

X MANTENCION DE LOS ELEMENTOS DE CORTE

10.1. Importancia

Para una buena operación del aserrío, es indispensable efectuar una adecuada y planificada mantención preventiva a los equipos y a las herramientas de corte. La preparación y mantención de los elementos de corte en la industria de aserrío y elaboración es de gran importancia, por la incidencia que éstas operaciones tienen en la producción, vida útil de las herramientas, calidad del corte, terminación de la superficie y cantidad de desechos producidos.

En los aserraderos del país, en general existe un desconocimiento de las técnicas apropiadas de mantención de las herramientas de corte, mal uso de las máquinas disponibles en el taller, falta de herramientas y máquinas adecuadas y escasez de personal idóneo. Excepciones a lo anterior, pueden encontrarse en algunos aserraderos de mayores producciones, los que, aparte de estar obligados a obtener madera aserrada de buena calidad, han comprendido la importancia de dicha mantención.

10.2. Operaciones de mantención

La mantención de los elementos de corte comprende diversas operaciones, con el fin de conservar las hojas de las sierras en las mejores condiciones para el proceso de aserrío. Habitualmente, no es necesario realizar todas las operaciones que a continuación se exponen, sin embargo, se recomienda seguir un orden en su ejecución: limpieza y exámen de la sierra, soldadura, aplanamiento, tensionado, control de torcedura, trabado o recalcado e igualado, y afilado de las sierras.

10.2.1 Limpieza y examen de la sierra

Esta debiera ser la primera etapa, muy deseable, en la mantención de las sierras y que consiste en extraer resina, aserrín y otros elementos extraños desde la hoja. Para ello, pueden usarse solventes no corrosivos y/o un cepillo relativamente suave que evite rayaduras.

Una vez que la hoja se ha limpiado, ésta debe examinarse para revisar la presencia de posibles grietas tanto en la garganta (o fondo) como en el dorso (o lomo) de los dientes. Para dicho chequeo se recomienda emplear un lente de hasta 10 aumentos.



10.2.2 Soldadura

En la mantención de las sierras, especialmente en las de huincha, se recurre frecuentemente a la soldadura para unir los extremos de una cinta, para reparar grietas y para arreglar o reemplazar dientes.

Existen tres métodos para soldar las sierras: soldadura oxiacetilénica, por presión y por arco eléctrico. La soldadura es una operación muy importante en la duración y buen servicio de la sierra huincha, por lo que es de interés la elección del método a emplear. La utilidad general de cada sistema se resume en el Cuadro 17.

CUADRO 17

UTILIDAD DE CADA METODO DE SOLDADURA EN LA MANTENCION DE SIERRAS

Utilidad	Método de soldadura				
	Por presión o cautines	Oxiacetileno	Arcoeléctrico		
			Por Puntos	Por arco manual	TIG (*) y MIG
Unión de extremos					
a) por bisel (empalmado)	si	no	no	si	no
b) a tope	no	si	si	si	si
reparación de grietas	no	si	si	no	no
Reparación o reemplazo de dientes	no	si	si	no	no

FUENTE : Tuset y Durán s.f. (43).

NOTA : * TIG= Tungsten Inert Gas.
MIG= Metal Inert Gas.

a) Soldadura por presión o cautines

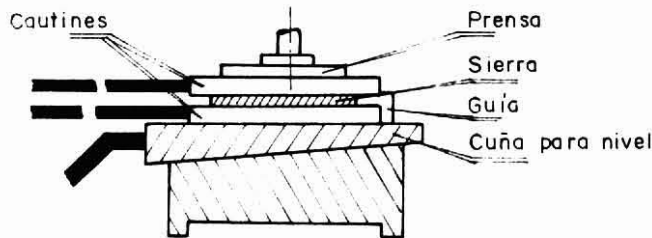
Es un sistema sencillo y tradicional de soldadura, muy usado hasta ahora en Chile, especialmente en los aserraderos pequeños y medianos, pese a su lentitud y a que requiere gran laboriosidad. Tiende a ser reemplazado por bancos de soldar eléctricos, los cuales son de mayor capacidad.

- Equipo necesario (Figura 46)

Este método requiere principalmente de una prensa con los cautines a ser calentados y una achaflanadora mecánica o un juego de limas y soldadura de plata y fundente.

FIGURA 46

EQUIPO PARA SOLDADURA A PRESION O CAUTINES



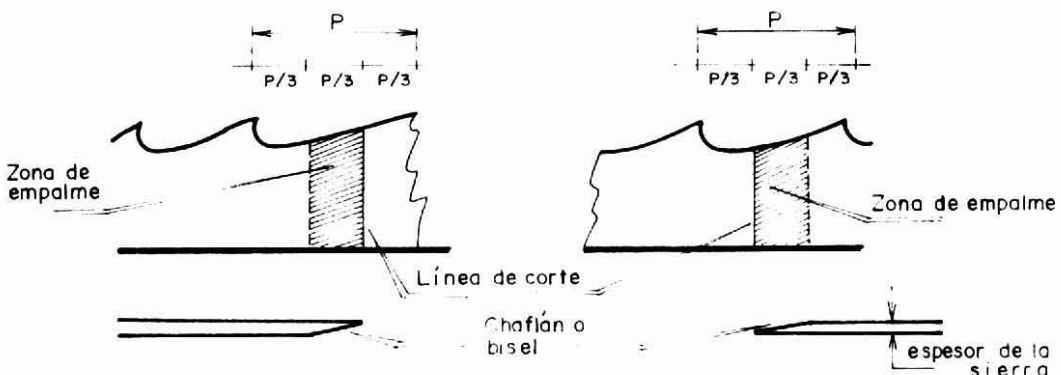
- Procedimiento

En éste método, la sierra se corta preparando un chaflán o bisel según se aprecia en la Figura 47. El ancho de cada bisel se fija normalmente según la relación siguiente:

