiento	Pocos defectos	Leve astillamiento	Grano arrancado



## **ANEXO 1**

### **EJEMPLO DE PRESERVACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO VACIO – PRESIÓN**



## RESUMEN

Este método para preservar postes de melina, no superior a 15 cm de diámetro, utiliza una solución preservante, compuesta por sales de cobre, cromo y arsénico (CCA-C) y agua, y tiene el objetivo de introducir la solución preservante dentro de la madera utilizando un ciclo vacío-presión.

La madera debe colocarse en el tanque de acero hermético (tipo autoclave), al cual se le aplica un vacío inicial por 30 minutos, en este momento se introduce el preservante hasta que se llene el tanque completamente. Seguidamente, se debe aplicar una presión de 10,5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 psi) y luego se retira la solución preservante y se vuelve a aplicar un vacío final por 10 minutos.

## CONDICION INICIAL

Los postes de melina deben estar libre de corteza y a un contenido de humedad menor al 30%. Esta condición se logra mediante dos diferentes formas de secado: artificialmente al horno y en forma natural al aire.

En ensayos realizados con postes de melina de 9 cm de diámetro, se estableció que secos al aire alcanzan un contenido de humedad menor al 30% en 35 días (Figura 1) en Cartago, durante los meses de mayo a julio.

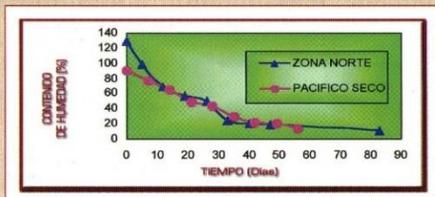


Figura 1. Curva de secado al aire para postes de melina de dos zonas de Costa Rica.

Por otro lado, en postes de 9 cm de diámetro, en un secado artificial en horno convencional llevado a cabo en la Industria Maderas Cultivadas S.A., se obtuvo un contenido de humedad menor a 7% en 17 días, alcanzando el contenido de humedad requerido para preservar (30%) en 9 días a una profundidad 2,5 cm (Figura 2).

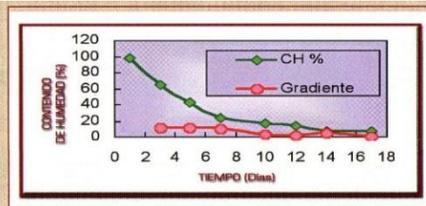


Figura 2. Curva de secado al horno para postes de melina de 9 cm.

## CONDICIONES DE USO DE LA MADERA PRESERVADA

Los postes preservados con este método, pueden ser utilizados en exteriores, y desde luego en interiores, ya que el preservante se fija en la madera y no se lava con el agua, pudiendo alcanzar una durabilidad superior a los 20 años, dependiendo de su uso.

## LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

Para muchas especies, incluyendo la melina, se ha comprobado que este método es muy efectivo, solamente en piezas que contengan madera de albura (Figura 3), mientras que el duramen no permite la introducción de sustancias preservantes.



Figura 3. Madera de albura y duramen en melina.

## EQUIPO REQUERIDO

Para preservar madera por este método, se utilizó una planta de tratamiento que constó principalmente de las siguientes partes: cilindro de impregnación o autoclave, tanque de almacenamiento, tanque de mezcla, bomba de vacío, bomba de presión y bomba de trasiego.

## PREPARACIÓN DEL PRESERVANTE

**A. Definir el tipo de preservante:** El preservante utilizado es vendido comercialmente como CCA-C y puede tener una concentración de un 50%, 60% o 70% y está compuesto por sales de cobre (Funguicida), cromo (Fijador) y arsénico (Insecticida). Para este caso específico, se utilizó el preservante CCA-C 70.

## B. Preparación de la solución preservante (CCA-C 70)

**B.1. Establecer la retención y penetración deseada:** Antes de preparar la solución preservante, se debe definir la retención requerida, de acuerdo a su uso. Por ejemplo la norma Chilena, (similar a las normas AWWA), establece las siguientes condiciones de retención para diferentes usos.

Cuadro 1. Requisitos de retención según uso y riesgo esperado en servicio de la madera exigidos por norma chilena.

GRUPO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS	RETENCION (KG/M3)
1	Maderas sobre el nivel del suelo y en ambientes ventilados	Cerchas, vigas, revestimientos interiores y cielos, soleras superiores	3,5
2	Maderas en contacto con el suelo, en exteriores y ambientes mal ventilados	Solares inferiores, pisos de terrazas, baños y cocinas emvigado de pisos	4,8
3	Maderas enterradas y empotradas, con alto costo de reposición	Postes de transmisión, emvigados para minas durmientes y poyos	9,6
4	Maderas enterradas y soportes aéreos exteriores	Postes para cercas, cruces, empalizadas rodrgiones	6,5
5	Maderas expuestas a la acción de aguas dulces	Obras fluviales, muelles, embarcaciones, embalses y acueductos	9,6
6	Maderas expuestas a la acción de aguas marinas	Obras de contención, viveros marinos, muelles embarcaciones	13,5
7	Maderas para torres de enriamiento	Torres de enriamiento	13,5

Fuente: Norma chilena NCh.819 of 77(1992)

También existen normas que determinan los usos posibles de la madera, de acuerdo con los valores de la penetración obtenida, la cual está estrechamente relacionada a la retención de la madera. La efectividad del proceso de preservación depende de ambos parámetros, y de acuerdo a estos valores se justifican los usos que le demos a la madera (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Requisitos de penetración para madera según norma chilena.**

TIPO DE PRODUCTO	Grado de durabilidad	Profundidad de penetración
MADERA REDONDA	Durables	Penetración completa de albura
	Moderadamente durables	Penetración completa de albura y una penetración mínima del duramen de 5 mm
	Poco durables	Penetración completa de albura y una profundidad mínima de penetración equivalente a 1/3 del radio
MADERA ASERRADA Y ELABORADA	Durables	Penetración completa de albura
	Moderadamente durables	Penetración completa de albura y una penetración del duramen de 5 mm en todas las caras como mínimo
	Poco durables	Penetración completa de albura y una penetración del duramen de 10 mm en todas las caras como mínimo

Fuente: Norma chilena NCh.819 of 77(1992)

**B.2. Calcular la concentración deseada:** En ensayos realizados en postes de melina, se encontró que la absorción en madera de albura, fue de 185,14 Kg/m<sup>3</sup>, esto permite calcular la concentración de la solución, una vez determinada la retención deseada, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración requerida} = \text{Retención (kg/m}^3) \cdot 0,5401$$

Por ejemplo si se necesita una retención de 5 Kg/m<sup>3</sup> la concentración, de la disolución sería de 2,7%. La concentración es dada en peso seco del preservante entre volumen de la solución.

### B.3. Preparación de la solución

Es necesario saber la cantidad de solución preservante a preparar, contemplando la capacidad del tanque y el volumen de madera a preservar. Según los estudios realizados, la melina presenta una absorción en promedio de 185,14 kg de disolución por m<sup>3</sup> lo que el volumen sería:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de disolución (litros)} = \\ 1100 \times \text{volumen del tanque (m}^3) - \\ 911 \times \text{volumen de madera a preservar (m}^3) \end{aligned}$$

### CONTROL DE CALIDAD

Para este caso específico, la industria donde se realizó la preservación, garantiza una retención cercana a 5 Kg/m<sup>3</sup>. Una vez terminado el proceso de preservación se sugiere evaluar los 3 parámetros siguientes:

**Penetración:** es la profundidad en centímetros que penetró el preservante en sentido transversal. Para ello es necesario cortar transversalmente un poste, preferiblemente a una distancia de 50 cm de los extremos. En este corte transversal, se rocía con un aspersor, una sustancia indicadora llamada cromoazurol, la cual se preparó mezclando 0,5 gramos de cromoazurol S concentrado, con 5 gramos de acetato de sodio, esta mezcla sólida se disolvió en 80 mililitros de agua y posteriormente se llevó hasta un volumen de 100 mililitros. Esta solución, en presencia de cobre, se evidencia por un cambio de coloración, tornándose de color azul (Figura 4).

**Figura 4. Madera preservada de melina preservada con CCA-C.**



En pruebas llevadas a cabo en postes de melina, se obtuvo una penetración total de la albura (100%), lo que la clasificó como una madera durable según el cuadro 2.

**Absorción:** se entiende por la cantidad en peso de solución preservante, absorbida por el volumen de madera. Para establecer este valor, se debe tomar el volumen inicial y final en el tanque de almacenamiento, luego se tiene que:

$$\text{Absorción (Kgsolución)} = 1,080 \cdot \frac{(\text{Volúmen inicial (litros)} - \text{volúmen final (litros)})}{\text{Volúmen de madera preservada}}$$

**Retención:** es la cantidad de solución preservante seco o de óxidos activos por cada metro cúbico de madera y se calcula así:

$$\text{Retención (kg/m}^3) = \frac{\text{Absorción} \times \text{concentración}}{100}$$

En estudios llevados a cabo con postes de melina y utilizando concentraciones de 2,8%, para obtener una retención de 5 Kg/m<sup>3</sup>, solamente se obtuvo un promedio de 4,16 Kg/m<sup>3</sup>, un valor muy cercano a lo que se pretendía inicialmente. La penetración del preservante, fue de un 100% en albura y como se ha mencionado la absorción en promedio fue de 184,14 Kg/m<sup>3</sup>.

**Recopilación:** Ing. Laura Leandro Zuffiga, Ing. Róger Moya Roque, Ing. Francisco Merga Romero.  
**Fotografías:** Ing. Laura Leandro Zuffiga. • **Edición gráfica e impresión:** D.G. Daniel Villavicencio Coto

# Guía práctica No. 2

## Preservación de postes de melina utilizando el método vacío-presión con Sales de CCA-C

**PROYECTO FC-0011-200:** Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para la melina (*Gmelina arborea*) provenientes de plantaciones forestales.



**CIIBI**  
Tels.: (506) 550-2433 • (506)550-2266  
Fax: (506) 591-3315 • Correo Electrónico: rmoya @itcr.ac.cr



**CAMARA COSTARRICENSE FORESTAL**



## **ANEXO 2.**

### **EJEMPLO DE PRESERVACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO VACIO – PRESIÓN**



### RESUMEN

Este método consiste en sumergir la madera por lo menos un minuto en una solución preservante compuesta por ácido bórico, borato de sodio (Bórax) y agua. Posteriormente a esto, se inicia un proceso de difusión en la que el boro penetra a lo largo y a lo ancho de la pieza de madera. Una vez retirada la madera del preservante, se cubre con algún material impermeable que impida la circulación de aire, por ejemplo plástico, y es almacenada por cierto período de tiempo para que el preservante difunda completamente en toda la pieza. La principal ventaja de este método es que la madera mantiene su color natural.

### CONDICIÓN INICIAL

La condición necesaria para obtener excelentes resultados es que la madera se encuentra completamente húmeda o recién aserrada



**Figura 1.**  
Condición de la madera en el momento de realizar la preservación.

### CONDICIONES PARA EL USO DE LA MADERA PRESERVADA

La madera preservada debe ser utilizada exclusivamente para interiores o bien en exteriores bajo cubierta, debido a que el boro no se fija en la madera en presencia de agua por lo que se recomienda evitar el contacto con la lluvia.

### PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PRESERVANTE

La solución de preservante a utilizar debe tener una concentración del 12%, la cual está saturada y su preparación es la siguiente:

1. Determinar el volumen del tanque, por ejemplo cuando el tanque es tipo rectangular se miden sus tres dimensiones preferiblemente en metros, luego se calcula el volumen mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del tanque (m}^3\text{)} = \text{largo (m)} \times \text{altura (m)} \times \text{ancho (m)}$$

Es necesario tener el volumen en Kilogramos para calcular las cantidades de sales necesarias:

$$\text{Volumen del tanque en Kg} = 1000 \times \text{Volumen del tanque en m}^3$$

2. La cantidades de sales en kilogramos se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Bórax} &= \text{Volumen del tanque en Kg} \times 0,036 \\ \text{Ácido bórico} &= \text{Volumen del tanque en Kg} \times 0,024 \end{aligned}$$

3. Estas dos sales se deben mezclar en seco.
4. La mezcla preparada en seco se le va agregando al agua, mientras que se agita, hasta tener la sales totalmente disueltas.
5. La solución preparada debe diluirse hasta alcanzar un volumen aproximado a la mitad de la capacidad del tanque (para evitar el derrame de preservante cuando se sumerge la madera).

### PROCESO DEL TRATAMIENTO

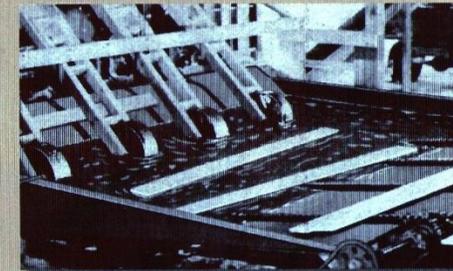
Una de las ventajas de este método es que se ajusta a la capacidad de producción de las diferentes industrias de la madera.

Para las industrias con una alta producción de madera aserrada existen dos sistemas a implementar:

1. La utilización de un tanque donde se sumerge una pila de madera por un periodo de un minuto (Figura 2)
2. Incorporar un pequeño tanque después del proceso de despuntado de la madera en la línea de producción, en donde la madera es sumergida en el preservante.(Figura 3)



**Figura 2.** Tanque de inmersión.



**Figura 3.** Línea de producción

Las pequeñas industrias pueden preservar su madera aserrada, sumergiéndola de forma manual en un recipiente que contenga el preservante.



**Figura 4.** Canoa de inmersión

#### ALMACENAMIENTO Y FORMA DE EMPAQUE

La madera que fue sumergida en la solución preservante deberá apilarse y cubrirse con algún material impermeable que impida la circulación de aire, por ejemplo, un plástico grueso



**Figura 5.**  
*Pila de madera envuelta en plástico, después de sumergida en el preservante.*

#### TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA DIFUSION

Poder definir un tiempo óptimo de almacenaje para cada tipo de espesor es la clave para el éxito de la preservación (cuadro 1).

ESPESOR (cm)		TIEMPO (días)
(cm)	(pulg)	
1,25	1/2	10
2,50	1	25
3,81	1 1/2	50
5,08	2	75
6,35	2 1/2	75
7,60	3	106

**Cuadro 1.** Tiempo recomendado para cada espesor

#### MEDICIÓN DE LA PENETRACIÓN Y LA RETENCIÓN DE BORO EN LA MADERA

Para establecer un control de calidad es necesario determinar la penetración y retención del preservante en la madera de melina. Para esto se debe primero desempacar algunas muestras y cortarlas a la mitad de su longitud.

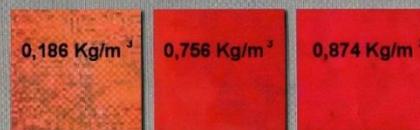
Posteriormente rociar sobre los extremos cortados una mezcla compuesta de 10 gramos cúrcuma en 100 mililitros de alcohol (El alcohol debe tener una concentración mayor a 90%)

Una vez secos los extremos, aplicar una solución reveladora preparada con 20 mililitros de ácido clorhídrico a una concentración del 34%, disolverla en 6 gramos de ácido salicílico y esta mezcla se lleva a 100 mililitros de alcohol (El alcohol debe tener concentración mayor a 90%)

Los sitios donde esta presente el preservante en la madera se torna de color rojo y aquellos donde no existe sustancia preservante, la madera mantiene su color original.

La penetración se realiza midiendo en la cara de la pieza el desplazamiento (en milímetros) del color rojo del borde hacia el centro. Este valor debe ser en la medida de lo posible igual a la mitad del espesor de la pieza de madera preservada.

Es importante saber que la coloración tomada en la madera por la sustancia reveladora esta relacionada con la retención, que posean las muestras. Las siguientes coloraciones muestran la retención de boro por m<sup>3</sup>.



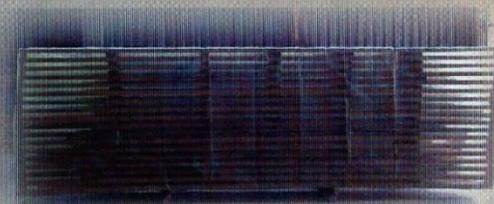
**Figura 6.** Retención según coloración en madera de melina con sustancia reveladora de boro

Información recopilada por:  
Ing. Laura Leandro Zuñiga, Ing. Róger Moya Roque,  
Ing. Francisco Monge Romero,  
Fotografías:  
Ing. Laura Leandro Zuñiga.  
Edición gráfica e impresión:  
D.G. Daniel Villavicencio Ocho

# Guía práctica No. 1

## Preservación de madera de melina utilizando el método de inmersión-difusión con sales de boro

PROYECTO FC-0011-200: Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para la melina (*Gmelina arborea*) provenientes de plantaciones forestales.



### CIIBI

Tels.: (506) 550-2433 • (506)550-2266  
Fax: (506) 591-3315 • Correo Electrónico: rmoya@itcr.ac.cr



## **ANEXO 3**

Cuadro resumen de la correlación entre las propiedades de madera

Propiedades	Anatómicas	Físicas	Mecánicas	Durabilidad	Secado	Preservación
Madera radial o tangencial	Radios ubicados en diferente posición	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas	La madera tangencial seca más rápido pero se pandea más	No se ven afectadas
Albura/Duramen	No se ven afectadas, pero en la duramen contiene extractivos	No se ven afectadas	No se ven afectadas	El duramen es más durable y la albura poco durable	La albura seca más rápido y duramen de lento secado	La albura se preserva, pero el duramen es poco factible de preservar
Color, sabor, lustre	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas	Por lo general las maderas oscuras son más durables que las claras	No se ven afectadas	No se ven afectadas
Textura	Poros grandes	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas
Grano de la madera	No se ven afectadas	No se ven afectadas	El grano inclinado disminuye resistencia	No se ven afectadas	La falta de grano recto produce defectos de secado	No se ven afectadas
Fibras de pared celular gruesa y poros pequeños	-	Mayor peso específico	Mayor resistencia	Mayor durabilidad	Lento secado	Difíciles de preservar
Parénquima abundante	-	Menor peso específico	Menor resistencia	Menor durabilidad	No se ve afectada	No se ve afectada
Peso específico	-	-	Alto peso específico mayor resistencia	Alto peso específico mayor durabilidad	Alto peso específico lento secado	Alto peso específico difícil preservar y bajo consumo de preservante
Contracciones	Fibras con pared celular gruesas alta contracciones	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas	Mayor cuidado al secar	No se ven afectadas
Trabajabilidad de la madera	Fibras gruesas	Especies de mediana densidad utilizable en muebles	Especies de alta resistencia ligeramente difíciles de trabajar y mayor desgaste	No se ven afectadas	No se ven afectadas	No se ven afectadas

## **BIBLIOGRAFIA**

Barnett, J., Jeronimidis, G. Wood Quality and its biological basis. Austria: Blackwell Pushing CRC Press.

García, L., Quindeo, C., Pereza, C., Palacios, O. 2003. La madera y su anatomía. España: Ediciones Mundi-Prensa.

Haygreen, J.G. And Bower, J.L. 1982. Forest Products and Wood Science. USA: The Iowa State University Press.

Hoheisel, H. 1974. Estipulaciones para los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de la madera. Mérida, Venezuela: Centro de Documentación y publicaciones del Instituto Forestal Latinoamericano.

Moya, R.; Muñoz, F; Salas, J; Berrocal, A; Leandro, L; Esquivel, E. 2010. Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas Técnicas. Revista Forestal Mesoamericana 7(18-19):207 p. (Editorial Corporación Garro y Moya, ISBN: 978-9968-9643-3-3). Disponible en [http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/index.htm](http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/index.htm)

Moya, R; Aguilar; D; Tenorio, C; Bond, B. 2011. Moisture content variation in kiln-dried umber from plantation of *Vochysia guatemalensis*. Wood Fiber and Science 43(2): 121-129.

Moya, R; Aguilar; D; Tenorio, C. 2012. Consideraciones durante el secado convencional de la madera de *Vochysia guatemalensis* Donn Sm. (cebo/mayo). Revista UNICIENCIA 26: 5-14

Moya, R; Rodríguez, A; Olivares C. 2014. Árboles Maderables de la Península de Osa: Madera y Corteza. Editorial Tecnológica de Costa Rica. ISBN 978-9977-66-302-9. Cartago, Costa Rica, 342 p.

Muñoz, F; Moya, R. 2008. Moisture content variability in kiln-dried *Gmelina arborea*: effect of radial position and anatomical features. Journal of Wood Science 54(4): 318-322

Serrano, R., Moya, R. 2013. Procesamiento, uso y mercado de la madera en Costa Rica: aspectos históricos y análisis crítico. Editorial Académica Española, ISBN: 3659071137. Madrid España, 64 p.

Tenorio, C; Moya, R. 2011. Consideraciones y recomendaciones prácticas para mejorar la calidad de la madera seca de *Acacia mangium* Willd. Tecnología en Marcha 24(4): 30-38.

Tsoumis, G. 1991. Science and technology of wood: Structure: Properties, utilization. New York, US: Chapman & Hall.

Zobel, B. and J. P. van Buijtenen. 1989. Wood variation, its causes and control. Berlin: Springer-Verlag.



## Proyecto REDD

Consultoría “Mejora y conservación de las reservas de carbono mediante actividades forestales y el consumo de madera mediante el aumento de las capacidades gerenciales en el sector industrial forestal”

MODULO DE CAPACITACION

# **“CONTABILIDAD Y FINANZAS”**

---

AGOSTO, 2014

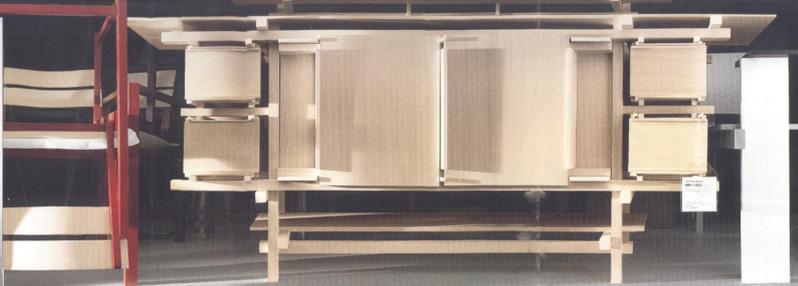


## Proyecto REDD

Consultoría “Mejora y conservación de las reservas de carbono mediante actividades forestales y el consumo de madera mediante el aumento de las capacidades gerenciales en el sector industrial forestal”

MODULO DE CAPACITACION

# “PRODUCCIÓN”



5 3



5 2



5 3

# diseño innovación sostenibilidad

5 2



5 3



5 2



5 1

## INDICE

### **DISEÑO E INDUSTRIA**

El diseño artesanal	3
De la idea al producto	4
Importancia del diseño	6
Proceso de Manufactura	7
Diseño & ambiente	8

### **ESTRATEGIA Y GESTION**

La competencia y el diseño	12
Diseño & Proceso	13
Motivaciones para diseñar	15
Diseño e innovación	16
Estrategias DE diseño	16

### **USUARIO**

Usuarios y mercado	19
Necesidades de usuarios	20
Usuarios	20
Consideraciones ergonómicas	22
Facilidad de uso	23
Contexto de uso	23

### **PRODUCTO**

Factores del diseño	26
Forma & función	28
Variables de la forma	29
Productos invisibles	29
Análisis de productos	31

### **SOSTENIBILIDAD**

Diseño sustentable, Ecoeficiencia y Ecodiseño	33
Herramientas, estrategias y metodologías	35
Ventajas de utilizar Madera Certificada	38
Fijación de Carbono en el ambiente	39
Cómo sacar el mejor provecho al material	40
Responsabilidad de la empresa	41

### **TECNOLOGIA**

Tecnología en el Diseño	43
Capacidades de la empresa	43
Productividad , gestión y diseño	44
Maquetas y prototipos	45

dise

no

e

indus

tria

# DISEÑO e INDUSTRIA

*Es necesario comprender los aspectos del proceso de diseño como una herramienta fundamental para conducir la producción, las operaciones necesarias dentro de éste proceso, el impacto ambiental productivo y de producto, las ventas, la investigación y desarrollo de una empresa.*

*El diseño de productos es una herramienta para la competitividad, la innovación y para dar valor.*

## Contenidos

El Diseño artesanal  
De la idea al producto  
Importancia del diseño  
Alcances del diseño  
Diseño & empresa  
Proceso de Manufactura  
Diseño & ambiente

## El diseño Artesanal

Como se observa en la figura 1 el proceso artesanal puede producir un objeto hermoso, pero podría resultar incorrecto para un diseñador. Los productos artesanales generalmente son objetos únicos pues estos se definen durante su proceso de diseño y de construcción. Es decir probablemente en su definición y complejidad no intervienen diseñadores técnicos, directivos de mercadeo, vendedores, técnicos en producción que controlen el desarrollo y la producción en serie del mismo.

Para el diseño artesanal de una silla, una mesa o un florero, las dimensiones que se eligen o las curvas que se otorgan son impuestas por la naturaleza del artesano mismo, o por el espacio disponible de una habitación en particular, o por el temperamento del cliente o quizá por la elección o interpretación de lo que vemos en una revista.

Por otra parte el trabajo artesanal puede ser sorprendente, pues un artesano tan solo con sus herramientas de trabajo desarrolla formas complejas que definen el producto sin la presencia de esquemas, dibujos dimensionales. Esto deja claro que el buen artesano maneja un sistema de información que se adecua en la marcha de sus nuevos proyectos. De esto podemos deducir:

- por lo general el artesano no dibuja sus trabajos, ni genera planos de ellos
- \* un objeto artesanal se modifica en el tiempo por el efecto de incontables errores y aciertos en un proceso de tanteo.
- la evolución en el proceso artesanal puede generar características discordantes, como irregularidad en el funcionamiento, o pérdida de valores estéticos..
- \* el acopio de información se da a través del mismo producto pues no existen otros métodos de información para lograr reproducir una pieza.
- \* el objeto artesanal no tiene series de producción estándares lo que afecta los costes.



Antoine + Manuel . fig.1

- el tiempo que se invierte en un nuevo proyecto es siempre alto, y este debe cargarse al objeto artesanal lo que conlleva también altos costes.

Estas razones son las que llevan a un producto artesanal en el mercado tradicional a ser poco competitivo a nivel de costos, gustos y de recuperación de tiempo invertido durante su desarrollo.

## De la idea al producto

Podríamos definir diseño de muchas formas, una versión simplificada de qué es diseño es: *pensar antes de hacer* o pensar antes de realizar un producto. Este proceso de pensar implica identificar necesidades, planear, desarrollar el concepto de la idea y realizar un prototipo. Dicho de otra forma el diseño de productos implica el planeamiento, conceptualización y revisión de las especificaciones de un objeto que posteriormente se realizará. Así es posible verificar estos tres pasos dentro del proceso de diseño. Es necesario recordar que el diseño siempre responde a una necesidad del hombre. Es por esta razón, que ésta, debe ser el punto de inicio de todo proceso. La necesidad primaria de una silla es sentarse, sin embargo la silla satisface otras necesidades relacionadas con la cultura, el uso, la funcionalidad, el ambiente, la perceptualidad y la motivación.

A continuación se describe el proceso de diseño con el fin de comprender el alcance y arquitectura del mismo.

**Identificar necesidades:** identificar necesidades del cliente, para ello es necesario elaborar una lista a través de enunciados cuidadosamente elaborados y de forma jerárquica. (permite ajuste en el respaldo)

**Planeación Establecer especificaciones:** Las especificaciones proporcionan una descripción específica de lo que tiene que hacer un producto (el ajuste debe ser entre los 15 y 30 grados)

### Conceptualización

**Generar el concepto:** Se genera el concepto con el objetivo de explorar las características y atributos de distintas posibles soluciones a las necesidades del cliente, estas posibles soluciones no tienen porque evocar una forma o función específica (al menos en este estadio del proceso). Se acostumbra en esta etapa realizar una serie de bocetos generales acompañados de un texto que describe la intención del mismo. (la generación de conceptos puede darse a través de diferentes métodos, entre ellos la lluvia de ideas o brainstorming)

**Selección del concepto.** En esta etapa se eliminan los conceptos que no cumplen con las expectativas o no cumplen todas las especificaciones establecidas, por tanto se identifican aquellos conceptos que son viables.

**Probar el concepto.** Se prueban los conceptos que atienden las especificaciones, y resuelven las necesidades, también se valoran las deficiencias de cada uno de ellos y las posibilidades de enmendar esas deficiencias. De no ser así se seleccionan aquellos que sí cumplen. Se elige el mejor concepto.

**Revisión de las especificaciones y planeamiento**



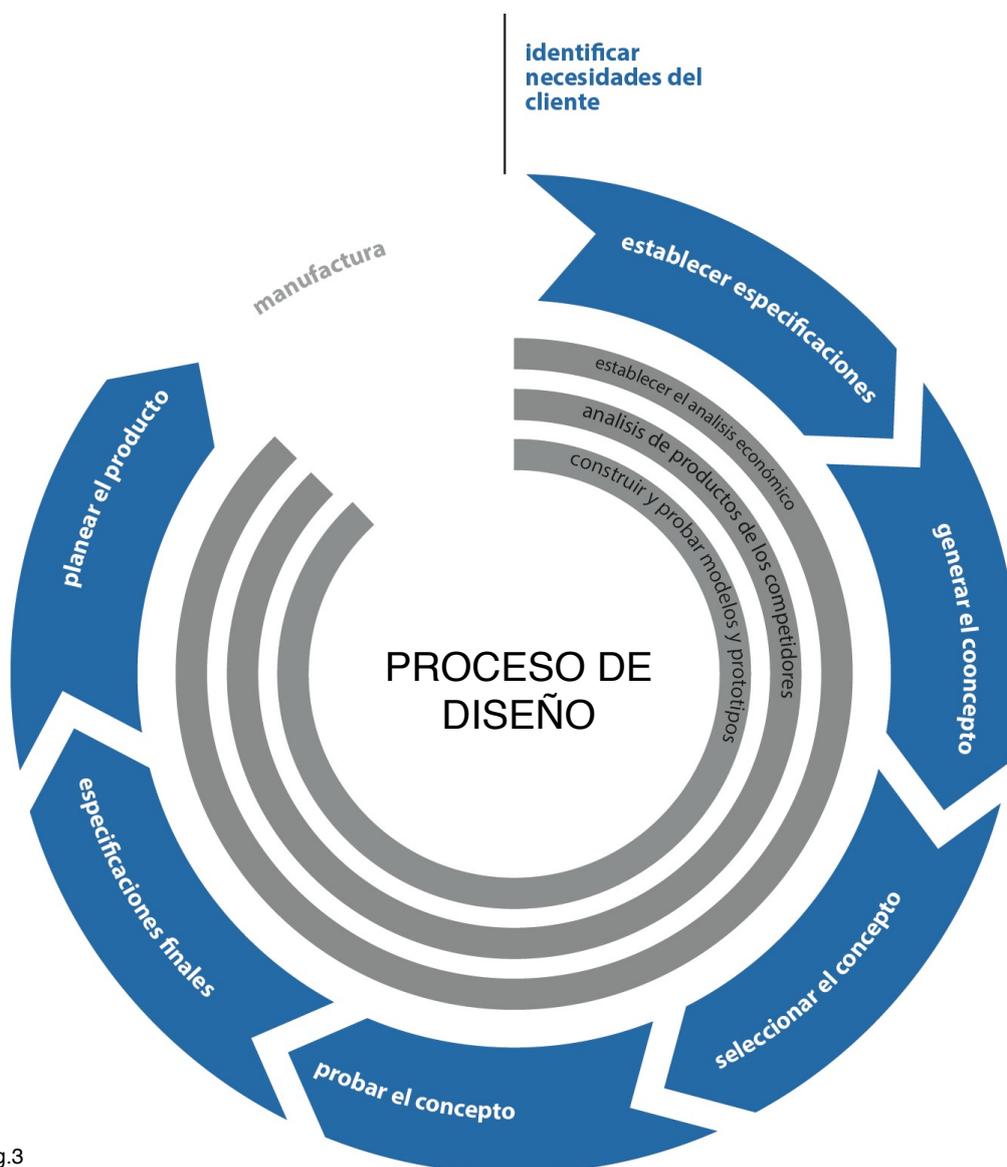
de la idea al producto fig.2

**Especificaciones finales** . Las especificaciones iniciales se vuelven a examinar y debe corroborarse el nivel de cumplimiento de cada una de ellas. También debe valorarse el equilibrio en costo y desempeño de cada especificación y la conveniencia de esta para el desarrollo del objeto y los beneficios de la empresa.

**Planear el producto.** Es necesario realizar un calendario detallado de desarrollo donde se indican los recursos requeridos para realizar el objeto en estudio.

Cada etapa debe considerar los análisis económico ( rentabilidad de lo que se propone y las posibilidades económicas de la empresa). Otro aspecto a considerar de forma constante durante el proceso son los análisis de los productos similares de la competencia como construir modelos y prototipos como medio de verificación constante de lo establecido.

Así los productos no se generan de forma aislada, están asociados a consideraciones que hacen de este proceso un proceso de múltiples decisiones.



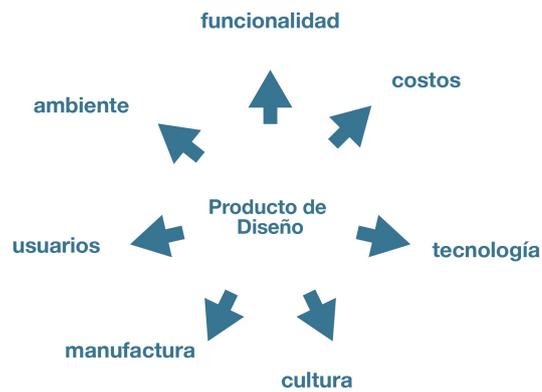
Proceso de diseño . fig.3

*El Diseño Industrial es una actividad proyectual cuyo objetivo es determinar las cualidades formales que deben poseer los objetos fabricados en forma seriada. Estas cualidades formales no se encuentran sólo en las características exteriores, sino principalmente en las relaciones estructurales y funcionales que hacen de un sistema un todo coherente, tanto desde el punto de vista del productor como del usuario. Mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conllevan el deseo de hacerlo aparecer atractivo, las propiedades formales de un objeto son siempre el resultado de la integración de factores diversos de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico". Tomás Maldonado*

## Importancia del diseño

El diseño agrega valor a los productos e inevitablemente lo hace también con la empresa, provocando que estas se consoliden y crezcan. El diseño establece la relación entre los productos y los servicios resultando en una mayor demanda e incrementado la expectativa de los usuarios. Diseño es comunicación, es decir a través de él conectamos la empresa con los usuarios, pero esto solo es posible cuando logremos establecer el lenguaje apropiado mediante los objetos. Diseñar es generar la información. Más allá de lo estético, de la ergonomía, la funcionalidad. El diseño genera cultura que pueden llegar a sobrepasar las dimensiones del producto mismo. Incorporar el diseño generará ventajas competitivas por tanto beneficios económicos para la empresa. El diseño es una herramienta de creación de valor para los productos y con el podemos:

- incrementar el valor de los productos ya existentes ante los usuarios
- generar nuevos productos
- alcanzar nuevos mercados sean nacionales o internacionales
- diferenciarnos de la competencia
- introducir eficiencia y eficacia en los medios productivos de la empresa
- incidir en el medio ambiente alcanzando sistemas de producción más limpia y productos amigables con el ambiente incorporando el ciclo de vida en su desarrollo.
- cumplir con estándares de calidad, ambiente seguridad o regulaciones futuras
- mejorar la comunicación empresa- usuario y reposicionar la marca empresarial
- innovar en todos los niveles posibles generando un espacio de conocimiento antes no alcanzado para la empresa.



Los valores en productos de Diseño se obtienen considerando estas variables

Valores en productos de diseño . fig.4

## Procesos de manufactura

*Planificar antes de actuar optimizando recursos*

La selección del medio productivo está directamente relacionado con las necesidades de los usuarios, los recursos del productor y el tiempo en que el producto debe llegar al mercado. Los niveles de sofisticación de la producción en masa tienden a reducir dramáticamente los costos de producción, sin embargo existen mercados para los cuales se consideraran otros tipos de procedimientos de producción menos tecnificados o sofisticados que bien podrán ser semi-artesanales y los cuales pueden depender más de la calidad y de necesidades específicas de los usuarios. No obstante sin importar cual fuese el sistema de producción es necesario entender que la planificación es sumamente importante para cualesquiera de los procesos productivos. La ausencia de procesos de diseño pueden llegar a implicar cambios parciales o totales en el procesos productivo que llegue a afectar drásticamente los costos, tiempos de entrega, satisfacción del cliente y por supuesto la imagen de la compañía.

La selección de un medio productivo implica también una selección de materiales. Los materiales por su parte están directamente relacionados con el cumplimiento de algunos requerimientos de producto como son los costos o las mismas necesidades de usuario. Así la selección de los medios de manufactura y los materiales está íntimamente relacionada. Casi siempre en un proceso de manufactura intervienen muchos materiales y procesos involucrados para alcanzar las necesidades de usuario o funciones de producto.



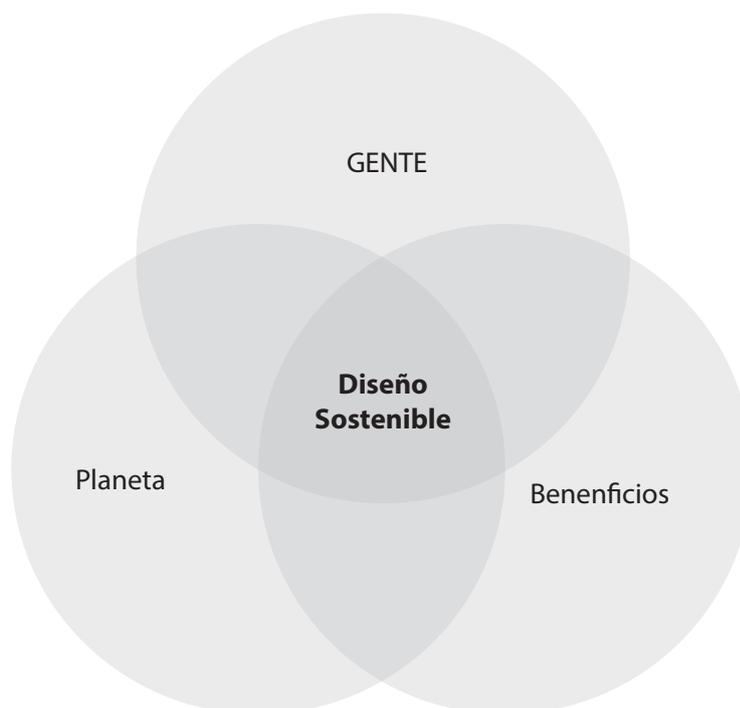
Manufactura . fig.5

## Diseño y sostenibilidad

Finalizando el siglo XX, algunos diseñadores entendieron que el desarrollo de productos se estaba convirtiendo en algo insostenible a nivel ambiental. Desde entonces la preocupación por el ambiente en el mundo del diseño es un asunto que preocupa por igual a todos. El concepto de sostenibilidad y diseño sostenible aún se encuentra en estado formativo pero es un factor ineludible en la producción de objetos. Más aún cuando hablamos de la madera.

Una definición de gestión sostenible de los bosques generalmente aceptada es: *“la administración y uso de los bosques y del terreno forestal de una manera y a un ritmo que mantenga su biodiversidad, su productividad, su capacidad de regeneración, su vitalidad y su posibilidad de satisfacer, tanto ahora como en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a nivel local, nacional y global sin causar daño a otros ecosistemas.”* (Pan European / Helsinki Process).

En términos simples, el concepto puede describirse como la consecución de un equilibrio entre la demanda social, cada vez mayor, de productos y beneficios forestales y la conservación de la diversidad y salud de los bosques. Lograr este equilibrio es esencial para la supervivencia de los mismos y para el bienestar de las comunidades que, en todo el mundo, dependen de ellos para su existencia.



concepto de sostenibilidad . fig.6

concepto de sostenibilidad

Cada vez más, se contempla el consumo y aplicación de la madera en los productos y edificaciones y hay razones evidentes para ello, pues considerando todos los factores de su ciclo de vida, el comportamiento medioambiental de la madera es superior al de otros productos empleados, puesto que necesita un menor gasto energético en su producción, es natural, biodegradable, reciclable, no es tóxico, además de fijar CO2 en su crecimiento.

