Tabla de contenido

Intro	ducción	4
Eleme	entos 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 SI	GMA	8
1.	Principios de Six Sigma	8
2.	Proceso	9
3.	Resultados	10
Herra	mientas 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	4.1 Principio de Pareto	16
2	4.2 Diagrama Causa – Efecto	18
4	4.3 Tormenta de ideas - identificación de acciones correctivas	20
2	4.4 Círculos de Calidad	21
Figura	a 5. Proceso para Círculos de Calidad	22
PRINC	CIPALES 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
ALGU	NOS TEMAS CLAVES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE MADERA	29
1.	El corte y sus herramientas	29
1	1.1 Características de las herramientas	29
1.2	Afilado	32
Mant	enimiento 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	
Cuadro 2. Tabla de Pareto	
Cuadro 3. Velocidades de Giro recomendadas	31
Figura 1. Ejemplo de un gráfico de control	
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	
Figura 8. Troza de almendro reventada	
Figura 9. Trozas de Pochote con hueco por pudrición y troza totalmente podrida	
Figura 10. Troza de Pochote con curvatura	
Figura 11. Troza de Pochote con bifurcación por rama	
Figura 12. Gambas en Pochote	
Figura 13. Troza de Almendro con hueco en el medio	
Figura 14. Encebolladura en Almendro	
Figura 15. Prueba de tensión en madera	
Fiigura 16. Diagrama de diente de sierra para madera	
Figura 17. Influencia del mantenimiento en la empresa	
rigara 17. minacincia aci manteminicitto ciria cimpresa	

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.

<u>ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE</u> 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:

- <u>Preventivo</u> 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.
 - o Sistema productivo ordenado, limpio, con maquinaria en buen estado.

- Utilización de materias primas adecuadas para la aplicación.
- o Herramientas correctas, afiladas, etc.
- o Actividades de mejoramiento continuo con la participación del personal.
- <u>Correctivo</u> 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)
 - o Elaboración de gráficos de control
 - o 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 engeneral 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:

- 3. Costos por fallas internas
- 4. Costos por fallas externas

Costos de Prevención
 Costos de Evaluación

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	Ingeniería de calidad
Costos de Prevencion	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
Costos por Fallas internas	Desechos
	Sub-utilización de equipos
	Re-procesos
	Tiempo perdido por defectos
	Re-inspección
	Cambios de Diseño
	Reparaciones
	Eliminación de rechazos
Costos de Evaluación (detección)	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
Costos por fallas externas	Ventas perdidas
	Garantías
	Descuentos por defectos
	Responsabilidad de producto
	Solución de quejas
	Costos legales

Fuente: http://www.monografías.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 actual 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.

CLIENTES

- 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.
- 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.

Proceso Six Sigma:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Meiorar
- Controlar
- 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.

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 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.

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) cuenta dentro de su catálogo de Normas de Calidad con las siguientes normas relacionadas con la madera:

- 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

 σ : 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 1200m² de piso sólido de madera y debemos realizar una inspección basada en muestreo estadístico. Tenemos entonces:

N= 1200 - total de m2 de la orden.

 σ = 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^2 .

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 (<u>www.onf.org</u>) 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) 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 menoresa 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 m2 por hora, se debe hacer una inspección de 3.2 m2 por hora (193 m2 de muestra en 1200 m2 de producción da un factor de muestreo de 0.16 m2 por cada m2 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.

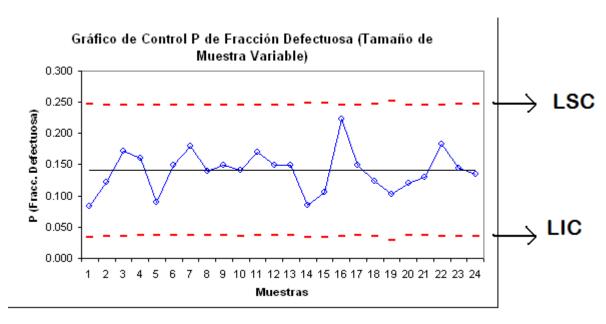


Figura 1. Ejemplo de un gráfico de control

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.