$$\frac{\text{ancho de bisel}}{\text{espesor de la sierra}} = \frac{10}{1}$$

FIGURA 47

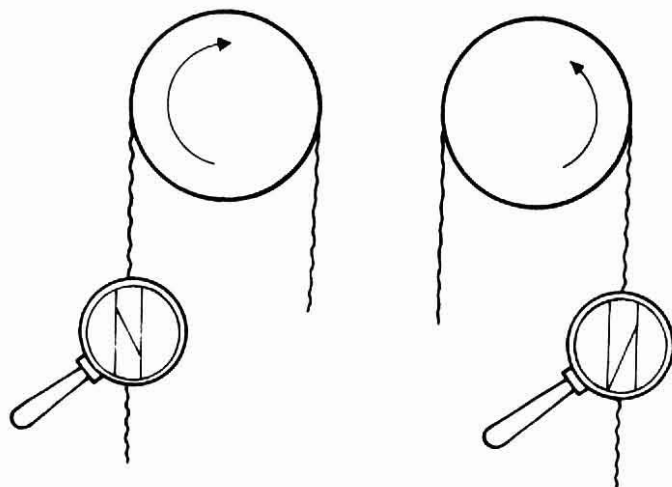
PREPARADO DE BISEL , PARA SOLDAR A PRESION



El sentido en que deben realizarse los biseles es según el giro de los volantes (Figura 48).

FIGURA 48

SENTIDO QUE DEBEN TENER LOS BISELES DE ACUERDO
AL GIRO DE LOS VOLANTES



A continuación, la sierra se suelda empleando una lámina de plata, la que es aprisionada entre los biseles ya efectuados en los extremos de la sierra. Los cautines calientan la huincha, provocando la fusión de la lámina de plata, uniendo los extremos de la huincha.

b) Soldadura mediante equipos oxiacetileno

Este método no es aún muy usado en Chile pese a que presenta claras ventajas con respecto a la soldadura a presión. Esto se debe a que en gran medida se desconoce ésta técnica, aparte de que se necesita gran experiencia y habilidad.

La técnica oxiacetilénica es apropiada para sierras de gran ancho ya que no se requiere de un biselado previo, aparte de que se logra una muy buena calidad a la flexión y a la tracción en la sierra. A su vez, se pueden reparar grietas en la garganta de los dientes, logrando una mayor duración de la sierra y estabilidad en la zona de los dientes. No se requiere cortar las sierras y además, es posible reparar y reemplazar dientes quebrados.

La soldadura oxiacetilénica proporciona una gran resistencia debido al uso de electrodos (aporte de material), de características mecánicas parecidas al acero de la sierra, y porque ambos se funden dando homogeneidad a esa zona.

- Equipos

Los equipos necesarios para emplear este método se componen principalmente de: una prensa; un tubo de oxígeno y otro de acetileno, con sus manómetros y mangueras; lijadora eléctrica para soldaduras o juego de limas; soldadura especial en trozos de sierra huincha iguales a la que será reparada, etc.

- Procedimiento

Para efectuar una soldadura de tope, se procede de la siguiente forma:

- Se cortan a escuadra los dos extremos de la sierra en la mitad del paso del diente.
- Se sujeta un extremo de la sierra en la prensa de soldar y se centra en la cara del yunque; luego, se hace lo mismo con el otro extremo, teniendo cuidado que no haya desplazamiento, por extremos de la hoja deben quedar separados entre sí, a una distancia similar al espesor de la sierra.
- La presión utilizada es de $0,35 \text{ kg/cm}^2$ en el acetileno y de $0,70 \text{ kg/cm}^2$ en el oxígeno. Se deberá cambiar de boquilla de acuerdo al espesor de la hoja a soldar (Cuadro 18)

CUADRO 18

CALIBRE DE BOQUILLAS EMPLEADAS EN SOLDADURAS POR OXIACETILENO,
SEGUN EL ESPESOR DE LA SIERRA

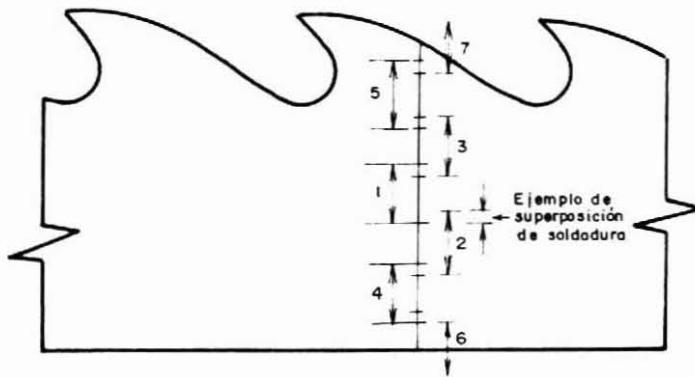
Espesor sierra (mm)	Calibre boquilla (N°)
1,06 o menor	1
1,24 - 1,47	2
1,65 - 1,82	3
2,10 o mayor	4

FUENTE: Gutiérrez y Gutiérrez, 1982 (15).

- Luego, para encender el gas y obtener la llama adecuada, se abre la válvula de acetileno hasta que desaparezca el humo, luego se abre el oxígeno, aumentándolo hasta obtener una llama con un cono central azulado y otra llama de longitud mayor con forma de pluma. Para que no aparezca llama oxidante (la llama de soldar debe ser neutra o ligeramente reductora), debe buscarse siempre el formado de una pequeña pluma.
- Antes de empezar la soldadura, precalentar el yunque y el martillo a unos 200°C, para que la sierra no se enfríe demasiado.
- Empezar el aporte de material en el centro de la hoja, formando un charco o punto de soldadura. El largo de cada punto será del orden de 10 a 20 mm, según el ancho de la huincha. Cada punto se debe superponer alrededor de 4 a 5 mm sobre el anterior, como se aprecia en la Figura 49.