El concepto de sostenibilidad es hoy un concepto imprescindible en los negocios y las necesidades de la gente, por tanto las necesidades del planeta. En diseño de productos se ha establecido una estrategia de diseño llamada “el ciclo de vida del producto” la cual trataremos en próximos capítulos.



Ciclo de vida . fig.7

## Corolario

Para ilustrar el proceso de diseño haremos similitud basados en el ejemplo expuesto por Bruno Munari, con el objeto de tener una referencia clara del mismo y de la flexibilidad que éste método ofrece. Así podremos imaginar que es posible durante un proceso proponer cambios siempre y cuando estos alcancen nuestros objetivos y necesidades, así como habrán otros procesos o elementos que se mantendrán.

Proceso para hacer arroz con pollo para 6 personas y sorprender a comensales

identificar necesidades del producto	arroz con pollo
establecer especificaciones	arroz con pollo y espinacas y alverias para 6 personas
generar concepto	1.variar la forma de preparación 2.agregar + ingredientes 3. variar la proporción de ingredientes
seleccionar el concepto	variar la preparación unicamente con dos ingredientes más
probar el concepto	realizar una pequeña muestra y probar
especificaciones finales	1/4 de pollo, 2 fasas de arroz.... cocinar a fuego lento por....
planear el producto	generar la secuencia correcta con detalles del tipo de arroz , secuencia de cocimiento ...



gesti  
on  
estra  
tegia

# ESTRATEGIA Y GESTIÓN

*Gestionar es decidir, y el diseño de un nuevo producto requiere de la toma de decisiones estratégicas.*

*La estrategia entonces son aquellos pasos que nos permitirán llegar a un punto planeado. La estrategia de Diseño responde a la pregunta ¿Qué debemos hacer?*

*Mediante la gestión del diseño las empresas visualizan como son hoy y como serán mañana.*

## **Contenidos**

**La competencia y Diseño**

**Diseño & Proceso**

**Motivaciones para diseñar**

**Diseño e innovación**

**Estrategias para diseñar**

La gestión de diseño se relaciona con la definición de los objetivos de proyectos de productos, obtención y procesamiento de la información, factibilidad, recursos técnicos, humanos y financieros, concepción y desarrollo del proyecto antes de pasar a la producción. Diseño es algo más que sólo un proceso creativo, el diseño integra y concreta características formales, visuales, técnicas y funcionales. Todas estas características surgen de un proceso previo de planeación y estrategia.

Integrar al diseño en la estrategia de la empresa, permite innovar y orientar el desarrollo de productos.

Las estrategias pueden ser orientadas a la competitividad en el mercado, por ejemplo en bajo costo de producto, diferenciación, buscar segmentos específicos del mercado, entre otros.

## La competencia y Diseño

La gestión del diseño es una disciplina que no opera en base a una misma metodología para todos los casos. Todas las empresas son diferentes y pueden tener atributos que las hacen únicas en el mercado. Una parte fundamental de la definición de la estrategia es analizar ¿Cómo me desempeño en mi entorno? ¿Cómo soy percibido por mis competidores y clientes?

Adecuadamente gestionado el diseño es una herramienta que puede ayudarnos a mejorar la competitividad. Nos ayuda a generar una oferta coherente con el resto de nuestros productos, nuestra imagen y la planificación estratégica.

Todo esto hace necesario:

1. Análisis de la gestión previa, situación actual y antecedentes, recursos, de personal, técnicos, debilidades y fortalezas de la empresa, otros.
2. Definir una estrategia: Se debe realizar tomando en cuenta los antecedentes antes estudiados y con la búsqueda de las fortalezas y debilidades de la empresa.

**Se debe valorar:**

- Relevancia que le vamos a dar al diseño, su relación con las actividades generales de la empresa.
- Si se realizará como una única intervención o como una línea permanente.
- Si se llevará a cabo como una actividad interna o una actividad subcontratada.
- Los campos donde vamos a actuar (producto, comunicación de producto, imagen de empresa,...).
- Las características que nos diferenciarán y que buscamos aplicando el diseño (énfasis en los componentes tecnológicos, dimensiones estéticas o predominio de las propuestas de vanguardia,...).

**Diseño & Proceso**

El Ariza (2009), describe el diseño como un proceso donde intervienen varios especialistas de áreas distintas de la empresa, con el objetivo de planificar e introducir nuevos productos en el mercado.

A continuación y según el INTI se describe el proceso para una estrategia.

El objetivo del proceso es materializar un producto, se debe tener en cuenta:

**Usuario**

Caracterizar al usuario. Gustos, preferencias, situaciones de uso.

**Responsabilidad**

Responsabilidades legales, éticas y ambientales.

Aportes al bienestar de la comunidad. Sostenibilidad.

**Materiales**

La esencia del producto.

Comprender los aspectos físicos de lo que comercializamos.

Proveedores

Forma de uso del producto.

**Transformación**

Capacidades tecnológicas y productivas actuales y futuras.

Procesos de transformación, maneras alternativas.

Costos de cada proceso.

Subcontratación de materia prima o procesos.

Desarrollo de proveedores.

**Comunicación**

Identificar y relatar el producto.

**Consumos**

Comprender al público.

Posicionamiento del producto.

Identidad del punto de venta.

Distribución.

## El proceso para una Estrategia

El modelo de proceso de diseño que se muestra (fig. 1) propone el recorrido que puede pasar una empresa para diseñar un producto. Está organizado en términos de fases de trabajo, que persiguen objetivos específicos.



Proceso de Diseño para una estrategia. Fuente Ariza (2009). fig. 1

Esta metodología está determinada por diferentes fases que abarcan desde la definición estratégica hasta el fin de vida del producto. Estas fases no son rígidas, pueden darse de manera simultánea e integrada.

Cada empresa debería adaptar este modelo a su realidad y de acuerdo a la actividad de diseño que se esté realizando.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

### Fase 1. Definición estratégica

Inicia el proceso de diseño. A partir de un problema detectado se analiza y procesa la información disponible. Se busca obtener una primera orientación y definir ¿Qué se va hacer?, sin avanzar en ¿Cómo hacerlo?

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

### Fase 2. Diseño de concepto.

Dar forma a la idea de producto:

- Análisis y creatividad
- Analizar cómo puede ser entendida por terceros.
- Trazar los lineamientos del producto y su comunicación.
- Generar alternativas creativas, que sean sostenibles y tomando en cuenta el tipo de usuarios y sus necesidades.
- Analizar alternativas y seleccionar una ellas, para detallarla.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

### Fase 3. Diseño en detalle. ¿cómo construir el producto?

- Desarrollo de la propuesta, definir aspectos de sostenibilidad y accesibilidad (diseño para todos).
- Definir la forma del producto, elementos (soportes gráficos, empaque, etc.) y la especificaciones para su producción.
- Definir aspectos perceptivos como forma, color, acabado u otros, las partes y sus relaciones, materiales y procesos de producción.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

### Fase 4. Verificación y testeo

- Verificar la seguridad, calidad, confiabilidad y mantenimiento.
- Comprobar el cumplimiento de las especificaciones (ver sección de Tecnología, apartado de prototipos)
- Validar la propuesta en condiciones de uso realista y seleccionar proveedores.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

**Fase 5. Producción.**

Fabricación de una pequeña producción o prueba piloto, utilizando y poniendo atención a los medios productivos. Durante ella se deberán adquirir o subcontratar recursos, equipos y herramientas de producción. Se comienza la planificación de lanzamiento del producto. Especificar medios, tiempos y responsables. Evaluar la prueba piloto para solucionar defectos.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

**Fase 6. Mercado.**

Asegurar elementos necesarios para la introducción del producto en el mercado. Se realiza el lanzamiento del producto e incluye su seguimiento. Inicia la distribución y comercialización. Después del lanzamiento exitoso se da la entrega a los consumidores en forma continua y con buena calidad.

Planificar - Ejecutar - Verificar - Mejorar

**Fase 7. Disposición final.**

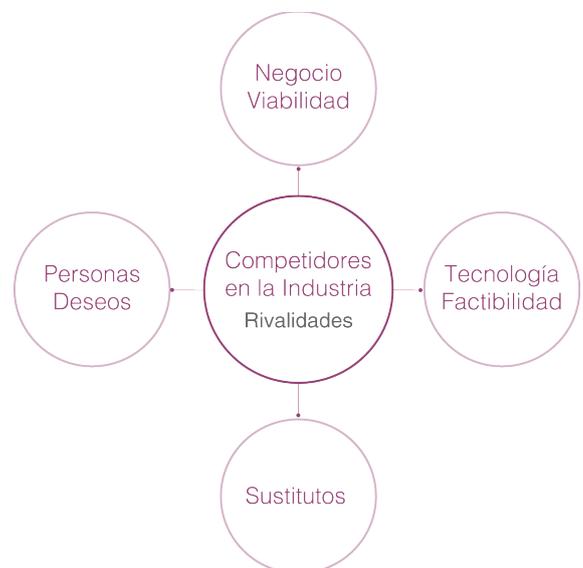
Control y monitoreo de acuerdo a lo definido en otras fases. El producto ha dejado de cumplir su función y debe ser descartado. Validar si es reutilizable, reparable, métodos de separación de componentes y otros sean lo esperado. En caso contrario elaborar una estrategia alternativa para minimizar el impacto medioambiental. Generar relaciones a largo plazo por medio de servicios de reparación, repuestos y servicios postventa al cliente.

**Motivaciones para diseñar**

El análisis interno y externo se enfrentan para identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (Matriz FODA y estrategias. Figura 2.), para así evaluar posibilidades, de acuerdo a las fuerzas que guían la competencia (5 Fuerzas que guían la competencia. Fig. 3). El cuadro a continuación presenta la forma de contrastar el análisis para generar estrategias según lo encontrado.

	INTERNO	FORTALEZAS	DEBILIDADES
EXTERNO			
OPORTUNIDADES		Estrategias ofensivas	Estrategias de reorientación
AMENAZAS		Estrategias defensivas	Estrategias de supervivencia

Matriz FODA y Estrategias. Fig.2



5 Fuerzas que guían la competencia. fig. 3

Oportunidades-Fortalezas: Permite generar estrategias ofensivas para sobresalir en el mercado, y enfrentar la competencia.

Oportunidades-Debilidades: Cuando estas debilidades estén relacionadas con los productos y su comunicación, el diseño puede trabajar para revertirlas y sacar el mayor provecho a las oportunidades, es decir crear una estrategia de reorientación.

Amenazas-Fortalezas: Cuando nuestras fortalezas prevalecen o tienen mayor potencial que las amenazas se crea una estrategia defensiva, las capacidades para el diseño y desarrollo de productos pueden tener un rol de importancia redefiniendo nuestros productos y procesos.

Amenazas-Debilidades: Con debilidades que prevalecen en un contexto amenazante debemos adoptar estrategias de supervivencia para mantener nuestro producto en el mercado.



Proceso de innovación. fig.4

## Diseño e Innovación

Según Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (2008), la innovación consiste en la creación o modificación de un producto y su introducción en el mercado. Innovar es introducir novedades en alguna cosa.

En el ámbito de la empresa, la innovación consiste en introducir novedades en la gestión, en la organización o en la forma de producir bienes o servicios.

El diseño es parte del proceso de innovación, ya que interviene directamente en la introducción de novedades en los bienes o servicios, en la forma de comunicarlos (gestión), en la forma de cómo organizar especialmente la prestación de un servicio (organización) o en la forma de creación de valor y, en consecuencia, al proceso de innovación (Innovación en la Experiencia. Fig. 5)



Innovación en la Experiencia. fig. 5

La innovación como pensamiento de diseño se ve representado en el siguiente diagrama donde muestra las áreas en donde se puede innovar.

## Estrategias de diseño

Algunas de las estrategias para el diseño incluyen:

- Innovar en el producto
- Investigar y materiales de bajo impacto.
- Diseñar para reducir los desperdicios de producción.
- Diseñar para reducir el uso de empaque.
- Diseño para disminuir el impacto durante el uso del producto.
- Diseñar para crear productos durables para mejorar la calidad de uso del producto.
- Diseñar productos que sean reciclables y reutilizables.

En el apartado de sostenibilidad se muestra con detalle cada una de estas estrategias.

Las siguientes preguntas nos sirven para evaluar la gestión actual en el diseño. Cada uno de los aspectos analizados permiten generar estrategias para atacar puntos débiles así como amenazas y sacar provecho a las fortalezas y oportunidades.

Aspecto Analizado	Preguntas
Usuario y mercado	¿Conoce a usted a su mercado meta y sus necesidades? ¿Responde el producto a las necesidades? ¿Sabe como lo perciben sus clientes? ¿Qué medidas se pueden tomar para mejorar la imagen de su empresa en caso de ser necesario, o para tomar ventajas de sus fortalezas?
Competidores	¿Conoce a sus competidores? ¿Qué aspectos los diferencian, cuáles elementos permiten su éxito? ¿Qué puedo aprender de ellos?
Estrategia	¿Tiene una estrategia para diferenciarse en el mercado? ¿Su estrategia considera la evolución a futuro? ¿Ha considerado oportunidades para mejorar su producto y empresa (organización, personal, producción, otros)? ¿Ha considerado posibles amenazas y como reaccionar ante ellas?
Organización y colaboradores	¿Cómo son las relaciones con sus colaboradores internos y externos? ¿De qué manera pueden mejorarse? Sus empleados conocen sus objetivos, los esfuerzos en conjunto intentan alcanzar esos objetivos? ¿Requiere nuevas relaciones con proveedores
Comunicación	¿Cómo se promociona y por cuales medios lo lleva a cabo? ¿Han sido efectivo? ¿Cómo puedo mejorarlo?
Procesos	¿Que características innovadoras puedo incluir para generar mayores beneficios en los procesos? ¿La logística de transporte es adecuada?

pro  
duc  
to

## Producto

*Uno de los grandes problemas que presenta un producto es como asegurar la calidad del mismo. Para esto se ha desarrollado gran cantidad de métodos de manera que el “diseño sea medible”. Sin embargo, y a manera de ejemplo podemos registrar las vibraciones de una pieza musical, no así la esencia de su composición. Los métodos científicos son por tanto unilaterales, sea, solo ven una parte del problema. Por esta razón el desarrollo de un diseño debe lograrse a través de una aproximación holística del problema.*

### Contenidos

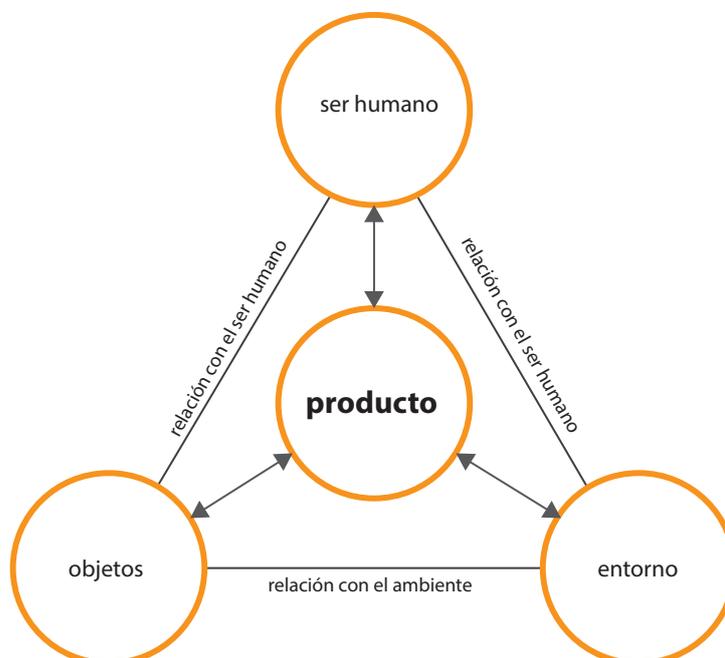
Factores condicionantes del diseño  
 Forma & Función  
 Variables de la forma  
 Productos invisibles  
 Análisis de producto

## Factores del diseño

Es pertinente analizar un producto dimensionalmente, morfológica y funcionalmente. Tomar en cuenta aspectos ergonómicos, de interrelación con los usuarios, así como en los aspectos ambientales considerados dentro del ciclo de vida del producto.

Para analizar la funcionalidad del producto, sus componentes y la interacción del producto con el usuario podemos valernos de fotografías, croquis, filmaciones, esquemas, tablas, entre otros. Para lograrlo podemos usar fichas de análisis o paneles gráficos al estilo de infografías.

Los productos cumplen en realidad muchas funciones, cada una de ellas está relacionada entre sí, estas relaciones a su vez impactan tanto a los usuarios como al ambiente. El modelo de Jochen Gros refleja esta situación.

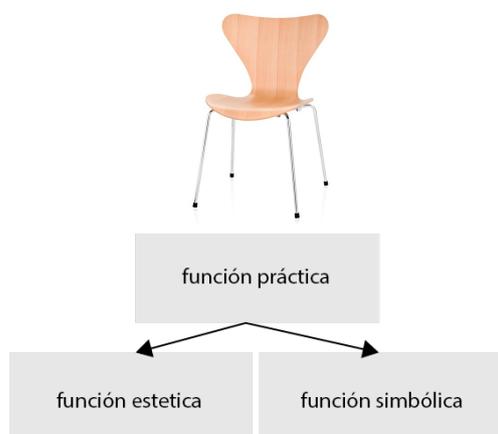


factores de diseño. fig.1

Relaciones hombre-objeto-entorno. Los productos no pueden entenderse como objetos aislados, tomemos en consideración las siguientes relaciones:

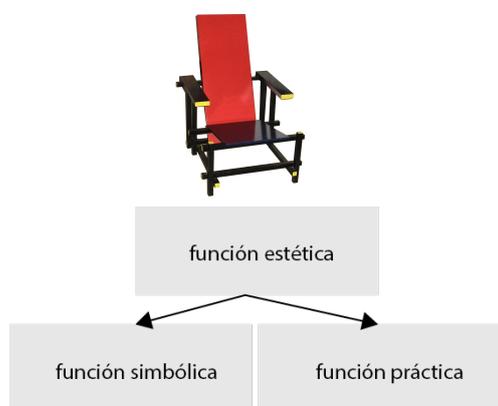
*Relación producto-ser humano:* (relación humana) Al tomar una silla y la silla es firme y cómoda podremos cumplir con la intención de sentarnos y descansar.

Esta experiencia física causada por aspectos del producto es lo que se conoce como **función práctica**, esta se refiere a las funciones técnicas u operativas del objeto. Determina la utilidad del producto. Está estrechamente relacionado con la función estética, porque la forma debe indicar las funciones que cumple el objeto.



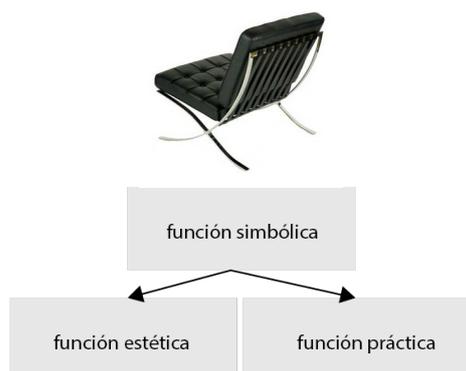
*relación producto-objetos:*(relación cercana con el ambiente) Al tomar la silla esta se encuentra cerca del escritorio y sobre el escritorio, un ordenador. Para este caso la silla deberá armonizar con el escritorio y los otros objetos que se encuentran alrededor, el ordenador, y aún más, consigo misma.

Esta experiencia sensorial que está asociada a la armonía y relación entre los objetos es lo que se conoce como **función estética**. Más allá de la indispensable adecuación entre forma y función, se busca la belleza a través de las formas, colores y texturas. Entre dos productos de iguales prestaciones técnicas y precios, cualquier usuario elegirá seguramente la que encuentre más bella. A veces, como el en caso de las prendas de vestir, la belleza puede primar sobre las consideraciones prácticas.



*relación producto-entorno:* (relación lejana con el ambiente) Si ampliamos la idea de extendernos en el ambiente, podríamos decir que la silla y el escritorio tienen elementos fabricados con maderas sostenibles, hecho altamente aceptado socialmente.

A los aspectos sociales del producto a la cual el usuario otorga un valor simbólico basado en una experiencia, o paradigma cultural, le llamamos **función simbólica**. Cuando la función principal de los objetos es la simbólica, estos se convierten en medios para establecer estatus social y relaciones de poder. Las joyas hechas de metales y piedras preciosas no impactan tanto por su belleza (muchas veces comparable al de una imitación barata) como por ser claros indicadores de la riqueza de sus dueños.

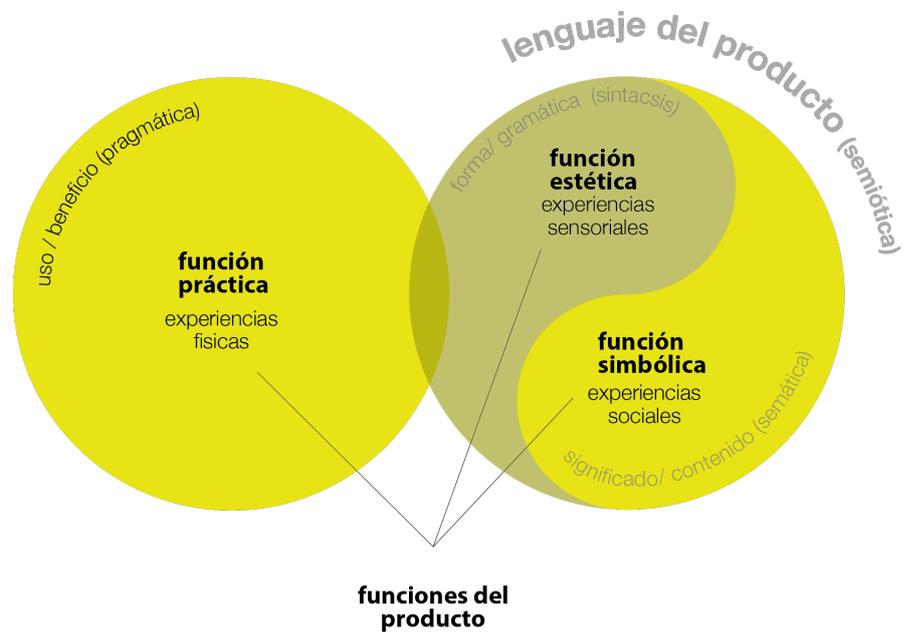


## Resumiendo

experiencias físicas = función práctica

experiencias sensoriales = función estética

experiencias sociales = función simbólica



funciones de producto. fig.2

El diseñador tiene como objetivo la creación de formas, materiales, texturas, colores y estructuras que permitan mejorar el entorno de la actividad humana, a través de la producción de objetos utilitarios, máquinas y herramientas. Ordena el entorno, remodela y modela la cultura material del hombre satisfaciendo necesidades y comodidades.

## Forma y Función

*"No puede haber contradicción entre lo bello y lo útil; el objeto posee belleza desde el momento en que su forma es expresión manifiesta de su función". P. Soriau*

Función y Forma son componentes de un mismo objetivo; es cierto que la funcionalidad debe primar en todo diseño, pero la utilidad no está enfrentada con el componente de belleza que, a ser posible, debe acompañar al diseño en su forma, color y textura.

**La forma** es la apariencia externa y visible de las cosas y objetos, apariencia que las define, configura y distingue de otras. Al definir la forma de nuestros productos podremos brindar a nuestros clientes distintos tipos de información, desde su uso hasta aspectos simbólicos.

## Elementos de la forma:

**Configuración :** La configuración viene dada por la figura de la forma prescindiendo de todos los aspectos del objeto (textura, color, opacidad). La configuración de un objeto, puede llegar a ser el resultado de varias figuras superpuestas con variaciones de posición y dimensión. Podemos reconocer dos tipos de estructuras en una configuración : la estructura abstracta y la concreta. La primera se basa en el sistema organizativo del objeto, esto es aquellos ejes o retículas que establecemos para organizar los elementos que componen el objeto. La segunda está constituida por elementos materiales que son fácilmente reconocibles por los usuarios , como formas geométricas, planos o superficies.

**Color:** El color es otra de las variables de la forma que logran llamar a la atención. Según criterios de percepción la lectura de un objeto se alcanza en tres niveles. Primero leemos la forma o figura, luego el color y finalmente el contenido. Visto de esta manera el color juega un papel importante dentro del consumo visual. Así el color es la segunda característica en un objeto que puede lograr nuestra atención , de allí su importancia. Si bien esta variable permite mayor facilidad de cambio y readaptación para el producto, se debe valorar que no todo producto admite un gran abanico cromático para ser aceptado amablemente. Existe una diferencia de aceptación entre una silla rosa y otra que no lo es.

**Textura:** Utilizada para asociar un producto a un entorno determinado de uso. La textura puede facilitar o mejorar la sujeción, o mejorar la fricción, o definir áreas dedicadas a funciones específicas. La textura es el medio para incrementar las propiedades táctiles como las sensaciones que producen: suavidad, dureza, rugosidad y las visuales.

**Opacidad** Esta variable trata de la cantidad de luz a la que es permeable el material.

**Brillo:** Esta variable de la forma refiere a la capacidad de la superficie en cuestión de reflejar la luz, a partir de lo cual se obtiene una superficie brillante o mate.

**La función** se debe expresar mediante una forma. Hoy se concibe la forma como uno de los rasgos de la función, el más importante, pues la forma de todo objeto dependerá del uso o utilidad que vaya a tener. Según esto, "la forma es la adaptabilidad de un producto o sistema a la función a que se destine"; es el fundamento del llamado diseño funcional.

Como se ha visto el término de función posee varias acepciones, una de ellas la más empleada en el ámbito del diseño remite a "para qué sirve algo" o "para que es útil algo", "cual es la utilidad de algo". La función práctica de una silla es sentarse. Los objetos son útiles a las actividades humanas, de lo que se deduce que todos los objetos son utilitarios. Así también una escultura sería un objeto utilitario a su modo, satisfaciendo distintas necesidades.

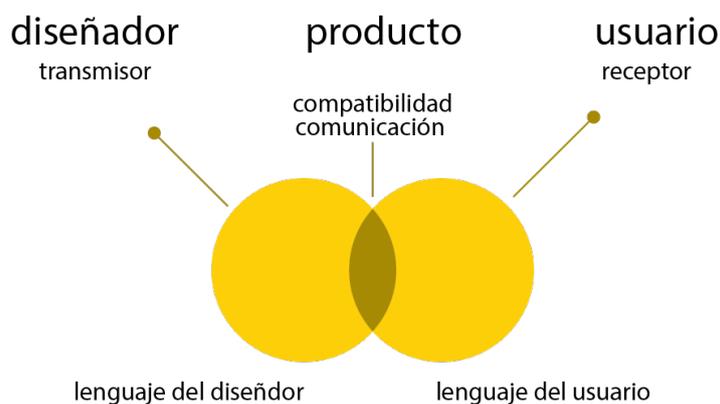
## Productos invisibles

La ausencia de funcionalidad invisibiliza el producto en el mercado , al igual que la ausencia de las otras funciones estéticas o simbólicas.

En los productos destinados a bienes de capital la función práctica generalmente es relevante no así las otras funciones. Por el contrario en los productos de consumo toma relevancia la función estética o simbólica según sea el caso. Así una silla para un puesto de trabajo (bien de capital) se requiere sea altamente práctica, para la oficina del gerente deberá cumplir sin duda con los tres compromisos. No obstante más allá de los límites del producto existen otros elementos que otorgan visibilidad. Extendiéndose al ámbito de la empresa la marca es un sistema que afecta al producto. La marca de una empresa es más que su expresión gráfica. Algunas son reconocidas simplemente por su nombre, sin tener un signo que las represente. La marca cobra sentido por la esencia de la empresa y lo que el público piensa de ella.

Los productos manejan sus lenguaje de comunicación a través de sus funciones o de su marca. Esta comunicación es posible si el repertorio de signos transmitido por el diseño y el repertorio del usuario son compatibles. Las funciones de un producto son transferidas por el diseñador hacia el producto mediante signos que son entendidos por el usuario. Esto significa que el diseñador tiene que estudiar muy de cerca las necesidades de sus usuarios.

lenguajes de comunicación. fig.3



Un análisis de producto en este sentido debe cubrir todas las funciones antes mencionadas , veamos este ejemplo.

Ejemplo: silla

#### **Funciones prácticas:**

1. Portabilidad (Plegable, rígida, apilable, lista para armar)
2. Operacionalidad (giratoria, desplazable, sistema anti-retorno)
3. Salud (movilidad del respaldo, desplazamiento del asiento)
4. ....

#### **Funciones estéticas**

1. Calidad formal (proporcional)
2. Material seleccionado (fresco, anti-alérgico)
3. Impresión visual (placentera, fuerte, liviana)
4. ....

#### **Función Simbólica**

1. Relevancia al día presente (moderna, nostálgica)
2. Pertenece a un grupo (gerencial, de trabajo)
3. De alto precio
4. ....

## Análisis de productos

### Organización de los productos

La utilización de métodos y técnicas, para el desarrollo de productos, facilita el diálogo en la búsqueda de las alternativas, que mejor se adecuan a los objetivos planteados.

Son utilizadas en diferentes instancias del proceso de diseño de productos y nos ayudan a ordenar y estructurar los datos .

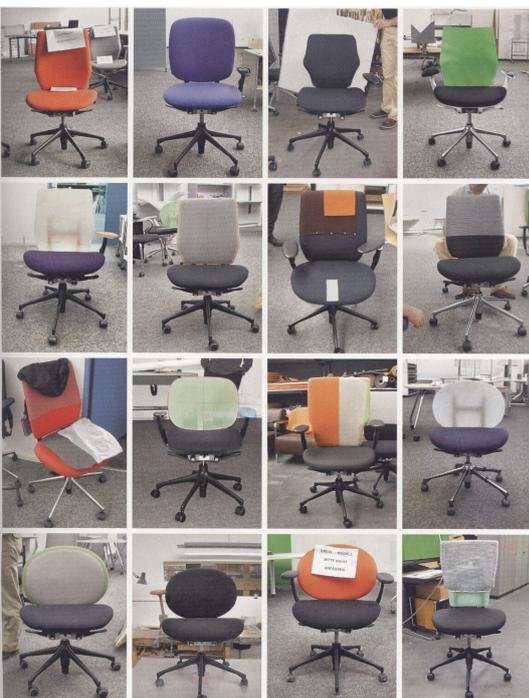
El análisis de productos a través de métodos y técnicas también nos sirve para organizar los productos existentes, permitiéndonos determinar soluciones y necesidades no resueltas por los productos actuales. Dada su característica de “herramienta”, cada una de ellas nos provee de oportunidades para estructurar criterios y ayudarnos a entender mejor cuales soluciones resuelven el problema y benefician a los usuarios. La métodos y técnicas de diseño son un instrumento de comunicación integral entre los clientes, el grupo de diseño, los sistemas de producción , pero más importante aún con los usuarios.

Ejemplo:

1. Enfóquese en características que permitan hacer una comparación, como : tipo de producto, función, ámbito y características de uso.
2. Archive una imagen de cada producto para resguardar la información visual del objeto en estudio, además de buscar productos existentes en el mercado e incluir los de la compañía.!
3. Analice usuarios, precio, procesos productivos, materiales, comercialización, grado de innovación, etc.
4. Arme tablas de análisis para cada producto. En función de la información generada, elija los aspectos más pertinentes y utilícelos para construir una representación gráfica o idea.!
5. Observe si existen oportunidades generadas.



técnica metodológica diagrama de afinidad. fig.4



mapa visual de productos fig.5

Tomadas de Project Vitra

usu  
ario

## Usuarios

*“Los usuarios son la base de su negocio y de la existencia de su empresa”*

### *Contenidos*

Usuarios y mercado

Necesidades de usuarios

Usuarios

Diseño para el uso

Consideraciones ergonómicas

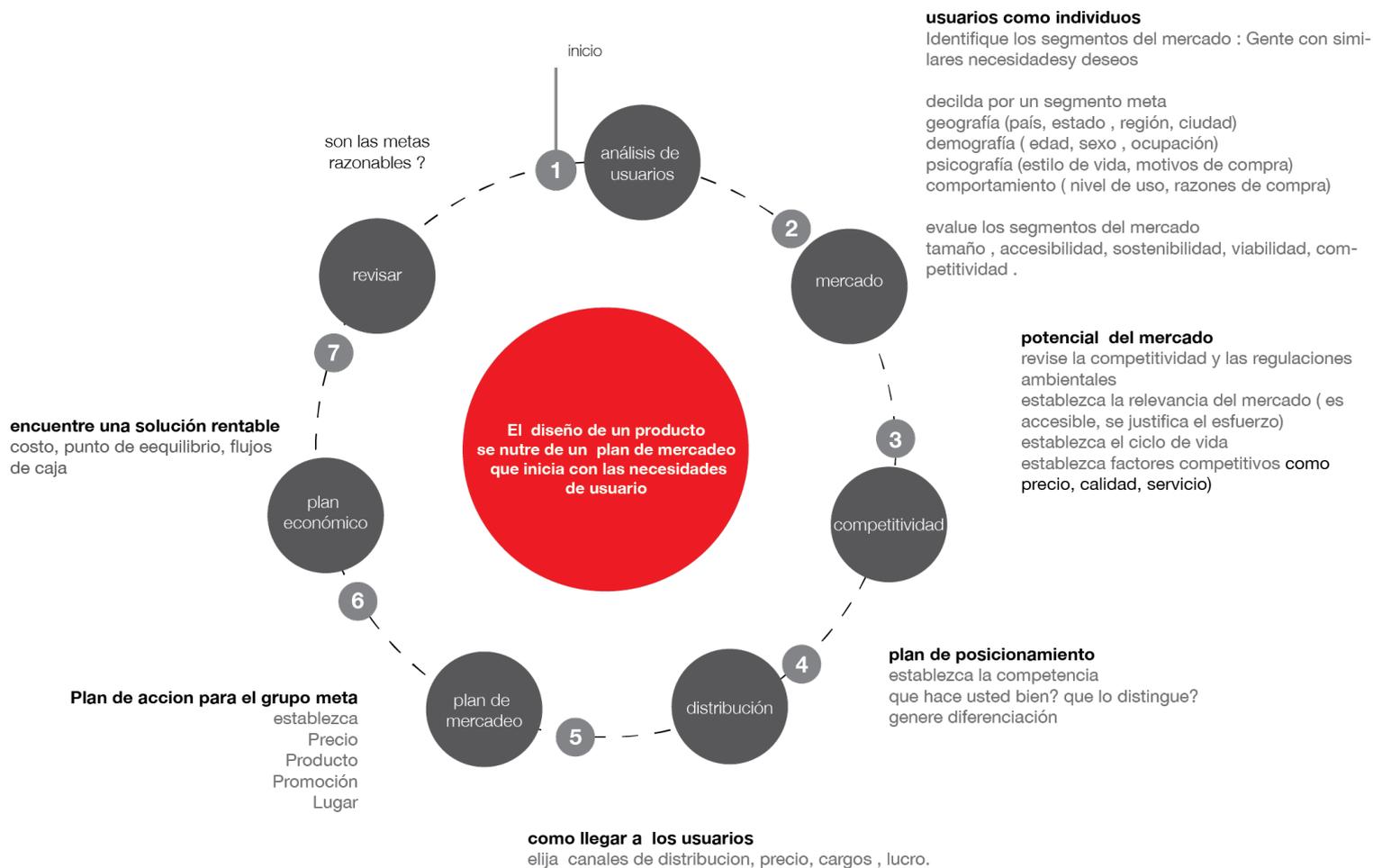
Facilidad de uso

Contexto de uso

## Usuarios y mercado

Muchos productos y servicios pueden ser mercadeables , pueden ser creados, desarrollados y llegar a ser parte de un proceso de diseño pero no necesariamente un producto puede ser negociable. Los productos satisfacen necesidades de los usuarios y se convierten en lucro de la empresa. Conocer a los usuarios es conocer también la llave para saber como el diseño puede creativamente ser una solución de negocio, y de cómo responder de forma innovadora con una propuesta viable para el usuario.

El buen manejo del proceso de diseño es aquel que se anticipa a los requerimientos y satisfacciones de los usuarios, identificando oportunidades, necesidades no resueltas, creando diferenciación y ventaja competitiva agregando valor al producto. El conocimiento del usuario durante el proceso se convierte en punto pivote de la empresa. En otras palabras el diseño puede crear valor a través de la innovación, funcionalidad, de la diferenciación visual, reforzar la marca y generar una experiencia de usuario positiva. Tomando en cuenta las necesidades de usuario la oficina de diseño y mercadeo deben trabajar juntos para lograr alcanzar sus objetivos, pero para que ellos puedan trabajar juntos dependerá de la naturaleza de la organización. Por ejemplo un diseñador puede actualizar la apariencia de un producto para que este se perciba más joven o fresco en respuesta a los requerimientos del mercado. El desarrollo de un producto e innovación puede darse a través de la ingeniería, de la adopción de nuevas tecnologías, materiales o métodos de manufactura.



usuario y mercado. fig. 1

## Necesidades de usuario

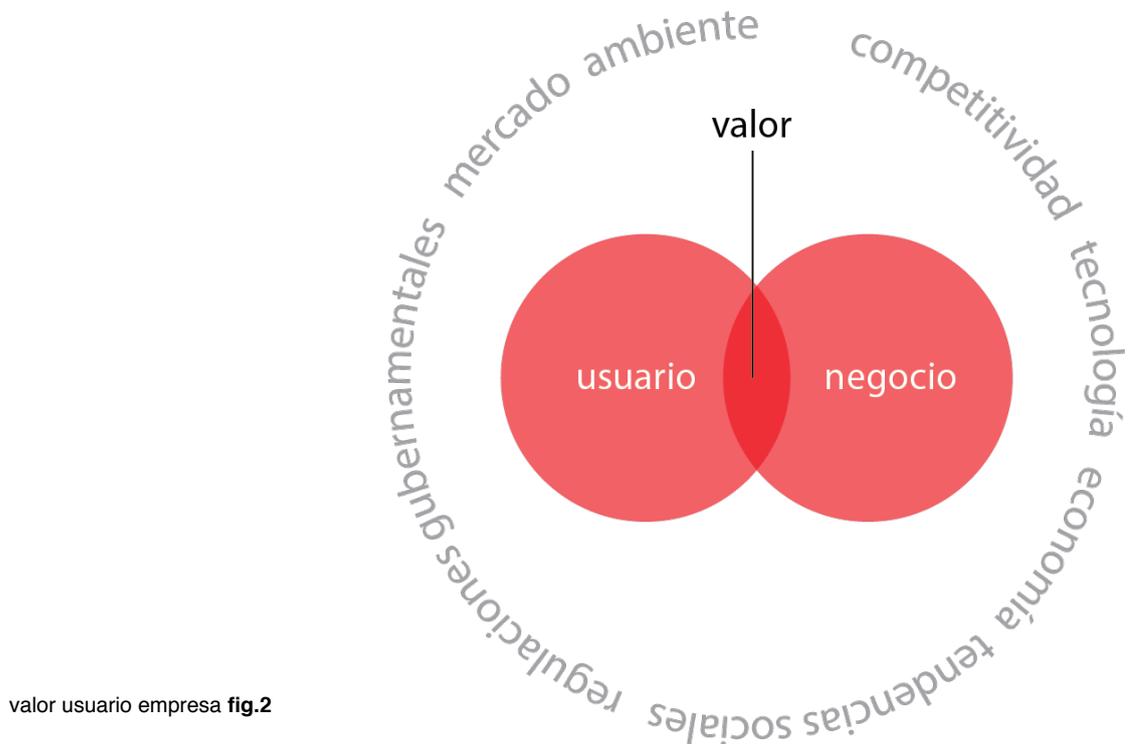
El diseño agrega valor cuando este opera entre los objetivos de la organización y los deseos de los usuarios. Entendiendo la relación entre el negocio y el diseño es claro queda claro la relación entre las necesidades de la organización y los usuarios. Cuando el diseño esté respondiendo a los usuarios, las soluciones de diseño podrán satisfacer sus necesidades.

## Usuarios

El rol del diseño en el negocio es ayudar a crear productos y servicios que se basen en las necesidades de los consumidores, como también para visualizar los valores y las creencias de la organización.

Identificar cómo y cuando un diseño es exitoso esto contribuirá a diferenciar y entender los distintos negocios de la organización y sus distintos consumidores. Esto no solo es parte del problema de diseño sino la llave para dar solución a los problemas de diseño.