Siguiendo con el ejemplo de la empresa productora de pisos de madera. En la inspección que se realiza de 3,2m2 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 cuadro2 como el que se presenta a continuación.

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

Pareto.

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 danto 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:

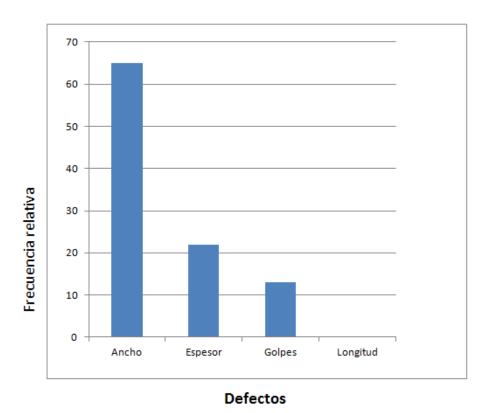


Figura 2. Diagrama de Pareto

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 <u>Diagrama Causa – Efecto</u>

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:

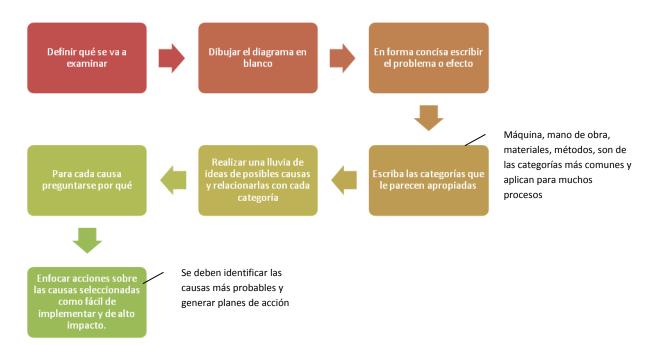


Figura 3. Proceso para elaboración de Diagrama Causa - Efecto

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						
Problema:	Problema: Ancho de las piezas no cumple con especificación					
Descripción:	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

mplementación

	Alto	Bajo
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 <u>todas</u> 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:

- 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 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 554PMTde 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 acondicionado 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.

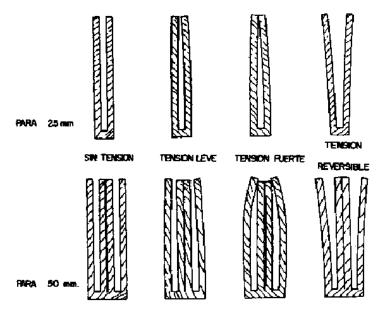


Figura 15. Prueba de tensión en madera

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 está 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:

- Angulo 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.
- Angulo 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.
- Angulo 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 90º, 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.

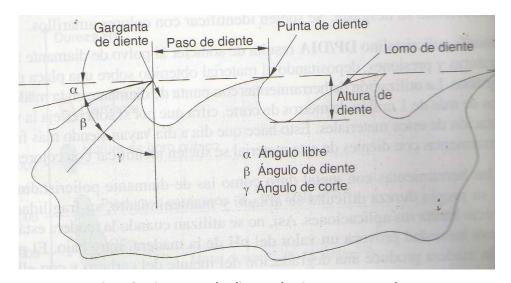


Fig. 16. Diagrama de diente de sierra para madera

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.

TIPO DE MADERA/TIPO DE ACERO Con placa metal duro Acero Acero Acero Normal HS HSS y TT 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 40-70 Tableros de fibras 35-50 40-70 35-50 50-70 50-70 Tableros recubiertos

Cuadro 3. Velocidades de giro recomendadas

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 recalcado 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

<u>En el mantenimiento predictivo</u> 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.

<u>En el mantenimiento correctivo</u>, 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 ± 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 ± 1.0 mm

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

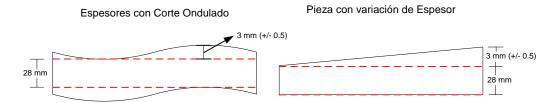


Figura 1. Variación de Espesores y Corte Ondulado

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..

<u>Apariencia</u>

Albura: No permitida.