FIGURA 49

SECUENCIA Y TRASLADO DE SOLDADURAS
MEDIANTE EQUIPO OXIACETILENO



- Aportar material con una barra de soldadura especial para el tipo de acero de la sierra, o con material recortado de la misma hoja.
- Se calienta la sierra manteniendo firme el soplete con el cono casi tocando la hoja, hasta lograr un color rojo claro. De un estado pastoso se pasa a un estado líquido en todo el espesor de la hoja. En este momento se acerca más la llama, en tal forma que ésta atraviese la zona,

escuchándose un suave silbido (se habla de penetración). Al producirse la penetración, se retira la boquilla, al mismo tiempo que se consume el extremo de la barra de soldadura en el punto.

- Se repite la etapa anterior, traslapando la soldadura, según la secuencia mostrada en la Figura 49. En los extremos, la soldadura es más delicada, por haber menos material.
- Cuando se han completado tres puntos, se calientan hasta obtener un rojo blanco y luego se levanta el yunque y se golpean con un martillo de 600 gr de peso. No se debe golpear cuando ha desaparecido el color rojo.
- Una vez completada la soldadura, ésta se debe revenir, para liberar tensiones internas. Se eleva la temperatura de la soldadura hasta obtener un color rojo opaco y luego se deja enfriar lentamente.
- Por último es necesario verificar que el espesor del área soldada quede igual al de la hoja.

c) Soldadura eléctrica

El sistema tradicional consiste en una corriente alterna de baja tensión y alta intensidad, que pasa a través de las mordazas que afirman las zonas a soldar. La resistencia del acero y de la soldadura de plata hacen elevar la temperatura como para lograr la unión.

Otros sistemas modernos (TIG y MIG) logran la soldadura bajo presión gaseosa. El sistema TIG (tungsten inert gas) emplea un arco no fundente de tungsteno en una atmósfera inerte de argón o helio o de una mezcla de ellos. El sistema MIG (metal inert gas) utiliza un arco de metal fundente en una atmósfera de los gases ya mencionados.

La soldadura eléctrica es un sistema moderno y muy rápido para efectuar soldaduras a tope. Por otro lado, no permite soldar grietas o trizaduras sin cortar completamente la hoja.

10.2.3 Aplanamiento

El aplanamiento, nivelación o alisamiento tiene como objetivo eliminar abolladuras, protuberancias o rugosidades que



frecuentemente aparecen en los diversos tipos de sierras. Es una operación muy ligada al tensionado.

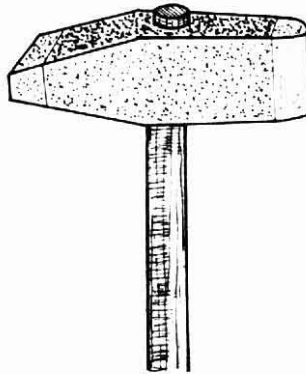
a) Aplanamiento de la sierra circular

- Materiales

Se precisa de un yunque y de martillo de aplanar de caras cruzadas. Este martillo tiene la forma que se muestra en la Figura 50. Se recomienda que tenga un peso entre 1,5 y 1,8 kg, su mango debe ser de 30 cm de largo y de aristas redondeadas.

FIGURA 50

**MARTILLO DE CARAS CRUZADAS PARA EL
APLANAMIENTO DE SIERRAS CIRCULARES**



El yunque puede ser de acero o de madera dura. Se recomiendan diferentes modelos y tamaños, por ejemplo, puede ser un cubo de 20 cm de lado, o un cilindro de diámetro y altura también de 20 cm, etc. En todo caso, la superficie de trabajo debe ser ligeramente convexa con una flecha de 2 mm. El yunque debe estar afirmado sobre una base de hormigón o madera dura, asegurándose una gran estabilidad al conjunto.

En cuanto a las reglas de control, se requiere un juego de éstas con un borde perfectamente recto, de 5 mm de espesor y de largos variados, según los diámetros de las sierras circulares

que se utilicen. El largo de la regla debe ser menor o igual que el diámetro de la sierra.

- Corrección de los defectos

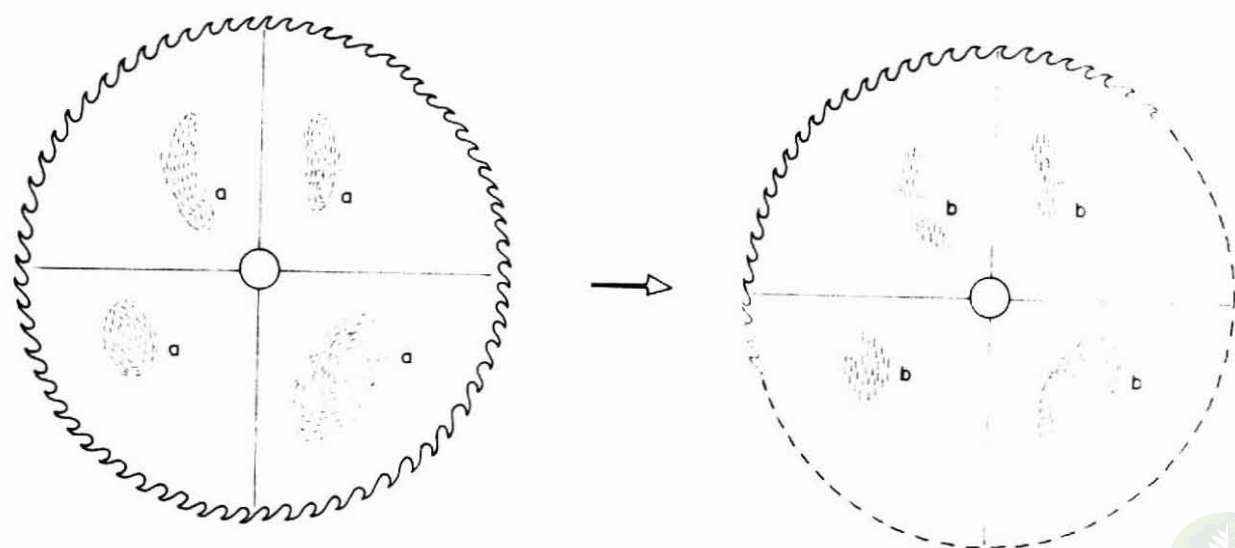
Una vez limpiada convenientemente la sierra, se procede obviamente a ubicar los defectos a corregir con el aplanamiento. Para ello, se coloca el disco en forma vertical sobre el yunque y se aplica sobre él, la regla que corresponda. En discos grandes, puede hacerse el control por cada cuadrante, con una regla corta, luego hacer girar el disco, controlando primero una cara y luego la otra.