En el tanto los deseos y necesidades puedan ser identificados entonces ellas podrán ser interpretadas en las formas en que el diseño pueda contribuir de manera viable a una solución de negocio.



valor usuario empresa fig.2

Todos los diseños comunican un mensaje visual y la combinación de estos elementos, como color, formas, hace que cada mensaje sea distinto y se cristalice finalmente una marca. Los mensajes han de ser correctos y oportunos para su grupo meta, el éxito de este aspecto depende de como el diseño sintoniza con esa audiencia.

Algunas formas de investigación de mercado (métodos y técnicas para el diseño ) pueden darle al diseñador un mejor entendimiento de las necesidades del mercado.

**Mood Boards:** Mediante imágenes se representa el estilo de vida de los usuarios . Esto con el objeto de ayudar a definir necesidades insatisfechas.

**Metáforas y analogías.** Una metáfora sirve para capturar la personalidad de un proyecto. La metáfora define atributos que el diseñador los convertirá en funciones estéticas o formales. Ejemplo. Si esta silla fuese un carro cual sería , un Mercedes o un Ferrari.

**Opiniones:** entrevistas para medir los puntos de vista de determinada población.

**Entrevistas individuales:** La entrevista uno a uno provee un profundo entendimiento de las necesidades subjetivas del consumidor y de los sentimientos del consumidor acerca del producto.



## Facilidad de uso

Una frase muy utilizada en el medio del diseño dice: **No me hagas pensar** que tiene como premisa que la dificultad para comprender el uso y funcionamiento de un objeto sea casi intuitivo o que sea relativamente sencillo aprender a usarlo. Esto no solo mejora el uso porque evita errores de manejo sino también mejora la relación subjetiva hombre objeto.

Se espera que el diseño del producto nos oriente de manera intuitiva sobre como se opera. Por esta razón a la hora de proyectar un producto, se debe pensar cuidadosamente en esa relación hombre-objeto.

Algunas posibilidades para lograr esta relación es recurrir a la similitud de distribución de las partes del objeto, de comportamiento entre la acción y efecto, y significado de esa acción , como así también a la diferenciación de zonas o partes funcionales o a las analogías con otros productos similares.

Estas relaciones hombre objeto pueden ser clasificadas de la siguiente manera

**Morfológicas** Considera la forma: configuración, color , textura, transparencia, peso, brillo, consistencia (entre duro y blando), constancia (entre indeformable y deformable), resistencia (entre fuerte y débil ) , constitución (entre monoforme y pluriforme), temperatura, sonido, olor, sabor.

**Informativas** Las formas también desempeñan roles informativos. Estos elementos informativos podemos separarlos en dos niveles. El primero denotando precisión y racionalidad (forma de la mano en una empuñadura) y el segundo connotando subjetividad (aspecto rústico de la empuñadura).

**Interactivas** Son aquellas acciones a través de botones, comandos táctiles o verbales, o mecanismos que nos permitan generar una reacción en el producto , estas a su vez mejoran la comunicación hombre-objeto manifestándose a través de sonidos, imágenes, información, etc.

## Contexto de uso.

Es necesario identificar las dimensiones del espacio físico en el cual se utiliza un objeto no obstante también deben identificarse posibles limitaciones físicas o intangibles para el uso.

**Temperatura:** Referidas a las condiciones ambientales en las cuales el producto es utilizado. Las variaciones de temperatura y/o humedad durante el uso del producto influyen sobre el confort pudiendo modificar el desempeño y valor del objeto utilizado.

**Superficie y ambiente :** Terreno y/o superficies de apoyo sobre las que se ubica el producto durante su uso. Para ello es fundamental

considerar casos en los que el producto modifique esas condiciones, sea por movimientos o vibraciones. En cuanto al ambiente la existencia de polvo, humo, niebla podría interferir en el uso del producto.

**Interferencias sonoras:** Productos que generan o sobrepasen el nivel de confort del ruido pueden impedir la utilización del producto.

**Visibilidad e iluminación:** Los aspectos de visibilidad y condiciones de iluminación del ambiente de uso puede condicionar su utilización de los productos.

Debemos sumar a estas condicionantes otras que surjan del contexto (cultural, social, tecnológico, de mercado) y de cada individuo (aspectos psíquicos y cognitivos).

La salud y la protección del usuario en los momentos en que se esté o no utilizando el producto se ha de considerar, además de evitar el daño al usuario, el daño a terceros y el contexto de uso. (entre ellos el medio ambiente). La idea de “prevención” siempre debe prevalecer.



estudio de postura , acceso y reincorporación en una silla.

**fig. 3**

tomado de Projet Vira

tec  
no  
lo  
gía

# Tecnología

*La Tecnología responde en el proceso de diseño responde a la pregunta ¿Como realizar las ideas? ¿Qué aspectos tecnológicos se requieren para lograr alcanzar la estrategia generada por la empresa?*

*Contenidos*

*Tecnología en el Diseño*

*Capacidades de la empresa*

*Productividad & diseño*

*Maquetas y prototipos*

## Tecnología en el Diseño

La Tecnología en el Diseño permite ver de un modo diferente los materiales y los procesos de transformación, y convertirlos en oportunidades para dar una mejor respuesta a las necesidades de la empresa y el usuario.

Una parte fundamental es generar cual será el concepto o idea general del producto. Por ejemplo se define como estarán colocadas las partes, como se conectan con otras partes y si existirán componentes o elementos principales. Dentro del concepto uno de los factores que debemos definir es si la propuesta, puede ser adaptada en el futuro a cambios o modificaciones.

Las decisiones que tomemos involucran:

- Elección de materias primas y componentes
- Tecnologías y procesos
- Personal, infraestructura y logística

## Capacidades de la empresa

Según las capacidades de la empresa se deben tomar decisiones en torno a las opciones tecnológicas para la empresa, las mismas incluyen:

1. Adecuar el diseño a las capacidades tecnológicas y productivas de la empresa
2. Invertir en tecnología para la producción del nuevo desarrollo
3. Concentrarnos en aquellos procesos clave y apoyarnos en una red de proveedores

## Productividad, gestión y diseño

Ramírez (2012), describe algunas de las maneras de mejorar la productividad en el Diseño, así como los beneficios de la implementación de estrategias, los siguientes apartados describen lo anterior.

El diseño y la gestión del Diseño juegan una papel muy importante para generar valor y beneficios para los usuarios y las empresas. Algunas maneras para la mejora de la Productividad a través del Diseño son:

- Analizar procesos para mejorar métodos y tiempos.
- Crear menos tipos de pieza y de menor complejidad para reducir montajes.
  - Reducir las piezas especiales.
  - Hacer piezas cuya forma u orientación de montaje sea obvia.
  - Uso de plantillas o dispositivos de ensamblaje.
  - Utilizar de componentes básicos o estándar, y reutilizables.
  - Simplificar uniones
  - Identificar o codificar partes o piezas, y agruparlas según similitudes.
  - Documentar planos técnicos, despieces, dispositivos de armado, listado de piezas y especificaciones, métodos, materiales, etc.
  - Representar el orden de los procesos, para detectar puntos que requieren mejoras y resolverlos en el proceso de Diseño.
  - Definición de los puestos de trabajo
  - Definición de tiempos del proceso productivo para cada fase.

Estas estrategias a la larga permiten:

- Simplificar operaciones, reducir tiempos, almacenaje de materias, costos, errores, acciones innecesarias.
- Simplifica la reparación, aumenta la precisión y facilitar el ensamblaje.
- Manejar menos piezas facilita el almacenaje
- Mejorar el flujo de producción y lograr una mejora de la calidad.

Es importante además tomar en cuenta las tecnologías de "Producción Limpia", que permiten contribuir con el ambiente y generar beneficios económicos y sociales. En el apartado de Sostenibilidad se describe con mayor detalle acciones específicas para la prevención de la contaminación, sin embargo podemos mencionar algunas, como son:

- reducción de los residuos
- reutilización y reciclado
- tratamiento o control de la contaminación
- disposición final

## Materiales

Los adelantos tecnológicos actuales en la producción de materiales brindan cada vez más alternativas a elegir en el proceso de Diseño. Se debe buscar la mejor elección tanto para la empresa como para el usuario, para ello se debe tomar en cuenta:

- Diferentes opciones de materia prima por proveedores.
- Cumplimiento de calidad
- Definir como será almacenado y utilizado el material.
- Tecnologías y recursos disponibles para tratar los materiales.
- Restricciones económicas.
- Selecciones de procesos de “Producción Limpia”.
- Métodos y tiempos.

Las propiedades de los materiales que permiten innovar son el peso, dureza y tecnologías de transformación asociadas, además color, brillo, textura, translucidez, estructura, así como el uso de materiales reciclados o reutilizados.

## Maquetas y prototipos

Un prototipo es la representación funcional de una parte o la totalidad de un producto.

Las maquetas y prototipos permiten evaluar el producto previo a su producción y comercialización, permiten verificar comportamiento, su funcionamiento y resistencia. Dentro del proceso se pueden realizar diversos prototipos y maquetas, la figura a continuación muestra los prototipos y su respectiva prueba, para diversas fases.



Etapas para la generación de maquetas y prototipos en el proceso de diseño. Fuente Ramírez (2012) fig 1

Para la realizar un prototipo no importa que método de fabricación se utilice, pero sí es importante tomar en cuenta:

- Utilizar material final o con características similares para poder evaluar su comportamiento con mayor precisión.
- Acabados
- El tipo de montaje, si es desmontable o no.
- Escala o tamaño.

El resultado del prototipo o maqueta se puede analizar o evaluar mediante las siguientes preguntas (siempre y cuando apliquen para el caso su producto).

Aspecto Analizado	Preguntas
Usuario y mercado	<p>¿Conoce a usted a su mercado meta y sus necesidades?</p> <p>¿Responde el producto a las necesidades?</p> <p>¿Sabe como lo perciben sus clientes?</p> <p>¿Qué medidas se pueden tomar para mejorar la imagen de su empresa en caso de ser necesario, o para tomar ventajas de sus fortalezas?</p>
Competidores	<p>¿Conoce a sus competidores?</p> <p>¿Qué aspectos los diferencian, cuáles elementos permiten su éxito?</p> <p>¿Qué puedo aprender de ellos?</p>
Estrategia	<p>¿Tiene una estrategia para diferenciarse en el mercado?</p> <p>¿Su estrategia considera la evolución a futuro?</p> <p>¿Ha considerado oportunidades para mejorar su producto y empresa (organización, personal, producción, otros)?</p> <p>¿Ha considerado posibles amenazas y como reaccionar ante ellas?</p>
Organización y colaboradores	<p>¿Cómo son las relaciones con sus colaboradores internos y externos? ¿De qué manera pueden mejorarse?</p> <p>Sus empleados conocen sus objetivos, los esfuerzos en conjunto intentan alcanzar esos objetivos?</p> <p>¿Requiere nuevas relaciones con proveedores</p>
Comunicación	<p>¿Cómo se promociona y por cuales medios lo lleva a cabo? ¿Han sido efectivo? ¿Cómo puedo mejorarlo?</p>
Procesos	<p>¿Que características innovadoras puedo incluir para generar mayores beneficios en los procesos?</p> <p>¿La logística de transporte es adecuada?</p>

Lista de referencias para el diseño de materialización. Fuente PRONDITEC (s.f.)

A partir de los resultados de estos análisis sigue una etapa de mejora y de rediseño en los aspectos que se requieren modificaciones. Finalmente cuando se alcanza el resultado deseado se pueden generar los documentos de planos de piezas, la lista de materiales, piezas y otros.

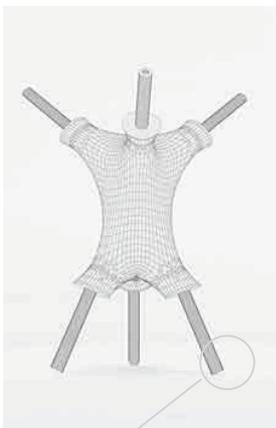
## Serie SUPLE.

### Diseño chileno: Great Things To People (gt2P)



#### Tecnología de material y proceso

Fabricación de partes de madera bajo los estándares internacionales de la FSC y el certificado de Comercio Justo o "Fairtrade" en los procesos de manufactura.



#### Experimentación con tecnologías digitales

La pieza central fabricada en aluminio y bronce, con las técnicas tradicionales de fundición, además de moldes de impresión 3D.

#### Producción

Proceso artesanal de la elaboración de objetos a partir de la fabricación de moldes y vaciado de material.

#### Acabado

Prueba de proceso de acabado y recubrimientos en las piezas generadas.

Se pueden construir prototipos usando métodos rápidos y económicos, o bien tecnologías de mayor complejidad con otro tipo de materiales por ejemplo en este caso metales e incluso ayuda de software para generar modelos digitales

sus  
ten  
ta  
ble

Entre el 70% y 80% del Coste del producto se definen por las decisiones tomadas en la etapa de diseño

# SOSTENIBILIDAD

*La sostenibilidad se plantea como variable a considerar en el proceso de satisfacción de necesidades de los usuarios. Como herramienta de eficiencia e innovación en el desarrollo de productos y como cambio de conciencia provocando impacto ambiental positivo.*

*Contenidos*

*Diseño sustentable o sostenible*

*Herramientas, estrategias y metodologías*

*Ventajas de utilizar Madera Certificada o con Sello Verde*

*Fijación de Carbono en el ambiente*

*Responsabilidad de la empresa*



Diagrama de Diseño Sostenible. fig. 1

## Diseño sustentable o sostenible

El diseño sustentable contempla aspectos ambientales, sociales y económicos en todas las etapas de la producción y vida de un producto. (Diagrama de Diseño Sostenible. Fig. 1)

### ¿Porqué Buscar diseño sostenible?

La Búsqueda del Diseño sustentable responde a estímulos internos y externos de la empresa, entre ellos:

Estímulos internos

1. Reducir costos (uso eficiente de recursos).
2. Mejorar la calidad del producto.
3. Mejorar la imagen de la compañía.
4. Innovar y diferenciarse, penetrar nuevos mercados.
5. Sentido de responsabilidad.
6. Motivar a los empleados.

Estímulos externos

1. Demanda del mercado.
2. Competidores.
3. Gobierno y legislación.
4. El medio social.
5. Normalización.
6. Proveedores que introducen nuevos procesos, materiales y otros.

### Sostenibilidad y Ecoeficiencia

La Ecoeficiencia significa obtener más valor de menores consumos de energía y materiales, esto permite reducir las emisiones o contaminación por la producción y uso del producto. La ecoeficiencia, como se muestra en la Pirámide de Desarrollo Sostenible. Fig. 2, se basa en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en la Organización, Producción más limpia y el Ecodiseño en la etapa de creación del producto. Más adelante nos enfocaremos en el Ecodiseño como estrategia para la sostenibilidad.



Pirámide de Desarrollo Sostenible. Fuente Rizo (2002). fig. 2

### Ecodiseño y el Ciclo de Vida del Producto

El Ecodiseño es la consideración, desde un enfoque preventivo, de los impactos ambientales a lo largo del Ciclo de Vida de los productos. La figura a continuación muestra las etapas e impactos desde que se diseña hasta que se dispone del producto.



Impactos durante el Ciclo de Vida. Elaboración propia con base en Rizo (2002). fig. 3

## Herramientas, estrategias y metodologías

Existe gran cantidad de herramientas, estrategias y metodologías, según describe Rizo (2002), que la empresa puede emplear según sus capacidades y sus necesidades para mejorar el diseño. Entre ellas se encuentran las tormenta de ideas entre personas de diferentes departamentos, realizar evaluaciones de sus productos y procesos con respecto a aspectos técnicos, económicos y ambientales por medio de listas de comprobación, valoración estratégica ambiental, evaluación del diseño, eco-indicadores, despliegue de función de calidad, análisis de fallos y efectos. Otras metodologías incluyen:

### Metodología PROMISE

Metodología PROMISE, que incluye las siguientes fases:



### Estrategia Diseño para X

La estrategia Diseño para X, significa diseñar pensando en un factor "X" que pueden ser de tipo ambiental, de accesibilidad, de proceso, seguridad, costo, ergonomía, control, calidad, confiabilidad, funcional y otros. A continuación se muestran algunas de las metodologías "design for" aplicadas a un producto.

# “Bud Wooden Lampshade”

## Diseño Empresa Británica Desinature

**Costo del producto. \$132**  
(Dato obtenido Mayo, 2014)

### Diseño para la manufactura, costo y producción

Formado por seis elementos iguales, perforado láser, sin elementos de unión, elimina el proceso de ensamble, no requiere acabado.

Ventajas: menos costes de personal, transporte y procesos de producción, recursos, materia y maquinarias

### Diseño para la refabricabilidad

Producto reciclable, reutilizable, desmontable, reensamblable



### Diseño para la estética

- . Concepto de Diseño: Moderno y elegante, tanto para el producto como el empaque
- . Varias formas y tamaños

### Diseño para el medio ambiente

- . Uso con una bombilla de ahorro
- . Empaque con material reciclado
- . Material “Birch Plywood”, de fuente sostenible y Certificada

### Diseño para la sostenibilidad

- . Contribuyen con el factor social, ambiental y económico
- . Empresa de responsabilidad y conciencia ecológica, su personal comparte el compromiso y los valores
- . Un porcentaje de sus ventas es destinado Programa de plantación de “Tree Nation”

### Diseño para el transporte

- Empaque en caja, producto desarmado, pensado para reducir millas áreas



## Diseño para el Ciclo de Vida y Rueda de LiDS

Como se mencionó anteriormente se debe considerar y analizar en el diseño todas las etapas del producto. La rueda de estrategias para el Ciclo de vida o rueda de LiDS (Life Cycle Design Strategies) que muestra la figura 4, es una calificación de los procesos de la empresa, permite detectar los aspectos que requieren atención más pronta. Se muestra un ejemplo de un análisis para la evaluación del diseño del producto de madera. Obsérvese las estrategias y/o medidas ambientales utilizadas para mejorar la sostenibilidad del producto y brindar mayores beneficios a la empresa como al usuario final.



Rueda de LiDs aplicada al ciclo de vida de un pproducto. fig. 4

## Ventajas de utilizar Madera Certificada o con Sello Verde

Cuando el producto cumple con alguna certificación se da el etiquetado del mismo para informar al usuario sobre sus ventajas (Ver figura 5). Entre las certificaciones internacionales de mayor reconocimiento se encuentran:

- Certificación FSC (Forest Stewardship Council o Consejo de Administración Forestal)
- PEFC ('Programme for the Endorsement of Forest Certification' o Programa de reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal)



Ecoetiquetas de certificación para productos de madera. fig. 5

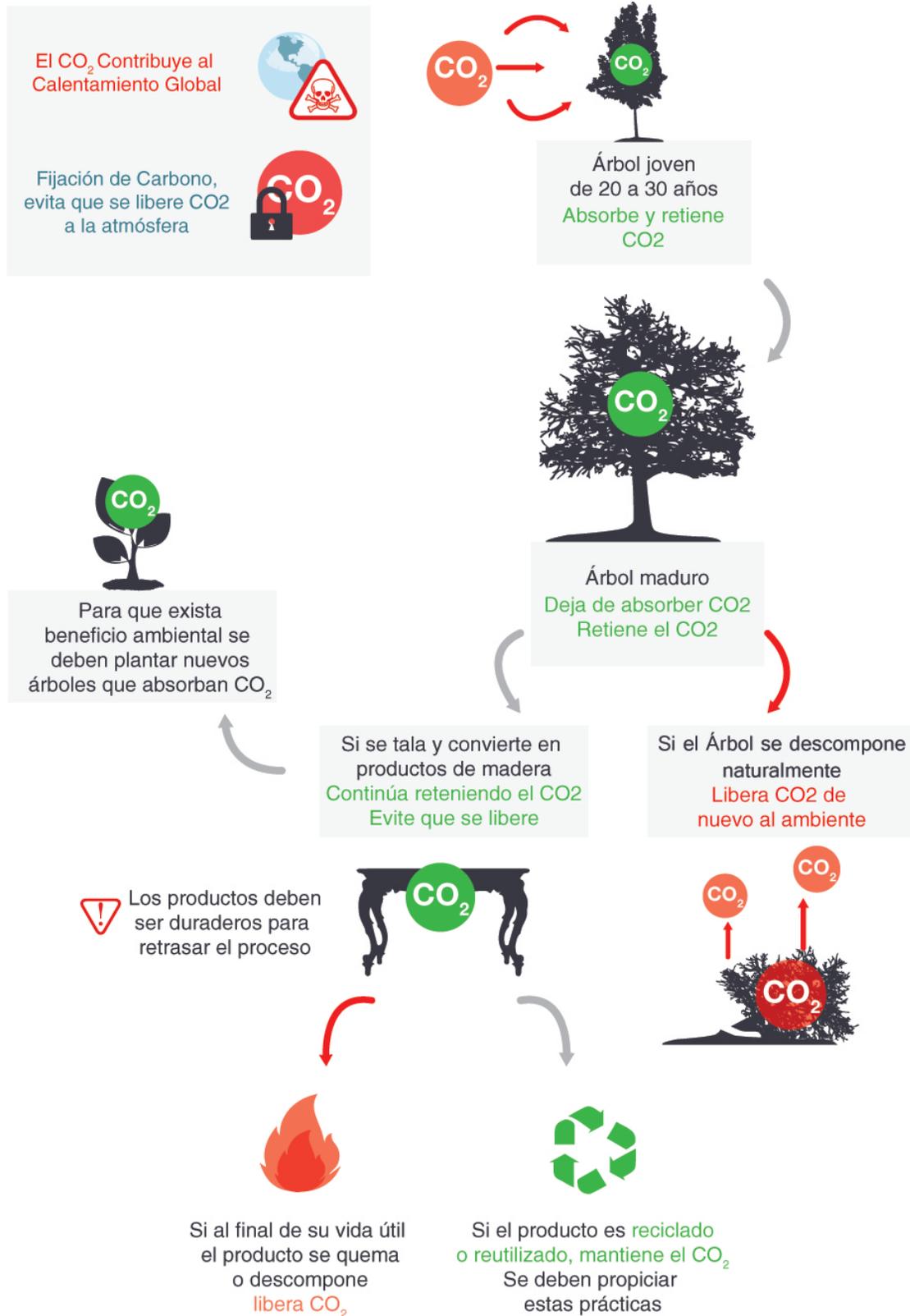
Camacho (2009), describe algunas de las ventajas del uso de la madera certificada, entre ellas:

- Genera ventajas competitivas, al constituirse dicha madera en un valor agregado.
- Los productos certificados tienen un mejor precio de venta en el mercado, de aproximadamente un 30% más con respecto a maderas sin certificar.
- En el plano ambiental se garantiza un mejor manejo de la masa forestal, fijación de carbono, protección de la fauna y de mantos acuíferos, entre otros aspectos.
- El componente social se ve beneficiado porque abre fuentes de empleo.
- Mejora de la calidad de vida por beneficios ambientales (purificación del aire, protección del agua, biodiversidad y belleza escénica).
- Mejora la imagen de la empresa. El consumidor conoce el origen de la madera que adquiere y las buenas prácticas que han acompañado a su proceso de gestión, por medio de Ecoetiquetado.
- Facilita el acceso de los productores a nuevos mercados.

La madera es un material sostenible si es certificada, los tratamientos industriales son respetuosos con la naturaleza y la salud, es reciclable y recuperable para biomasa, compostaje o nuevos productos

## Fijación de CO<sub>2</sub> en la madera

El uso de la madera proveniente de plantaciones forestales debe ser destinada a productos duraderos, de largo plazo con el fin de retener más carbono durante períodos más prolongados, la siguiente figura describe el proceso de fijación o retención de carbono en productos de madera.

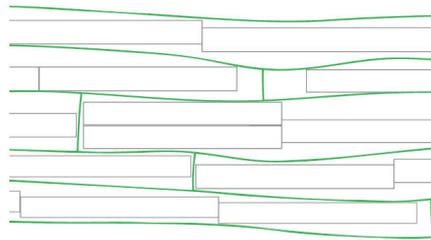


Fijación de Carbono. fig. 6

## ¿Cómo sacar el máximo provecho al material?

El proceso de diseño sirve para generar estrategias interesantes para el ahorro de materiales, reducción de uso de materias y desperdicios. Dentro de estas estrategias podemos mencionar:

- Simplificar productos, es decir que contengan pocas piezas, menos material y que se produzcan con pocos procesos.
- Aprovechar al máximo la madera y reducir desperdicios. Por ejemplo la empresa Bolefloor, con su lema “La vida no es una línea Recta”, crea tablonces curvos, aprovechando la forma de árbol del que proviene, en vez de realizar cortes rectos a las piezas. No hay dos diseños iguales, los tablonces se encajan tipo rompecabezas y el diseño es a la medida. Se utilizan en techos, pisos, paredes, muebles y otros (ver la figura 7).
- Reutilización de los desperdicios, algunos de los usos incluyen:
  - \* Madera triturada utilizada en tableros y aglomerados.
  - \* Utilizar la mezcla orgánica descompuesta como fertilizante natural de viruta y aserrín para generar compost.
  - \* Creación de productos únicos con piezas desechadas o elementos decorativos. La figura 8 muestra el diseño de mobiliario a partir de piezas desechadas.



Productos con tablonces curvos de la empresa Bolefloor. fig 7



Figura. Chissick Design. Mobiliario creado a partir de madera de desecho. fig 8

## La responsabilidad de la empresa

La empresa debe ser responsable frente a clientes, empleados, la comunidad, y todos aquellos que pudieran verse afectados por sus acciones.

La empresa debe cumplir por ley o voluntariamente con leyes y normativas. Como demostración voluntaria de la validez de dichos sistemas de gestión ambiental, y por tanto un valor añadido de cara a sus clientes, las empresas pueden obtener la certificación.

En cuanto al diseño sustentable y Ecodiseño la empresa debe asumir responsabilidad en cuanto a:

Involucrar al personal en las buenas prácticas y valores ambientales

Disminución del uso de recursos y espacio físico

Adaptación a sistemas de recolección y reciclaje

Optimización de sistemas de transporte

Reducir impacto en salud

No uso de materiales pesados que afectan la salud, ejemplo el plomo en tintes

Materiales que no contengan sustancias orgánicas dañinas

Evitar problemas ambientales como ruidos, malos olores, contaminación del aire, agua y suelos, manejo inadecuado de desechos y residuos.

### Certificaciones

- \* Norma UNE 150.301,  
Sist. de gestión ambiental  
de diseño y desarrollo
- \* Norma ISO 14.001  
Estándar internacional de  
gestión ambiental

# Bibliografía

Rizo, S., Navarro, T. y otros. (2002) *Ecodiseño Ingeniería del ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.  
Birkhauser: *Projet Vitra*, CornelWindlin abd Rolf Fehlbaum, Basel 2008  
*Karl T. Ulrich, Ssteven D. Eppinger: Diseño y desarrollo de productos*, Mc Graw Hill, 2004.  
Cuffaro, Danil F.: *Industrial Design*, Rockport, 2006.  
Best, Katheryn :*Design Management* , Ava Publishing, 2006.  
Munari, Buno: *Cómo nacen los objetos* , Gustavo Gili  
Heufler, Gerhard,: *Design Basics*, Niggli Verlag AG, 2004

# Referencias Web

Ariza, R., Patterson, F., Ramírez, R., Secchi, M., Siro, J. y Vigna, A. (2009) *Proceso de Diseño para el desarrollo de Productos*. *Boletín informativo*, 141. Extraído de [http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/n141\\_proceso.pdf](http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/n141_proceso.pdf)

Camacho, D y Moya, R (2009) *La madera certificada bajo el concepto del triple resultado*. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)* 6(16), 2009, 1-5.  
Extraído de [http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/antiores/anterior16/pdf/solucion%204.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/anterior16/pdf/solucion%204.pdf)

Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (2008) *Diseño e Innovación. La Gestión del Diseño en la Empresa*. 1era ed. Extraído de <http://dispar.wordpress.com/2011/11/13/disenno-innovacion-y-viceversa/>

Guía práctica de *Ecodiseño*, sector madera y mueble. (s.f) Fomento de la Eco-Innovación y Sostenibilidad en la PYMES del Sector madera.  
Extraído de <http://www.confemadera.es/rs/947/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/2c2/filename/guia-ecodiseno.pdf>

Instituto Tecnológico Mueble, madera, embalaje y afines (2008) *Integración del concepto de ecoeficiencia en el marco del ecodiseño. Caso práctico en el sector del mueble*.  
Extraído de [http://www.xn--eco-diseo-s6a.net/script/photo/13246447970\\_20101105\\_guia-aidima-2008.pdf](http://www.xn--eco-diseo-s6a.net/script/photo/13246447970_20101105_guia-aidima-2008.pdf)

PRONDITEC. (S.f) *Diseño para fabricación y ensamblaje. GUÍA METODOLÓGICA DFMA* pag 42. Extraído de [http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero\\_15\\_4333.pdf](http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero_15_4333.pdf)

Ramírez, R y Ariza, R. (2012) *Diseño de productos : una oportunidad para innovar : programa: gestión del diseño como factor de innovación*. 1a ed. Editoiral San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Extraído de [http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/UIA\\_empresas.pdf](http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/UIA_empresas.pdf)

# Información adicional

Certificación FSC  
<http://es.fsc.org/index.htm>

(d++) Design Research Innovation  
<http://dplus-plus.com/index.php>

Instituto de Diseño para la Gestión del Diseño (Design Management Institute)  
<http://www.dmi.org/>

## Casos

Bolefloor  
<http://www.bolefloor.com/>

BUD WOODEN LAMPSHADE  
<http://www.purodeco.com/bud-wooden-lampshade/>

Serie SUPLE  
<http://www.di-conexiones.com/serie-suple-fabricacion-digital/>

SheetSeat  
<http://efecemkutuk.squarespace.com/furniture/sheetseat/>

## Tabla de contenido

Introducción .....	4
CONCEPTOS BÁSICOS .....	5
1. Estudio de mercado.....	5
1.1 Componentes .....	5
2. Segmentación de mercado .....	7
3. Nichos de mercado.....	9
Las 4 Ps de Mercadeo.....	10
1. Producto.....	10
1.1 Características de un producto.....	10
1.2 Ciclo de vida del producto .....	11
1.3 Estrategia producto .....	12
2. Precio .....	13
2.1 Determinación del precio .....	13
2.2 Estrategia precio.....	14
3. Plaza o Distribución .....	15
3.1Estrategia plaza .....	16
4. Promoción .....	17
4.1Estrategias promoción.....	18
4.2 Uso de marca.....	19
4.3 Mercadeo y sostenibilidad .....	20
5. Estrategia y segmentos de mercado.....	22
6. Variación de las 4Ps – Las 4Cs.....	24
5.1 Producto – Consumidor:.....	25
5.2 Precio - Costo .....	25
5.3 Plaza - Conveniencia.....	25
5.4 Promoción – Comunicación.....	25
Herramientas .....	26
1. Matriz de Ansoff.....	26
1.1 Penetración de mercado .....	26
1.2 Desarrollo de Productos .....	26
1.3 Desarrollo de Mercados .....	27
1.4 Diversificación .....	27

2. FODA .....	28
2.1 Fortaleza .....	29
2.2 Debilidades .....	29
2.3 Oportunidades.....	29
2.4 Amenazas .....	29

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Segmento de mercado de una silla de madera .....	8
Cuadro 2. Funciones de una silla de madera .....	11
Cuadro 3. Estrategias de Producto .....	13
Cuadro 4. Estrategia de Precio .....	14
Cuadro 5. Estrategia de Plaza – Distribución .....	16
Cuadro 6. Estrategia de Promoción .....	18
Cuadro 7. Aplicación estrategia en empresa de sillas de madera .....	23
Figura 1. Segmentación de mercado .....	8
Figura 2. Ciclo de vida del producto .....	12
Figura 3. Sello de FSC .....	21
Figura 4. Madera certificada .....	21
Figura5. Matriz de Ansoff .....	28
Figura 6. FODA .....	30
Figura 7. FODA en una estrategia de Mercado.....	31

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo de cualquier negocio es lograr vender sus productos al mejor precio posible y en la mayor cantidad posible, de acuerdo a la estrategia, la realidad y el contexto de la empresa. Ningún esfuerzo que se haga en diseño, producción, contratación de personal, compras de suministros, controles internos, etc., tiene sentido si al final el producto fabricado no es adquirido por algún cliente que esté dispuesto a pagar el precio que permita una ganancia razonable.

Una estrategia de mercadeo – o estrategia comercial como también se conoce – consiste en la planificación y ejecución de una serie de acciones que tienen como objetivo la introducción de nuevos productos y/o el aumento de las ventas de los productos actuales buscando obtener el mejor precio de venta posible.

Dice un viejo adagio que si hay pocas flechas, se tiene que apuntar solamente un blanco, para tener más probabilidades de atinarlo. En general, la industria forestal es una industria con recursos limitados, financieros, de recursos humanos, inclusive de posibilidades de mercado. El tener una estrategia de mercadeo y ventas clara permitirá dirigir estos recursos limitados hacia las oportunidades de negocio más adecuadas de acuerdo a la realidad del negocio y dará una mayor probabilidad de éxito.

Este documento presenta algunos elementos básicos a considerar en la elaboración de una estrategia de mercadeo y ventas y pretende ser un documento de referencia general para empresarios forestales que busquen desarrollar una estrategia de este tipo para su negocio.

### ***Estrategia de Mercadeo:***

*Planificación y ejecución de acciones para introducir nuevos productos, aumentar la venta de productos existentes y obtener el mejor precio de venta posible.*

# **CONCEPTOS BÁSICOS**

## **1. Estudio de mercado**

Se conoce como estudio de mercado a la serie de acciones metódicas y objetivas que se deben ejecutar para entender el comportamiento y las expectativas de un segmento específico de mercado.

El propósito de un estudio de mercado es conocer aspectos tales como:

- tamaño del mercado,
- tendencias del mercado,
- preferencias y hábitos de los consumidores,
- oferta de productos por parte de la competencia, etc.

Esta información será la base para desarrollar la estrategia de mercadeo y ventas adecuada para la empresa.

### **1.1 Componentes**

Un estudio de mercado tiene dos componentes claramente diferenciados: Recolección de Información y el Análisis de la Información.

#### **Recolección de la Información**

La recolección de la información puede ser de fuentes primarias o secundarias. La primera es cuando el interesado observa o entrevista directamente. La segunda es cuando la información proviene de estudios ya realizados. Ambos son válidos, sin embargo, en el caso de usar fuentes secundarias es importante verificar la calidad de la fuente y la actualidad de la información.

Se da principalmente por 3 medios:

- **Observación** – como su nombre lo indica, se refiere al proceso de observar a las personas (clientes). Esta observación puede incluir entre otras cosas:
  - cómo utilizan los productos,
  - qué características revisan más o menos de un producto,
  - como comparan productos entre sí, etc.

La observación es una técnica de investigación aceptada científicamente y es probablemente la más frecuente de las técnicas utilizadas por los empresarios de la industria de la madera, especialmente los que tienen la posibilidad de tener contacto con los consumidores finales del producto. Es importante que los miembros de la organización que tienen contacto con clientes estén

debidamente entrenados para observar e identificar información relevante para la estrategia de mercadeo.

- **Encuestas, entrevistas y cuestionarios** – Consulta verbal o escrita de una muestra de la población para obtener información que dé indicios del comportamiento, preferencial o perfil de la población total. Las encuestas de preferencia de voto son uno de los ejemplos más conocidos.

Una encuesta es un método de obtener información de una muestra de individuos (una encuesta de 100% de la población sería un censo). Puede ser realizada en persona, por teléfono, internet, etc. La muestra debe ser seleccionada científicamente para que cada persona de la población en estudio tenga una probabilidad igual de ser encuestada. Las preguntas deben ser las mismas, preguntadas más o menos de la misma manera y los resultados de la encuesta no definen las preferencias de los individuos encuestados sino que serían el perfil compuesto de una población. El tamaño de la muestra se debe también definir con técnicas estadísticas y entre más grande la muestra más certeza habrá en los resultados obtenidos. Las encuestas se pueden clasificar por su contenido – algunas se enfocan en opiniones y otras en comportamientos reales. También pueden ser abiertas (preguntas de respuesta larga) o cerradas (preguntas de sí o no o pidiendo que se ordenen varias alternativas).

- **Grupos focales** – Es una técnica de estudio de opiniones que consiste en la reunión de entre 1 y 2 horas de un grupo de personas – seleccionadas de acuerdo al perfil que se desea estudiar – que generalmente es entre 6 y 12, usualmente con un moderador o facilitador, quien se encarga de hacer preguntas y dirigir la discusión. El papel del facilitador es fundamental para mantener la discusión y el intercambio de opiniones de los participantes dentro de los parámetros de la temática que se desea investigar. La idea de un grupo focal es establecer una discusión sobre ciertos temas en un ambiente controlado en el cual se sientan cómodos y libres de dar sus opiniones. Uno de los aspectos negativos de un grupo focal es que consumidores con personalidades dominantes pueden imponer su opinión sobre otros consumidores más influenciados. Es importante tanto para el moderador como para los observadores, en caso que los existiera, estar atentos e identificar estos comportamientos.

### **Análisis de la información**

El verdadero valor de estas técnicas se da cuando la información recopilada se analiza y con base en esto se puede llegar a conclusiones que den parámetros para desarrollar la estrategia de mercadeo y ventas. El análisis debe ser científicamente realizado para evitar

subjetividades y para que sea comprensivo con respecto a los datos acumulados. La información se puede analizar cualitativa o cuantitativamente. Cuantitativa es cuando los datos pueden ser tabulados, graficados y manipulados matemáticamente. La cualitativa es cuando se da una narración escrita de los resultados, puede ser más profunda pero también más subjetiva. Ambos métodos son científicamente aprobados, lo importante es conocer las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y aplicarlos de acuerdo a la conveniencia del estudio.

## 2. Segmentación de mercado

Se conoce como segmentación de mercado el proceso de dividir un mercado general en porciones o segmentos más pequeños, bajo la premisa de que estos segmentos tendrán características y/o necesidades similares. Un ejemplo práctico y sencillo de entender es que el mercado se puede segmentar en hombres y mujeres. Evidentemente para ciertos productos, los hombres tendrán gustos y necesidades diferentes que las mujeres.

La segmentación se utiliza para determinar las características comunes que tendrá un potencial cliente. En un segmento de mercado las personas que pertenecen a éste tienen gustos y necesidades similares, por lo tanto, es probable que respondan parecido a ciertas estrategias de mercadeo y ventas.

Esto permite dar un enfoque a la estrategia de mercadeo de manera tal que esta pueda llegar con mayor efectividad al cliente meta que deseamos.

Existen varias formas de segmentar el mercado, alguna de las principales son:

- **Geográfica** (por provincia, por ciudad, zona rural y zona urbana, zonas frías y zonas calientes o zonas húmedas y zonas secas)
- **Demográficas** (clase alta, media o baja, edad, género, nivel de ingreso o educación, nacionalidad, etc.)
- **Psicológicas / culturales** (modo o estilo de vida, nivel de uso del producto, comportamiento, etc.)

### ***Segmentación de mercado:***

*Dividir un mercado general en segmentos más pequeños con características y/o necesidades similares*



Figura 1. Segmentación de mercado

La ventaja de poder dividir el mercado en segmentos es que teniendo un grupo limitado y homogéneo de potenciales clientes permite enfocar todos los elementos de la estrategia de mercadeo para buscar llegarle a este segmento de mercado específico.

Un ejemplo del concepto de segmento de mercado aplicado a una industria que produzca sillas de madera:

Cuadro 1. Segmentación de mercado Sillas de madera

Producto: Sillas		
Geográfico	Demográfico	Cultural
<p>Si las sillas se utilizaran en la zona costera, es probable que ofrecer sillas que no tengan componentes que se herrumbren será una ventaja.</p> <p>De igual manera, si las sillas van a ser utilizadas en una zona de altas temperaturas, promocionar diseños que sean frescos puede representar una ventaja.</p>	<p>Si hay un pedido de unas sillas en una casa un residencial caro, es probable que querrán un producto de mayor calidad que si el pedido es de un barrio pobre.</p> <p>Un cliente de mayor edad probablemente favorece sillas que sean 100% de maderas conocidas. Una pareja joven, podría</p>	<p>No espera lo mismo un cliente que quiere una silla para una piscina que uno que la quiere para un salón de fiestas.</p> <p>No es lo mismo una silla que va para un uso comercial en un restaurante que para un uso residencial en una casa.</p> <p>No espera la misma calidad un cliente que manda a</p>

<p>Podría pensarse que un cliente en Heredia prefiere un tapiz rojo y amarillo y en Alajuela rojo y negro, por ejemplo.</p>	<p>preferir sillas que mezclen maderas, sin importar la especie, con otros materiales como metal o plástico.</p>	<p>hacer un mueble a la medida que uno que lo compra en un almacén.</p>
---	--	---

### **3. Nichos de mercado**

Se conoce como nicho de mercado a un segmento delimitado del mercado en el que los clientes tienen ciertas características, necesidades, percepciones y expectativas homogéneas y estas no están siendo cubiertas, parcial o totalmente, por la oferta actual del mercado. La importancia que tiene este término es que una empresa que pueda identificar un nicho de mercado y sus necesidades y pueda a la vez ajustar su oferta de productos para satisfacerla, tendrá la oportunidad de trabajar con menos competencia y obteniendo mejores precios.