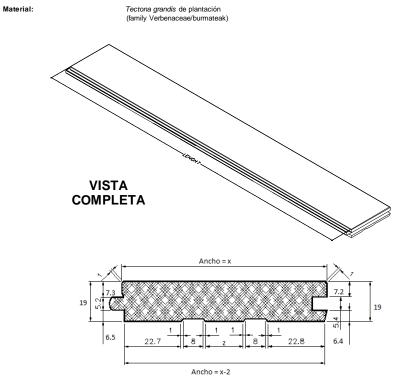
Quebrantadura y **Rajadura**: No permitida si pasa de lado a lado de la tabla, si no cruza se permite siempre y cuando mida menos de 3 plg de longitud

Picadura, Cáscara, Pudredumbre: No permitida.

Cepillo: 100% cepillada por cara y canto.

ESPECIFICACIÓN DE CALIDAD - PISO SÓLIDO

Diciembre, 2013



PERFIL

Dimensional:					5.4
	Especificación	Tolerancia	Defecto Menor		Defecto mayor
Variable 1: LARGO (nominal)	1		ı	_	
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
Variable 2: ANCHO (nominal: 3 1/4	")				
Para todos los largos	82,5 mm	+/- 0.2 mm	(+/-) 0.3 mm a 0.4 mm		(+/-) 0.5 mm y mayor
Variable 3: ESPESOR	•	•	.,		. , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
Para todos los largos	19.0 mm	+/- 0.2 mm	(+/-) 0.3 mm		(+/-) 0.4 mm y mayor
<u> </u>			IV - Y		1 . 7
Variable 4: ESPACIO LATERAL Para todos los largos	0.0 mm	0.4 mm	0.5 mm a 0.6 mm	1	0,7 mm y mayor
Tara todos los largos	0.0 111111	0.4 11111	0.0 11111 0 0.0 11111	-	o, r mm y mayor
Variable 5: GRADA					
Para todos los largos	0.0 mm	+/- 0.4 mm	(+/-) 0.5 mm a 0.6 mm		(+/-) 0.7 mm y mayor
Variable 6: BRILLO (Producto con					
Para todos los largos	AD	+/- 7%	(+/-) 8% a 9%		(+/-) 10% y mayor
Variable 7: HUMEDAD					
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 (cua					Mayor
Tarimas quebradas, problemas de em					Mayor
Grading de la madera contra patrón a	orobado		Menor	0	Mayor
Apariencia de empaque			Menor		
					(dependiendo de la apariencia general)
Pequeñas astilladuras en superficie			Menor		Mayor
Diferencia de color con respecto a patrón aprobado			Menor		Mayor
Golpes de manejo			Menor	0	Mayor
Mucha textura en acabado			Menor	0	Mayor
Manchas, sombras o suciedad	·		Menor	0	Mayor

ANEXO 2.

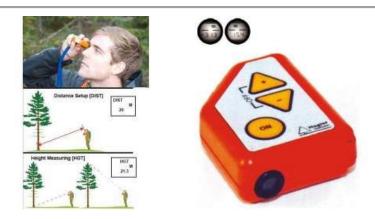
Equipos de medición utilizados en la industria de la madera en el control de árboles

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.

 <u>Vara de medición</u>: Son tubos usualmente de 1,5 m de largo, construidos 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%.



<u>Clinómetro</u>: 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.



<u>Cinta Diamétrica</u>: 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.



<u>Equipos de medida utilizados en la industria de la madera en el procesamiento secundario.</u>

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.

• <u>Cinta métrica</u>: 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.



• <u>Escuadra</u>: Se utiliza para trazar líneas perpendiculares, y para comprobar si un ángulo es de 90º, 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.



• <u>Pie de rey</u>: 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.



<u>Niveles</u>: 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. Perú
- 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/Enciclo-pediaOIT/tomo3/71.pdf
- http://www.usc.edu.co/gestionhumana/files/Manual%20de%20Higuiene%20y%20 Seguridad%20Industrial%20USC%202008.pdf
- http://www.slideshare.net/sorayac/muestreo-en-control-de-calidad-10387849?qid=5d734bd7-269b-4056-a6ceabb29cd46625&v=default&b=&from_search=2
- http://www.monografias.com/trabajos87/calculo-del-tamano-muestra/calculodel-tamano-muestra.shtml#ixzz36LuR3436.