El defecto más común es la presencia de ampollas o protuberancias y arrugas o lomos. Además, puede presentarse el disco retorcido y virado.

Las ampollas se corrigen con golpes de martillo de caras cruzadas. Sobre el yunque se coloca una pieza de cuero y sobre ésta se apoya la zona del disco a ser corregida. Luego, se aplican golpes suaves con el martillo de modo que la dirección longitudinal de los golpes sea paralela al eje mayor de la ampolla, posteriormente se martilla la cara opuesta. Después de una primera serie de martilleo, el cuero puede retirarse, para apoyar el disco directamente sobre el yunque. Esto podría repetirse hasta lograr que ambas caras queden planas. El procedimiento de martillado se muestra en la Figura 51.

FIGURA 51

APLANAMIENTO DE AMPOLLAS, CORRECCION POR MARTILLADO

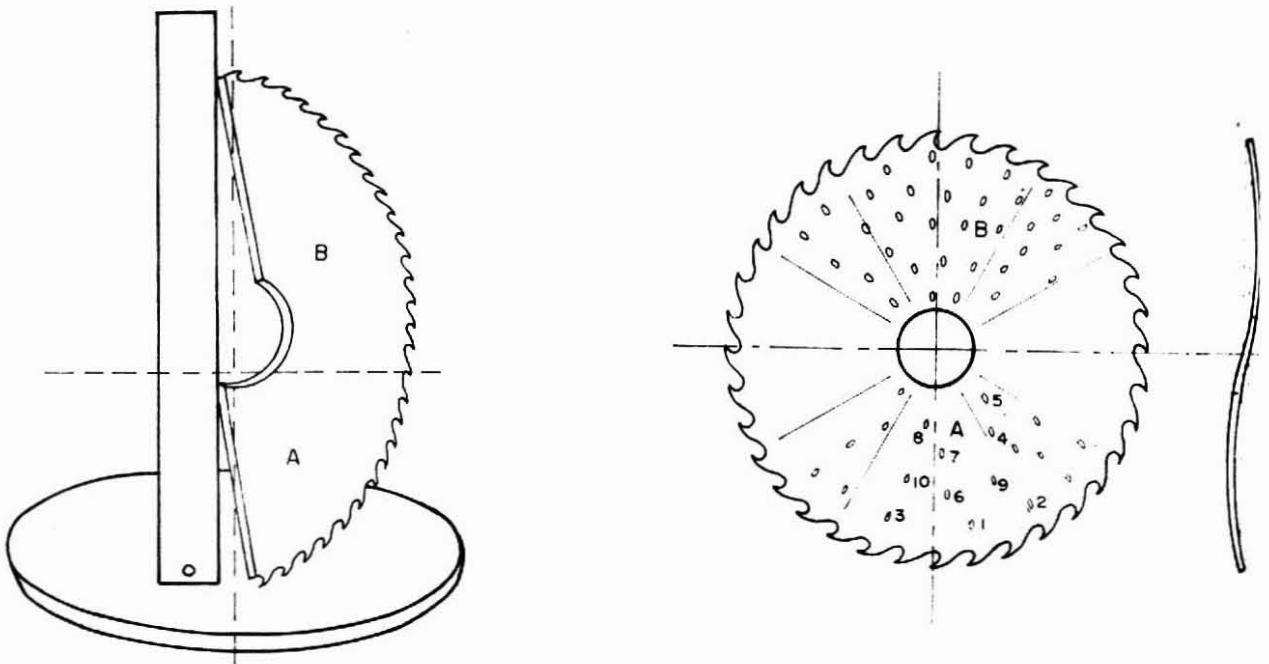


NOTA: a: ampollas
b: ampollas corregidas por martillado.

Para el caso de la sierra circular retorcida, ésta se puede corregir según se aprecia en la Figura 56. Primero, se martilla la zona A mediante golpes suaves aplicados en la sucesión que indican los números y con dirección opuesta. Finalmente, se controla para definir si es necesario continuar el martillado.

FIGURA 52

SIERRA CIRCULAR RETORCIDA Y FORMA DE CORREGIR ESTE DEFECTO



b) Aplanamiento de sierra huincha
- Materiales

Para el aplanamiento de la sierra huincha, se requiere de una mesa de trabajo o banco, un martillo de caras cruzadas y una regla de control.

El banco de trabajo es el mismo que se utiliza para el tensionado de estas sierras. Para el aplanado, esa mesa incluye una superficie de aplanar que puede ser de madera o de acero.

El martillo de caras cruzadas que se utiliza para aplanar sierras huinchas, debe tener un peso de acuerdo al espesor de la sierra. Se recomienda un peso no mayor de 900 g para espesores de hasta 1,25 mm, de 1,1 a 1,6 kg para espesores de 1,5 a 1,65 mm, y de 1,6 a 1,8 kg para espesores de 1,65 a 1,8 mm. En cuanto a la regla de control, se recomienda que ésta sea de un largo igual al ancho mayor de las huinchas que serán aplanadas.