En general se considera que un nicho de mercado tiene las siguientes características:

- Se diferencia del mercado general por una serie de características específicas.
- Usualmente es pequeño, comparado con el tamaño del mercado total, pero por lo general, hay mayor disposición a pagar un sobreprecio por los productos que satisfagan estas necesidades específicas y tienen una buena predisposición para adquirir los productos que satisfagan sus necesidades.
- Tienen capacidad de compra – buen nivel adquisitivo
- Existen pocas empresas proveedoras / poca competencia.

Para la industria forestal un nicho de mercado interesante que se ha venido desarrollando recientemente está relacionado con los mercados solicitando maderas sostenibles, entre ellos los proyectos de “construcción verde”. Tanto a nivel nacional, pero especialmente a nivel internacional, existen consumidores y empresas que están dispuestas a dar preferencias a la compra y pagar mayores precios por productos de madera que puedan demostrar la sostenibilidad de su origen.

Un ejemplo de esto es una tendencia internacional conocida como LEED, que se ha desarrollado en EEUU y actualmente ha tomado mucha fuerza en Panamá e inicia en Costa Rica (el CFIA está desarrollando el tema localmente). LEED es un protocolo que permite dar puntos a un proyecto dependiendo de los elementos de diseño que utilice en línea con la idea de la sostenibilidad. Utilizar madera sostenible usualmente da puntos a los proyectos y por lo tanto los desarrolladores preferirán y hasta estarán dispuestos a pagar un precio “premio” por productos que puedan demostrar esta sostenibilidad.

## LAS 4 PS DE MERCADEO

Una de las teorías más universalmente utilizadas y aceptadas en el mundo para desarrollar un plan de mercadeo y ventas es la conocida como “LAS CUATRO Ps”

Las cuatro Ps de mercadeo son:

- Precio
- Producto
- Plaza o Distribución
- Promoción



### 1. Producto

Producto es todo lo que se pueda vender. Es todo lo tangible (bienes muebles u objetos, tales como sillas, mesas, puertas, madera aserrada, vigas, molduras, etc.) como intangible (servicios tales como instalación, mantenimiento, etc.) que una empresa pueda ofrecer al mercado para satisfacer las necesidades o los deseos de potenciales clientes. Un producto puede ser también la mezcla de tangibles e intangibles (por ejemplo el taller que fabrica e instala las puertas y ofrece el paquete completo)

#### 1.1 Características de un producto

El producto incorpora una serie de características y beneficios por las que un comprador está dispuesto a pagar. Dichas características suelen dividirse en tres categorías:

**Características físicas:** Incluye entre otros el tamaño, el color, la textura, los materiales utilizados, la forma o figura, etc.

**Características funcionales:** se refiere a la utilidad o servicios que el usuario obtiene del producto: mejor capacidad de almacenamiento, mayor seguridad, facilidad de uso, etc.

Las características funcionales, a su vez, se dividen en:

- **Función básica:** es lo mínimo que se espera de un producto. El no cumplir con la función básica hace que el producto no sea utilizable y generará reclamos o la no compra del mismo del todo.

- **Función esperada:** es el siguiente paso de funcionalidad. No sólo cumplir con la función básica sino que hacerlo adecuadamente.
- **Función deseada.** Usualmente la más complicada de comprender y percibir, incluye por ejemplo el prestigio relacionado con el uso de un producto, el placer de poder utilizar una marca “x”, etc. Un buen ejemplo de este fenómeno es la gente que prefiere comprar ropa “de marca” aunque sea más cara y menos calidad que otra similar que no sea “de marca”.

**Características de un producto:**

**FÍSICAS  
FUNCIONALES**

- *Función básica*
- *Función esperada*
- *Función deseada*

En el caso de una silla de madera, se puede ejemplificar de esta manera:

Cuadro 2. Función de una silla de madera

Producto: Silla de Madera		
Función básica	Función esperada	Función deseada
Que pueda soportar a una persona sentada en forma estable.	Que sea cómoda, duradera, bonita a la vista, etc.	Que tenga un estilo propio (minimalista, clásico), que esté a la moda, que combine bien con el entorno del lugar donde se va a utilizar o con el usuario esperado, etc.

**1.2 Ciclo de vida del producto**

Un aspecto relacionado con el tema de función deseada de un producto tiene que ver con la moda, es decir, la preferencia temporal de un grupo de consumidores por un producto con unas características específicas. La moda depende tanto del consumidor como de la competencia y en este sentido es importante conocer el concepto de ciclo de vida del producto, el cual se esquematiza en la siguiente figura:

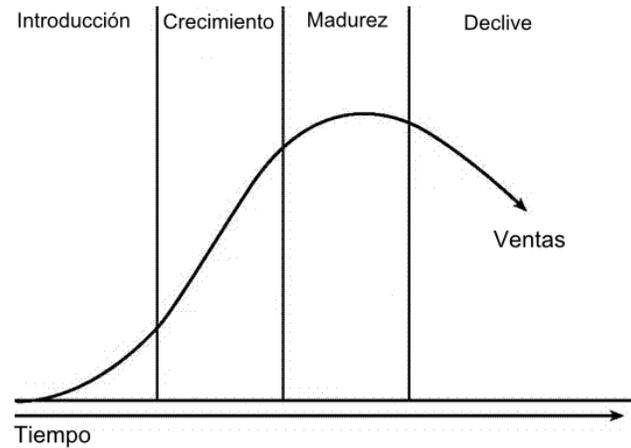


Figura 2. Ciclo de vida de producto

El ciclo de vida de un producto tiene cuatro fases:

- la introducción,
- crecimiento,
- madurez,
- declive

Usualmente, las empresas tienen ventajas competitivas en el mercado (significando esto que podrán eventualmente vender más productos a mejores precios) durante las etapas de introducción y especialmente en la etapa de crecimiento. Esto porque el producto en estas etapas, representa una novedad y probablemente habrá menos competencia de productos similares en el mercado.

Un producto en estado de madurez probablemente tendrá que buscar otros elementos para diferenciarse (precio, calidad, servicio) y es importante tener la capacidad de identificar, durante la etapa de madurez, cuando un producto inicia el declive, empresas que no sepan identificar este momento y sigan produciendo bienes o servicios que estén en la fase de declive y no innoven, probablemente estarán dirigidas al fracaso.

El ciclo de vida de un producto puede ser de semanas, meses o años.

### 1.3 Estrategia producto

Existen varias acciones que se pueden considerar como estratégicas para mejorar los productos y hacerlos más atractivos al mercado meta que estamos buscando.

A continuación se presentan algunas de principales, apoyadas en el ejemplo de la silla de madera que hemos venido utilizando:

Cuadro 3. Estrategias de producto

Acción	Aplicado a una silla(ejemplos)
Modificar los productos / mejorar el diseño para agregarles o cambiarles características físicas o funcionales – nuevos tamaños, colores, texturas, firmas, materiales, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinar madera con otros materiales para hacerla más liviana</li> <li>• Introducir nuevos colores de telas más modernos</li> <li>• Cambiar el diseño del respaldo para que sean más cómodas</li> </ul>
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar calidad de materiales y acabados para clientes que puedan pagar más</li> <li>• Reducir calidad de materiales y acabados para mercados más sensibles al precio</li> </ul>
Complementar productos existentes con nuevos servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer el tapizado como parte del producto</li> <li>• Ofrecer servicio de reparación en sitio</li> </ul>
Ampliar la línea de productos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer mesas que hagan juego con las sillas</li> <li>• Introducir sillas para niños y bebés</li> </ul>
Diferenciar productos vía marcas, empaques, etc., para dar a los productos características más adecuadas dependiendo del mercado meta que se atiende.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos tipos de silla, una barata y una cara. La cara se puede vender con una cubierta de cartón para darle una mayor percepción de valor al cliente.</li> </ul>

## **2. Precio**

El segundo elemento en una estrategia de mercadeo es el precio. Precio es la cantidad de dinero que el cliente va a pagar por obtener el producto que se le está vendiendo. Evidentemente, el objetivo será siempre tratar de obtener el máximo precio posible que se pueda obtener. El precio, al final de cuentas, no hace otra cosa más que reflejar el valor percibido del producto por parte del consumidor.

### **2.1 Determinación del precio**

La determinación correcta del precio depende de muchos factores, los principales son:

- Poder adquisitivo del cliente y valor percibido del cliente con respecto al producto que se le ofrece.
- Precios que maneja la competencia (entendiendo también las diferencias que haya con los productos de la competencia).
- Costo de producción internos (incluyendo descuentos, garantías, transportes, etc.). Ver módulo de finanzas para mayor detalle.
- Qué tan básico o tan lujoso es un producto (o qué tan indispensable o no es el producto).

Un elemento que se debe distinguir es la consistencia que debe existir entre el precio y el mercado meta, este al final se convierte en el factor preponderante de cualquier estrategia de mercadeo y ventas. Es decir, no se tendrá mucho éxito ofreciendo productos de alto valor a gente que no tiene la capacidad de compra y de igual manera no es exitoso llegar con productos de bajo valor a mercados más exigentes.

## 2.2 Estrategia precio

No se puede intentar cobrar un precio alto por un producto muy básico que se venda a consumidores con poco poder adquisitivo. Por otro lado, si se tiene un producto con mucho valor agregado, en el punto correcto del ciclo de vida y se está vendiendo a un cliente con alto poder adquisitivo, lo razonable es cobrar un precio alto por el mismo – siempre por supuesto tomando en cuenta a la competencia. Las empresas deben tener claro qué tipo de producto pueden ofrecer, quién se los va a comprar y con base en esto, establecer el máximo precio que sea posible. Esto, en esencia, es la estrategia de precio dentro de una estrategia de mercadeo.

Desde el punto de vista de precio, existen también una serie de acciones que se pueden planificar y emprender dentro de una estrategia integral de mercadeo. Se presentan a continuación algunas, un ejemplo aplicado a una industria de sillas de madera:

Cuadro 4. Estrategia de precio

Acción	Aplicado a una silla(ejemplos)
Manejar diferentes líneas de productos con diferentes niveles de precio para atacar mercados distintos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sillas fabricadas con maderas menos costosas a un precio menor y maderas más costosas a un precio mayor.</li> <li>• Sillas con diseño básico y sencillo a un precio menor o hechas a la medida con un precio mayor</li> </ul>
Rebajar precios al inicio para obtener clientes o proyectos de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar a un nuevo hotel un primer pedido a precios de descuento para amarrar la compra</li> </ul>

gran escala a corto, mediano o largo plazo o para acelerar la introducción de un producto “x” en el mercado	de todas las sillas del hotel posteriormente.
Aumentar los precios en ciertos productos con características específicas para vía precio dar una percepción de mayor valor percibido al consumidor meta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una silla con un tapiz nuevo puede cobrarse más cara que el resto y ofrecerse como producto exclusivo a ciertos clientes con mayor poder adquisitivo. Aunque el costo sea el mismo que otros productos similares</li> </ul>
Reducir precios en líneas críticas para la competencia para debilitarla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer al costo un modelo de sillas similar o igual a uno que venda uno de los competidor espera poder venderle a sus clientes posteriormente otros productos a un precio más alto</li> </ul>
Ofrecer descuentos por pronto pago, para manejar los contra-ciclos de los productos, etc.	

### **3. Plaza o Distribución**

Como plaza o distribución se conoce la serie de acciones que una empresa debe planificar y ejecutar para hacer llegar el producto hasta el cliente. Dicho de otra manera, la plaza o distribución consiste en la selección de los lugares o puntos de venta en donde se ofrecerán o venderán los productos a los consumidores, así como la forma en que los productos serán trasladados hacia dichos lugares.

Para definir una estrategia de plaza o distribución nos debemos preguntar, entre otras cosas, lo siguiente:

- A través de qué canales se distribuirá el producto?
- Dónde se comercializará el producto?
- Será distribuido al por mayor o al por menor?
- A través de intermediarios o directamente al cliente final?

Cada uno de estos elementos determinará la facilidad con la cual los clientes podrán tener acceso a nuestros productos. También tendrán un impacto importante en el posible precio final del producto.

### 3.1 Estrategia plaza

La estrategia de una empresa es totalmente diferente si decide fabricar y vender productos estandarizados a través de una tienda de muebles o si decide fabricar productos hechos a la medida directamente al consumidor. En el primer caso, deberá enfocar su estrategia a productos con algún nivel de estandarización y costo-precio será un elemento relevante. En el segundo caso, deberá enfocar más su estrategia a diseño-calidad y eventualmente podrá obtener mejores precios. Cuál estrategia seleccione la empresa dependerá de sus capacidades y recursos.

Otro ejemplo puede ser la empresa que decide vender productos en su taller o su tienda versus la empresa que decide vender sus productos instalados en la obra, en el caso de una fábrica de puertas por ejemplo. En el segundo caso, la empresa deberá tener más personal para la instalación, probablemente medios para transportar los productos al sitio, en general una operación más compleja, pero en retorno deberá poder cobrar precios mayores y tener la preferencia de los consumidores que buscan soluciones más integrales y que por lo tanto percibirán en la instalación un mayor valor.

Algunas de las acciones a considerar en una estrategia de plaza – distribución, son las siguientes:

Cuadro 5. Estrategia de Plaza – Distribución

Acción	Aplicado a una silla(ejemplos)
Utilizar intermediarios con el objetivo de lograr una mayor cobertura del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratar de vender a través de cadenas de tiendas o almacenes que tengan presencia en muchos lugares</li> <li>• Buscar intermediarios en otros países – importadores, distribuidores, o empresas locales que apoyen la exportación.</li> </ul>
Vender directamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir un local comercial propio</li> <li>• Visitar directamente a los potenciales clientes:casas, hoteles, restaurantes, oficinas, etc.</li> <li>• Contar con una ubicación céntrica para que los clientes lleguen fácilmente.</li> </ul>

Implementar la opción de ventas a través de internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una página web a través de la cual se puede vender el producto.</li> <li>• Utilizar páginas web existentes de compra y venta de productos.</li> </ul>
Contar con flotilla propia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir si tiene sentido vender las sillas en el taller u ofrecer el servicio de entrega de las sillas a domicilio o en las bodegas del cliente.</li> </ul>

## 4. Promoción

El componente de promoción de una estrategia de mercadeo es el que contempla las acciones de comunicar, informar y persuadir a los potenciales clientes para que consuman los productos y o servicios que la empresa ofrece a los precios que desea obtener.

Existen varias herramientas que se pueden utilizar en la promoción de los productos, entre las principales se encuentran:

- **Publicidad.** Esta se refiere entre otras cosas a presencia pagada en medios, se puede dar de varias maneras, vía anuncios escritos, volantes, radio, TV, etc.
- **Publicity.** Muy utilizada últimamente, busca que se realicen reportajes, ya sea periódico, radio o televisión, de la empresa, personeros de la empresa, productos, etc. Es presencia no pagada en medios.
- **Fuerza de ventas.** El contar con personal de la empresa que haga una función proactiva de visita a potenciales clientes es una de las acciones más tradicionales de promoción. Requiere de una tarea importante de capacitación a los agentes de ventas, usualmente es costosa pero tiene la ventaja que permite una mayor interacción con los clientes lo que facilita el comprender las necesidades de los consumidores.
- **Relaciones públicas.** Muchas empresas realizan publicidad a través de acciones de responsabilidad social corporativa, donaciones, patrocinios a personas o equipos, etc.
- **Comunicación interactiva.** Tomando mucha fuerza últimamente e indispensable si se buscan mercados de consumidores jóvenes, por ejemplo. Medios como Facebook, Google, Twitter, correos masivos, una página de internet son actualmente muy utilizados y toman cada vez más fuerza. Tienen, usualmente, una muy buena relación costo – penetración. Empresas pueden seleccionar tener su propia página web o utilizar páginas web especializadas.

- **Participación en congresos, ferias comerciales, ruedas de negocios,** etc. Existen muchas organizaciones, nacionales e internacionales, que organizan eventos de participación masiva que pueden representar una buena alternativa para promocionar empresas o productos. A nivel nacional, está por ejemplo la Feria de la Madera organizada por la Oficina Nacional Forestal, Expo-construcción o las Ruedas de Negocios organizadas por Procomer. A nivel internacional, WWF, Jagwood y otras organizaciones promueven y organizan actividades similares.

#### 4.1 Estrategias promoción

Algunas de las acciones que se pueden considerar dentro de una estrategia de promoción son las siguientes:

Cuadro 6. Estrategia de Promoción

Acción	Aplicado a una silla(ejemplos)
Creación de “combos” de productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer por ejemplo 5 sillas por el precio de 4, o mejorar la calidad del tapiz sin aumentar el costo si se compran por lo menos 6 unidades.</li> <li>• Ofrecer las sillas más baratas si el cliente compra también la mesa.</li> </ul>
Crear sorteos o concursos dentro de clientes o intermediarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer rifar una cena a fin de mes en un restaurante entre todos los clientes que compren al menos X cantidad de sillas o al cliente que más compre en un mes dado.</li> </ul>
Dar obsequios o regalías a clientes (tomando siempre en cuenta consideraciones de buena ética de negocios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regalar a la dueña de casa un bonito arreglo floral cuando se le entregan las sillas que han comprado.</li> <li>• Invitación a cenar o regalar una botella de vino a los responsables de comprar de nuestros principales clientes</li> <li>• Organizar una pequeña fiesta / coctel en un lugar agradable e invitar a ciertos clientes seleccionados.</li> </ul>
Promoción en medios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios escritos como periódicos o revistas especializadas en temas de muebles, decoración o bienes raíces.</li> <li>• En internet, en redes como Facebook o Google o a través de páginas web especializadas.</li> <li>• Directorios telefónicos o empresariales</li> </ul>
Participar en ferias o exposiciones de negocios u organizar eventos de promoción invitando a clientes potenciales (“open	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferias especializadas como Expocasa y similares</li> <li>• Ruedas de negocios como las organizadas por Procomer o las Cámaras empresariales</li> <li>• Invitar a clientes potenciales a visitar las instalaciones de la</li> </ul>

house”)	industria para explicarles de primera mano las virtudes y ventajas de los productos que ahí se fabrican. Se pueden usar presentaciones tipo “Power Point”
Promoción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alquiler de espacio en vallas</li> <li>• Imprimir y repartir volantes</li> <li>• Preparar y repartir muestras – pueden ser de los tipos de maderas, tipos de acabados, tipos de tapices, etc</li> <li>• Tarjetas de presentación. Es algo sencillo y muy profesional. Se puede imprimir en la parte de adelante la información personal y de la empresa y en la de atrás los diferentes productos que se ofrecen.</li> <li>• Catálogos – pueden ser fotos, ojalá de buena calidad, de sillas fabricadas anteriormente o recortes de revistas especializadas con modelos de sillas que eventualmente se podrían fabricar u ofrecer.</li> </ul>
Rotular vehículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso que la empresa tenga vehículos propios, rotular con el nombre de la empresa, teléfono, correo electrónico y el tipo de productos que fabrica.</li> <li>• Es un buen medio ya que es móvil y puede tener amplio impacto.</li> </ul>

#### 4.2 Uso de marca

La marca es una señal distintiva de quién fabricó un producto o servicio o quien lo comercializó. La marca debe estar adherida, estampada, pegada, grabada, impresa, etc. Usualmente se requiere desarrollar una marca cuando no hay una relación directa entre el comprador y el fabricante o comercializador. La marca se convierte entonces en el elemento distintivo que permite al consumidor relacionar un producto con un nivel de calidad o funcionalidad determinado, respaldado por el fabricante o comercializador.

La marca es lo que posiciona a un producto o una empresa en la mente de los consumidores y tiene generalmente, si es bien manejada, un elemento de fidelidad, promueve el consumo repetido.

Hay diferentes estrategias de marca, por ejemplo utilizar diferentes marcas para diferentes niveles de calidad de productos o para atacar diferentes segmentos de mercado. También se puede utilizar la marca para correlacionar diferentes productos que se deseen comercializar en paquete, o para ayudar a la introducción de un nuevo producto sobre la base de otro ya existente y reconocido.

En el ejemplo que hemos venido utilizando de la industria que fabrica sillas, se podría considerar por ejemplo lo siguiente como posibles acciones en una estrategia de marca:

- Las líneas de sillas de más baja calidad no se venden con ninguna marca
- Las líneas de sillas de más alta calidad se venden con una marca.
- Esta marca puede ser el nombre de la empresa o un nombre diferente, preferiblemente que cumpla con lo siguiente:
  - Sonido agradable
  - Fácil de pronunciar
  - Que no tenga doble significado, especialmente en el ambiente internacional
  - Fácil de reconocer y recordar.
- La marca se puede estampar discretamente en un punto estratégico de la silla donde sea perceptible pero no afecte la apariencia general del producto. Si el producto llevara empaque, sería ideal que la marca estuviera ahí presente.
- La misma marca se puede luego utilizar para introducir las mesas de alta calidad que sean las que hacen juego con las sillas de alta calidad que ya se comercializan.
- Todas las sillas que tengan una calidad similar, pueden llevar la misma marca, aunque no sean iguales entre sí, la marca es un sinónimo de una calidad dada.
- Lo que NO se debe hacer es utilizar la misma marca para mesas o sillas de una calidad inferior, o dirigidas a un nicho de mercado muy diferente. En este caso, el cliente se confundiría y se perdería esta correlación marca – calidad (relacionada también muy probablemente a un precio de venta)

### 4.3 Mercadeo y sostenibilidad

La sostenibilidad es un tema que está de moda y la industria forestal tiene una enorme posibilidad de sacar provecho de este efecto. Se presenta a continuación dos ideas en este sentido:

#### a. Certificación forestal voluntaria

Existen esquemas de certificación voluntaria – el ForestStewardship Council (FSC) es el más conocido a nivel internacional, más detalles en [www.fsc.org](http://www.fsc.org)- que permite a empresas certificar que sus productos de madera provienen y están fabricados en forma sustentable. La certificación de sostenibilidad para una industria se conoce también como certificación de cadena de custodia. Esta certificación se obtiene cuando una empresa implementa una serie de principios y criterios establecidos en un estándar de FSC. Una vez implementados los procedimientos, se debe contratar a una empresa certificadora para que realice una auditoría y una vez que se corrija los hallazgos de esta auditoría, la empresa puede obtener su certificado. Lo que esto permite es que la industria pueda utilizar el sello de FSC en sus productos.



Figura 3. Sello de FSC



Figura 4. Madera certificada

A nivel internacional existe una serie de legislación tendiente a asegurar la legalidad de la madera, por ejemplo, en Estados Unidos se utiliza la Ley Lacey (“Lacey Act”) y en Europa una la ley conocida como FLEGT. En ambos casos, las empresas importadoras de productos de madera deben ofrecer prueba a las autoridades de estos países de que los productos de madera que compran provienen de madera legal y usualmente, el contar con una certificación forestal voluntaria.

En general, los mercados se están moviendo a consumidores más sofisticados que buscan productos certificados, dan preferencia a su compra y están dispuestos a pagar más por ellos.

#### b. Captura de carbono

Contrario a la creencia popular, la madera es uno de los materiales más amigables con el medio ambiente. En un mundo donde el calentamiento global es una realidad y donde se estima que gran parte de este calentamiento es causado por las emisiones de dióxido de carbono y otros gases efecto invernadero al ambiente, la madera se convierte en uno de los materiales que no solo tiene muy bajas emisiones sino, más bien, que secuestra y mantiene el CO<sub>2</sub>.

En su proceso de fotosíntesis, los árboles absorben dióxido de carbono del medio ambiente, capturan el carbono (convirtiéndolo en madera) y liberan el oxígeno. Cuando un árbol se corta, toda la madera que se utilice mantiene capturado este carbono por el tiempo que el producto esté en uso. La madera emite de regreso el carbono a la atmósfera cuando se pudre (ver módulo de diseño).

Los productos de madera aportan positivamente a la protección del medio ambiente, secuestrando carbono que de otra manera iría a la atmósfera. La madera es un producto mucho más limpio desde el punto de vista de huella de carbono que otros productos alternativos, como el plástico o el aluminio. Empresas de madera líderes en mercadeo ya están sacando ventaja de este factor e inclusive calculando cuánto carbono está fijado en sus productos y ofreciendo esta información a sus clientes.

*Contrario a la creencia popular, la madera es uno de los materiales más amigables con el medio ambiente y su uso uno de los medios más eficientes de combatir el cambio climático.*

*“Cada metro cúbico de madera usado como sustituto de otros materiales de la construcción reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en una media de 1,1 t de CO<sub>2</sub>. Si añadimos esto a las 0,9 t de CO<sub>2</sub> almacenadas en la madera, cada metro cúbico de madera ahorra un total de 2 t de CO<sub>2</sub>. Fuente: <http://www.cei-bois.org/files/b03400-p01-84-SP.pdf>”*

## **5. Estrategia y segmentos de mercado**

Como se había indicado anteriormente, una estrategia de mercado debe estar desarrollada de acuerdo al segmento de mercado (o nicho de mercado) que se está atendiendo. Ahora que se ha estudiado las “4Ps” como herramienta para mercadeo, se presentan algunos ejemplos sencillos de consideraciones generales que la segmentación de mercados.

Utilicemos por ejemplo la empresa que vende sillas de madera. Esta empresa puede identificar los siguientes segmentos de mercado (se presenta para efectos de ejemplo solo una pequeña lista del total posible de segmentos que puede existir):

- consumidor final individual (casas) de alto poder adquisitivo,
- consumidor final comercial (hoteles, proyectos de condominios) en la zona costera del Pacífico central,
- distribuidores (tiendas de materiales para la construcción) que venden productos de bajo precio en la zona urbana a mercado de clase media y media/baja

- mercados internacionales buscando altos volúmenes de producción de un estilo específico de silla.

Para un consumidor final de alto nivel adquisitivo se puede pensar que la estrategia de mercadeo y ventas adecuada podría ser la siguiente:

- Producto:  
El cliente probablemente favorecerá un producto exclusivo o hecho a la medida, con materiales de primera calidad. Esperará un buen servicio al cliente, entrega a tiempo y será muy cuidadoso revisando a detalle el producto recibido.
- Precio:  
Se le podrá cobrar a este cliente un precio alto, acorde a la calidad que está solicitando.
- Plaza:  
Muy probablemente hay que entregarle los productos en su casa.
- Promoción:  
Son clientes que querrán conocer de la experiencia de la empresa, habrá que darles referencias de proyectos anteriores. Son personas que se informan antes de hacer la compra y probablemente habrán realizado una investigación, en medios escritos o internet, acerca de empresas que pueden realizar en trabajo. Muy probablemente, en caso de gente construyendo su casa, consultarán al ingeniero o arquitecto responsable de la construcción.

Se presentan un breve ejemplo con algunas consideraciones al respecto para una empresa de sillas de madera en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Aplicación en empresa de sillas de madera

Segmento	Producto	Precio	Plaza	Promoción
Consumidor final individual alto nivel adquisitivo	Hecho a la medida o diseño exclusivo. Materiales de primera calidad. Buen servicio al cliente	Alto	Entrega a domicilio	Referencias/Relación con constructoras Anuncios en medios escritos / internet Relación con constructoras.
Consumidor final comercial, hoteles en Pacífico central	Diseño estándar, funcional y de bajo mantenimiento. Liviano, fácil de almacenar y mover. Resiste el ambiente marino	Medio Esquemas de descuentos por volumen pueden dar resultado	Entrega en proyecto Puede tener sentido tener el taller ubicado en la región para facilitar la logística	Vendedor visitando proyectos Referencias/Relación con constructoras Buena relación con el proveedor del proyecto.
Distribuidores	Estándar.	Bajo	Bodegas centrales	Brochures, volantes

	Materiales de bajo costo Bajo contenido de mano de obra	Descuento por volumen Facilidades de pago / crédito.		Promoción en tiendas Concursos Buena relación con el comprador.
Mercados internacionales	Que cumpla exactamente con las especificaciones dadas	Depende del tipo de producto	Lo negociado con el cliente. Puede ser puesto en CR o puesto en destino. Usualmente se debe negociar cantidades por contenedor.	Ferias comerciales. Atender giras promocionales. Internet Envío de muestras

Como se puede observar, cada segmento de mercado tendrá su propia mezcla de las “4Ps”. De igual manera, la estrategia de mercado determinará en mucho la estrategia de producción y en general de operaciones de la empresa.

Por ejemplo, la empresa que produce para el consumidor individual de alto nivel adquisitivo deberá contar con personal muy calificado, maquinaria y equipo que le permita la flexibilidad de producir diferentes productos y diseños, deberá asegurar la calidad de la materia prima de sus componentes. Probablemente debería tener una persona dedicada a la labor de ventas, visitando y atendiendo proyectos, manteniendo las relaciones con la empresa constructora y documentando los proyectos exitosos que ha desarrollado. También será recomendable que cuente con alguna capacidad interna de diseño de productos (ver manual de diseño) para poder presentar diferentes alternativas a sus clientes.

Por su parte la empresa que venda a distribuidores debe tener maquinaria más especializada y de mayor volumen, personal menos calificado, una mayor capacidad de distribución. Deberá contar con mecanismos de promoción para promover la venta de sus productos en las tiendas y manejar una buena relación con el comprador.

Un aspecto importante a recalcar para terminar este apartado, es que una empresa debe seleccionar en cuál segmento de mercado quiere participar, para así alinear su estrategia hasta este nicho de mercado. No existe industria que sea competitiva en todos los segmentos de mercado.

## **6. Variación de las 4Ps – Las 4Cs**

El concepto de las “4Ps” ha evolucionado y una de las nuevas teoría que se ha generado es la de las “4Cs”, que busca aplicar la misma lógica pero desde el punto de vista del cliente y

no del producto. Tiene como elemento especial que no solamente busca vender, sino que también busca retener a clientes. Las 4Cs, entonces, giran alrededor del cliente.

### 5.1 Producto – Consumidor:

El concepto es que se debe de dar toda la prioridad a qué es lo que quiere el cliente, entender al cliente primero y producir después, cuáles son sus expectativas, necesidades, patrón de uso. El producto se deberá adaptar, diseñar y fabricar de acuerdo a estas necesidades identificadas

### 5.2 Precio - Costo

Se debe entender que el cliente no solamente valora el precio que paga por un producto, pero también valora otros elementos que le generan costos. Por ejemplo entregas no a tiempo pueden causar costos de oportunidad, productos de mala calidad le pueden causar costos de garantías, el sentirse insatisfecho con el servicio puede causar al cliente costos intangibles como malestar o ganas de no hacer más negocios con su proveedor.

Costos no relacionados con el precio de un producto pueden ser el factor diferenciador entre mantener un cliente o perderlo.

Acá se distingue el término de “valor”. El cliente debe percibir que está recibiendo el mejor valor posible por su inversión y esto va más allá de estar comprando un producto barato.

### 5.3 Plaza - Conveniencia

En las épocas actuales, donde los consumidores tienen acceso 24 horas a internet y que quieren tener mayor control de su tiempo evitando traslados innecesarios o reducir costos reduciendo transportes, el poder estar cerca del cliente se puede convertir en una ventaja competitiva muy importante.

Por ejemplo, la localización de las operaciones de fabricación o qué tan rápido puede llegar un producto a su punto de uso, pueden representar para el cliente un factor decisivo en la toma de decisiones de a quien comprar.

### 5.4 Promoción – Comunicación

La promoción es usualmente una vía uni-direccional, se provee mediante diferentes vías al cliente de información acerca de la empresa y sus productos o servicios, para que él tome una decisión de compra. Se entiende como comunicación el que se establezca una relación bidireccional con el cliente, que permita entender claramente cuál es su perspectiva y ayude al intercambio de información y opiniones.

# **HERRAMIENTAS**

Existen varias herramientas que ayudan con el diseño de una estrategia de mercado. No hay una que sea mejor o más adecuada que la otra, son un menú de donde se debe seleccionar lo más adecuado de acuerdo con la estrategia general de la empresa, su realidad y su entorno. Se presentan a continuación dos de las más populares, la Matriz de Ansoff y el Análisis FODA.

## **1. Matriz de Ansoff**

La Matriz de Ansoff es una manera simplificada de esquematizar estrategias de mercado y buscar cuál sería la mejor ubicación para nuestra empresa. Establece básicamente cuatro posibles estrategias:

### **1.1 Penetración de mercado**

Considerada como la más fácil y de menos riesgo, se trata de vender más de un producto o línea de productos que ya existen a los clientes o mercados que la empresa ya atiende. Esta estrategia estaría basada en sacar provecho de los activos y las habilidades actuales del negocio. Su éxito o no depende en gran medida de la madurez del mercado (etapa en el ciclo de vida), la competencia y las características propias de la empresa.

Se va a basar principalmente en estrategias relacionadas con promoción y precio.

En el caso de la empresa que fabrica y vende sillas de madera, una mayor penetración de mercado sería mediante la oferta de descuentos tratar de vender más sillas a los clientes existentes, o contratar a un vendedor para que visite potenciales clientes y ofrezca los productos o tener una campaña más agresiva de promoción en medios.

### **1.2 Desarrollo de Productos**

Vender productos adicionales a los ya existentes a los clientes o mercados que la empresa ya atiende. Nuevos productos significa adiciones que satisfagan nuevas necesidades y que por ende amplíen las ventas. Puede ser una alternativa cuando los productos actuales están en una etapa avanzada de su ciclo de vida o cuando la competencia incrementa. Se busca que esta estrategia saque provecho de la habilidades actuales de la empresa con respecto al buen conocimiento de sus clientes, sistemas de ventas y distribución, aprovechamiento de los mismos proveedores, etc. Esto puede ayudar también a tener economías de escala que ayude a la competitividad de los productos existentes.

Se considera una estrategia de riesgo medio

En el caso de la empresa que fabrica y vende sillas de madera, podría incluir la posibilidad de ofrecer también mesas de madera, o de empezar a utilizar otros materiales, como metales, para presentar estos productos a los actuales clientes. Eventualmente puede considerar también importar ciertos productos complementarios a los que se fabrican, donde se haya detectado hay una oportunidad en los segmentos de mercado que se atienden actualmente.

### 1.3 Desarrollo de Mercados

La empresa busca vender producto o línea de producto que ya existe a nuevos clientes o segmentos de mercado. Esto se puede alcanzar, por ejemplo, expandiéndose geográficamente (exportar). También se puede considerar revisar sistemas de distribución diferentes (buscar al consumidor final en lugar del intermediario o viceversa). Eventualmente puede requerir alguna modificación de los productos para ajustarse a los mercados (pasar las especificaciones de cm a pulgadas, por ejemplo, si se va a vender en EEUU).

Se considera una estrategia de riesgo medio.

En el caso de la industria de sillas de madera, un ejemplo puede ser pasar de vender productos hechos a la medida en bajo volumen a clientes individuales a productos estandarizados fabricados en grandes cantidades a almacenes o importadores. O el desarrollo de una nueva línea de productos de “extra-lujo” para mercados muy sofisticados.

### 1.4 Diversificación

Acá el enfoque es vender nuevos productos a nuevos mercados y se presenta como la más complicada, agresiva y riesgosa de todas, ya que es la que menos provecho saca de las habilidades actuales del negocio. Usualmente es una opción solo en casos extremos o cuando se identifique una oportunidad de negocios clara. Tendrá mayor beneficio si ofrece alguna sinergia, aunque sea menor, al negocio existente.

Existe una enorme cantidad de ejemplos que se podrían pensar para la industria de las sillas de madera, por ejemplo, que identificara la oportunidad de negocio de importar tapices y distribuir estos tapices también a otras empresas de sillas, o desarrollar un negocio paralelo de tapicería de asientos de automóvil. En este caso, se está desarrollando un nuevo producto para un cliente también diferente al tradicional.

Un esquema de la Matriz de Ansoff se presenta a continuación:

Figura 5. Matriz de Ansoff

		PRODUCTOS	
		Existentes	Nuevos
MERCADOS	Existentes	<p><b>Penetración de mercado (Bajo riesgo)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor publicidad – mercadotecnia más agresiva</li> <li>• Nuevos canales de distribución</li> <li>• Ofertas</li> <li>• <u>Promoción / Precio</u></li> </ul>	<p><b>Desarrollo de Productos (Riesgo medio)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración vertical / horizontal</li> <li>• Nuevas presentaciones empaques, diseños,</li> <li>• Materiales, etc.</li> <li>• <u>Producto</u></li> </ul>
	Nuevos	<p><b>Desarrollo de mercados (Riesgo medio)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportación – Nuevas zonas geográficas</li> <li>• Nuevos segmentos</li> <li>• Nuevos canales de distribución</li> <li>• <u>Producto / Plaza</u></li> </ul>	<p><b>Diversificación (Alto riesgo)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Más riesgosa y agresiva.</li> <li>• Recomendable solamente en caso que ninguna otra sea viable o cuando se identifique una oportunidad de negocios clara.</li> </ul>

## 2. FODA

Una de las herramientas más utilizadas para el diseño y elaboración de estrategias es el análisis FODA – Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Este ejercicio busca, a través de la mecánica de lluvia de ideas (esto es, un grupo de personas con la ayuda de un facilitador diciendo básicamente toda las ideas que se les ocurra), listar todas las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que la empresa tiene con respecto a una situación dada.

## 2.1 Fortaleza

Se entiende como fortaleza, características que tenga la empresa, sobre las que ellas tenga control, que le den una ventaja competitiva en una situación dada. Ejemplos de fortalezas pueden ser:

- Recurso humano altamente capacitado o, por el contrario, acceso a recurso humano de bajo costo
- Ubicación estratégica
- Buena tecnología de fabricación
- Acceso a material prima a costos competitivos
- Buena relación con clientes o una base de clientes amplia y consolidada

## 2.2 Debilidades

Contrario a las fortalezas, son las características de la empresa, sobre las que ella tenga control, que le representen una desventaja con respecto a su competencia en una situación dada. Ejemplos de debilidades pueden ser:

- Recurso humano poco capacitado o de alto costo
- Ubicación lejana a los mercados
- Tecnología de fabricación deficiente
- Acceso incierto a materia prima
- Poca fidelidad de los clientes actuales

## 2.3 Oportunidades

Son las situaciones que se presentan, que no son controlables por la empresa, que le abren nuevas alternativas favorables. Ejemplos de oportunidades pueden ser:

- El desarrollo de un proyecto de grandes proporciones en la zona de acción de la empresa
- La salida del mercado de un competidor importante
- Capacitación disponible

## 2.4 Amenazas

Son las situaciones que se presentan que no son controlables por la empresa pero que pueden afectar su actividad. Algunos ejemplos pueden ser:

- La crisis inesperada de los mercados tradicionales de la empresa (como cuando se cayó el negocio de la construcción en Guanacaste)

- La llegada al mercado de un competidor importante
- Cambios en la legislación

La idea de un FODA es listar todos estos aspectos en una matriz como la que se muestra abajo, de manera tal que se pueda tener un panorama completo de la situación. Como resultado del FODA, se deben generar acciones que saquen provecho de las fortalezas y potencien las debilidades, mientras que por otro lado traten de resolver las debilidades y evitar las amenazas.

Figura 6. FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
*	*
*	*
DEBILIDADES	AMENAZAS
*	*
*	*

a. Ejemplo de estrategia basada en FODA

Por ejemplo, se tiene una empresa con recursos humanos bien capacitados (**fortaleza**) y se conoce de un proyecto que va a iniciar en la zona de influencia que se proyecta requerirá una serie de productos que nuestra empresa puede proveer (**oportunidad**). Nuestra ubicación es correcta (**fortaleza**), tenemos asegurada la materia prima (**fortaleza**), pero no contamos con la maquinaria suficiente para poder producir los volúmenes que se requerirán con la calidad solicitada (**debilidad**). El proyecto es de unos inversionistas extranjeros que nadie conoce (**amenaza**).