- Corrección de los defectos

Una vez que se ha limpiado la sierra, se procede a colocarla sobre la mesa de trabajo, de modo que las puntas de los dientes queden fuera de la superficie de aplanado. Luego, se pasa un paño mojado con algún solvente y en seguida se observa la presencia de abolladuras mediante la aplicación de la regla de control en diferentes posiciones, próximas entre sí, tanto en dirección transversal como longitudinal.

Los defectos encontrados se martillan dando golpes muy perpendiculares a la huincha. Luego, se controla con la regla. Finalmente, una vez listo un lado, se procede en forma similar en la otra cara.

10.2.4. Tensionado

El tensionado de las sierras se efectúa para compensar el efecto de las deformaciones desuniformes que se producen las grandes velocidades de corte, y por el calentamiento que ellas sufren. En caso de no realizarse un tensionado previo, la sierra se desvía, produciendo un corte defectuoso.

a) Tensionado de la sierra circular

En las sierras circulares, por efecto de la fuerza centrífuga que se genera con su rotación a alta velocidad, se produce un alargamiento mayor en la zona periférica que en el centro, además, se producen altas temperaturas en la zona de los dientes, lo cual aumenta el efecto anterior.

El proceso de tensionado corrige este efecto, pretensando la zona central del disco de manera que al girar su tensión sea similar a la de la zona periférica.

- Control de la tensión

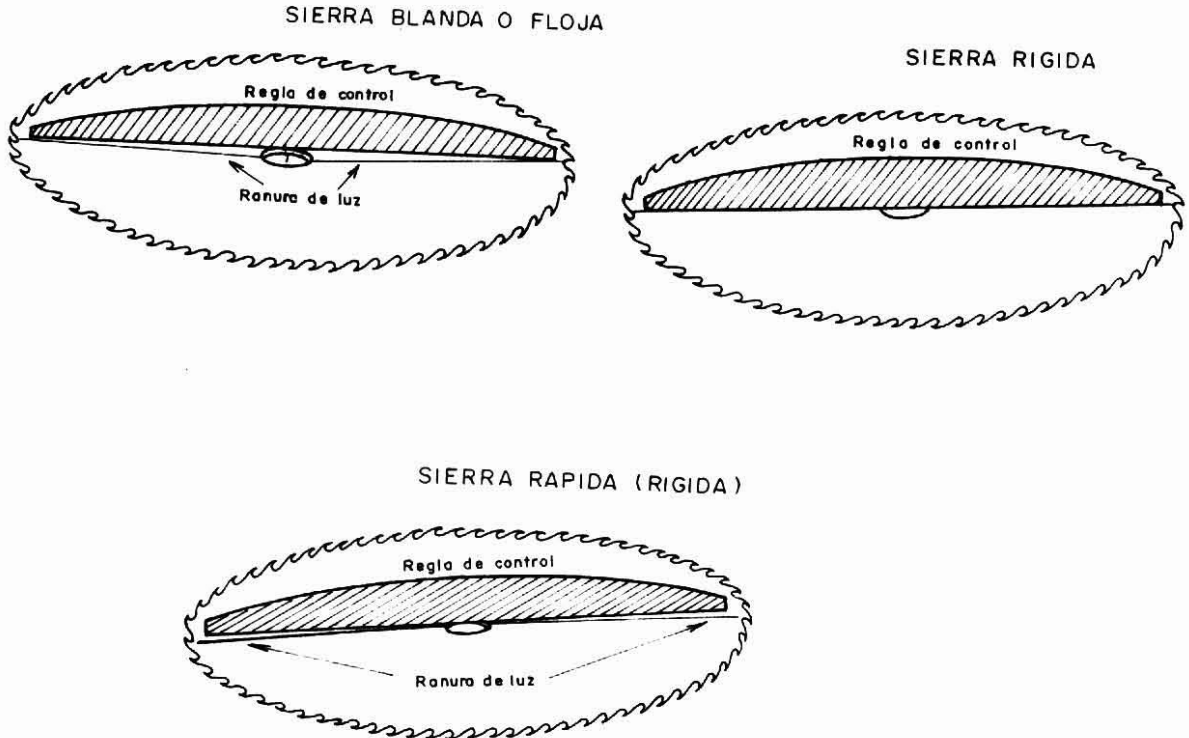
Para determinar el grado de tensión, se procede de la siguiente manera: se ubica la sierra sobre un yunque y se coloca



una regla de control que cubra todo el diámetro de la sierra. Existen tres posibilidades características, las cuales se muestran en la Figura 53.

FIGURA 53

CONTROL DE LA TENSION DE UNA SIERRA CIRCULAR



Se habla de "sierra blanda o floja" cuando se advierte una ranura de luz a ambos lados del centro del disco, la cual disminuye gradualmente hacia el borde dentado. Cuanto mayor sea la ranura, el disco estará tensionado para trabajar a mayores r.p.m.

En la "sierra rígida", no queda ranura de luz entre regla y disco. Dicha sierra carece de tensión.

En la "sierra rápida" (a veces denominada también "rígida") se observa ranura de luz solamente en la zona próxima a los dientes: la zona periférica está más alargada que la del centro de la sierra. Esta sierra tampoco tiene tensión.

- Aplicación de tensión

- Se unta la sierra por sus dos caras con grasa consistente o sebo.
- Se ubica la sierra sobre el yunque y con un dedo se marca un círculo cuyo radio sea aproximadamente la mitad del radio del disco.
- Con el martillo de tensar se aplican golpes suaves sobre el círculo marcado. Los martillazos se aplican de manera regular y bien próximos unos de otros, de modo tal que la zona que se martilla apoye sobre la parte convexa del yunque.
- Cuando se completa un círculo de martilleo, se da vuelta la sierra y se repite la operación en la zona correspondiente de la otra cara.
- Después de martillada la segunda cara, es necesario controlar el aplanado correcto del disco, pues los golpes pueden haber introducido defectos. Si no hay problema de aplanado, se controla la tensión obtenida.
- Si la tensión es insuficiente para la velocidad de rotación a la que trabajará la sierra, se repite la misma operación antes explicada, pero esta vez con un nuevo círculo ubicado más hacia el exterior ($1/3$ del radio del disco aproximadamente).
- Si esta tensión aún es insuficiente, se repite el martillado sobre un tercer círculo marcado hacia el centro respecto del primero y concéntrico respecto a los dos anteriores.
- Se recomienda que con los sucesivos círculos no se acerque el martilleo demasiado al fondo de los dientes ni al centro del disco. El radio máximo de martillado es de $2/3$ del radio del disco y el mínimo a 5 cm del centro.
- Corrección de una sierra demasiado "blanda" o "floja"

En este caso, la parte central de la sierra ha sido tensada en exceso. La forma de compensarla es como sigue:

- Se martilla un círculo cercano al fondo de los dientes, pero sin tocarlos.



- Se hace esta misma operación en la misma zona de la otra cara.
- Se controla el aplanamiento y la tensión lograda. Si ésta sigue siendo excesiva, se repite el martillado en la misma zona periférica.

- Corrección de una sierra "rápida" o "rígida"

En esta situación, la zona periférica está dilatada en exceso. La corrección se hace de la siguiente forma:

- Se martilla hacia el centro del disco, aplicando un gran número de golpes.
- Se efectúa la misma operación en la otra cara.
- Se controla el aplanamiento y la nueva tensión.

El tensado de las sierras circulares también puede realizarse con máquinas diseñadas para ese fin, las que se presentan en diversos modelos para diferentes diámetros de discos. Mediante el cambio de rodillos en dichas máquinas, es posible efectuar el aplanamiento de las sierras.

b) Tensionado de sierra huincha

Durante el proceso de aserrado, el borde dentado se alarga más que el centro del cuerpo de la huincha, debido al esfuerzo que debe soportar. El borde dentado queda suelto, generándose cortes defectuosos o zigzagueantes. Por lo tanto, el objetivo del tensionado es mantener tenso el borde dentado durante el proceso de aserrado. Para lograr eso se expande el centro del cuerpo de la huincha.

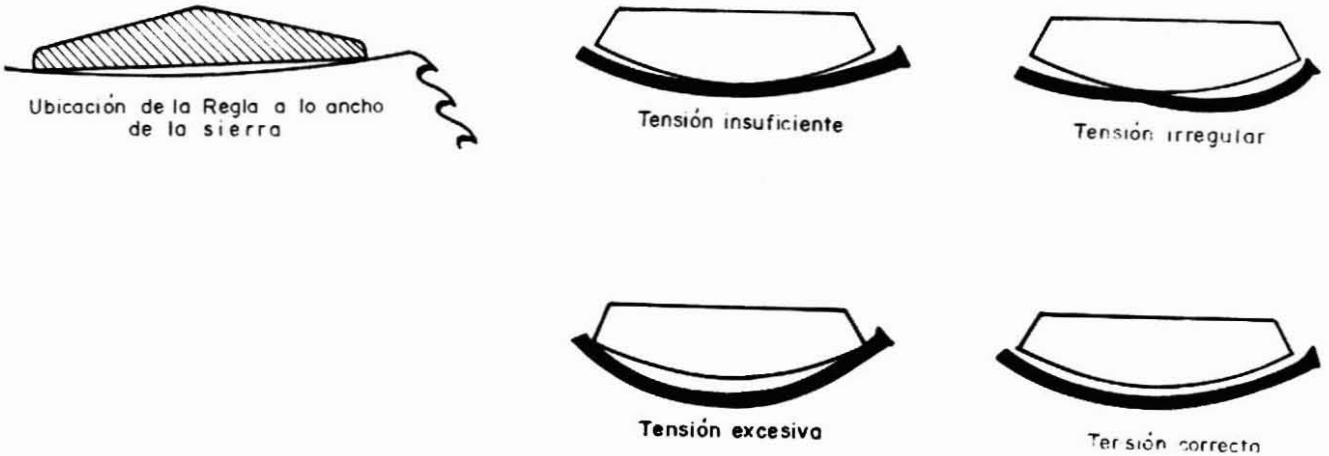
- Control de la tensión

La tensión de una sierra huincha es correcta, si al sobreponer una regla a lo ancho de la lámina, ésta toca a la hoja sólo en los bordes. A su vez, la tensión es defectuosa cuando la luz es insuficiente, excesiva o situada muy cerca de los dientes o del dorso de la hoja (Figura 54).



FIGURA 54

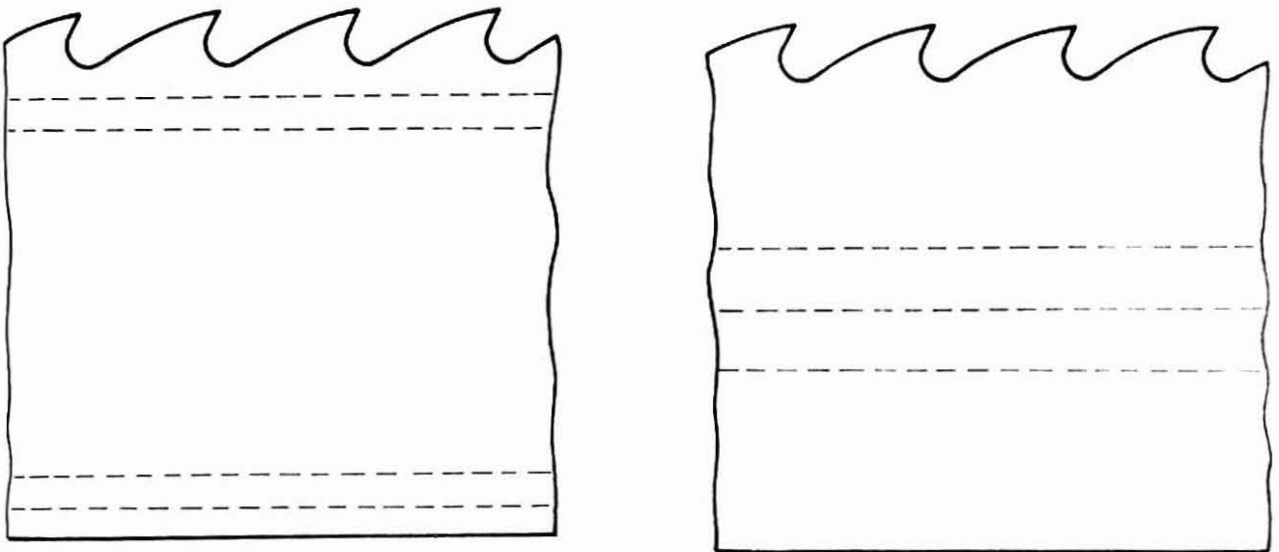
CONTROL DE LA TENSION DE UNA SIERRA HUINCHA