Con base en la información anterior, evidentemente sobre-simplificada para efectos del ejemplo, una empresa podría tomar diferentes cursos de acción, algunos de los cuales pueden ser:

- Ofrecer al proyecto solamente una línea de productos muy específica, donde la capacitación de la mano de obra sea clave (productos de ebanistería)
- Considerar buscar financiamiento para adquirir la maquinaria y equipo que le permita una oferta más amplia de productos.
- Llegar a un acuerdo con el proveedor de materia prima para amarrar precios y cantidades y poder ser agresivo con los precios ofertados.

- d. Solicitar al proyecto un adelanto o un contrato firmado que sea ejecutable en caso que el proyecto no pueda cumplir con los compromisos de compra.

b. FODA en una estrategia de mercadeo

Quando se realiza un FODA específicamente para desarrollar una estrategia de mercadeo, se recomienda combinar esta herramienta con el concepto de las 4Ps, a fin de poder dirigir las ideas hacia aspectos más concretos, tal como se presenta a continuación:

Figura 7. FODA en una Estrategia de Mercado

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p><b>* Producto</b></p> <p>-</p> <p><b>* Precio</b></p> <p>-</p> <p><b>* Promoción</b></p> <p>-</p> <p><b>* Plaza</b></p> <p>-</p>	<p><b>* Producto</b></p> <p>-</p> <p><b>* Precio</b></p> <p>-</p> <p><b>* Promoción</b></p> <p>-</p> <p><b>* Plaza</b></p> <p>-</p>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p><b>* Producto</b></p> <p>-</p> <p><b>* Precio</b></p> <p>-</p> <p><b>* Promoción</b></p> <p>-</p> <p><b>* Plaza</b></p> <p>-</p>	<p><b>*Producto</b></p> <p>-</p> <p><b>* Precio</b></p> <p>-</p> <p><b>* Promoción</b></p> <p>-</p> <p><b>* Plaza</b></p> <p>-</p>



## Proyecto REDD

Consultoría “Mejora y conservación de las reservas de carbono mediante actividades forestales y el consumo de madera mediante el aumento de las capacidades gerenciales en el sector industrial forestal”

MODULO DE CAPACITACION

# **“INGENIERÍA DE LA MADERA”**

---

AGOSTO, 2014

## Tabla de contenido

Introducción .....	3
Lean Manufacturing. “Manufactura Esbelta” .....	4
1. Ideas centrales de la manufactura esbelta.....	4
2. El proceso de manufactura esbelta.....	5
3. Inventarios – Eliminar almacenamientos .....	5
4. La economía en la Velocidad – Eliminar demoras.....	6
Análisis y diseño del proceso.....	8
1. Diagrama de Flujo .....	8
2. Distribución de planta .....	15
2.1 Características de una adecuada Distribución de Planta: .....	15
2.2 Diseño de distribución de planta.....	15
3. Estudios de Tiempos y Movimientos – Métodos de trabajo.....	18
3.1 Términos importantes dentro de un estudio de tiempos .....	19
3.2 Usos de un estudio de tiempos y movimientos.....	20
4. Diagrama Hombre – Máquina .....	22
5. Programación de la producción.....	23
Producción más Limpia .....	27
1. Qué es P + L? .....	27
2. Desechos y Emisiones.....	29
3. ¿Producción Más Limpia versus Final-del-Tubo?.....	29
4. Algunas sugerencias para la disminución de desechos.....	31
5. Eficiencia energética.....	33
5.1 Los motores de alta eficiencia .....	33
Anexo 1 .....	39
Impacto ambiental en el proceso de fabricación de Muebles.....	35
Anexo 2 .....	39
La Filosofía de las “5 S”, .....	39
BIBLIOGRAFIA.....	50

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Simbología para elaborar un diagrama de flujo .....	9
Cuadro 2. Diagrama Hombre-Máquina .....	22
Cuadro 3. Capacidad de Producción y Recursos .....	24
Cuadro 4. Ejemplo Programación de la Producción .....	25
Cuadro 5. Programa de Producción orden de compra de 1200m2 de piso .....	26
Cuadro 6. Comparación Tecnología al final del tubo vs P+L .....	30
Figura 1. Diagrama de Flujo.....	10
Figura 2. Distribución por producto .....	17
Figura 3. Distribución por proceso .....	17
Figura 4. Medición del trabajo .....	18
Figura 5. Componentes del tiempo tipo .....	20
Figura 6. Objetivos de la P+L .....	28
Figura 7. Metodología de un proceso de P+L .....	29

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo de toda empresa es obtener un producto de calidad y al menor costo. Existen una serie de herramientas que ayudan a empresas de manufactura a contar con un proceso de producción fluido, eficiente y de alta calidad que permita justamente alcanzar este objetivo.

Esto usualmente implica contar con un proceso lo más libre de desperdicios o desechos sólidos, sin pérdidas de tiempo en esperas innecesarias, evitando transportes excesivos, dando la importancia del caso a los trabajadores y fomentando el orden y la limpieza.

Se presenta a continuación una pequeña introducción al término “Lean Manufacturing”, que será el marco conceptual de referencia para este documento. Posteriormente se estarán desarrollando algunas de las herramientas y técnicas de análisis y diseño de procesos más utilizadas, dando ejemplos prácticos de su aplicación en la industria forestal industrial, posteriormente de desarrollará el tema de producción más limpia, dando énfasis principalmente a los temas de manejo y reducción de desechos y eficiencia energética, atacando así dos de los principales problemas que enfrenta la industria forestal.

---

# **LEAN MANUFACTURING “MANUFACTURA ESBELTA”**

Un término que se ha convertido en el más reconocido como sistema de pensamiento para elevar la productividad de los aparatos productivos es el conocido como “Lean Manufacturing” o Manufactura Esbelta, en español.

El objetivo primordial de Lean Manufacturing es eliminar toda la “grasa” en la organización, entendiendo como grasa todo lo que no agrega valor al producto final.

## **1. Ideas centrales de la manufactura esbelta**

Las ideas centrales de Lean son bastante simples.

1. Determine el valor. Qué es lo que el cliente quiere?
  - a. Se obtiene valor haciendo las cosas bien. El valor de mejorar la velocidad, la calidad y reducir el costo, conduce a una mayor satisfacción del cliente, su retención y buenas referencias. Todo esto conduce a un mayor crecimiento y rentabilidad.
  - b. Lo que es valioso en una situación puede no serlo en otra. Escuche al cliente y dele lo que él quiere en el momento en que él lo quiere.
2. Produzca únicamente lo que el cliente requiere. Los altos inventarios de materias primas o de producto terminado únicamente esconden problemas e ineficiencias.
3. Haga que el trabajo fluya, evite interrupciones, tiempo y materiales desperdiciados, produciendo lotes pequeños.
4. Nivele la carga de trabajo para cumplir con la demanda del cliente.
5. Deténgase y solucione los problemas inmediatamente para obtener la calidad correcta la primera vez.
6. Estandarice.
7. Utilice controles visibles, así los problemas salen a la luz.
8. Utilice tecnología confiable, que apoye a la gente y su progreso.
9. Compita contra la perfección no contra su competencia, estudie sus procesos y maquinaria con el fin de poder encontrar oportunidades de mejora.
10. Desarrolle a su personal.

## **2. El proceso de manufactura esbelta**

Se debe entender como producción Lean el proceso optimizado que ha eliminado gran parte o todas las operaciones o actividades que no agregan valor al producto que se fabrica.

Estos son los pasos para introducir el pensamiento lean en su organización:

1. **Enfoque.** Se debe enfocar los esfuerzos hacia las actividades que no agregan valor
2. **Mejorar.** Se busca eliminar o al menos disminuir toda actividad que no agrega valor, tales como demoras, desperdicios y re-procesos.
3. **Mantener.** Para estabilizar y monitorear las mejoras
4. **Reconocimiento.** Premiar y reconocer los esfuerzos de todos los colaboradores.

## **3. Inventarios – Eliminar almacenamientos**

Una de las principales “grasas” en un sistema productivo son los inventarios, los cuales se generan en los sistemas de producción tradicionales cuando estos empujan los productos hacia los clientes, comprando insumos y produciendo basados en un pronóstico de demanda.

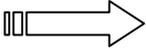
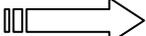
Esto puede traer como resultado la generación de excesos en los tres tipos de inventarios que existen:

- materias primas
- materiales en proceso
- productos terminados.

Al almacenar cualquiera de estos tres tipos de inventario, se tienen costos asociados a su manejo, movimientos, acomodo y seguimiento, esto requiere tiempo y personal. El punto fundamental es que ninguno de estos costos agrega valor al producto, únicamente consumen las ganancias. De igual manera, excesos de inventarios traen como consecuencias otros costos relacionados que tampoco agregan valor y que por lo tanto reducen las ganancias de la operación, entre ellos:

- Costos de control
- Costos por obsolescencia
- Costos de transportes de materiales
- Costos de bodegaje

Por su parte, entonces, una producción “lean” busca eliminar al máximo la presencia de inventarios en la fábrica.

**Producción tradicional**  **Si usted produce, el cliente vendrá**  
**Producción Lean**  **Cuando el cliente llegue, produzca rápido**

Los siguientes puntos resumen los aspectos más importantes y que se buscan en un proceso de manufactura esbelta:

- ✓ La prioridad es producir lo que el cliente necesita, no tener los trabajadores ocupados.
- ✓ La mayoría del tiempo lo mejor que puede hacer es detener la producción. El producto terminado no vendido se convierte en desperdicio.
- ✓ Produzca solo lo necesario para nivelar la programación de la producción.
- ✓ Entre más inventario mantenga, es menos probable que usted encuentre lo que necesita cuando lo necesita. El exceso de inventario provoca desorden y esconde la escasez.

Supongamos un ejemplo de una empresa que fabrica pisos sólidos de madera a partir de tabla. Esta empresa podría tener varias maneras de manejar su proveeduría de materia prima, vamos a poner como ejemplo dos para explicar el concepto de Lean Manufacturing.

La primera es comprando troza, aserrándola a lo que dé, y produciendo los pisos de madera que se puedan obtener de acuerdo a lo que dio la troza, para tratar de venderlos a sus clientes.

La segunda es comprar madera aserrada en las medidas y las cantidades que requiera de acuerdo a los pedidos que se tengan confirmados con los clientes.

En el primer caso es probable que el costo de materia prima sea menor, sin embargo, también podría ser que se genere producción que no sea en las medidas que el cliente requiere y por lo tanto, es madera que va a quedar en inventario de proceso o producto terminado. Esto trae como consecuencia problemas de flujo de caja, material que se puede dañar, espacio en la planta utilizado por material que no se mueve, etc.

En el segundo caso, puede ser que el costo de la materia prima sea mayor, pero todo lo que se invierte se convierte en producto que se puede vender. Esto permitirá tener un mejor retorno sobre la inversión.

Evidentemente cada empresa es diferente y no hay una receta ideal, lo importante en este caso para el empresario es tener noción de estos conceptos y tomarlos en cuenta cuando esté tomando las decisiones.

#### **4. La economía en la Velocidad – Eliminar demoras**

Una de las mejores formas de optimizar un proceso es encontrar y eliminar la mayor parte de los retrasos o demoras.

Las demoras ocurren en tres diferentes formas:

1. Espera entre actividades del proceso
2. Demoras por desperdicios o reprocesos

3. Demoras a causa de grandes lotes en producción (el último artículo debe estar terminado para que el primero pueda pasar a la siguiente actividad o proceso)

Estas demoras deben eliminarse, para esto se tienen estas alternativas:

1. Eliminando esperas entre operaciones del proceso
2. Trabajando en forma paralela en lugar de secuencial
3. Implementando Six Sigma para reducir o eliminar los defectos y variaciones que provocan desperdicios y reprocesos (más detalles de esto en el Módulo de Calidad).
4. Reduciendo el tamaño del lote de producción (a uno de ser posible)

# **ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PROCESO**

Todo sistema productivo termina siendo una secuencia lógica de actividades que deben ser ejecutadas cada una de ellas de la manera más eficiente posible y de acuerdo con un programa o plan debidamente trazado de antemano.

En este apartado revisaremos un poco las herramientas que existen para poder evaluar y mejorar este proceso productivo de manera tal que la producción se dé en forma más eficiente, logrando productos de calidad con el costo adecuado en el tiempo adecuado.

Se proponen cuatro principios básicos para llevar a cabo un proceso de análisis y diseño de procesos.

1. Primero que todo, enfóquese en el producto por sí mismo, sígalo a través de todo el ciclo de producción.
2. Ignore los límites tradicionales, olvide lo que se hace ahora para obtener el producto terminado y entregarlo.
3. Rediseñe el flujo de producción buscando eliminar demoras, re-procesos, desperdicios.
4. Utilice las máquinas y tecnología apropiada para producir en cantidades más pequeñas, que permitan cambiar de un producto a otro en forma rápida. Esto muchas veces significa utilizar tecnología más simple, lenta y menos automatizada que podría ser más accesible para su empresa.

## **1. Diagrama de Flujo**

Probablemente no exista herramienta más útil y más sencilla, cuando se requiere analizar un proceso que el diagrama de flujo. Este permite visualizar el proceso de trabajo facilitando la búsqueda de mejores opciones y oportunidades de mejora.

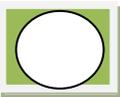
Un diagrama de flujo es, en resumen, una representación gráfica y sencilla de la secuencia de actividades que se llevan a cabo para elaborar un producto. La parte interesante es que en esta representación, se distinguen las actividades que son necesarias – que agregan valor – de las que no son necesarias – que no agregan valor – tales como almacenamientos temporales, demoras y transportes.

*Un diagrama de flujo bien elaborado forzará a la administración a preguntarse por qué se dan actividades que no agregan valor y, más importante, cómo eliminarlas.*

El valor de un diagrama de flujo bien hecho es que permite identificar estas actividades sin valor agregado y debería forzar a los administradores del sistema productivo a cuestionarse el por qué estas actividades innecesarias se están dando y más importante, cómo pueden eliminarse. Para elaborar un diagrama de flujo se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Seleccionar el producto que se va a analizar.
- b. Conformar un equipo de trabajo de personas con experiencia que conozcan el producto y el proceso.
- c. Listar TODAS las actividades que se ejecutan durante el proceso de fabricación.
- d. Ordenar las actividades de acuerdo a la secuencia en la que se realizan actualmente.
- e. Dibujar el diagrama de flujo, utilizando la simbología presentada en el cuadro 1
- f. Analizar el diagrama, considerando las siguientes preguntas:
  - a. Por qué estamos realizando labores que no agregan valor?
  - b. Qué hacer para eliminar/reducir las actividades que no agregan valor?
  - c. Estamos produciendo en la secuencia correcta de actividades?
- g. Con base en las respuestas a las preguntas anteriores, elaborar un plan de mejora.
- h. Repetir el proceso hasta llegar a optimizar.

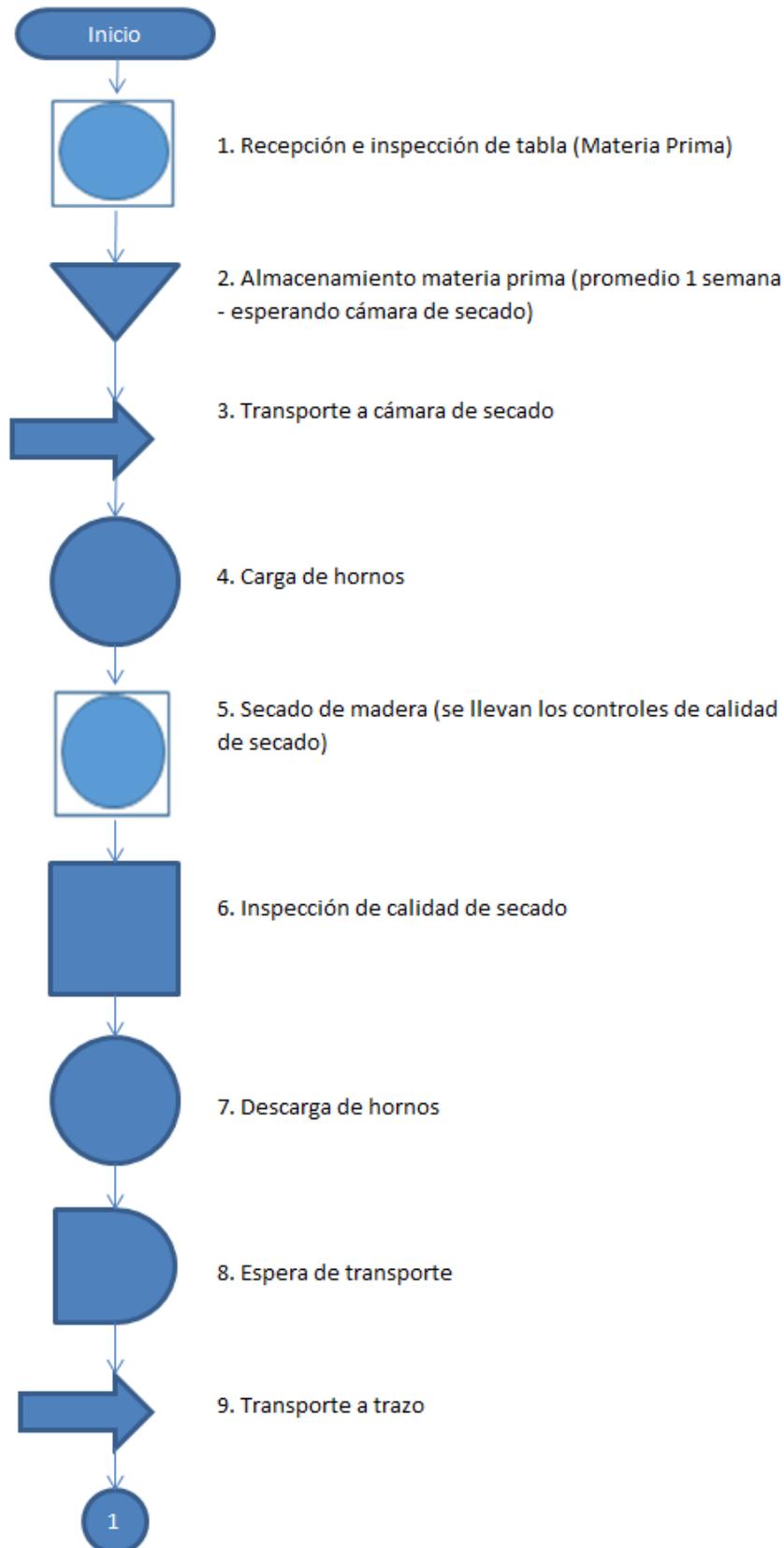
Cuadro 1 – Simbología para elaborar un diagrama de flujo

Actividad	Símbolo	Descripción	Agrega Valor / No agrega Valor
Operación		Actividad que produce o realiza algo	Agrega valor al producto
Transporte		Se refiere a los movimientos que se realizan o transportes del producto de un lugar a otro	No agrega valor al producto
Inspección		Verificación de la calidad o la cantidad de producto en proceso.	No agrega valor al producto
Demora		El proceso se detiene a la espera de algún material, secado del producto, espera para ingresar al siguiente paso.	No agrega valor al producto
Almacenaje		El producto se almacena temporalmente bajo estrictos controles de inventario y sus movimientos	No agrega valor al producto
Actividad combinada		Este símbolo denota la realización de una operación junto con una inspección. Se combinan dos símbolos para especificar que en el momento se realizan dos operaciones al mismo tiempo	Puede o no agregar valor al producto

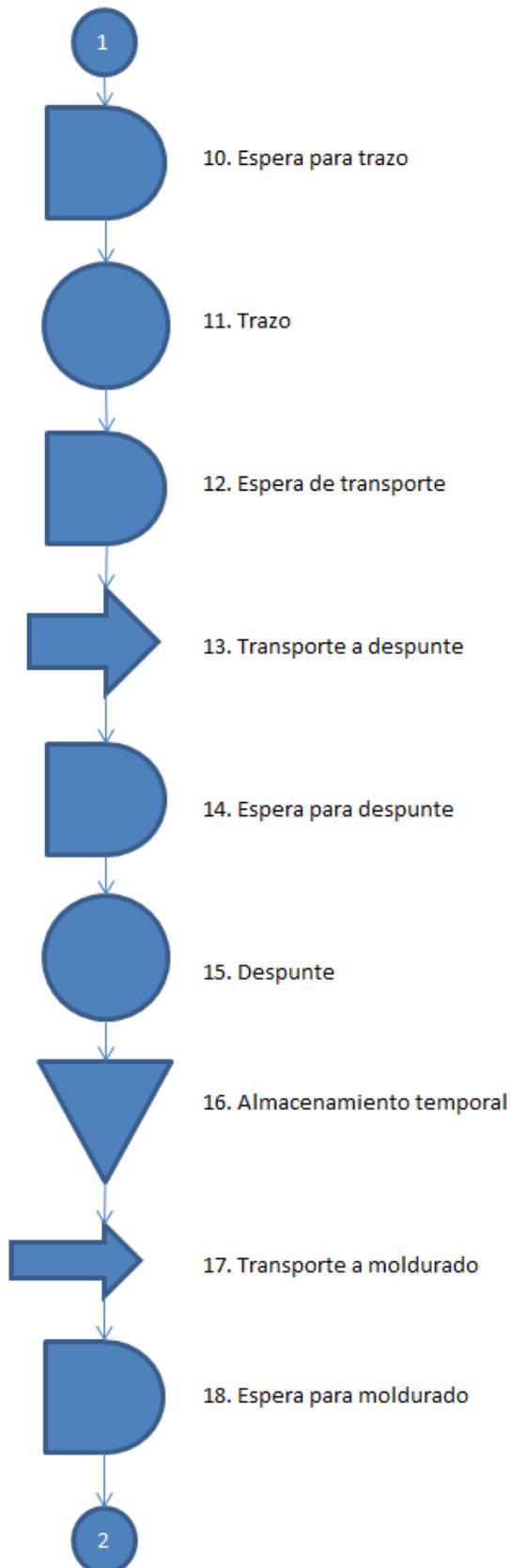
La importancia de los diagramas de flujo es que son un proceso de mejora continua, esta herramienta facilita la comprensión de los procesos y su análisis, su visualización es más amplia y directa. Además, por otro lado contar con diagramas de proceso permanentemente facilita la capacitación de los nuevos colaboradores, así mismo, si un proceso ha sido modificado, este diagrama también permite la capacitación a los empleados actuales. Es una técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea.

Se presenta a continuación, en la Figura 1, el diagrama de flujo de proceso de producción simplificado de la producción de un piso sólido de madera a partir de tabla dimensionada.

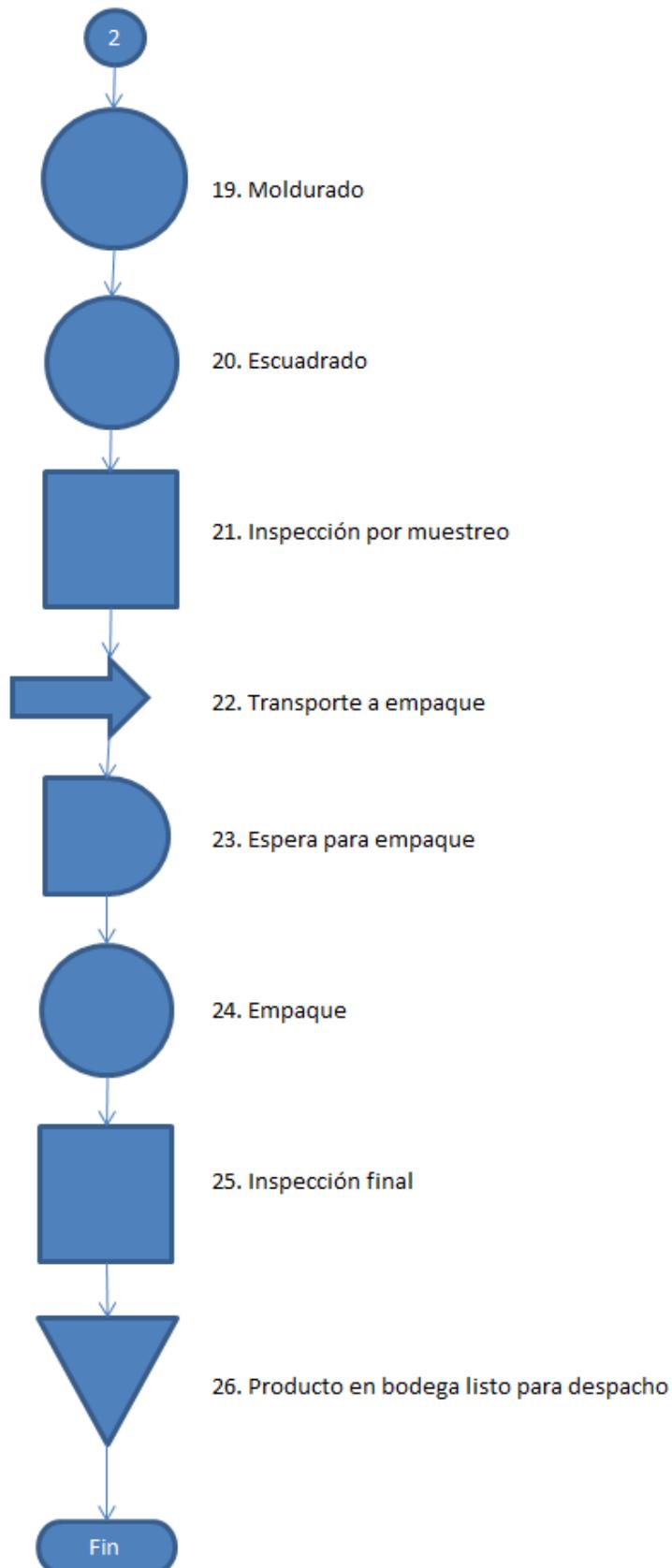
**Figura 1. DIAGRAMA DE FLUJO  
FABRICACION DE PISO SOLIDO**



Continuación Figura 1



Continuación Figura 1



El análisis del diagrama de flujo permite ver de primera entrada la siguiente información:

- a. De 26 operaciones listadas 9 agregan valor al producto y 17 (casi el doble) no lo hacen.
- b. Las 17 actividades que no generan valor se desglosan de la siguiente manera:
  - a. 3 almacenamientos
  - b. 6 demoras
  - c. 5 transportes
  - d. 3 inspecciones

A raíz del análisis anterior, se podrían realizar las siguientes preguntas:

- a. Se puede eliminar alguno de los transportes? Por ejemplo las operaciones trazo / despunte, no se podrían hacer en una sola operación, disminuyendo así un transporte y dos demoras? Actividades que agregan costo pero no valor?
- b. Se puede disminuir alguno de los transportes? En el ejemplo específico que estamos utilizando, no se podría descargar y almacenar la madera más cerca de las cámaras de secado?
- c. Dado que se tiene tanto transporte de materiales, contamos con el equipo idóneo para hacerlo?
- d. Por qué hay tantas demoras? Qué causa que la madera no pueda ser procesada de inmediato cuando llega a una operación? Será que hay un problema de programación de la producción? O que las operaciones no tienen la capacidad suficiente? O que se espera acumular baches grandes para procesar?
- e. Cuánto es en tiempos las demoras? Cuánto representa este tiempo en dinero?
- f. Son las inspecciones de calidad necesarias? Por ejemplo, la inspección después del secado es necesaria si se está haciendo durante el secado? Es la inspección final necesaria o se puede evitar teniendo un buen control de procesos (ver Módulo de Calidad)
- g. Podemos cuantificar cuántas horas hombre estamos utilizando para transportar material, controlar inventarios e inspeccionar productos? Cuánto representa esto de nuestro costo total?

Seguramente el lector podrá tener muchas otras preguntas y comentarios adicionales, acá lo importante es entender cómo esta herramienta funciona para analizar un proceso y cómo genera información útil para buscar la mejora continua en los aparatos productivos. Tal como se indicó anteriormente, este es un análisis que se deberá hacer preferiblemente en un grupo de trabajo con gente experimentada y de cada una de estas preguntas deben surgir respuestas que dirijan hacia un plan de acción de mejora. Por ejemplo, modificar la ubicación de las operaciones para poder realizarlas en forma simultánea (trazo/despunte), o abrir campo cerca de los hornos para almacenar la madera y reducir transportes, o, por qué no, comprar madera seca? Y así sucesivamente.

## **2. Distribución de planta**

La distribución de planta es un concepto relacionado con la ubicación de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

### **2.1 Características de una adecuada Distribución de Planta**

- Minimizar los costos de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

*La finalidad de una buena distribución de planta es organizar los elementos productivos para asegurar la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información.*

### **2.2 Diseño de distribución de planta.**

Para poder determinar la adecuada distribución de planta es fundamental entender bien en proceso productivo, lo cual ya hemos logrado con el diagrama de flujo. Siguiendo con el proceso cuyo diagrama de flujo acabamos de revisar y asumiendo para efectos del ejemplo que este fuera ya el flujo de producción optimizado, se tendrían que considerar, entre otros, los siguientes elementos para determinar la distribución de planta:

- a. Tener el espacio de almacenamiento adecuado para la materia prima, lo más cerca posible de la entrada de la cámara de secado. El espacio debe tener las condiciones correctas (bajo techo, espacio para manipulación de materiales).
- b. Cada una de las máquinas / procesos donde se dan demoras deberán tener un espacio determinado para el almacenamiento temporal de materiales, a efectos de evitar doble transporte.
- c. Se debe considerar, respetar y señalar adecuadamente los pasillos por donde va a circular el material.
- d. Las máquinas deberán estar organizadas en la misma secuencia que las operaciones, para que los materiales siempre sigan una misma dirección. Esto es un principio básico de productividad.
- e. Donde se lleven a cabo las inspecciones de calidad se deben tener los correspondientes espacios y condiciones para realizarlo adecuadamente.
- f. Los espacios de almacenamiento deben tener fácil acceso para la entrada y salida de materiales y preferiblemente su espacio deberá estar bien confinado.

En resumen, la distribución de planta óptima es la que permite tener:

- los espacios de almacenamiento, permanente y temporal, con la extensión de área correcta y en la ubicación correcta que facilite la manipulación de materiales.
- las operaciones organizadas de manera que se disminuya el transporte de materiales y buscando que los productos vayan siempre en una misma dirección, sin devolverse.
- las condiciones adecuadas para realizar los movimientos y las inspecciones de los materiales.

La distribución de planta dependerá del tipo de operación que se tenga.

En el ejemplo de industria de pisos de madera que estamos analizando, se produce siempre un mismo tipo de producto, piso sólido a raíz de tabla, que se realiza siempre siguiendo la misma secuencia de operaciones. En este caso, funcionaría la distribución de planta que se conoce como distribución lineal o por producto (es decir, donde las máquinas se acomodan de acuerdo a la secuencia de las operaciones de producción). Un esquema de este tipo de distribución se presenta a continuación en la Figura 2:

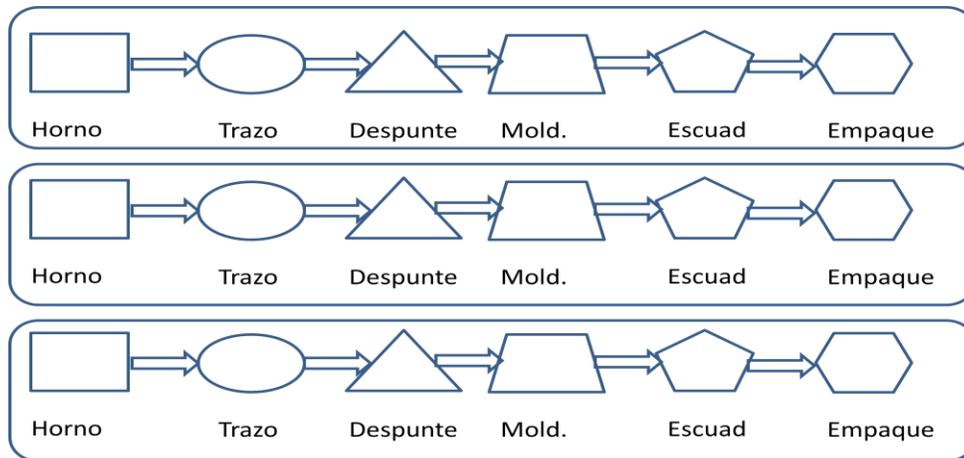


Figura 2. Distribución por producto

Si por el contrario, la industria forestal produce una amplia variedad de productos en cantidades pequeñas, donde la secuencia de operaciones puede ser diferente para cada tipo de productos, la distribución de planta adecuada puede ser diferente, por ejemplo la que se conoce como distribución por procesos. En este caso, las máquinas y operaciones se deben ordenar agrupando máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. La ventaja de este tipo de distribución, a diferencia de la anterior, es que permite una mayor flexibilidad en los procesos.

El enfoque más común para desarrollar una distribución por procesos es el de arreglar los departamentos que tengan procesos semejantes de manera tal que optimicen su colocación relativa. Un esquema se presenta a continuación en la Figura 3

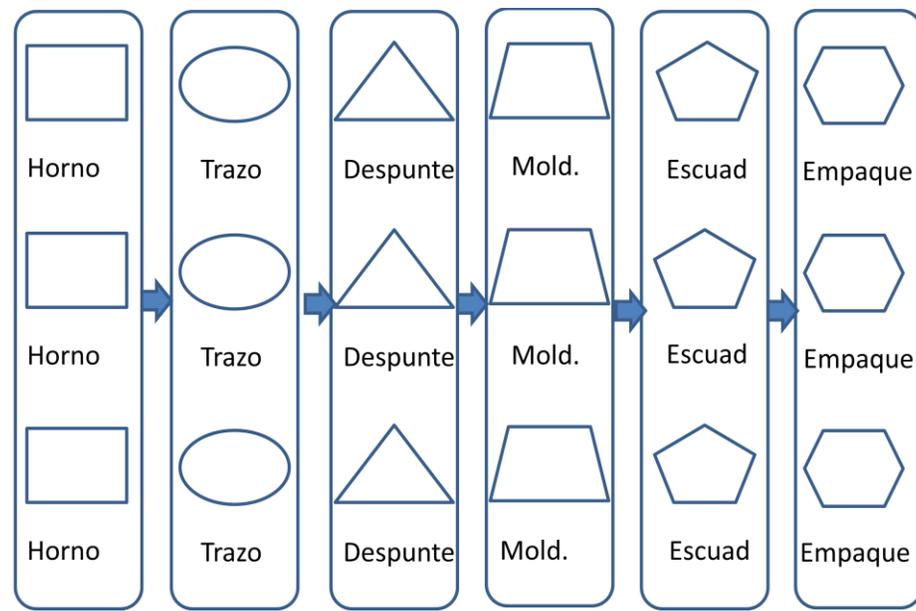


Figura 3. Distribución por proceso

### **3. Estudios de Tiempos y Movimientos – Métodos de trabajo**

Un estudio de tiempos y movimientos documenta cada una de las actividades que desarrolla una persona para ejecutar una operación determinada. Es, por decirlo así, como hacer un “diagrama de flujo” de una operación específica. Y el objetivo, al igual que con un diagrama de flujo, es determinar qué actividades son necesarias y cuales no son necesarias. Esto permitirá buscar que cada una de las operaciones desarrolladas por los trabajadores se haga de la forma más eficiente posible.

Quién dentro de la empresa conoce mejor el trabajo y producto? Los trabajadores, de ahí que es importantísimo que se involucre a las personas con el fin de obtener mejores resultados. Los encargados de llevar a cabo cada proceso, cada tarea, son quienes pasan 8 horas ejecutándolo, son quienes mejor saben dónde se pueden reducir los desperdicios, donde se puede mejorar el tiempo de producción, etc. Involucrarlos desde un inicio no solo traerá beneficios desde el punto de vista económico para la empresa, sino que además ellos se sentirán parte de la misma, tomados en cuenta y sentirán que su trabajo es reconocido, elevando la motivación.

Para desarrollar un proyecto de Medición del trabajo se deberán llevar a cabo las etapas descritas en la Figura 4:

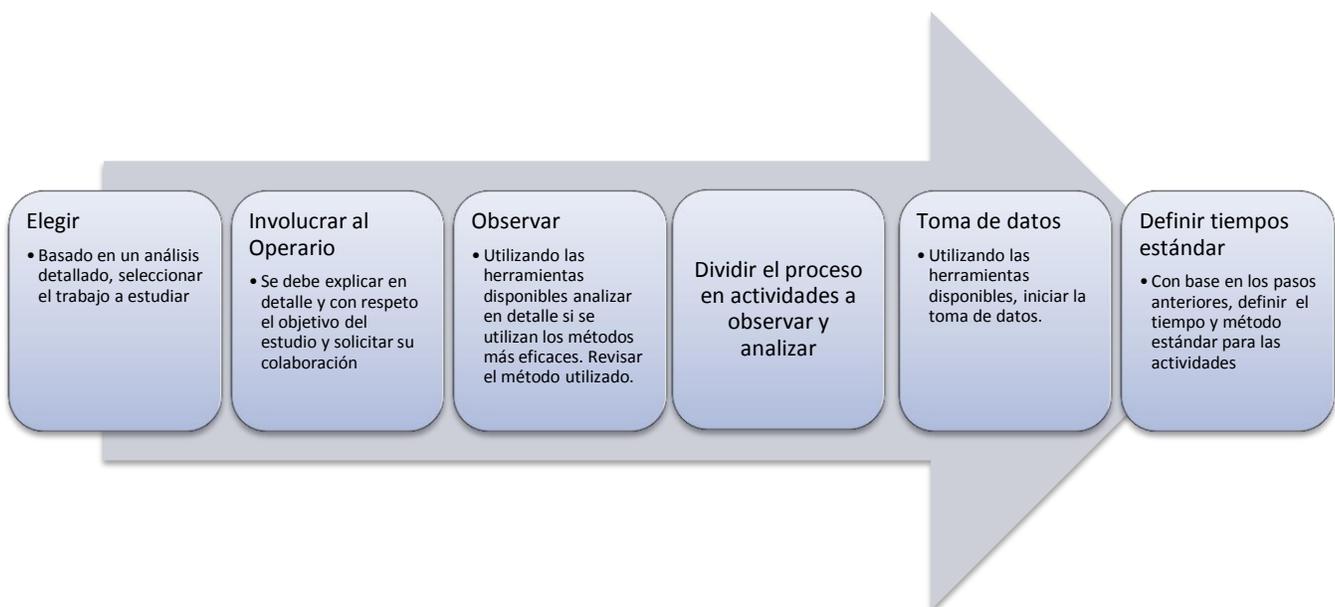


Figura 4. Medición del trabajo

### 3.1 Términos importantes dentro de un estudio de tiempos

**Tiempo básico o contenido básico del trabajo:** Este corresponde al tiempo necesario para llevar a cabo una operación si no hay ningún retraso, es decir, es el tiempo “puro” para ejecutar una actividad. En forma práctica, la mejor manera de establecer el tiempo básico es mediante la observación. Esta se lleva a cabo cronometrando varias veces el tiempo que un operario toma en realizar una actividad (tiempo observado) y valorando el ritmo al cual el trabajador realiza la tarea.

Para que valoración sea justa, quien realiza en estudio deberá tener la experiencia suficiente en el trabajo para evitar que valore injustamente al trabajador y tomando en cuenta los factores que afectan directamente el ritmo de trabajo y que no dependen 100% de él, ejemplos de estos pueden ser el estado de ánimo, variaciones debidas a su pericia, cambios de clima, de luz, temperatura, eficacia de las herramientas y del equipo, etc.

Existen varias escalas para realizar la valoración la utilizada en el libro Introducción al Estudio del Trabajo de la OIT, es la escala de 0 – 100, donde:

- 0,50: muy lento.
- 0,75: Constante, resuelto, sin prisa, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras es observado.
- 1 (ritmo tipo): activo, capaz, como obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión solicitado.
- 1,25: Muy rápido: el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las de obrero medio.
- 1,50: Excepcionalmente rápido: concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de que dure largos periodos, solo alcanzada por pocos trabajadores sobresalientes.

La valoración se multiplicará por el tiempo observado para obtener el tiempo básico.

Por ejemplo, si un trabajador toma en promedio 40 segundos en cepillar una tabla (este promedio después de haber hecho unas 20 observaciones) y se considera que el trabajador es muy rápido, el tiempo básico para esta operación será 50 segundos ( $40 \times 1,25$ ), mientras que si la valoración es que el trabajador es muy lento, el tiempo tipo será de 20 segundos ( $40 \times 0,50$ ).

**Contenido del trabajo:** este es el tiempo básico más el tiempo suplemento (tiempo adicional) que forzosamente se debe considerar por descanso – una persona no puede estar el 100% del tiempo sólo trabajando, requerirá ir al baño, tomar agua, en general compensar la fatiga - más otro suplemento (tiempo adicional) por labores adicionales, que se conoce como suplemento por contingencias. Estas se pueden generar por razones de política de la empresa, o por actividades que no forman parte del ciclo de trabajo pero sin

ellas no se podría efectuar correctamente, ejemplos son, suplementos por preparación al inicio del día, por limpieza, por aprendizaje, por montaje.

**Tiempo Tipo:** el tiempo utilizado por un trabajador calificado medio para realizar su trabajo a un ritmo tipo. El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, más el suplemento por contingencias y descanso.

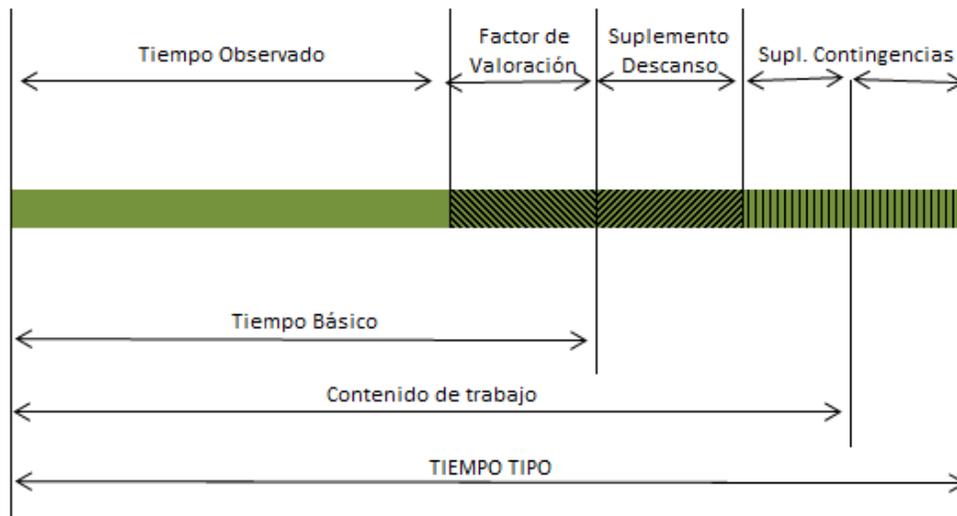


Figura 5. Componentes del tiempo tipo

**Tiempo total de la operación.** Este sería el tiempo tipo más todos los tiempos improductivos. Este tiempo improductivo puede estar ocasionado por:

- Deficiencias en el diseño del producto o falta de claridad en la especificación del mismo.
- Métodos ineficaces de producción o de funcionamiento de la máquina.
- Debido a la deficiencia de la dirección (falta de suministros a tiempo, problemas con la programación de producción, falta de claridad en la información, falta de capacitación al personal).
- Problemas imputables al trabajador (lento, descuidado).

### 3.2 Usos de un estudio de tiempos y movimientos

Siguiendo el proceso discutido en el análisis del flujo de proceso, la idea con un estudio de tiempos y movimientos es buscar que el tiempo tipo de una determinada operación sea el menor posible.

Sigamos con el ejemplo de una empresa donde se desarrolló un estudio de métodos de trabajo para la operación de cepillado de una tabla y se determinó lo siguiente:

- Tiempo observado: 40 segundos – es el promedio de 20 veces que se cronometró la operación.
- Tiempo básico: 50 segundos - La valoración consideró que el trabajador, al estar bajo estudio, trabajó más rápido de lo normal y razonable, por lo tanto se da una valoración de 1,25.
- Suplemento de descanso: 1,43 seg – El operario se aparta dos veces del puesto de trabajo para ir al baño y tomar agua, cada vez dura 6 minutos (12 minutos en total), y una jornada de trabajo neta de 7 horas (descontando café y almuerzo). Esto significa un factor de 0,028 - 12 min / 420 min (7 horas) que hay que agregar al tiempo básico.
- Contingencia labores adicionales: 4.17 seg – el trabajador debe detenerse en promedio 5 minutos por hora para ajustar la máquina por problemas de mantenimiento, lo que da un factor de 0,08 (5 min / 60 min).

En este ejemplo, el tiempo tipo sería 55.6 seg (tiempo básico más contingencias), por lo tanto, se espera que el operario pueda producir cerca de 65 tablas por hora o 453 tablas por jornada efectiva de 7 horas.

Este dato es elemental para poder controlar la productividad del operario, poder programar la producción y balancear las líneas.

El siguiente paso es controlar la productividad del trabajador, para verificar su desempeño contra el estándar establecido. Siguiendo con este caso, el operario está cepillando 370 tablas por jornada laboral, es decir un 81,7% de las 453 tablas esperadas.

Una vez realizado este estudio, se deben hacer y contestar las siguientes preguntas:

- a. El tiempo adicional que se maneja por concepto de descanso es el correcto? Se puede hacer algo (sin que vaya en contra de la salud o los derechos del trabajador) para disminuirlo? Por ejemplo, se podría, con el uso de un abanico, reducir la temperatura en la zona de trabajo y con esto eliminar la necesidad de que el operario tenga que ir a tomar agua? O se le puede tener agua disponible al trabajador en la zona de trabajo?
- b. El tiempo adicional por contingencias se puede reducir o eliminar? Cómo podemos mejorar el mantenimiento para que el operario no tenga que estar ajustando la máquina?
- c. Qué diferencia hay entre el tiempo total de la operación y el tiempo tipo? Por qué se da esta diferencia (por ejemplo, falta de planificación de la producción, la materia a prima no llega a tiempo, los operarios deben transportar el producto a la siguiente operación). Cómo podemos eliminar esta diferencia?

El llevar a cabo este tipo de análisis en forma periódica permitirá mejorar la productividad de los trabajadores, identificar posibles mejoras a los puestos de trabajo y en general

mejorar la motivación del personal, con la correspondiente reducción de costos y aumento en la calidad.

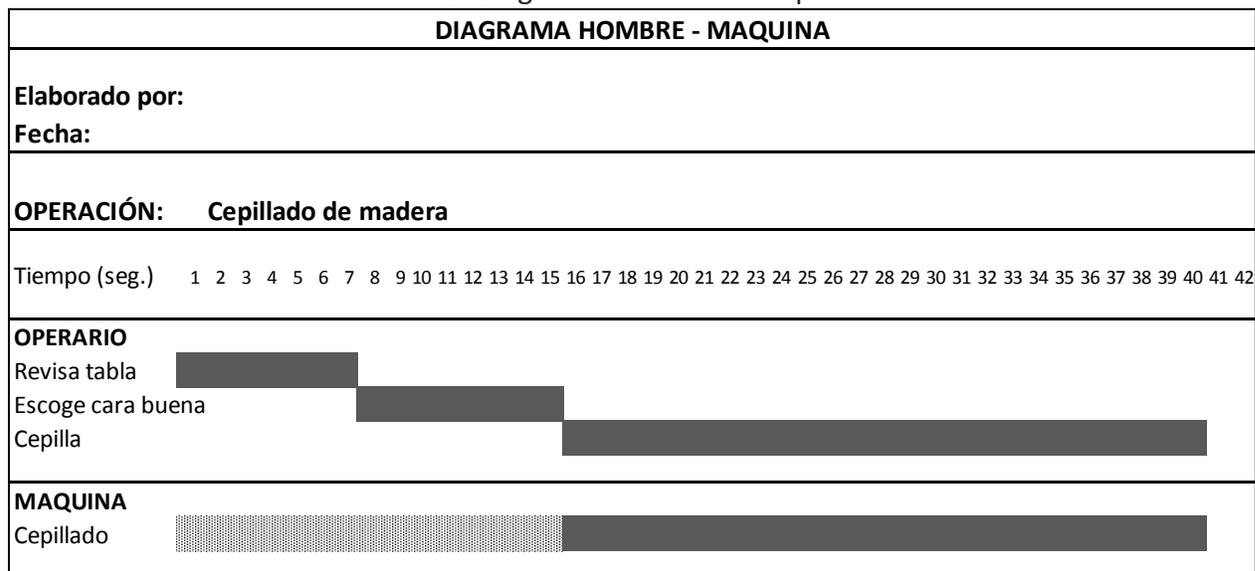
#### 4. Diagrama Hombre – Máquina

El objetivo de un diagrama hombre - máquina es tener en forma clara la combinación de tiempo efectivo del operario versus el tiempo efectivo de la máquina en una operación determinada. Esto para entender si el trabajador o la máquina tienen muchos tiempos muertos.

Un diagrama hombre máquina bien elaborado permitiría, por ejemplo, definir si un operario puede manejar dos máquinas a la vez, o si por el contrario, se requiere de dos operarios para una máquina, o si tiene sentido que haya un operario enfrente de dos máquinas alimentándolas para que estas sean más productivas, etc. Es una de las principales herramientas para buscar balancear las líneas de producción y reducir tiempos muertos.

Se presenta a continuación un resumen simplificado de un diagrama hombre máquina:

Cuadro 2. Diagrama Hombre – Máquina



En este ejemplo específico, se presenta el diagrama hombre – máquina de la operación de cepillado de madera. Para efectos de este ejemplo, la operación de cepillado de madera tarda 40 segundos por cada tabla. Esto se determina con base en la observación y el cronometraje de las actividades, como ya se explicó.

Lo que este diagrama nos permite es observar que del total de la duración de la operación, 15 segundos, es decir, el 37,5% del tiempo, la máquina no está trabajando efectivamente,

sino que esta “esperando” que el operario haga una labor de revisión y escogencia. Este tiempo que la máquina no está trabajando efectivamente se considera un desperdicio y preferiblemente debería ser revisado y corregido. La máquina, aunque no esté cepillando, está consumiendo electricidad, por ejemplo.

En este caso específico la pregunta sería si valdría la pena tener una operación previa de revisión y selección de tablas, de manera tal que el operario de esta máquina no tenga que invertir tiempo en esto y pueda subir la tasa de utilización de la máquina. O si por el contrario valdría la pena que el operario utilice la primera parte de su turno con la máquina apagada ordenando las tablas y que luego encienda la máquina ya cuando tenga las tablas escogidas, esto permitirá la misma producción, pero reducirá el consumo eléctrico. Una tercera posibilidad es si se cuenta con más de una cepilladora, considerar poner todas las cepilladoras juntas (distribución por proceso) y tener una persona alimentando a todas las máquinas.

Un punto importante a aclarar es que esta herramienta también puede funcionar como diagrama hombre-hombre o diagrama máquina – máquina. Si por ejemplo hay una actividad que debe ser realizada por dos (o más) personas a la vez, se puede evaluar el ciclo de cada una de las personas y revisar si alguna de ellas tarda más que la otra y por lo tanto genera tiempos improductivos. Lo mismo si hubiera una operación que requiere la participación simultánea de dos o más equipos.

Como ha sido el caso con las diferentes herramientas y en los diferentes ejemplos discutidos, no hay una receta o respuesta única, cada empresa es una realidad diferente y requiere de soluciones diferentes.

Lo importante es conocer algunas de las herramientas básicas que existen y utilizarlas cuando corresponda.

## **5. Programación de la producción**

Un aspecto transversal del proceso de optimización de la producción es contar siempre con una adecuada programación.

Programación de la producción significa asignar los recursos (maquinaria y equipo, mano de obra, suministros) para lograr la producción de las cantidades necesarias de producto, al costo correcto y en los plazos establecidos de acuerdo con los compromisos adquiridos con los clientes.

La programación de la producción debe:

- Ser realizada de antemano (escenario de corto y mediano plazo)
- Ser comunicada adecuadamente a todos los actores
- Considerar aspectos relacionados con:

- Recursos humanos y maquinaria – balancear la línea de producción, reducir tiempos muertos, etc.
- Disponibilidad de suministros
- Prioridades con respecto a fechas de entrega
- Complementariedad entre productos y/o procesos
- Otras actividades (mantenimiento preventivo, feriados, etc.)

Un programa de producción no es entonces otra cosa que establecer un horario para la producción, respetando las prioridades de entrega de productos y buscando la mayor eficiencia de todos los factores involucrados.

El primer paso para elaborar un programa de producción es tener las cantidades de productos que se deben fabricar y las fechas para su entrega.

Con base en esta información, se debe revisar las diferentes actividades para realizar cada uno de los productos (con la ayuda de los diagramas de flujo), y la disponibilidad / productividad de los diferentes factores de producción (ayudados con los estudios de tiempos y los diagramas hombre – máquina).

Supongamos que tenemos un pedido de 1,200 m<sup>2</sup> de piso para entregar en 21 días en la fábrica de pisos de madera que hemos estado utilizando como ejemplo. Del diagrama de flujo, y simplificando para efectos del ejemplo, tenemos que se requiere de las siguientes operaciones: Secado de madera, trazo y despunte, moldurado y empaque. La capacidad de producción y los recursos actuales con que cuenta la empresa se presentan en el siguiente cuadro, en forma esquematizada:

Cuadro 3. Capacidad de Producción y Recursos

OPERACIÓN	Capacidad (m <sup>2</sup> )	Operarios	Pedido
Secado	3000 / 15 días	1	15
Trazo/desp.	150 /día	3	8
Moldurado	300 / día	4	4
Empaque	600 / día	3	2

Tenemos entonces que para producir la orden de 1200 m<sup>2</sup> la empresa requiere 15 días de secado más 8 días de trazo, 4 días de moldurado y 2 días de empaque. Suponiendo que las actividades se hacen una después de la otra, serían 29 días en total, lo que nos impedirá cumplir con el cliente. Se debe rechazar la orden? Primero se deberá realizar algunos análisis.

Para reducir el tiempo, primero tenemos que buscar la operación con menos capacidad – conocida como cuello de botella – en este caso, trazo despunte y aumentar su capacidad a por lo menos la capacidad de la siguiente actividad. De acuerdo a la información que se maneja, cada 3 operarios trazan y despuntan 150 m<sup>2</sup> por día, por lo tanto, aumentando de 3 a 6 operarios, podemos subir de 150 m<sup>2</sup> a 300 m<sup>2</sup> por día, que es la misma capacidad

que tiene la operación siguiente, moldurado, y reducir a 4 días, en lugar de 8, el tiempo de este proceso.

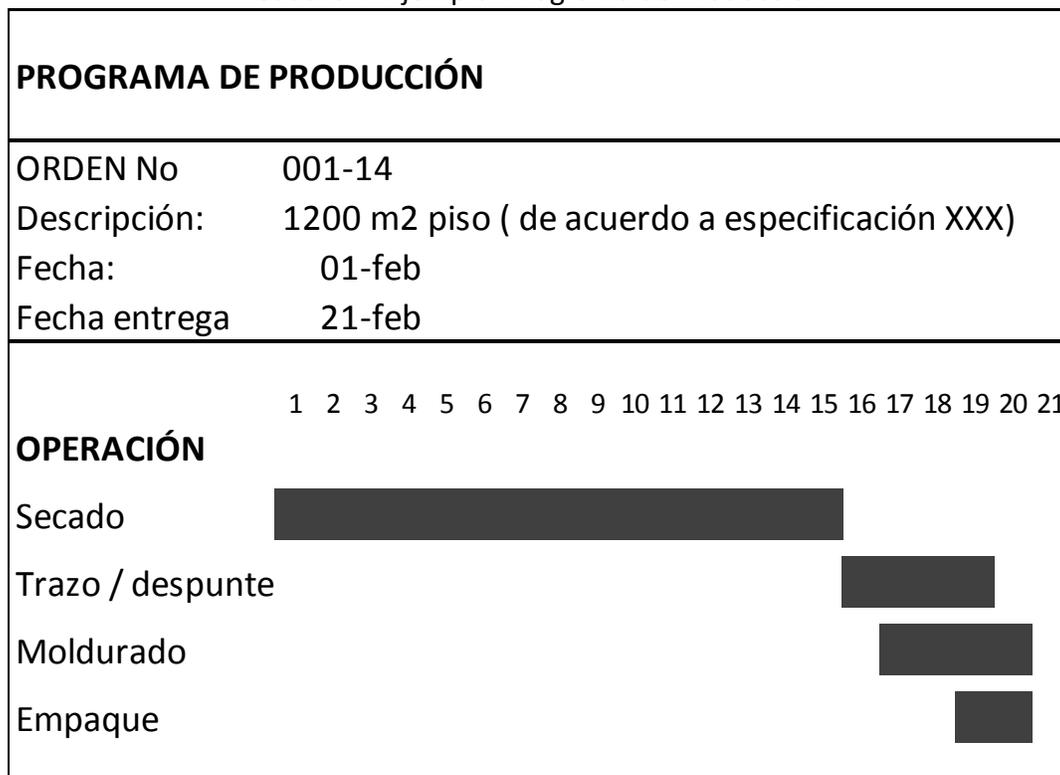
Esto ya nos permitiría tener un tiempo de entrega de 25 días (15 secado – que no se puede reducir de ninguna manera + 4 días de trazo – con 6 operarios + 4 días de moldurado – con 4 operarios + 2 días de empaque – con 3 operarios. Nos acercamos pero no hemos llegado a la meta de los 20 días que nos solicita el cliente.

Otro aspecto que se puede analizar es la posibilidad de realizar actividades simultáneas. Por ejemplo, no necesariamente hay que esperar que el 100% de la madera esté trazada para empezar a moldurarla. Podemos arrancar a moldurar el segundo día de trazo, lo cual nos permite terminar moldurado solamente un día después que termina trazo y no 4 como está en la situación original. Esto permitiría bajar el tiempo de entrega a 22 días.

Lo mismo se puede hacer con empaque, no tiene que estar todo moldurado para empacarlo. Empaque puede iniciar en día 3 de moldurado y dado que tiene capacidad suficiente, estar terminando cuando acaba moldurado, esto reduce el tiempo total a los 20 días solicitados por el cliente.

Una manera muy común de presentar un programa de producción es con un diagrama de barras, o diagrama Gantt. Se presenta el ejemplo para el caso que se estudia.

Cuadro 4. Ejemplo Programa de Producción



Para realizar una programación de producción efectiva existe una herramienta que se conoce como el MRP (por sus siglas en inglés – Material Requirement Planning).

En español “Planificación de los Requisitos de Materiales”, el MRP sugiere que para cada producto que se va a fabricar se tenga de antemano una lista completa de los materiales que se requieren para la fabricación de dicho producto. Esta explosión de materiales – o receta – debe incluir cantidades y tiempos (por ejemplo, si se debe comprar un suministro que es importado).

En el caso de la orden de compra de 1200 m2, tendríamos por ejemplo lo siguiente:

Cuadro 5. Programa de Producción orden de compra de 1200m2 de piso

OPERACIÓN	MATERIAL	REQUERIDO PARA	TIEMPO ENTREGA	ORDENAR	CANTIDAD
Secado	Madera	1 feb	20 días	10 enero	1,333 m2
Trazo / despunte	Tiza	16 feb	1 día	14 feb	1,2 cajas
Moldurado	Herramientas de corte	17 feb	60 días	17 dic	1 juego
Empaque	Cajas	19 feb	15 días	3 feb	1200 cajas
	Tarimas	19 feb	3 días	15 feb	10 tarimas

El poder elaborar el cuadro anterior, requiere de contar con la información necesaria de los insumos que se necesitan para cada operación. En este ejemplo, la empresa debe conocer que su rendimiento de uso de madera es del 90%, por lo tanto hay que ordenar 1,333 m2 para obtener 1,200 m2 de producto terminado. También sabe que para trazo se requiere de tiza para marcar la madera y que se necesita 1 caja cada 1,000 m2. Dado que el pedido es de 1,200 m2, probablemente se tendrá que comprar 2 cajas de tiza, entregar a producción 1,2 cajas y guardar el restante en bodega para una posterior orden. Y así sucesivamente.

El objetivo del MRP – que debe estar coordinado completamente con el departamento de compras, es asegurarse que todos los materiales que se requieren para la fabricación de un producto que esté programado para producción estén en la cantidad correcta y en el momento correcto.

## **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria forestal industrial es la generación y disposición de los desechos (ver anexo 1). Siendo la madera el insumo más valioso en la industria forestal, reducir o reutilizar productos de desecho se puede convertir en un elemento clave para disminuir los costos y aumentar la competitividad de las empresas.

Un primer gran elemento para la reducción de rechazos está relacionado con el diseño del o los productos, tanto los que se fabrican actualmente como los que se podrían fabricar con los desechos que se generan en estos momentos en la empresa. En este sentido, hay todo un Módulo de Diseño que les invitamos a revisar.

El otro gran elemento es cómo tener sistemas productivos que prevengan la generación de desechos. En los últimos años se ha venido generando en forma agresiva toda una tendencia de gestión conocida como Producción más Limpia, cuyos aspectos básicos presentamos a continuación.

Algunas de las ventajas de la P+L:

- Evita los costos incrementados debido al tratamiento de desechos
- Menos susceptible a los ‘cuellos de botella’ (espacio de eliminación, licencias de exportación, capacidades de incineración, etc.)
- Menos problemas debido a las obligaciones civiles
- Mejor imagen
- Menos protestas y reclamos de los vecinos

### **1. Qué es P + L?**

La Producción Más Limpia es aplicar una estrategia ambiental preventiva, en otras palabras, no actuar al final del proceso buscando qué hacer con los desechos y emisiones, sino a lo largo de todos sus pasos y etapas, integrando los productos o servicios, de manera que se pueda mejorar la eficiencia, reduciendo riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

*La P+L tiene como propósito integrar los objetivos ambientales en el proceso de producción para reducir desechos*



Figura 6. Objetivos de la P+L

El éxito de un proyecto de Producción más Limpia depende 100% de la alta gerencia, dueño de la empresa, este es quien conoce su propia compañía, el conocimiento externo solo puede ayudar a encontrar soluciones, si los altos mandos no se involucran y la promueven, el proyecto será un fracaso.

Un proyecto de Producción Más Limpia sigue cierta metodología y consta de los siguientes elementos:

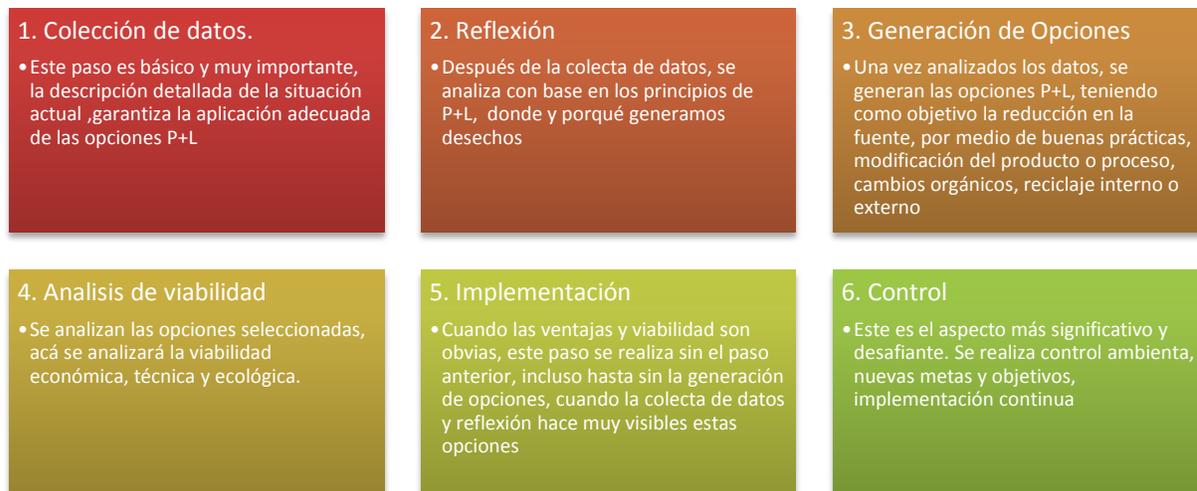


Figura 7. Metodología de un proceso de P+L

## **2. Desechos y Emisiones**

Los desechos y las emisiones son materias primas y materiales resultantes del proceso, los cuales no llegaron a formar parte del producto final y no pueden ser comercializados, o tampoco pueden ser utilizados como materia prima en otro proceso. Estos incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o tierra, así como el ruido y el calor residual.

En el caso de la industria forestal, los desechos pueden ser costillas, aserrín, viruta, recortes, producto rechazado, etc.

Así, para la compañía, la minimización de desechos es no sólo una meta ambiental sino más aún, y principalmente, un programa orientado comercialmente para aumentar el grado de utilización de materiales. Esta situación también puede ilustrarse por el hecho que aunque el tratamiento y la eliminación de desechos y emisiones son muy caros, los costos debido a la pérdida de materias primas (que se gastan en el sentido apropiado de la palabra) son normalmente muy superiores.

## **3. ¿Producción Más Limpia versus Final-del-Tubo?**

Se denomina tecnología al final de tubo, a la forma en que hasta ahora las tecnologías ambientales han trabajado en el tratamiento de desechos y emisiones, al final del proceso de producción. Por esto lleva su nombre.

La P+L busca integrar los objetivos ambientales dentro del proceso de producción de esta manera se logrará en forma preventiva disminuir la generación de desechos y emisiones y así reducir los costos. Comparada con la tecnología al final-del-tubo, presenta varias ventajas:

- La P+L presenta un potencial de soluciones para mejorar la eficiencia económica de la empresa pues contribuye a reducir la cantidad de materiales y energía usados.
- Al realizarse una exploración intensiva del proceso de producción, con el fin de buscar la minimización de desechos y emisiones, se logra en forma paralela detectar mejoras al proceso productivo que lo hagan más eficiente.
- Puede asumirse la responsabilidad por el proceso de producción como un todo; los riesgos en el campo de responsabilidad ambiental y de eliminación de desechos pueden minimizarse.
- La minimización de desechos y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.

Por consiguiente, la diferencia esencial radica en el hecho de que la P+L no trata el síntoma simplemente sino que intenta llegar a la fuente del problema.

A continuación se muestra un resumen comparativo de ambos enfoques:

Cuadro 6. Comparación Tecnología al final del tubo vs P+L

Tecnología al Final del Tubo	Producción Más Limpia
Nos preguntamos, Cómo podemos tratar los desechos y emisiones?	Dónde nacen los desechos y las emisiones?
Es una reacción	Actuamos reactivamente
Generalmente representa costos adicionales	Puede ayudar a reducir los costos
Los desechos y emisiones están limitados a través de filtros y unidades de tratamiento, soluciones al final del tubo, tecnología de reparación, almacenar emisiones	Prevención de desechos y emisiones en la fuente, evita procesos y materiales potencialmente tóxicos
La protección del ambiente entra después de que se han desarrollado los productos y procesos	La protección ambiental inicia como parte integral del diseño del producto y la ingeniería del proceso
La solución a los problemas ambientales está en la tecnología	Los problemas ambientales se abordan a todos los niveles / en todos los campos
La búsqueda de una solución compete	La protección ambiental es responsabilidad

únicamente a los expertos	de todos
Se adquiere en el mercado, es una compra externa	Es una innovación desarrollada dentro de la compañía
Es una solución parcial pues se eleva el consumo de energía y materiales	Reduce el consumo de material y energía
Son soluciones complejas y en algunos casos involucra inclusive riesgos.	Reduce los riesgos y aumenta la transparencia
Las acciones que se tomen son en general para cumplir con normas legales	La protección ambiental es un desafío permanente
Es el resultado de un paradigma de producción que data del tiempo cuando los problemas ambientales no se conocían todavía	Es un enfoque que trata de crear técnicas de producción para un desarrollo más sostenido.

#### **4. Algunas sugerencias para la disminución de desechos**

Existen varias acciones generales que coadyuvan al reducir la generación de desechos – por ende al mejor uso de las materias primas. Entre ellas se encuentran:

- Mejorar las tecnologías de fabricación y cuidar el mantenimiento de la maquinaria y optimizar el proceso productivo y el aseguramiento de la calidad (temas revisados con detalle anteriormente en este documento y en el Módulo de Calidad).
- Utilizar materias primas de buena calidad o buscar nuevas alternativas de materias primas.
- Adecuado entrenamiento de personal, haciendo conciencia en la importancia de reducir los desperdicios.
- Reciclaje interno.
- Mejorar el orden y la limpieza de la planta de producción, con la implementación de técnicas como la “5S”. ver Anexo 2 para mayor detalle.

Específicamente para la industria forestal, se pueden indicar las siguientes acciones:

##### Aserraderos

- Crear formatos de registros para medir la cantidad de residuos sólidos generados
- Crear indicadores de rendimiento de la madera y controlar el rendimiento periódicamente
- Reutilizar los subproductos como el aserrín para la elaboración de nuevos productos que puedan ser utilizados como fuente de energía en algunas industrias,

---

Se recomienda revisar el Módulo de Diseño para mayor detalles con respecto al proceso de desarrollo de nuevos productos

- Teoría de “la cascada”. A efectos de disminuir desechos, los aserraderos deben buscar soluciones para los subproductos que se generan de las operaciones principales. Por ejemplo, si se está buscando tablas de 1” x 8” x 8 varas y solamente se tiene este producto, se generarán mucho más desperdicios si se tiene un cliente adicional que esté dispuesto a comprar y pagar por tablas de 1 x 6” en medidas cortas, que sería una medida de caída (cascada) de la anterior que se genera (por ejemplo, una fábrica de pisos de madera, donde utilizan piezas cortas). Si bien es probable que los subproductos se venden a un precio menor, siempre será su venta una mejor opción que disponer de ellos.
- Uso rápido. Es recomendable utilizar los subproductos en un plazo de tiempo corto, para evitar su deterioro. Para hacerlo eficientemente, es preferible tener un sistema de clasificación de subproductos de una vez a la salida de la operación donde se genera.

Es absolutamente vital en cualquier aserradero que se realice una muy buena planificación del patrón de corte que se utilizará para procesar la troza. Para la adecuada planificación del patrón de corte se debe tomar en cuenta la forma y características de la madera (ver módulo de Ingeniería de la Madera) y de los diferentes productos que se pueden/deben obtener – tomando en cuenta el efecto de la teoría de la cascada explicada anteriormente. El buscar el mayor rendimiento de la troza no solamente reducirá el problema de desperdicios, siendo la madera el principal factor de costo de la industria forestal, un mejor rendimiento con base en una adecuada planificación del uso de la troza traerá grandes beneficios en las ganancias esperada de la empresa (ver Módulo de Finanzas).

#### Transformación secundaria

- Estandarización de los cortes de piezas
- Compra de madera de la mejor calidad
- Reclasificar los pedazos de madera para la elaboración de otros productos como adornos pequeños, accesorios de oficina, etc. (ver módulo de Diseño de Productos)
- Recolectar el aserrín para la venta a empresas que elaboran otros productos como contrachapados.

## 5. Eficiencia energética

El ahorro energético en la industria va ligado a muchos factores, tales como instalaciones bien dimensionadas, tipos de arranques de los motores, uso de variadores de frecuencia, el no trabajar horas punta que es la de mayor precio en el día, arranques de las maquinas escalonadamente.



Las horas pico u horas punta son determinados períodos del día en los que el consumo a nivel general, se incrementa considerablemente. En nuestro país se presentan básicamente dos picos, uno al medio día por efectos de cocción y el otro al finalizar la tarde (cocción e iluminación), por ello se plantea la posibilidad de una tarifa

ventajosa para los clientes que deseen hacer manejo de carga y obtener un beneficio económico al trasladar su consumo a otras horas que no sea entre las 10:00 y las 12:30 horas así como entre las 17:30 y las 20:00 horas. Esta tarifa opcional se aplica exclusivamente a clientes cuyos consumos sean mayores a los 10000 kWh por mes. Información tomada de <http://www.grupoice.com>

La energía es un punto clave para la reducción de costes de las empresas Actualmente los motores eléctricos suponen la mayor partida del consumo de electricidad en la industria: el 65%.

Además, la mayor parte de aplicaciones con motores eléctricos desperdician grandes cantidades de energía innecesariamente por falta de regulación, mayoritariamente en estos casos: instalaciones sobredimensionadas, aplicaciones con motores ineficientes y equipos funcionando innecesariamente durante muchas horas. En muchos otros casos, los motores se fuerzan a trabajar a sus condiciones nominales o superiores aún cuando no es necesario para el equipo que arrastran. Reduzca el consumo eléctrico industrial hasta un 60% variadores de frecuencia.

### *Horas pico.*

*10:00 y las 12:30 horas  
así como entre las  
17:30 y las 20:00 horas*

### 5.1 Los motores de alta eficiencia

Cuando se requiere un nuevo motor para llevar a cabo cualquier aplicación industrial, es habitual basar su selección principalmente según un criterio de coste de adquisición inicial. Sin embargo, la experiencia confirma que este criterio de elección repercute negativamente en los costes económicos futuros de su actividad mucho más pronto de lo que parece.

---

Para cada colón invertido en la compra de un motor, 100 colón más se gastarán en su funcionamiento durante los siguientes 10 años. Estos gastos implican principalmente consumos energéticos y también necesidades de mantenimiento. Por lo tanto, los costes de funcionamiento de un motor son mucho mayores que los de compra. Esta relación pone de relieve la importancia de otros criterios que aseguren un excelente desempeño futuro del motor en el momento de su elección a pesar de unos mayores costes de adquisición.

Un criterio clave es su calidad constructiva y su rendimiento energético, argumentos que repercutirán en los costes económicos futuros. En este sentido, un motor de 90 kW de alta eficiencia puede ahorrar, en comparación con un motor estándar, una cantidad importante en el transcurso de su vida útil. Esto se da porque un motor de alta eficiencia presenta un rendimiento muy superior a un motor convencional, lo que conlleva un consumo notablemente menor.

En 3 meses, un motor puede haber consumido en electricidad lo equivalente a su precio de compra, de modo que la amortización de su inversión inicial es rápida y su elección queda totalmente justificada.

En resumen, algunas de las acciones que la industria forestal puede tomar para reducir el consumo de energía son las siguientes:

#### Aserraderos

- Desarrollar indicadores de consumo de energía eléctrica
- Reducir y controlar la demanda de energía eléctrica.
- Reemplazar motores de baja eficiencia o estándar por motores de alta eficiencia.
- Reducir consumo de combustibles fósiles optimizando procesos de transporte y movimiento de materiales.

#### Transformación secundaria

- Aprovechar la iluminación natural en algunas áreas de proceso
- Instalar láminas traslúcidas en algunas áreas de proceso
- Sustituir equipos de mayor consumo por uno más eficiente
- Planificar el uso de las máquinas para el control de demanda de potencia

---

## ANEXO 1

### **Impacto ambiental en el proceso de fabricación de Muebles**

Según un estudio realizado en la industria de maderas en Colombia, (GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS PYMES Diagnóstico y Líneas de Acción. Sector Maderas y Muebles, realizado por Promotora de Desarrollo Fundación Codesarrollo), el impacto ambiental del proceso de maderas se ve reflejado en el agua, aire, generación de residuos sólidos y salud ocupacional. Aunque este estudio se realizó específicamente para un Área de Colombia se considera importante mencionar los resultados de forma generalizada con el fin de conocer sus efectos.

#### Recurso agua:

Durante el proceso se generan derrames de solventes, los cuales son empleados para el lavado de los equipos de pintura y accesorios; estos poseen características tóxicas y generan riesgo de explosividad al alcantarillado. Adicionalmente, se presentan derrames con arrastre de sólidos (polvo de madera), provenientes del aseo de los operarios.

#### Recurso aire:

Los principales impactos a este recurso se componen de las emisiones de material particulado (polvo de madera) y vapores de tipo orgánico, ocasionados por las pinturas, sellantes y solventes.

#### Generación de residuos sólidos:

Los residuos sólidos que más se generan en esta actividad industrial son pequeños pedazos de madera (retal), viruta y aserrín. También se produce chatarra, retazos de textil, papel y plástico.

Los residuos originados por la manipulación de la madera son, en algunas oportunidades comercializados y/o regalados; sino son dispuestos en el relleno sanitario municipal, junto con los demás residuos sólidos que se generan; incluyendo los originados en el raspado a las cabinas de pintura.

Diagrama de flujo ambiental Fabricación de muebles

Entradas	Actividad y/o proceso	Impacto ambiental
Rastras de madera ⇒	Corte ↓	⇒ Material particulado de madera (1) ⇒ Retal, viruta y aserrín de madera (3)
Sales inmunizantes ⇒	Inmunización ↓	⇒ Vapores de sales inmunizantes (1)
	Maquinado ↓	⇒ Material particulado de madera (1) ⇒ Vertimientos con arrastre de sólidos (2) ⇒ Retal de madera (3)
	Talla y Pulido ↓	⇒ Material particulado de madera (1) ⇒ Vertimientos con arrastre de sólidos (2) ⇒ Retal de madera (3)
Laminilla ⇒	Chapeado ↓	⇒ Vapores de pegantes (1).
Pegantes, clavos, herrajes ⇒	Ensamble	⇒ Ruido y vapores orgánicos (1)
Papel de lija, sellador, tintas ⇒	Preparación de superficies ↓	⇒ Vapores orgánicos (1) ⇒ Papel, chatarra (3)
Pintura, thinner, saborizantes, textiles de tapizado ⇒	Pintura y tapizado	⇒ Vapores orgánicos y material particulado (1). ⇒ Vertimiento de solventes (2) ⇒ Chatarra y retal de textil, raspado de las cabinas de pintura (3).

- Convenciones:
- (1): Impacto sobre el recurso aire.
  - (2): Impacto sobre el recurso agua.
  - (3): Generación de residuo sólido.

## **Impacto ambiental en el proceso de Aserradero**

### Recurso agua

El impacto más representativo es el derrame de sólidos finos, provenientes del maquinado de la madera, los cuales son descargados al alcantarillado cuando se realiza una higiene por parte del personal laboral.

### Recurso aire

Los principales impactos a este recurso se componen de las emisiones de material particulado (polvo de madera) y ruido. Las cuales se generan a lo largo del proceso productivo.

### Generación de residuos sólidos

Los residuos sólidos producidos son los típicos de un proceso de transformación de la madera, los cuales son: corteza, retal de madera, viruta y aserrín. Estos se pueden comercializar y/o regalar, pero cuando la demanda es escasa se disponen en el relleno sanitario municipal, siendo esta alternativa la más usual.

Esporádicamente se presentan residuos de cartón y de plástico, estos se disponen en el relleno sanitario.

Diagrama de flujo ambiental

Entradas	Actividad y/o proceso	Impacto ambiental
Rastras de madera 	Corte 	 Material particulado, polvo de madera (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Corteza y aserrín de madera (3)
	Rectificado de superficie 	 Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Viruta y aserrín de madera (3)
	Elaboración de tablillas 	 Material particulado, polvo de madera y ruido (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2)
Pegantes, clavos 	Elaboración de productos diversos 	 Ruido (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Viruta y aserrín de madera, plástico y cartón (3)

- Convenciones:
- (1): Impacto sobre el recurso aire.
  - (2): Impacto sobre el recurso agua
  - (3): Generación de residuo sólido.

## **ANEXO 2**

### **La Filosofía de las “5 S”,**

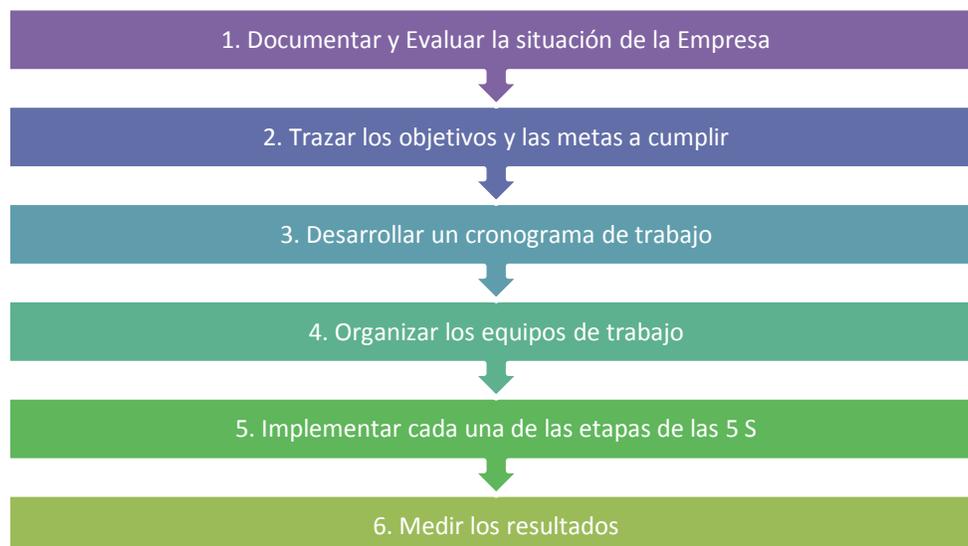
Las 5 “S” es una metodología de trabajo cuyas palabras que dan origen a su nombre son: Seiri – Seito – Seiso – Seiketsu – Shitsuke.