Si se comprueba que la tensión es excesiva, se alargan los bordes dando una o varias pasadas de rodillo. Si al contrario, la tensión es insuficiente, por lo general se recomienda tres pasadas al centro de la lámina (Figura 55)

FIGURA 55

CORRECCION DE LA TENSION EN UNA SIERRA HUINCHA

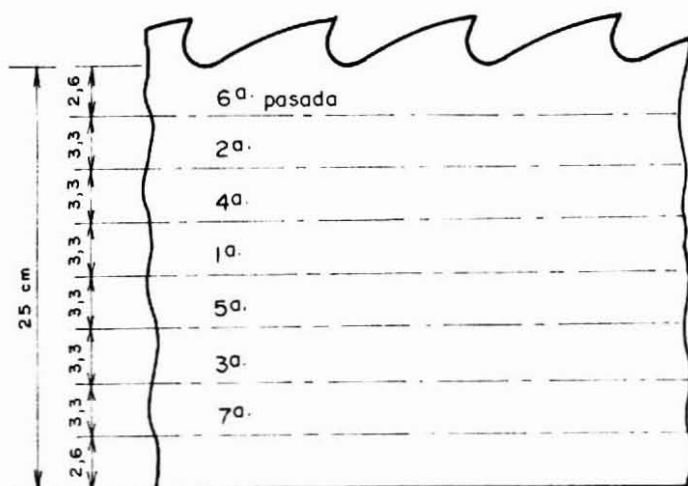


Aplicación de la tensión

- . Antes de efectuar el tensionado, se debe controlar o verificar la rectitud o convexidad del dorso de la hoja.
- . Para tensionar, se monta la sierra en el aparato laminador, dándole un cierto número de pasadas en su sentido longitudinal, como se aprecia en la Figura 56.
- . Suponiendo que la lámina está con muy baja tensión, la pasada de rodillo se da al centro, con la presión más fuerte.
- . La presión para las otras pasadas va decreciendo a medida que se aproxima a los bordes.

FIGURA 56

TENSIONADO DE UNA SIERRA HUINCHA DE 25 cm DE ANCHO



10.2.5 Torcedura

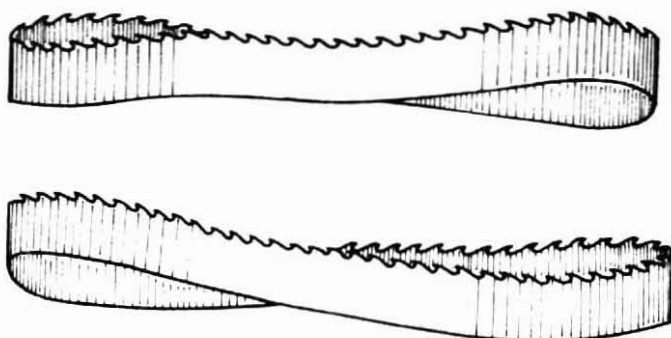
a) Control de la torcedura

Para las sierras huincha, se recomienda controlar si ésta se encuentra torcida. La torcedura puede haber aparecido por manipulación incorrecta, por volantes mal alineados, o por usar la hoja durante un tiempo largo sin tensarla. Antes de examinar la sierra para ver si está torcida, ésta se debe aplanar, tensionar y controlar la convexidad de un dorso.

Una forma de determinar si una sierra está o no torcida es colocándola de plano sobre un piso bien nivelado (Figura 57). Si la lámina no tiene torceduras, permanecerá perpendicular al piso en sus extremos; por el contrario, si está torcida, un extremo se inclinará hacia un lado y el otro hacia el lado opuesto, de tal manera que desde arriba se observa en forma de ocho. No basta examinar la sierra en una sola posición, sino hacerla rodar empujándola de un extremo.

FIGURA 57

SISTEMA PARA COMPROBAR TORCEDURA
EN UNA SIERRA HUINCHA



b) Corrección de la torcedura

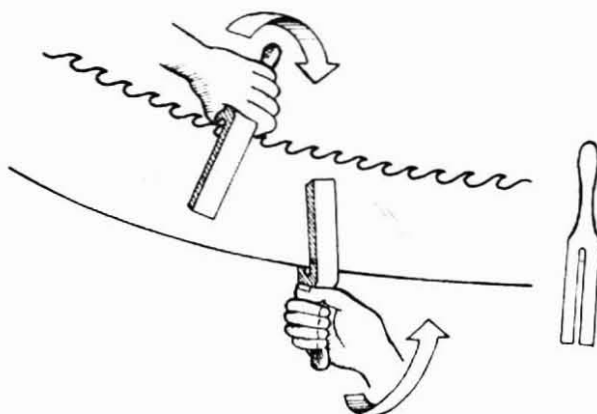
Dos de los métodos usados para corregir la torcedura son:

- Mediante horquillas de madera

Un operario sostiene la hoja con una horquilla, y otro la retuerce en sentido opuesto con otra (Figura 58).