Cada una de estas es una etapa del proceso de implementación, es esta etapa podemos ver su traducción al español.

Etapa 1	SEIRI	<b>CLASIFICAR</b>
Etapa 2	SEITON	<b>ORDENAR</b>
Etapa 3	SEISO	<b>LIMPIAR</b>
Etapa 4	SEIKETSU	<b>MANTENER</b>
Etapa 5	SHITSUKE	<b>DISCIPLINAR</b>

Esta metodología nació en Japón con el objetivo de mejorar la calidad de sus productos y eliminar todos los factores que impidan el incremento de la productividad de las empresas. La implementación de las 5”S” aporta diversos beneficios, los cuales se encierran en lograr una mayor productividad y tener un mejor lugar de trabajo para todos.

Al arranque de cada una de las etapas y para alcanzar el éxito de las 5 S, es básico que se lleve a cabo una sesión de entrenamiento y capacitación, donde participarán TODOS los miembros de la organización, desde los mandos altos hasta el colaborador con menos responsabilidad. La etapa de entrenamiento inicial del proyecto contempla las siguientes actividades:

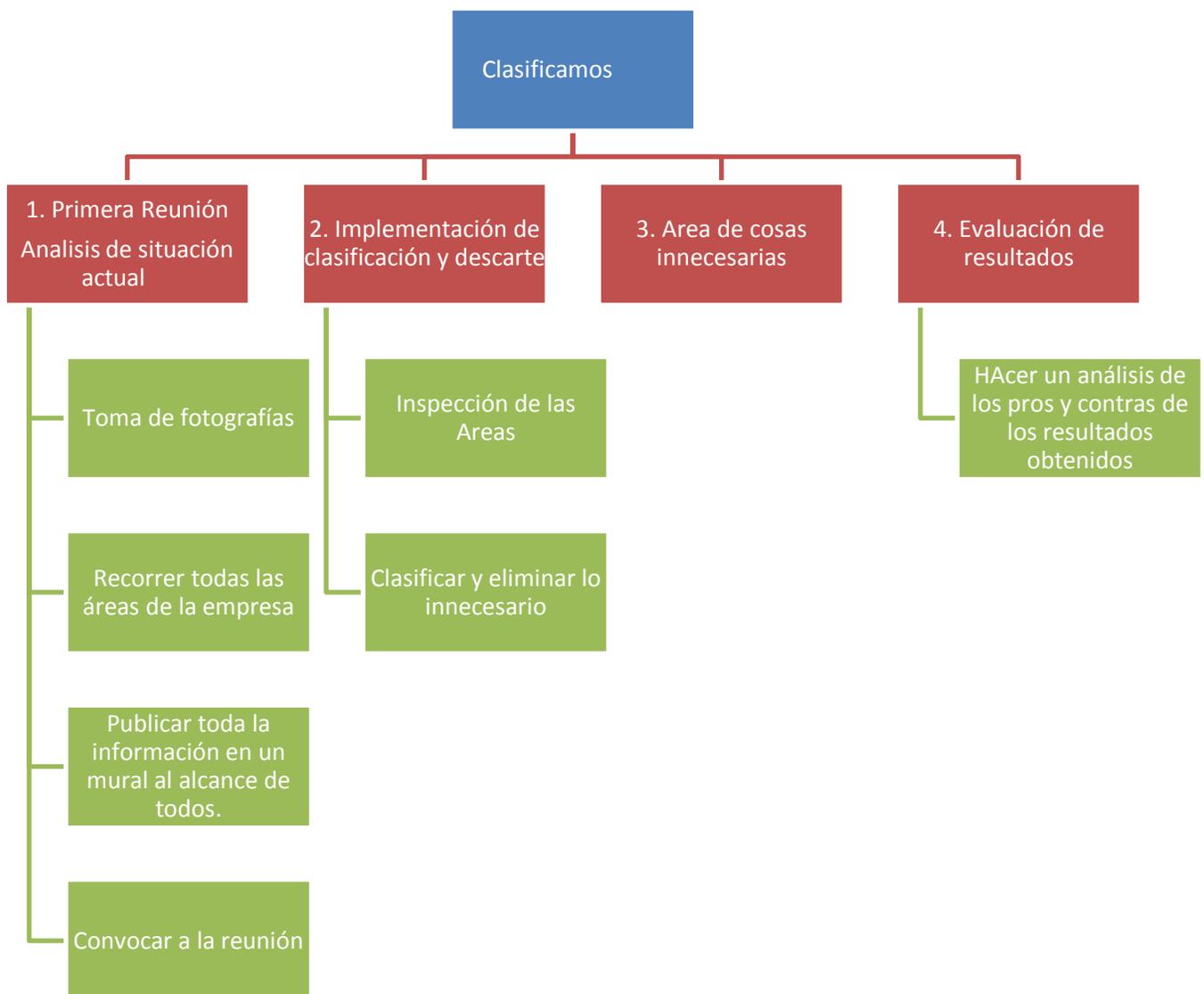


## Etapa 1. Clasificar

### Beneficios obtenidos:

- Mayores espacios.
- Mejor control de inventario.
- Menos desperdicio de materiales.
  - Menos accidentes.

En el diagrama siguiente se presenta el proceso que se lleva a cabo en esta etapa y las sub-tareas.



Formas en que se clasifican los diferentes materiales, equipos que deberán desecharse, reubicarse, reutilizarse.



Material para almacen.



Material en mal estado.



Equipos para reparación.

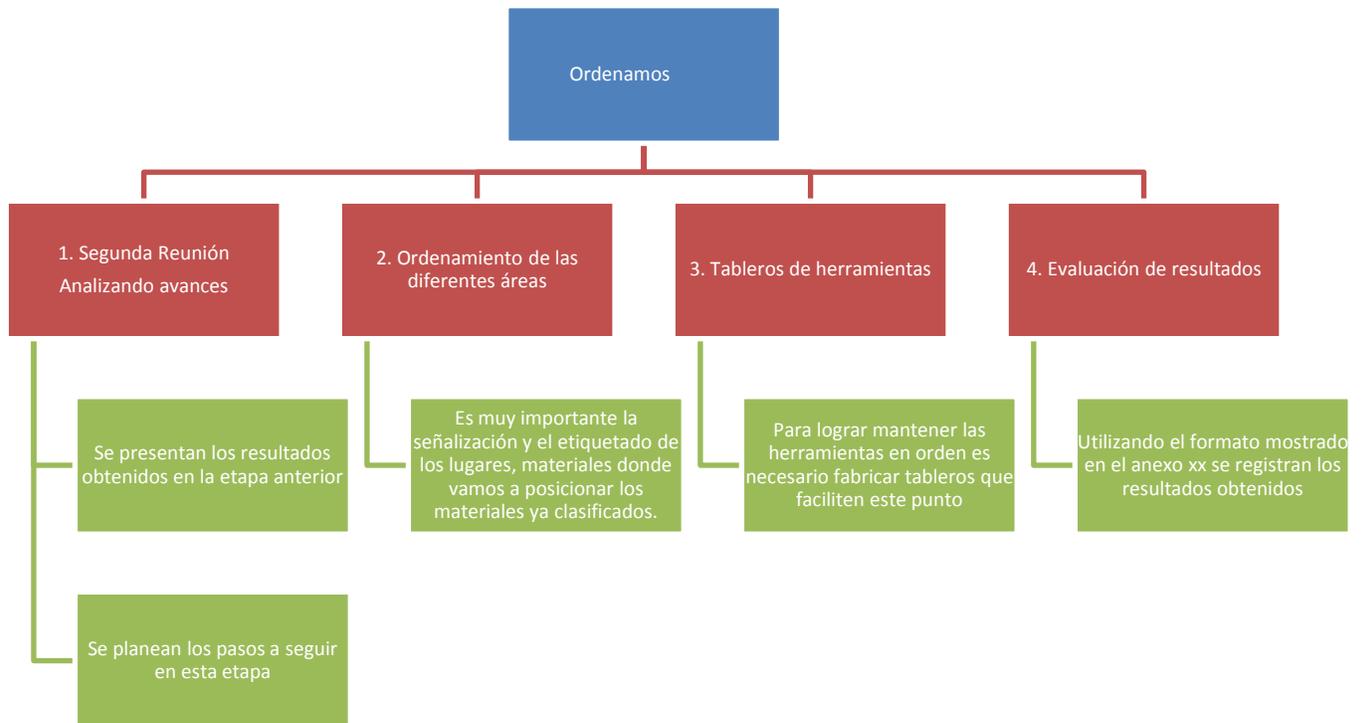


Material para botar

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1º Edición: Lima, Diciembre 2008.

## Etapa 2. Ordenar

- **Facilitará ubicar documentos u objetos de trabajo**
- **Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos que se han utilizado.**
  - **Será más fácil saber cuando falta algo.**
- **Mejora la imagen del lugar de trabajo ante los empleados y clientes**
  - **Determinar si el proceso de compras es el correcto**



Almacén ordenado de madera.

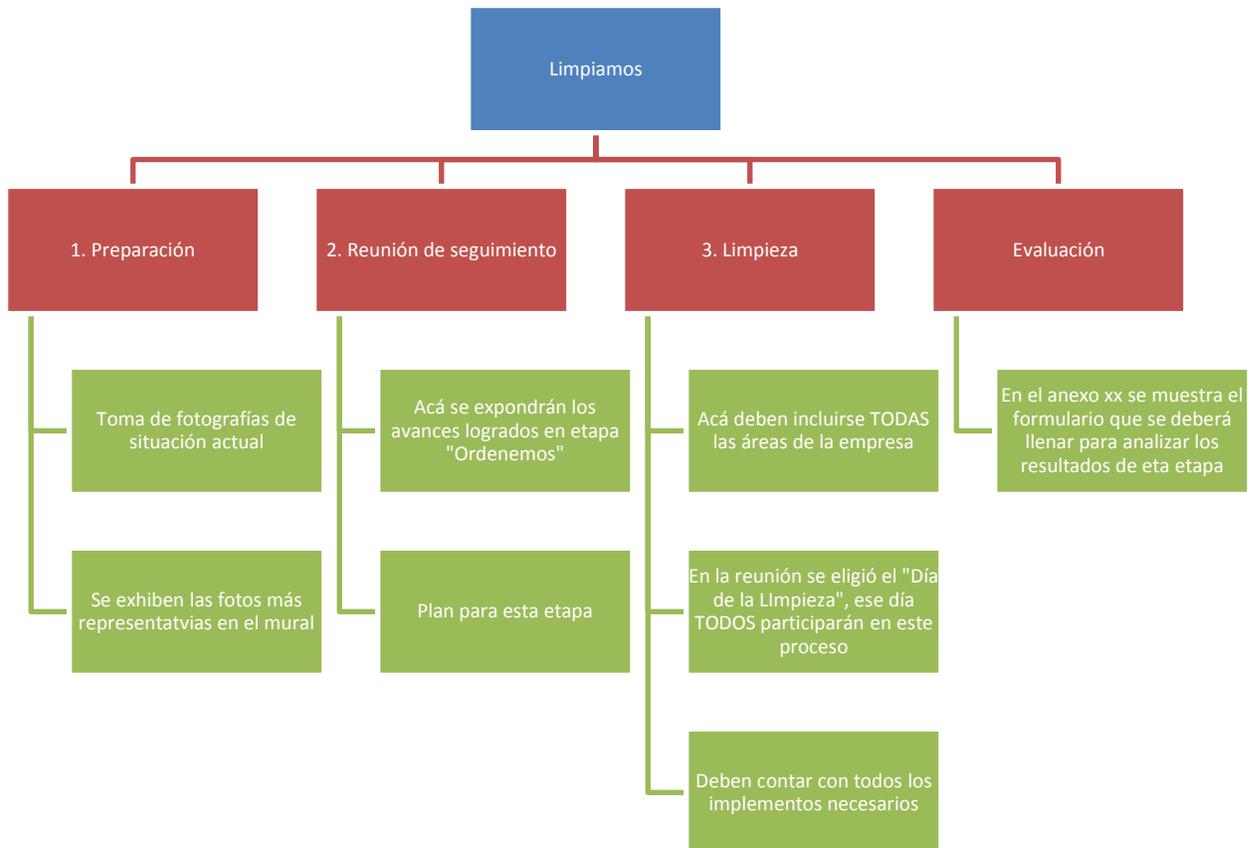


Clasificación de Productos de Almacén. Ejemplo de Panel de Herramientas.

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.

## Etapa 3. Limpiar

- **Aumenta la vida útil de los equipos e instalaciones.**
- **Reduce la probabilidad de contraer enfermedades.**
  - **Ocurren menos accidentes.**
  - **Mejoran los ambientes de trabajo.**
- **Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.**



Al final de la implementación de la etapa de Limpieza, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Aumentará la vida útil de los equipos e instalaciones al mantenerse en óptimas condiciones de limpieza
- Si el área de trabajo está limpia, se disminuye la probabilidad de contraer enfermedades.
- No hay obstáculos en el piso, ni regueros por lo que los accidentes se reducen.
- La imagen del área de trabajo mejora ante los clientes y trabajadores
- Se evita dañar el medio ambiente.
- Los trabajadores se sienten motivados al encontrarse en un ambiente limpio
- Se adquiere el hábito de limpieza.



Limpiando fachadas.



“Día de la limpieza” la dirección de la empresa participa junto con los trabajadores en esta etapa.

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.

## Etapa 4. Mantener

*Trabajamos con Calidad*

- Compartir responsabilidades entre los trabajadores.
- Definición de estándares en métodos de control y seguimiento
  - Cumplir con los estándares de seguridad.
- Mantener que las metas alcanzadas perduren en el tiempo.
- Registro del conocimiento adquirido a lo largo de los años.

ALMACEN DE PINTURAS



Antes.



Después.

INSTALACIONES ELECTRICAS

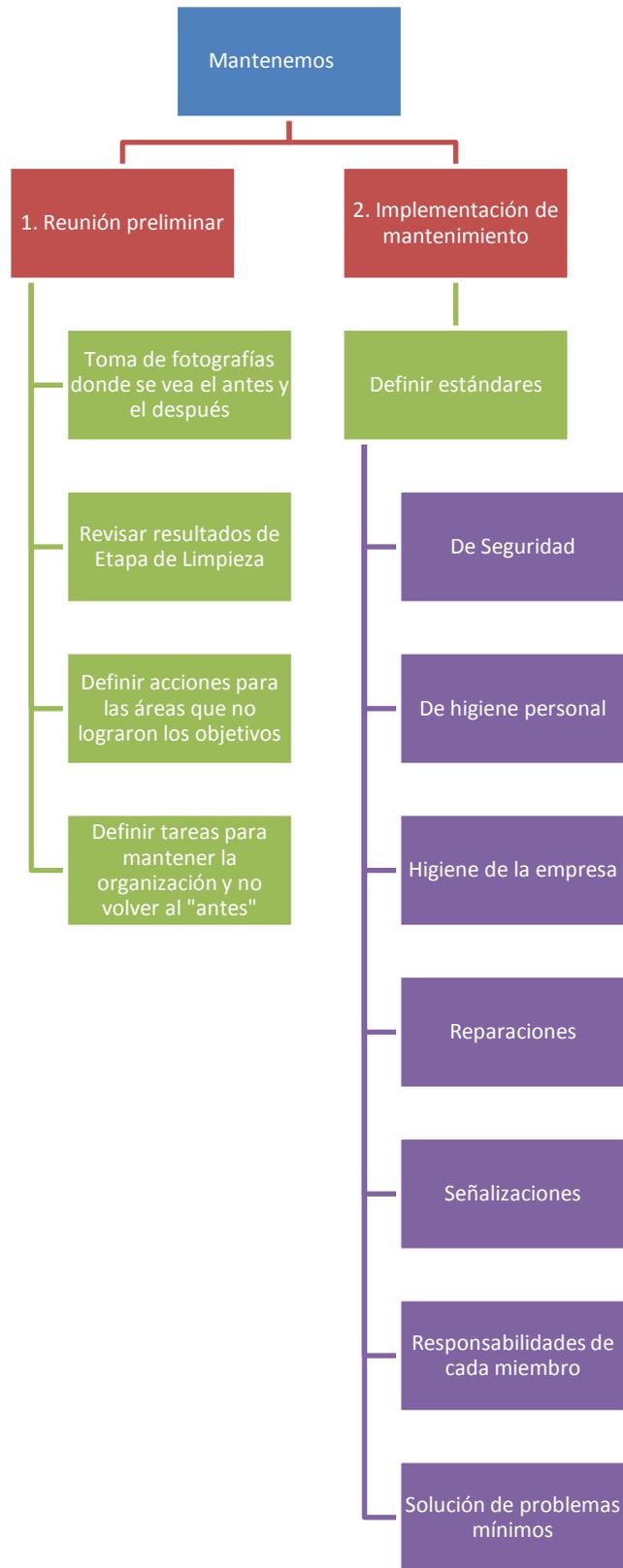


Antes.



Después

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.



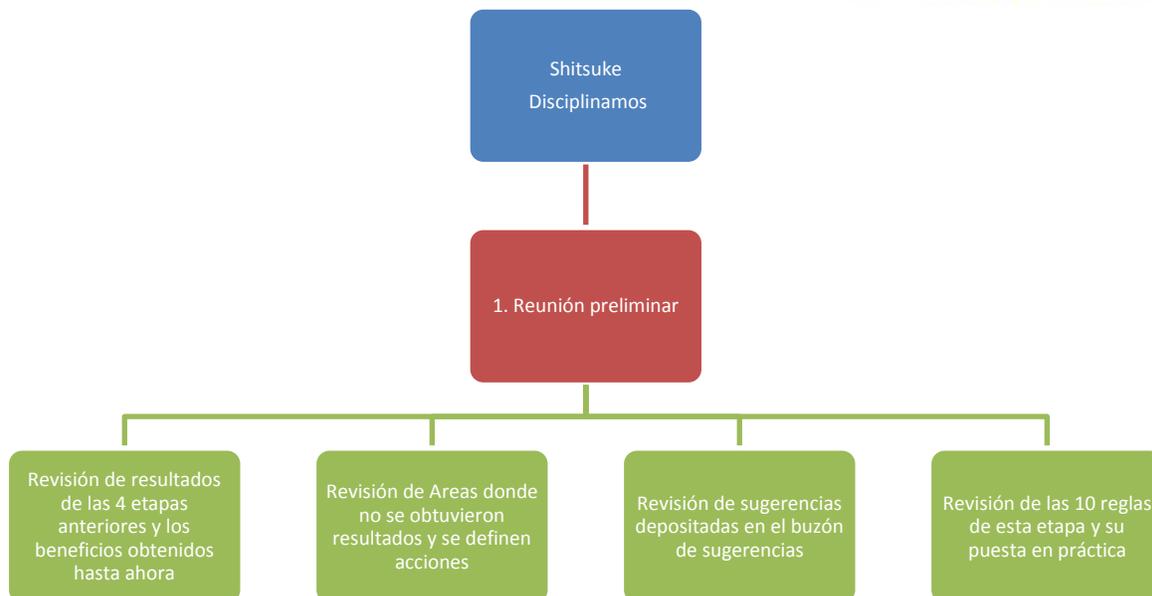
## ETAPA 5. SHITSUKE – Disciplinar.

En la última etapa del proyecto se van a reforzar los buenos hábitos y trabajar bajo los estándares y normas establecidas en la etapa anterior.

Igual que en las etapas anteriores, iniciamos con la reunión de trabajadores, luego realizamos actividades y evaluamos los resultados de esta etapa



Trabajadores con implementos de seguridad.



### Reglas del Shitsuke.

Si queremos tener éxito en la implementación de las 5 “S”, es muy importante aplicar las siguientes reglas con constancia, de manera que se conviertan en un hábito.

<b>1. Seguridad en la empresa.</b>	Debemos estar preparados para cualquier eventualidad en cuanto a la seguridad de la empresa. Debemos elaborar el plan de contingencias de la empresa, así como la conformación de las brigadas.
<b>2. Fabricamos la calidad.</b>	Tener los equipos y herramientas en estado óptimo para fabricar productos de calidad.
<b>3. Uniformes e implementos de seguridad.</b>	El aseo personal es muy importante en la presentación de los trabajadores, se debe tener uniformes de trabajo acordes a la función que desempeñan en la empresa, así mismo se debe contar con todos los implementos de seguridad, como guantes para cargar madera o lijar, lentes protectores, cascos, orejeras, mascarillas para gases y sólidos, fajas para protección de la columna, zapatos de protección, entre otros.
<b>4. Mantenimiento de máquinas.</b>	Antes de utilizar las maquinas se debe realizar una inspección para ver su buen estado de funcionamiento. Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo. Cada operario debe de tener bajo su responsabilidad el buen funcionamiento de la máquina que frecuentemente utiliza. Vease en el Módulo de Calidad más detalle sobre este tema.
<b>5. Método del trabajo.</b>	Estandarizar los métodos de trabajo facilita la destreza de los trabajadores. Es necesario que cada trabajador con el apoyo del líder de grupo y los jefes de área, mejoren sus métodos y movimientos para un mejor desempeño en sus labores e implementando accesorios que ayuden al desplazamiento de los materiales. Se puede construir o fabricar mesas o carros de recepción de piezas, con lo cual se requiere evitar movimientos y desplazamientos innecesarios, etc.
<b>6. Practicamos las 5“S” diariamente.</b>	Practicar las 5 “S” todos los días entre 10 y 15 minutos diarios, nos ayudará a mantener nuestro lugar de trabajo en estado óptimo para realizar nuestras labores.
<b>7. Reuniones de trabajo.</b>	Después de la implementación, se deben de realizar reuniones con todos los trabajadores de la empresa, conocer el avance y poder absolver sus inquietudes, dudas y pensamientos. Es necesario que el trabajador aporte en las mejoras y busque la manera de desenvolverse mejor en la empresa.
<b>8. El director como ejemplo.</b>	El director de la empresa es la persona que debe dar el ejemplo para toda actividad que se realice en la empresa. Es la persona que tiene la batuta en los cambios y mejoras en la empresa. Por tanto, el director debe participar de todas las etapas de la implementación del sistema.
<b>9. Tomar acciones inmediatas ante los problemas.</b>	Cuando se presente un problema en la empresa este debe ser resuelto en el tiempo más corto posible desde el principio hasta el fin.
<b>10. Prevenir accidentes.</b>	Se debe dar aviso de todos los accidentes, ya sean menores, para poder atenderlos a tiempo y estar preparados para que no vuelvan a ocurrir.

## **Proyecto Producción más Limpia e implementación de las 5S – Muebles LUAL**

La mueblería Lual se ubica en San Juan de Santa Bárbara en Heredia, es una empresa familiar fundada hace 46 años.

Esta empresa fue seleccionada por el Hotel Marriott como parte de un proyecto mediante el cual contó con la asesoría del Centro de Producción más Limpia de Costa Rica. En este caso se centró en el manejo de desperdicios de madera y posteriormente se implementó la filosofía 5S.

A continuación se muestran una serie de fotografías donde se pueden visualizar las principales experiencias y resultados obtenidos.

### **Desechos Sólidos:**



Esta madera se vende como leña a varias familias de los alrededores.



Esta pared muestra donde se almacenan saldos de madera que será utilizada en la fabricación de artículos pequeños, por ejemplo, soportes para cortineros, adornos, patas de mesas y sillas o laterales de gavetas, etc

Anteriormente esta madera ocupaba una esquina de la planta aproximadamente de 20 m<sup>2</sup>, ahora está acomodada en un estante fabricado.



La burucha se vende a granjas de aves y además también parte se regala a familias vecinas para su venta personal.

## Productos elaborados con saldos de madera:

Reutilizando los saldos de madera de la producción regular se elaboran diversos artículos que son vendidos y se convierten en un ingreso adicional para la organización, estos productos incluyen artículos para baños los cuales son solicitados por diversos hoteles en el país, así como artículos para uso personal y del hogar.



Porta especieros



Porta cuchillos



Portaretratos elaborado con saldos de un mueble que hubo que modificar.

Acá cabe resaltar la participación y el involucramiento de los empleados en el proceso, ellos mismos generan nuevas ideas, seleccionan los trozos de madera, los ubican en el lugar correspondiente.

## Ejemplos de acciones tomadas en la implementación de las 5S



Se elaboró un soporte donde se colocan en forma ordenada los “Sargentos”



Almacenaje de materias primas, disolventes, barnices, etc. Dispuesto en un área segura y ordenados para su uso. Además los días viernes son los días de limpieza profunda de la planta.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Jay Arthur, “Lean Six Sigma Demystified” . Editorial Mc Graw Hill , 2a Edición 2011.
- ONUDI – Manual de Producción más Limpia. “Introducción a la Producción más Limpia”
- Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. “Introducción al Estudio del Trabajo”, 3ª Edición revisada.
- Steven P. Robbins, “Administración Teoría y Práctica”. Prentice – Hall 1987
- Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1º Edición: Lima, Diciembre 2008.
- GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS PYMES Diagnóstico y Líneas de Acción. Sector Maderas y Muebles, realizado por Promotora de Desarrollo Fundación Codesarrollo. Colombia
- Centro de Producción más limpia Nicaragua, “Catálogo de Buenas Prácticas Operativas en PmL en la elaboración de muebles, objetos de madera y aserraderos”
- CITEMadera. Centro de Innovación Tecnológica de la Madera. Guía de contenidos. “Buenas Prácticas en la Operación y Mantenimiento del Aserradero”. Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Lima, Setiembre 2011
- <http://www.ins-cr.com/index.html>
- <http://www.mtss.go.cr/>
- <http://costarica.eregulations.org/show-list.asp?l=es&mid=28>
- <http://www.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucin-de-planta-15020464>

## Tabla de contenido

Introducción.....	3
CLASES DE ESTADOS FINANCIEROS .....	4
1. Balance General .....	4
1.1 Activos: .....	4
1.2 Pasivos:.....	5
1.3 Patrimonio:.....	5
2. Estado de Resultados: .....	7
3. Estado de Flujos de Efectivo:.....	10
3.1 Flujo de Caja Proyectado: .....	11
CONTABILIDAD DE COSTOS .....	15
1. Contabilidad de costos vrs. contabilidad general .....	15
2. Clasificación de costos.....	16
2.1 Según su modalidad.....	17
2.2 Según su asignación.....	17
2.3 Según varíen con el nivel de actividad .....	18
3. Cálculo de costos de producción .....	19
3.1 Método de costos completos .....	19
3.2 Método de Secciones Homogéneas .....	22
4. Utilidad de contar con costos adecuados .....	24
OTROS ASPECTOS RELEVANTES.....	26
1. Control de Costos .....	26
2. Control Interno de Inventarios: .....	27
3. Impuestos:.....	27
3.1 Impuesto sobre la Renta:.....	27
3.2 Impuesto General sobre las Ventas: .....	30

## **INDICE DE CUADROS Y FIGURAS**

Cuadro 1. Balance General .....	6
Cuadro 2. Estado de Resultados .....	8
Cuadro 3. Flujo de caja proyectado .....	13
Cuadro 4. Resumen clasificación de Costos .....	18
Figura 1. Resumen Balance General .....	5
Figura 2. Comparación Contabilidad General vs Contabilidad de Costos .....	16

## **INTRODUCCIÓN**

El principal objetivo de una empresa privada es generar ganancias para sus dueños.

El otro gran tema es entender por qué un negocio deja (o no deja) ganancias. O por qué llegado el viernes no hay dinero para pagar la planilla, o cómo podemos determinar el impacto que tiene un aumento del precio que se paga por la madera en el precio final del producto que manejamos.

Estos aspectos son tan vitales, que no se pueden hacer a la ligera. Se debe tener herramientas estructuradas que den información oportuna, útil y confiable a quienes están tomando las decisiones.

Estas herramientas las ha desarrollado la disciplina conocida como contabilidad financiera, cuyos principales aspectos se desarrollarán en este documento.

Se presentará primeramente una breve descripción de los tres principales estados financieros, básicos para cualquier empresa:

- Balance general
- Estado de resultados (o de pérdidas y ganancias)
- Estado de flujo de caja (o de disponibilidad de efectivo)

Posteriormente se discutirán algunos métodos que existen para poder determinar el costo real de un producto – fundamental para poder determinar el precio de venta del mismo y, por último, se presentarán algunos aspectos importantes a considerar en todo negocio, tal como el adecuado control de inventarios y algunos conceptos básicos de impuestos.

# **CLASES DE ESTADOS FINANCIEROS**

## **1. Balance General**

El balance general es una especie de fotografía que retrata la situación financiera / contable de una empresa en una cierta fecha. Gracias a este documento, el empresario cuenta con información elemental sobre su negocio, fundamentalmente qué se tiene y qué se debe.

El balance general consta de tres partes:

- activo
- pasivo
- patrimonio

*El balance general no es más que una fotografía de la situación financiera de una empresa en un momento dado.*

### **1.1 Activos**

Los activos son, en forma muy sencilla, los bienes que la empresa tiene. Suelen clasificarse en tres tipos:

- **Activos circulantes**. Son aquellos capaces de convertirse fácilmente en dinero efectivo, como por ejemplo:
  - El efectivo en caja y los bancos
  - Las cuentas y los cheques por cobrar
  - Los inventarios de materias primas, productos terminados, productos en proceso
- **Activos fijos**. Incluyen todos los inmuebles y los bienes muebles que la empresa tiene y que le son básicos para el desempeño de su actividad, como por ejemplo:
  - Maquinaria y equipo
  - Edificios y terrenos
  - Vehículos

Es importante hacer notar que estos activos están sometidos a lo que se conoce por el nombre de depreciación, es decir, al desgaste que sufren por el uso, lo que causa que cada año de uso su valor disminuye y se convierte en un gasto de producción. Por ejemplo, la maquinaria usualmente tiene una depreciación de 10 años. Si se adquiere una molduradora en \$100,000, entonces esta tiene un desgaste de \$10,000 por año hasta que llega el año 10, donde alcanza un valor (contable) de \$0, aunque la máquina pueda seguir funcionando muchos años más. La depreciación, en realidad, es un fondo que el empresario debería guardar y ahorrar para tener el capital de reemplazar máquinas en el futuro.

Es además un gasto que debe ser considerado dentro de los costos de producción y se utiliza también como un gasto válido en las declaraciones de impuestos.

- Otros activos. En esta clasificación se incluyen los activos que no pertenecen a ninguna de las dos categorías anteriormente citados, como por ejemplo:
  - Adelantos pagados a proveedores
  - Derechos de patente o autor.

## 1.2 Pasivos

El pasivo, en cambio, se compone por las deudas, las obligaciones bancarias y los impuestos por pagar.

En el caso de los pasivos estos también pueden clasificarse en tres categorías:

- Pasivos corrientes. Los que la empresa debe pagar en el plazo menor a un año.
- Pasivos a largo plazo. Los que la empresa debe pagar en más de un año.
- Otros pasivos. Son los que no se incluyen en ninguna de las dos clasificaciones anteriores.

## 1.3 Patrimonio

La diferencia entre activos y pasivos.

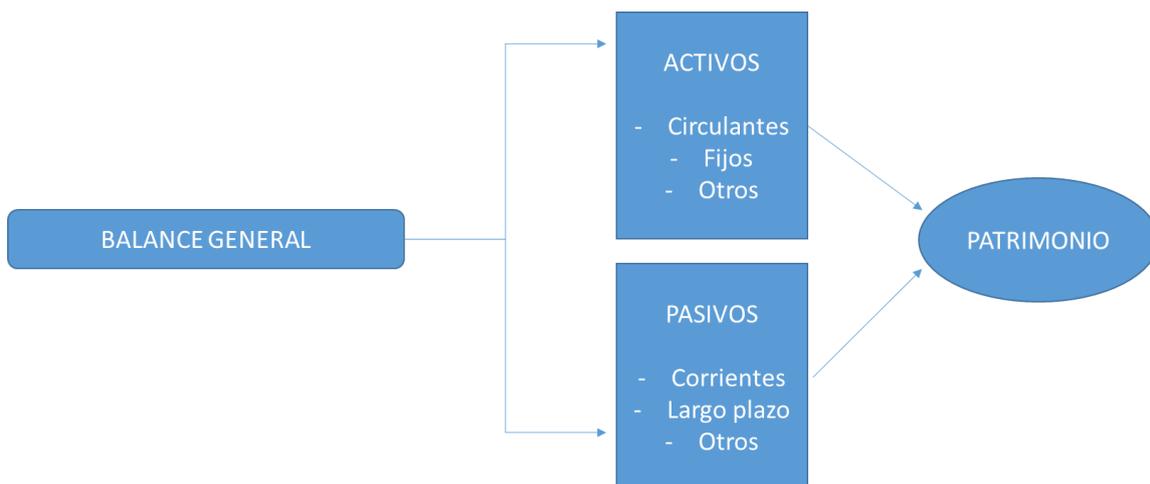


Figura 1. Resumen Balance General

El patrimonio, para entenderlo de una mejor manera, es lo que le quedará al dueño de la empresa si vende todo lo que tiene y paga todo lo que debe. Entre mayor el patrimonio, más dinero tienen los dueños de la empresa. Es por esta razón que es muy importante estar llevando bien el balance general de la empresa, al final de cuentas, es el que le dice al dueño el verdadero valor de su negocio.

A continuación se muestra un ejemplo de un balance general típico:

Cuadro 1. Balance General  
**Fábrica de Muebles Antigua, S.A**  
**BALANCE GENERAL**  
**Al 30 de Septiembre de 2013 y 2012**

	<b>2013</b>	<b>2012</b>
<b>Activos</b>		
Activos Circulantes		
Bancos e inversiones	103.622.019	99.636.371
Cuentas por Cobrar	3.456.745	2.273.480
Inventarios	212.967	347.982
<b>Total Activos Circulantes</b>	<b>107.291.731</b>	<b>102.257.741</b>
Activos Fijos		
Mobiliario y Equipo	3.194.461	3.194.461
Depreciación Acumulada	-336.660	-283.419
<b>Total Activos Fijos</b>	<b>2.857.801</b>	<b>2.911.042</b>
<b>Total Activos</b>	<b>110.149.532</b>	<b>105.168.783</b>
<b>Pasivo y Patrimonio</b>		
Pasivos		
Pasivos a Corto Plazo		
Cuentas por Pagar	981.228	723.564
<b>Total Pasivos a Corto Plazo</b>	<b>981.228</b>	<b>723.564</b>
Pasivos a Largo Plazo		
Documentos por Pagar	3.456.744	4.052.856
<b>Total Pasivos a Largo Plazo</b>	<b>3.456.744</b>	<b>4.052.856</b>
<b>Total Pasivos</b>	<b>4.437.972</b>	<b>4.776.420</b>
Patrimonio		
Capital Social	100	100
Utilidades Acumuladas	105.611.560	100.292.363
<b>Total Patrimonio</b>	<b>105.711.560</b>	<b>100.392.363</b>
<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>110.149.532</b>	<b>105.168.783</b>

- Se puede observar que el balance se compone de dos mitades. La primera es la que registra los activos, separando los activos fijos de los activos circulantes. La segunda presenta los pasivos y el patrimonio.

- Los activos se dividen en
  - circulantes o de corto plazo (efectivo disponible en bancos e inversiones, cuentas por cobrar a clientes e inventarios) y
  - fijos o de largo plazo (mobiliario y equipo que tuvo un valor original de un poco más de 3 millones de colones, pero que ya ha acumulado 366.660 colones de depreciación, que hay que restarla al valor original, para un valor actual de 2.857.801 colones).
- Los pasivos igualmente se dividen en
  - Corto plazo, en este caso cuentas por pagar en menos de un mes – probablemente proveedores
  - Largo plazo, en este caso documentos por pagar, puede ser por ejemplo un crédito bancario
- El patrimonio en este caso se divide en
  - Capital social, esto es el monto que originalmente se puso para iniciar la empresa.
  - Utilidades acumuladas, esto se entiende como las ganancias que ha ido generando la empresa que el dueño no ha cobrado sino que ha dejado para que la empresa pueda ir creciendo.
- $\text{Activos} = \text{Pasivos} + \text{Patrimonio}$ .

Este es solamente un ejemplo, cada empresa tiene su propia realidad y tendrá que definir claramente sus activos, pasivos y patrimonio y registrarlos adecuadamente. Usualmente las empresas bien estructuradas generan un balance de situación al final de cada mes, sin embargo, para empresas menos complejas, trimestralmente o inclusive semestralmente puede ser razonable.

## **2. Estado de Resultados**

El estado de resultados, muestra la utilidad o pérdida de la operación de la empresa en un período determinado, usualmente un mes, pero puede ser un trimestre o un año. Entre más frecuente, mejor. Es el dueño de la empresa quien determina el período.

Desde el punto de vista financiero, reviste una importancia fundamental pues el empresario utiliza el estado de resultados para determinar el grado de éxito de su negocio o para determinar la presencia de un problema (especialmente en los gastos) ante que requiera de acciones correctivas.

A continuación se muestra un ejemplo de un estado de resultados típico,

*El estado de resultados muestra la utilidad o pérdida obtenida en un período*

Cuadro 2. Estado de Resultados

**Fábrica de Muebles Antigua, S.A.**

**ESTADO DE RESULTADOS**

**Para el año que termina el 30 de septiembre de 2013**

	<b>2013</b>	<b>2012</b>
Ingresos		
Ventas	17.401.407	16.736.154
Costo de Ventas		
Inventario Inicial	347.982	343.395
Compras	3.442.619	3.415.753
Inventario Final	212.967	347.982
Total Costo de Ventas	3.577.542	3.411.258
Utilidad Bruta	13.823.865	13.324.896
Gastos		
Sueldos Pagados	4.696.452	4.861.871
Luz y Teléfono	1.196.855	2.052.199
Gastos Generales	1.559.172	1.668.206
Póliza Riesgos del Trabajo	36.432	36.432
Impuestos Municipales	7.481	2.831
Prestaciones Sociales	417.254	330.438
Total Gastos	7.913.646	8.951.977
Utilidad antes de Impuesto sobre Renta	5.910.219	4.372.919
Impuesto sobre la Renta	591.022	437.292
Utilidad Neta del Periodo	5.319.197	3.935.627

De este ejemplo se rescata lo siguiente:

- **Ingresos:** La primera línea son los ingresos. Usualmente la principal fuente de ingreso son las ventas, sin embargo pueden haber otros ingresos como alquileres, otros servicios (instalación o reparación en sitio, por ejemplo), etc.
- **Costo de ventas o de material utilizado.** La manera más sencilla de hacerla es sumar al valor que tenían los inventarios (materias primas, suministros y productos terminados no despachados), que es un dato que se obtiene de los estados de resultados del período anterior, sumarle las compras de materiales

realizadas durante el período (para lo cual es importante ser ordenados y llevar un buen registro de las mismas, con facturas, etc.) y restarle el valor de los inventarios al final del período.

- **Utilidad bruta:** es la diferencia entre las ventas y el costo de material utilizado.
- **Gastos:** A la utilidad bruta se le deben restar todos los gastos en los que se incurre en el período. De nuevo, esto supone que la empresa tiene un registro de los gastos ordenado. Este registro puede ser manual o en computadora, la forma no importa, pero sí es muy importante tener un control de los gastos, centralizado preferiblemente en una sola persona. Dentro de los gastos pueden estar (se listan solamente algunos pero cada empresa deberá determinar la lista de sus gastos):
  - **Sueldos y salarios:** esto es la compensación que se paga a los trabajadores de la empresa.
  - **Luz, teléfono:** y otros gastos similares, como servicio de internet, etc.
  - **Gastos generales:** pueden incluir gastos relacionados por ejemplo con promoción y publicidad (ver Módulo de Mercadeo), mantenimiento de maquinaria y equipo o compra de repuestos, etc.
  - **Pólizas, impuestos, prestaciones.** Se recomienda que los trabajadores estén debidamente cubiertos por seguro de riesgos laborales, además las empresas tienen usualmente obligaciones como impuesto municipal, etc., que deben ser atendidos y registrados como gastos.
- **Utilidad antes de impuestos:** Es la ganancia que queda después de restar todos los gastos a la utilidad bruta.
- **Impuesto sobre la renta:** Toda empresa debe cumplir con su responsabilidad social y pagar los impuestos que corresponda. Estos deben ser registrados como gastos de la operación. La ganancia que quede después de impuestos es el dinero libre que le queda al empresario disponible. Este puede ser retirado de la empresa en forma de ganancias o reinvertido en la empresa para el desarrollo de nuevos productos, compra de equipo, mejorar la posición de flujo de caja, etc.

El mensaje acá es muy sencillo. Si el objetivo de un negocio es generar ganancias, esto debe ser medido y controlado en forma contante y ordenada. Requiere que tanto las ventas como los gastos y los inventarios se lleven en forma ordenada y documentada y el resumen de estos resultados, se presenta en el estado de resultados, que es un documento que debe ser de revisión y análisis obligatorio para cualquier industrial forestal, independientemente del tamaño o naturaleza de su empresa.

### **3. Estado de Flujos de Efectivo:**

El buen manejo del flujo de caja en una industria forestal es especialmente complicado. Cuántas veces llega el viernes o el fin de mes y no se tiene el dinero para poder pagar planillas o a los proveedores?

Usualmente la madera (materia prima) se compra al contado, hay que aserrarla, secarla, producir y vender y, con suerte, el cliente se atrasa con el pago. Es frecuente que en el negocio de industria forestal el dinero que gasté comprando madera hoy lo esté recuperando en tres meses o más. Y mientras tanto hay que estar pagando electricidad, planillas, etc.

De ahí que sea tarea fundamental de los encargados de la empresa tener una buena planificación de flujo de caja. Para esto se utiliza la herramienta que se conoce como flujos de efectivo. Este es un informe financiero que muestra los ingresos y egresos de efectivo que ha tenido o tendrá una empresa durante un periodo de tiempo determinado.

Ejemplos de ingresos de efectivo son:

- el cobro de facturas
- ganancia de intereses
- préstamos obtenidos
- ventas de activos fijos

*El estado de flujo de caja muestra lo que realmente entra y sale de efectivo.*

Ejemplos de egresos de efectivo son:

- el pago de facturas
- el pago de impuestos
- el pago de sueldos
- el pago de préstamos o intereses
- el pago de servicios de electricidad y agua, etc.
- compra de maquinaria o equipo

A diferencia del estado de resultados, el flujo de caja muestra lo que realmente ingresa o sale en efectivo; por ejemplo, un estado de flujo de efectivo registra el pago de una compra (que representa una salida real de efectivo), pero no registra la depreciación de un activo (que implica un gasto, pero no una salida de efectivo).

Además de mostrarnos las entradas y salidas de efectivo, el flujo de caja nos permite determinar, por ejemplo:

- cuánto podemos comprar de mercadería
- si es posible comprar al contado o es necesario o preferible solicitar crédito

- si es necesario o preferible cobrar al contado o es posible otorgar créditos
- si es posible pagar deudas a su fecha de vencimiento o es necesario pedir un refinanciamiento o un nuevo financiamiento
- si se tiene un excedente de dinero suficiente como para poder invertirlo, por ejemplo, en la adquisición de nueva maquinaria

El objetivo del flujo de efectivo es básicamente determinar la capacidad que tiene la empresa para generar efectivo para cumplir con sus obligaciones y con sus proyectos de inversión. Adicionalmente, el flujo de efectivo permite hacer un análisis de cómo se utiliza ese efectivo. Estos datos pueden ser de gran utilidad para el empresario a fin de diseñar estrategias para mejorar la utilización de los recursos.

Es importante que la empresa tenga claridad sobre su capacidad para generar efectivo, de cómo genera ese efectivo, para así mismo poder proyectar y tomar decisiones acordes con su verdadera capacidad de liquidez.

### 3.1 Flujo de Caja Proyectado:

Para analizar la situación a futuro de efectivo en una empresa, debemos proyectar (estimar) los flujos de caja que esperamos recibir en el futuro. Para elaborar un flujo de caja proyectado, debemos contar con la información sobre los ingresos y egresos de efectivo que se espera tendrá la empresa.

Una contabilidad llevada ordenadamente será la mejor fuente de información posible para generar un buen flujo de caja proyectado.

Veamos un ejemplo sencillo de cómo elaborar un flujo de caja proyectado para por ejemplo, un aserradero, que proyecta lo siguiente para los próximos 4 meses:

- las proyecciones de ventas: enero: ¢85.000, febrero: ¢88.000, marzo: ¢90.000 y abril: ¢92.000
- las ventas se cobran el 40% al contado y el 60% al crédito a 30 días
- las proyecciones de la compra de insumos: enero: ¢47.000, febrero: ¢51.000, marzo: ¢50.000 y abril: ¢52.000
- las compras se pagan el 50% al contado y el 50% al crédito a 30 días
- los gastos de administración y de ventas corresponden al 20% de las proyecciones de ventas
- las proyecciones del pago de impuesto municipal es: marzo: ¢3.260

En primer lugar se elabora un presupuesto de cuentas por cobrar ya que el total de las ventas no se cobran el mismo mes en que se realizan, sino que se cobran un 40% el mes en que se realizan y el 60% restante al mes siguiente, y al elaborar un flujo de caja, tal como hemos mencionado, debemos registrar el efectivo que realmente ingresa a o sale de la empresa. Es decir, si bien en enero se tiene proyectado vender ¢85.000,

como solamente se cobra el 40% de contado, solamente se reciben en efectivo ¢34.000. Los restantes ¢51.000 se van a recibir en febrero, con el 40% de las ventas de febrero, que corresponde a ¢32.500 y así sucesivamente.

#### **Presupuesto de flujo de caja de las cuentas por cobrar**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Ventas al contado (40%)	34.000	35.200	36.000	36.800
Ventas al crédito a 30 días (60%)		51.000	52.800	54.000
<b>TOTAL</b>	<b>34.000</b>	<b>86.200</b>	<b>88.800</b>	<b>90.800</b>

Una vez que hemos elaborado nuestro presupuesto de cuentas por cobrar, pasamos a elaborar nuestro presupuesto de cuentas por pagar, ya que, igualmente, las compras no se pagan el mismo mes en que se realizan, sino que se pagan un 50% en el mes que se realizan y el 50% restante al mes siguiente. La lógica que se sigue es la misma explicada anteriormente.

#### **Presupuesto de flujo de caja de las cuentas por pagar**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Compras al contado (50%)	23.500	25.500	25.000	26.000
Compras al crédito (50%)		23.500	25.500	25.000
<b>TOTAL</b>	<b>23.500</b>	<b>49.000</b>	<b>50.500</b>	<b>51.000</b>

Con base en lo anterior y asegurándonos de contar con todos los datos necesarios, pasamos a elaborar nuestro flujo de caja proyectado, ya incluyendo todos los datos de ingresos y salidas en el momento real que se estarán dando. El flujo de caja proyectado para este presupuesto se presenta a continuación:

Cuadro 3. Flujo de caja proyectado

	enero	febrero	marzo	abril
<b>INGRESO DE EFECTIVO</b>				
Ingresos por ventas	34.000	86.200	88.800	90.800
<b>TOTAL INGRESO DE EFECTIVO</b>	<b>34.000</b>	<b>86.200</b>	<b>88.800</b>	<b>90.800</b>
<b>EGRESO DE EFECTIVO</b>				
Cuentas por pagar	23.500	49.000	50.500	51.000
Gastos de adm. y de ventas	17.000	17.600	18.000	18.400
Pago de impuestos			3.260	
<b>FLUJO NETO ACUMULADO</b>	<b>- 6.500</b>	<b>13.100</b>	<b>30.140</b>	<b>51.540</b>

De este flujo de caja proyectado se puede observar que, dadas las condiciones esperadas, al final de enero no se va a tener el dinero para poder cumplir con todas las obligaciones, es decir, que en enero el dinero no alcanzará para pagar todos los gastos y las facturas de los proveedores. Esto permitirá al encargado de la empresa tomar alguna(s) de la(s) siguiente(s) decisiones:

- a. Solicitar un préstamo por un monto de €6.500 o mayor en enero, para cubrir con el faltante.
- b. Cambiar las políticas de crédito. Por ejemplo, si cobra el 50% de las ventas al contado en lugar del 40%, los ingresos de efectivo serán €42.500 en lugar de los €34.000
- c. Negociar con los proveedores plazo de pago del 100% a 30 días.

En general, se puede dar muchas otras posibilidades de solución, lo importante es indicar y reiterar que sin la debida planificación de flujo de caja, el empresario no

hubiera podido determinar el faltante al final del mes y no hubiera podido buscar las alternativas para solucionar el problema.

Esto hubiera significado no contar con los recursos para poder cumplir con los proveedores, lo cual dificulta el suministro de materias primas para el siguiente mes, o atrasarse con los gastos, lo cual también puede afectar negativamente la productividad y redundar en mayores costos que resten productividad o disminuyan las ganancias del negocio.

## **CONTABILIDAD DE COSTOS**

Uno de los principales retos que cualquier empresario, forestal o no, enfrenta día a día es poder determinar el precio adecuado a sus productos. Si bien al final el precio está muy determinado por las condiciones del mercado (ver módulo de mercadeo), al determinar el precio de un producto se debe tener claridad de cuál es el costo real del mismo, a fin de asegurarse de que cuando se haga la venta de este producto se tenga una ganancia o, en su defecto, si es imposible producir con un costo menor que el precio al que hay que vender, probablemente será mejor no hacer el negocio que hacerlo y perder.

La contabilidad de costos es la rama de la contabilidad que analiza cómo se distribuyen los costos que genera una empresa. La contabilidad de costos permite:

- Conocer en que costos incurre la empresa en cada fase de elaboración de sus productos
- Valorar las existencias de productos en curso, semi-terminados y terminados (en función de los costos en los que hasta ese momento hayan generado)
- Detectar posibles actividades, productos o clientes en los que la empresa pierde dinero
- Fijar los precios de venta conociendo que margen obtiene en cada producto

### **1. Contabilidad de costos vrs. contabilidad general**

Mientras que la contabilidad general analiza la empresa en su conjunto, la contabilidad de costos permite analizar en profundidad los ingresos que se han generado y los costos que se han producido.

La información que elabora la contabilidad general (balance general y estados de resultados) va destinada tanto a la propia empresa como a agentes externos, mientras que la información que genera la contabilidad de costos va dirigida únicamente a los órganos internos de la empresa.

Sus destinatarios son la dirección de la empresa y los responsables de los distintos departamentos con vista a que puedan conocer en profundidad cómo evolucionan los diversos costos e ingresos, en qué medida se apartan de los presupuestos, así como los motivos de estas desviaciones, cuales son las actividades rentables y en cuales se pierde dinero.

*Mientras que la contabilidad general analiza la empresa en su conjunto, la contabilidad de costos permite analizar en profundidad los ingresos que se han generado y los costos que se han producido.*

Mientras que la contabilidad general tiene unas normas y criterios muy determinados, que son de obligado cumplimiento para todas las empresas, en la contabilidad de costos cada entidad tiene plena libertad para establecer aquel sistema que mejor se adapte a sus necesidades.

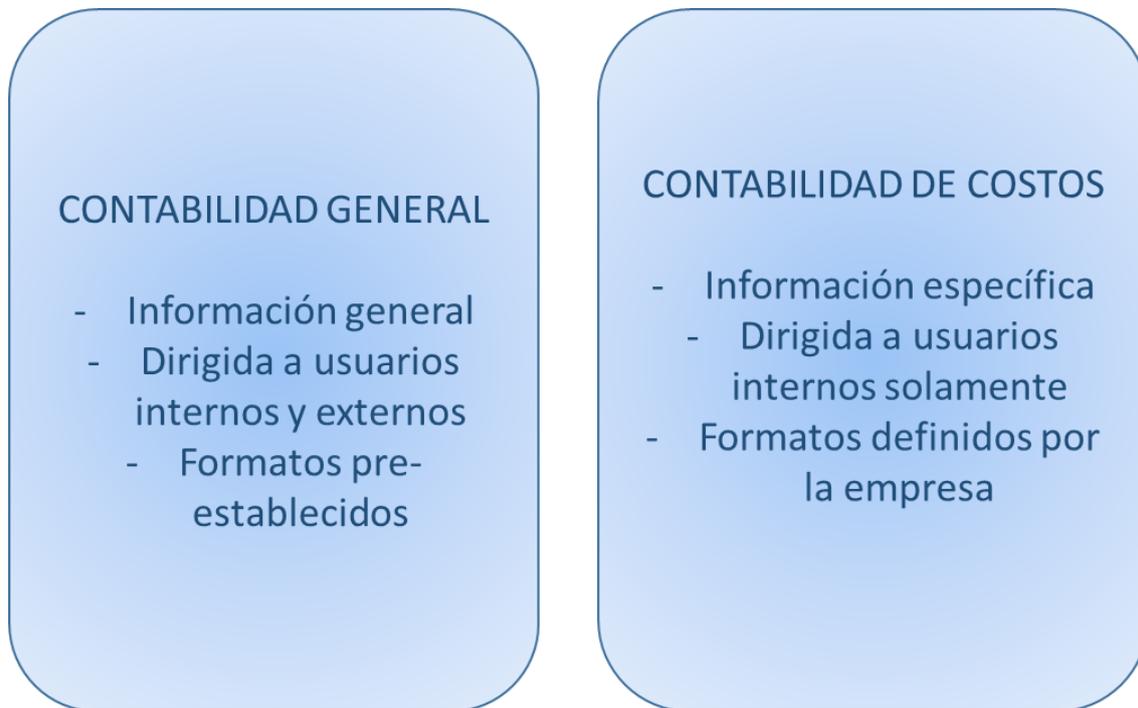


Figura 2. Comparación Contabilidad General vs Contabilidad de Costos

## **2. Clasificación de costos**

Como recién se indicó, un sistema de contabilidad de costos es desarrollado para generar información gerencial a lo interno de la empresa, por lo tanto, el cómo se hace debe ser determinado por la gerencia de la empresa, de acuerdo con sus necesidades.

Es decir, un sistema de contabilidad de costos se desarrolla específicamente para la empresa, hecho a la medida, con el formato y la información que la gerencia de la industria forestal requiere para poder tomar decisiones.

Para diseñar adecuadamente el sistema de contabilidad de costos, es necesario tener una idea general de las diferentes clasificaciones que se le puede dar a los costos. Esto será un elemento clave en el diseño del sistema de contabilidad de costos adecuado para cada empresa.

Los costos de una empresa se pueden clasificar en función de diversos criterios.

## 2.1 Según su modalidad:

- materias primas
- mano de obra
- otras materias primas
- servicios externos
- depreciaciones
- costes financieros
- provisiones, etc.

## 2.2 Según su asignación:

- **Costo directo:** aquél que se puede asignar directamente entre los distintos productos. Por ejemplo, si una empresa fabrica muebles, el costo de la madera es un costo directo de los muebles ya que se puede determinar con certeza cuánta madera se requirió para cada mueble.
- **Costo indirecto:** aquél que no se puede repartir objetivamente entre los diversos productos, ya que no se conoce en que medida cada uno de ellos es responsable del mismo. Por ejemplo, en la fábrica de muebles que estamos utilizando como ejemplo, se da un consumo eléctrico de €85.000. Sabemos que el consumo eléctrico se dio para fabricar los muebles, pero es prácticamente imposible determinar con exactitud cuánto exactamente de este consumo fue para cada mueble. Se debe entonces definir algún criterio de reparto, por ejemplo, distribuir proporcional a las horas hombre estimadas en la producción de cada uno de los muebles. Si por ejemplo se produjeron 3 muebles, el primero requirió 40 horas, el segundo 30 y el tercero 15 horas hombre, entonces se asigna al primer mueble €40.000, al segundo €30.000 y al tercero €15.000 de electricidad.

La empresa es libre de establecer los criterios de distribución que considere oportuno, con el único requisito de que sean criterios lógicos (guarden relación con la generación del costo que se va a distribuir).

Por ejemplo, en el caso del alquiler de la nave industrial en la que se elaboran muchos productos, parece preferible utilizar como criterio de reparto el porcentaje de superficie dedicada a cada producto, antes que, por ejemplo, el % que sobre el total de las ventas de la empresa representa cada producto.

Los costos serán directos o indirectos dependiendo del tipo de compañía, de la actividad que realice, de cómo esté organizada. Puede ocurrir que un costo sea directo para una empresa e indirecto para otra, y viceversa.

También, el que un costo sea directo o indirecto puede depender de los sistemas de medición y control que tenga la empresa. En la empresa del ejemplo hemos calificado el consumo eléctrico como un coste indirecto. Sin embargo, si cada línea de producción dispusiese de un contador de consumo eléctrico se podría saber con exactitud que parte de este gasto corresponde a la fabricación de cada producto, en cuyo pasaría a ser un costo directo.

### 2.3 Según varíen con el nivel de actividad:

**Costo fijo:** aquél que no varía con el nivel de actividad de la empresa. Por ejemplo el alquiler de la oficina (fabrique la empresa una cantidad u otra, tendrá que pagar el mismo alquiler).

**Costo variable:** aquél que sí varía con el nivel de actividad. Por ejemplo, el costo de la madera dependerá del volumen de actividad: si la empresa fabrica más muebles tendrá que comprar más madera.

**Costo semifijo:** aquél que evoluciona escalonadamente. En principio se comporta como un costo fijo hasta que la actividad alcanza un determinado nivel, momento en el que se produce un incremento brusco del mismo. A partir de ahí se vuelve a comportar como un costo fijo hasta que nuevamente la actividad alcanza otro nivel determinado. Por ejemplo, una empresa dispone de un solo camión para la distribución de su producción. El costo de este camión (su amortización) se comporta como un costo fijo. No obstante, si esta empresa crece, llegará un momento en el que un solo camión no le resultará suficiente y tendrá que comprar un segundo camión. En este momento el costo de amortización se duplicará.

**Costo semi-variable:** aquél que tiene una parte fija y otra variable. Por ejemplo, en la factura del teléfono hay un importe fijo (conexión) y una parte variable (en función del consumo).

Cuadro 4. Resumen clasificación de Costos

CLASIFICACIÓN DE COSTOS		
MODALIDAD	ASIGNACIÓN	NIVEL DE ACTIVIDAD
Materias primas	Directos	Fijos
Mano de obra	Indirectos	Variables
Servicios		Semi-fijos
Depreciaciones		Semi-variables
Financieros		
Provisiones		
Otros		

### **3. Cálculo de costos de producción**

Hemos comentado anteriormente que la contabilidad de costos trata de distribuir los costos incurridos por la empresa entre los diversos productos que fabrica. Las empresas pueden aplicar diversos métodos para realizar este reparto. Estos métodos distribuyen entre los productos la totalidad de los costos de la empresa. Se explican en este manual dos variantes:

- **Método de costo completo.**
- **Método de secciones homogéneas.**

#### **3.1 Método de costos completos:**

Este es un método sencillo y puede ser la alternativa más razonable para empresas pequeñas o medianas. Eventualmente la información que genere no será muy precisa, pero sí será suficiente para una toma rápida y acertada de decisiones.

El método de costos completos distribuye entre los productos la totalidad de los costos en los que incurre la empresa, ya sean costos directos o costos indirectos. Los costos directos no plantean ningún problema de asignación, ya que se conoce objetivamente en qué proporción es responsable cada tipo de producto de los mismos. La empresa tendrá que utilizar algún criterio de reparto para asignar los indirectos, tal como se explicó anteriormente en este documento.

Utilicemos como ejemplo el estado resultados simplificado presentado anteriormente. Las ventas de €17.401.407 se desglosan de la siguiente manera:

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO VENTA /UNIDAD
Sillas	20	350.000
Mesas	4	750.000
Camas	2	3,700,703.5

Siguiendo con el ejemplo. Se tiene costos directos de €3.577.542. Este costo directo, para efectos de simplificar el ejemplo, es solamente madera. Se tiene un estimado que la madera utilizada por producto es la siguiente (en PMT):

PRODUCTO	MADERA / UNIDAD	TOTAL MADERA
Sillas	100	2.000
Mesas	200	800
Camas	400	800

Es importante recalcar que el dato de cuánta madera se necesita por pieza (o cuantas horas hombre, o cuánto barniz, o cuántos tornillos o cola o cualquier otro de los costos directos que puede tener un producto) debe ser determinado en forma correcta, pues es la información básica para el cálculo total del costo de un producto (se recomienda estudiar el apartado de especificaciones de calidad y MRP en el módulo de producción). En caso de que no se tenga, será indispensable determinarla antes de realizar el costeo respectivo.

Continuando con el ejemplo, tenemos entonces que el total de madera utilizada es 3.600 pulgadas (2.000 + 800 + 800). Dado el que costo es ¢3.577.542, cada pulgada tiene un costo aproximado de ¢994 (¢3.577.542 / 3.600).

Con base en la madera utilizada por producto y el precio unitario de la madera, se tiene el costo directo para cada uno de los productos:

PRODUCTO	MADERA / UNIDAD	COSTO MADERA	COSTO POR UNIDAD
Sillas	100	994	99.400
Mesas	200	994	198.800
Camas	400	994	397.600

Posteriormente se debe hacer la asignación de los costos indirectos. Estos pueden ser, como se indicó, el salario de los administrativos, pago de energía eléctrica y otros servicios, gastos de mercadeo, impuestos, etc. es decir, egresos que no están directamente relacionados a los productos pero sí con la operación de la industria.

Tal como se describió anteriormente, se debe entonces seleccionar algún criterio de asignación. Cada empresa es libre de seleccionar aquel criterio de reparto que estime más conveniente, lo importante es que se trate de un criterio lógico que guarde relación con la generación del costo. Puede haber diferentes criterios de repartos, todos ellos lógicos y la empresa tendrá que elegir aquel que considere más conveniente. Lo otro es muy importante que una vez seleccionado el parámetro de asignación, este se debe mantener constante, pues cambiar los criterios de asignación de un ejercicio para otro haría que los datos no serán comparables y se perderá parte de la utilidad de la contabilidad de costos (comparación con ejercicios pasados para ver cómo evolucionan los ingresos, costos y márgenes de los productos).

Dos empresas pueden establecer criterios de asignación diferentes para un mismo costo, siendo los dos perfectamente válidos.

Por ejemplo, se podría pensar que criterios de asignación en el ejemplo que estamos manejando basado en el estado de resultados presentado anteriormente podrían ser los siguientes:

GASTO	DETALLE	CRITERIO ASIGNACIÓN
Sueldos	Salarios administrativos	Volumen de ventas en ¢
Luz y teléfono	Luz	Cantidad madera por producto
	Teléfono	Volumen de ventas ¢
Gastos Generales	Alquiler	Cantidad madera total
	Publicidad	Volumen de ventas ¢
Póliza riesgo		Horas hombre
Impuestos		Volumen Ventas en ¢
Prestaciones		Horas hombre

Con base en la información de la contabilidad de la empresa (la cual si no existe hay que generarla), tenemos los siguientes estándares:

PRODUCTO	MADERA / UNIDAD	VENTAS TOTALES	HORAS HOMBRE /unidad
Sillas	100	7.000.000	10
Mesas	200	3.000.000	15
Camas	400	7,401,407	30

Utilizando esta información, la asignación de costos se daría de la siguiente manera:

	Monto (A)	CRITERIO	Tot. Criterio (B)	Tasa asignada (A/B)
Salarios	4.696.452	Ventas en ¢	¢17.401.407	0.27
Luz	1.008.000	Uso madera	3.600 PMT	280
Teléfono	188.855	Ventas en ¢	¢17.401.407	0.01
Alquiler	1.404.000	Uso madera	3.600 PMT	390
Publicidad	155.172	Ventas en ¢	¢17.401.407	0.01
Póliza riesgo	36.432	Horas hombre	320 hh (i)	113.85
Impuestos	7.481	Ventas en ¢	¢17.401.407	0 (ii)
Prestaciones	417.254	Horas hombre	320 hh	1304

(i) El cálculo del total horas hombre se obtiene de 10 hh x 20 sillas + 15 hh x 4 mesas x 30 hh x 2 camas

(ii) Es tan bajo que es irrelevante y se puede asignar 0 costo

Ya a estas alturas se tiene toda la información para asignar los costos indirectos por producto y por lo tanto, para tener un cálculo del costo de cada uno de los productos. Por ejemplo, el cálculo del costo indirecto para una silla sería el siguiente:

**Sillas:**

	CRITERIO	Tasa asignada	Monto unidad	
Salarios	Ventas en ¢	0.27	350.000	94.500
Luz	Uso madera	280	100	28.000
Teléfono	Ventas en ¢	0.01	350.000	3.500
Alquiler	Uso madera	390	100	39.000
Publicidad	Ventas en ¢	0.01	350.000	3.500
Póliza riesgo	Horas hombre	113.85	10	1.138,50
Impuestos	Ventas en ¢	0 (ii)	350.000	0
Prestaciones	Horas hombre	1304	10	13.040
<b>TOTAL</b>				<b>¢ 182.678.5</b>

Recordar que anteriormente se había calculado que el costo directo de la silla era ¢99.400.

**Por lo tanto el costo total de una silla sería ¢99.400 + ¢182.678.5 = ¢282.078,5**

### 3.2 Método de Secciones Homogéneas:

En este método los costos indirectos se distribuyen previamente entre los distintos departamentos de la empresa y posteriormente se asignan a los productos. Por su parte, los costos directos se distribuyen directamente entre los productos.

Este método nos permite tener un desglose de los costos no sólo a nivel de productos, sino también a nivel de centros de costos (departamentos de la empresa).

#### Definición de centros de costos

Primero se definen los distintos centros de costos de la empresa. Un centro de costo es todo departamento que cuente con un responsable y con un presupuesto. Cualquier empresa se puede dividir en un conjunto de centros de costos.

Cada empresa puede estructurarse en aquellos centros de costos que considere conveniente, sin que tengan que ser coincidentes las estructuras de dos empresas que realicen la misma actividad.

## Clasificación de centros de costos

Una vez definidos los distintos centros de costos, hay que clasificarlos en "principales" y en "auxiliares".

- Los centros de costos "principales" son aquellos que intervienen directamente en la fabricación del producto. En una empresa de muebles los centros principales pueden ser: "aserradero", "ensamble", "laqueado" y "empaque".
- Los centros "auxiliares" no participan directamente en el proceso productivo. En la empresa anterior centros de costo auxiliares pueden ser: "contabilidad", "recursos humanos" o "gerencia".

Primeramente, los costos asignados a los centros auxiliares se distribuyen entre los centros principales y una vez que están todos los costos localizados en los centros principales es entonces cuando se reparten entre los productos. Un criterio que se suele emplear para distribuir los costos de las secciones auxiliares entre las principales es estimar el porcentaje de tiempo que cada sección auxiliar dedica a cada una de las secciones principales.

Por ejemplo, en la empresa de muebles, la sección de "recursos humanos" representa un costo de C500,000 por mes para la empresa. Utilizando como referencia el tamaño de la planilla de cada una de las secciones principales, se estima que dedica el 30% de su tiempo a asuntos relacionados con la sección de "aserradero", un 40% a la de "ensamble", un 20% a la de "laqueado" y un 10% a la de "empaque". Por lo tanto, tendríamos una asignación de costos de la siguiente manera:

Asignación Costos: "Recursos Humanos"		
Criterio de asignación: # empleados por departamento		
Aserradero	30%	C150,000
Ensamble	40%	C200,000
Laqueado	20%	C100,000
Empaque	10%	C50,000

Otros ejemplos de criterios de reparto pueden ser:

- Coste de alquiler: en función de los m2 que ocupa cada centro de costos.
- Factura de teléfono: en función del número de personas que trabaja en cada departamento.
- Consumo de luz: en función de la potencia eléctrica instalada en cada departamento.

Cada uno de todos los costos deben ser asignados de esta manera.

Siguiendo con el ejemplo, tendríamos entonces que para "Aserradero" se da lo siguiente:

Costos auxiliares: “Aserradero”	
Recursos Humanos	C150,000
Alquiler	C300,000
Teléfono	C20,000
Luz	C240,000
TOTAL	C710,000

Posteriormente, hay que establecer los criterios que permitan la distribución de los costos de las secciones principales entre los diversos productos. Para realizar esta distribución hay que definir en cada centro de costos principal una medida de actividad que denominaremos "unidad de obra".

La "unidad de obra" permite cuantificar la actividad que realiza un departamento. Suelen ser unidades físicas y generalmente se utiliza el consumo de un insumo que sea representativo de la actividad del departamento.

Por ejemplo, en el centro de costos "Laqueado" la unidad de obra puede ser el "litro de laca gastado". En el centro de costos "Aserradero" la unidad de obra puede ser "pulgadas de madera procesada". En el centro de "Ensamble" la unidad de obra puede ser "horas de mano de obra".

Una vez definida la unidad de obra de cada centro de costos se dividen sus costos totales entre el número de unidades de obras realizadas en el año, lo que permite calcular en cada centro un "costo de la unidad de obra".

Siguiendo con el ejemplo, supongamos que en el departamento "Aserradero" hemos definido como unidad de obra el "pulgadas de madera". Dividimos la totalidad de los costos de esta sección por el total de pulgadas de madera procesado. Suponiendo que el aserradero procesó 10,000 pulgadas, el costo por pulgada es entonces C71/pulgada.

Para cada tipo de mueble determinamos cuantas pulgadas de madera aserrada necesita y en función de ello se le asigna un costo. Si un modelo de mesa consume 200 pulgadas de madera y un modelo de cama consume 600 pulgadas, el costo indirecto asignado a estos dos productos por su paso por esta sección será:

Mesa:  $200 * 71 = \text{C}14,200$

Armario:  $600 * 71 = \text{C}42,600$

El costo total de cada producto será la suma de sus costos directos, más los costos indirectos que se le hayan imputando en su paso por cada una de las secciones principales.

#### **4. Utilidad de contar con costos adecuados**

El tener a mano la información correcta de los costos de un producto permite,

- Determinar si el producto está generando pérdidas o ganancias. En el caso específico de la silla del ejemplo, se tiene un costo de C282.078,5 y un precio de

venta de €350.000, esto significa una ganancia esperada por silla de €67.921,5, prácticamente un 25% del costo. Será ya decisión de la gerencia de la empresa determinar si esta es una ganancia aceptable o no para este producto.

- Poder determinar si es posible dar descuentos a clientes para poder ganar un nuevo negocio. Si por ejemplo, en una oferta un cliente indica que puede comprar las sillas pero a €300.000, se tendrá un parámetro para poder definir si se puede aceptar o no esta oferta.
- Comparar entre productos. Si el mismo ejercicio que se ha realizado en este ejemplo con la silla se realiza con las mesas y las camas, entonces se podrá comparar la rentabilidad de cada uno de los productos y determinar cuál es el más favorable para la empresa.
- Determinar problemas con los costos. Si durante el ejercicio se identifican líneas de costos que son importantes y más altas de lo razonable, el ejercicio debe exigir un análisis adicional. Siguiendo con el ejemplo, imaginemos que el costo de alquiler por silla no fuera de €39,000 sino de €150,000. Habría que hacer un análisis para determinar por qué este costo de alquiler es tan alto y buscar soluciones para resolverlo (por ejemplo alquilar un local más pequeño o en una ubicación menos céntrica, o subalquilar parte del área a un tercero).

---

## **OTROS ASPECTOS RELEVANTES**

### **1. Control de Costos**

Un elemento fundamental en la gestión de cualquier industria forestal es realizar un adecuado control de costos. Esto, en forma muy sencilla se refiere a estar comparando los costos reales con respecto a los costos esperados y analizar las diferencias. Un control de costos cuenta de tres etapas:

- a. Se debe contar con el costo estándar o el costo esperado (es decir, se tiene que tener algo contra qué comparar los resultados)
- b. Se debe contar con los mecanismos y procedimientos para recolectar la información necesaria con respecto a costos durante la operación.
- c. Se debe comparar la información del estándar con la información real y analizar las diferencias.

Utilizando el ejemplo que hemos venido desarrollando, imaginemos que la empresa de muebles recibe una orden por 100 sillas. Sabemos, del ejemplo anterior, que el costo esperado de cada silla es de €282.078,5. Por lo tanto, 100 sillas deberían significar un costo de €28.207.850 para la industria. Este es nuestro costo estándar.

Se realiza una medición de la madera utilizada, las horas-hombre invertidas, así como los costos indirectos en los que se incurre durante la producción de este pedido. Imaginemos que estos gastos suman €32,000,000.

La tercera parte es analizar. La conclusión es que se ha gastado más de lo que se esperaba gastar. Esto significa que probablemente se deberá analizar cada uno de los diferentes gastos para ver en cuál de ellos se dio el problema. Por ejemplo

- Se utilizó más madera de la cuenta o se tuvo que comprar la madera a un precio mayor? Por qué?
- La productividad de la mano de obra estuvo menor de lo esperado y se tuvo que pagar más en planillas? Por qué?
- Se tuvo que incurrir en algún costo que no estaba planeado? Por ejemplo una multa por entrega después del plazo? Por qué?

Y así sucesivamente. Este tipo de análisis es fundamental para la correcta administración de una empresa y debe ser realizado en forma continua y preferiblemente incorporando a diferentes personas con suficiente experiencia en la organización.

## **2. Control Interno de Inventarios:**

Para las empresas que manejan inventarios, el control interno de los mismos pasa a ser una tarea de suma importancia. El control interno es aquel que hace referencia al conjunto de procedimientos de verificación automática que se producen por la coincidencia de los datos reportados por la contabilidad. El control interno es de importancia para asegurar la confiabilidad de los estados financieros frente a los fraudes e ineficiencias operativas.

Los elementos de un buen control interno sobre los inventarios incluyen:

1. Conteo físico de los inventarios por lo menos una vez al año, no importando cual sistema se utilice.
2. Hacer conteos periódicos o permanentes para verificar las pérdidas de material.
3. Procure que el control de inventarios se realice por medio de sistemas computarizados, especialmente si se mueven una gran variedad de artículos. El sistema debe proveer control permanente de inventarios, de manera que se pueda tener actualizadas las existencias, tanto en cantidad como en precios

Usualmente se utiliza en el control de inventarios en concepto de clasificación ABC.

Los ítems categorizados como A son aquellos cuya importancia en el costo es muy alta o su no disponibilidad tiene efectos graves en la operación de la empresa. También son ítems clasificación A los que tienen proveedores únicos o su tiempo de tránsito es muy alto. En el caso de la industria forestal, usualmente la madera es el ítem A por excelencia, dado que representa el principal costo de producción.

Los ítem catalogados como B son los que tienen un impacto menor en costo, o que pueden ser fácilmente sustituidos por productos alternativos.

Los ítem C son los que no tienen prácticamente impacto en el costo o en la operación de la empresa.

Evidentemente, entre más importante sea el ítem, más detallado y profundo debe ser su control de inventarios.

## **3. Impuestos:**

### **3.1 Impuesto sobre la Renta:**

El impuesto más común del tipo directo es el impuesto de renta. Este impuesto tiene dos regimenes de contribución. El régimen tradicional y el régimen simplificado.

#### **El régimen tradicional:**

El impuesto sobre la renta grava las utilidades generadas por cualquier actividad o negocio de carácter lucrativo, que realicen las personas físicas o jurídicas en el territorio nacional durante el período fiscal ordinario que va del 01 de octubre de un año hasta el 30 de septiembre del siguiente año.

Son contribuyentes de este impuesto, las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que realicen en el territorio nacional actividades o negocios de carácter lucrativo, independientemente de la nacionalidad, del domicilio y del lugar de la constitución de las personas jurídicas o de la reunión de sus juntas directivas o de la celebración de los contratos de acuerdo con el artículo 2 de la Ley No. 7092 del 21 de abril de 1988 y sus reformas, y son declarantes aquellas entidades no sujetas al impuesto, indicadas en el artículo 3 de la ley citada.

### **Obligaciones Tributarias:**

- **Inscribirse en el registro único tributario:** El contribuyente tiene la obligación de inscribirse en el registro de contribuyentes que lleva la Administración Tributaria, desde el momento en que inicia actividades comerciales, situación que lo convierte en un contribuyente afecto a los impuestos sobre la renta, general sobre las ventas, selectivo de consumo, etc., según su actividad económica.
- **Emitir facturas o comprobantes de ingresos autorizados:** Si usted es contribuyente o declarante (persona física o persona jurídica) está obligado a extender facturas o documentos equivalentes debidamente autorizados por la Administración Tributaria, en las ventas de mercancías o por los servicios prestados.
- **Llevar registros contables:** De conformidad con lo establecido en el artículo 53 del Reglamento de la Ley del Impuesto sobre la Renta, así como los artículos 251 y siguientes del Código de Comercio, los contribuyentes, deben llevar, para el adecuado control de sus operaciones registros contables, a saber: Diario, Mayor, Inventarios y Balances, en medios que permitan conocer, de forma fácil, clara y precisa, sus operaciones comerciales y su situación económica, y sin que estos deban ser legalizados por entidad alguna. Se entenderá igualmente la utilización de sistemas informáticos de llevanza de la contabilidad.
- Además, las sociedades anónimas deben llevar libros de actas, a saber: Consejo de Administración, Asambleas de Socios y Registro de Socios cuya legalización estará a cargo del Registro Nacional, estos dos últimos libros también deberán ser llevados por las sociedades de responsabilidad limitada.
- **Declarar y pagar el impuesto:** De seguido se presentan los medios para confeccionar la declaración, presentarla y pagarla.

### Régimen Simplificado:

La Administración Tributaria podrá establecer regímenes de tributación simplificada de acceso voluntario, por grupos o ramas de actividad, cuando con ellos se facilite el control y el cumplimiento voluntario de los contribuyentes.

Este régimen constituye una opción sencilla para que los pequeños contribuyentes cumplan con los deberes tributarios, simplificando sus obligaciones tributarias.

A este régimen pueden ingresar voluntariamente personas físicas y jurídicas que desarrollen alguna de las actividades que se detallan:

<b>Actividades que pueden inscribirse en el régimen de tributación simplificada:</b>
a) Bar, cantina, taberna o establecimientos similares:
b) Comercio minorista:
c) Fabricación de objetos de barro, loza, cerámica y porcelana:
d) Panaderías:
e) Restaurantes, cafés, sodas y otros establecimientos que vendan comidas, bebidas o ambas:
f) Fabricación artesanal de calzado:
g) <b>Fabricación de muebles y sus accesorios:</b>
h) Floristerías:
i) Estudios fotográficos:
j) Fabricación de productos metálicos estructurales:
k) Pescadores artesanales en pequeña escala
l) Pescadores artesanales medios
m) Transporte remunerado de personas mediante la modalidad de taxi: (únicamente para los que tienen un solo vehículo).
* se aplica a los kilómetros recorridos

### Obligaciones tributarias:

- **Inscribirse en el Registro Único Tributario:** El contribuyente tiene la obligación de inscribirse en el registro de contribuyentes que lleva la Administración Tributaria desde el momento en que inicia actividades comerciales (vende mercancías o presta servicios), situación que lo convierte en un contribuyente afecto a los impuestos sobre la renta y otros impuestos, dependiendo de su actividad económica.

- **No obligatoriedad de emitir facturas:** El contribuyente inscrito en el Régimen de Tributación Simplificada no está obligado a emitir facturas, excepto cuando el valor de venta individual de cada mercancía supere el 5% de un salario base y cuando el cliente lo solicite.
- **Llevar registros contables:** Para realizar el registro contable, el contribuyente deberá conservar los comprobantes por sus compras y deberá llevar un libro de “Registro de compras” en el que se anoten los valores de las facturas de compras de mercancías, materiales y suministros destinados a la elaboración de productos o a la prestación de servicios.

### 3.2 Impuesto General sobre las Ventas:

El impuesto general sobre las ventas es un impuesto que recae sobre el valor agregado en la venta de mercancías y en la prestación de algunos servicios específicamente indicados en la Ley No. 6826 del 8 de noviembre de 1982 y sus reformas.

Son contribuyentes de este impuesto, las personas físicas o jurídicas, de derecho o de hecho, públicas o privadas, que realicen ventas o presten servicios en forma habitual. Asimismo, las personas de cualquier naturaleza, que efectúen importaciones o internaciones de bienes, de acuerdo con lo previsto en el artículo 13 de la Ley del Impuesto General sobre las Ventas No. 6826 del 8 de noviembre de 1982 y sus reforma y son declarantes de este impuesto los productores, comerciantes y distribuidores de mercancías cuyas ventas totales estén exentas del pago del tributo.

Las tarifas del impuesto general sobre las ventas vigentes de acuerdo con el artículo 10 de la Ley Nº 6826 de 8 de noviembre de 1982, y sus reformas, son las siguientes:

Venta afecta a tarifa general	13%
Venta de energía eléctrica residencial	5%
Venta de maderas	10%