FIGURA 58

CORRECCION DE TORCEDURA MEDIANTE HORQUILLAS DE MADERA

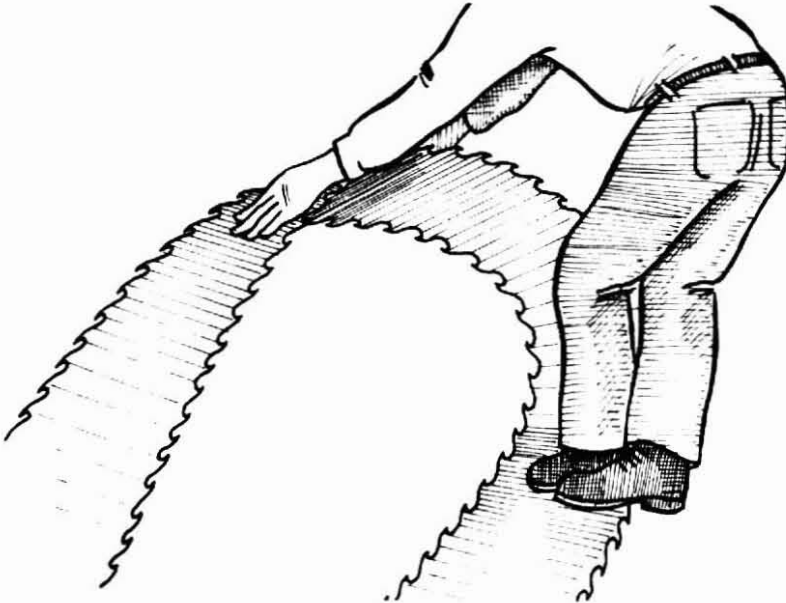


- Método de "caminar la sierra"

Este sistema se puede usar en huinchas de hasta 30 cm de ancho. Esta operación requiere la ayuda de un operario para sostener un extremo de la lámina, que reposa de cara sobre el suelo (Figura 59). El especialista se coloca frente al dorso de la lámina en la parte que cae hacia él. Luego ubica sus manos sobre el bucle de la sierra empujándola hacia abajo y hacia adelante y ayudándose con los pies la tuerce en sentido contrario al defecto, al mismo tiempo que la va haciendo rodar de a pequeños espacios de 15 cm, hasta que haya recorrido todo el largo de la sierra o la zona torcida. Por último, se da vuelta la sierra para efectuar la misma operación por la otra cara de ella.

FIGURA 59

CORRECCION DE TORCEDURA "CAMINANDO LA SIERRA"

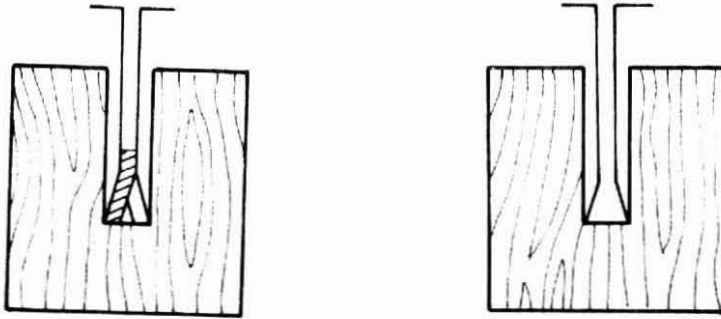


10.2.6 Trabado, recalcado e igualado

El objetivo del trabado y recalcado es ensanchar la punta de los dientes con respecto al resto de la sierra (Figura 60). Esto proporciona a la sierra una holgura al cortar la madera. En general, el ensanche es cercano al doble del espesor de la sierra.

FIGURA 60

TRABADO Y RECALCADO DE DIENTES



Diente trabado
(por torsión)

Diente recalcado
(por aplastamiento)

a) Trabado

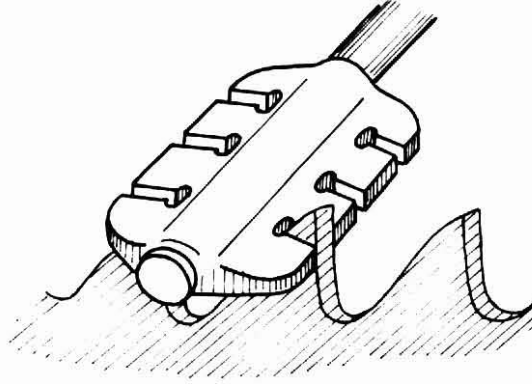
El trabado consiste en doblar la punta de los dientes de la sierra, alternativamente hacia ambos lados del plano de corte.

El trabado debe realizarse lo más cerca posible de la punta de los dientes, para evitar que vuelvan a su posición original durante el proceso de aserrado.

Para obtener un corte recto, se recomienda que cada dos o tres dientes, quede uno sin trabar. Estos dientes se mantendrán firmes durante el corte y no se desplazarán hacia los lados, lo cual sirve de guía para la sierra.

El trabado puede realizarse en forma manual o mecanizada. En la Figura 61 se muestra el trabado empleando pinzas especiales: este sistema tiene buena precisión pero es un tanto lento.

FIGURA 61
TRABADO DE DIENTES EMPLEANDO PINZAS ESPECIALES



b) Recalcado

El recalcado consiste en ensanchar el borde de la sierra por aplastamiento de la punta de los dientes. Consta de dos operaciones: la etapa de deformación y luego el enderezado lateral o igualado.

Al recalcar el material de la zona alta del diente, se comprime hacia atrás y hacia los lados. Esto se realiza con una barra de recalcado (excéntrica), la cual tiene un perfil especial, el que se hace girar para causar la deformación en el extremo del diente.

En las Figuras 62 y 63 se ilustra un aparato recalgador para sierra huincha y la forma de llevar a cabo el recalcado.

FIGURA 62
APARATO RECALCADOR PARA SIERRA HUINCHA

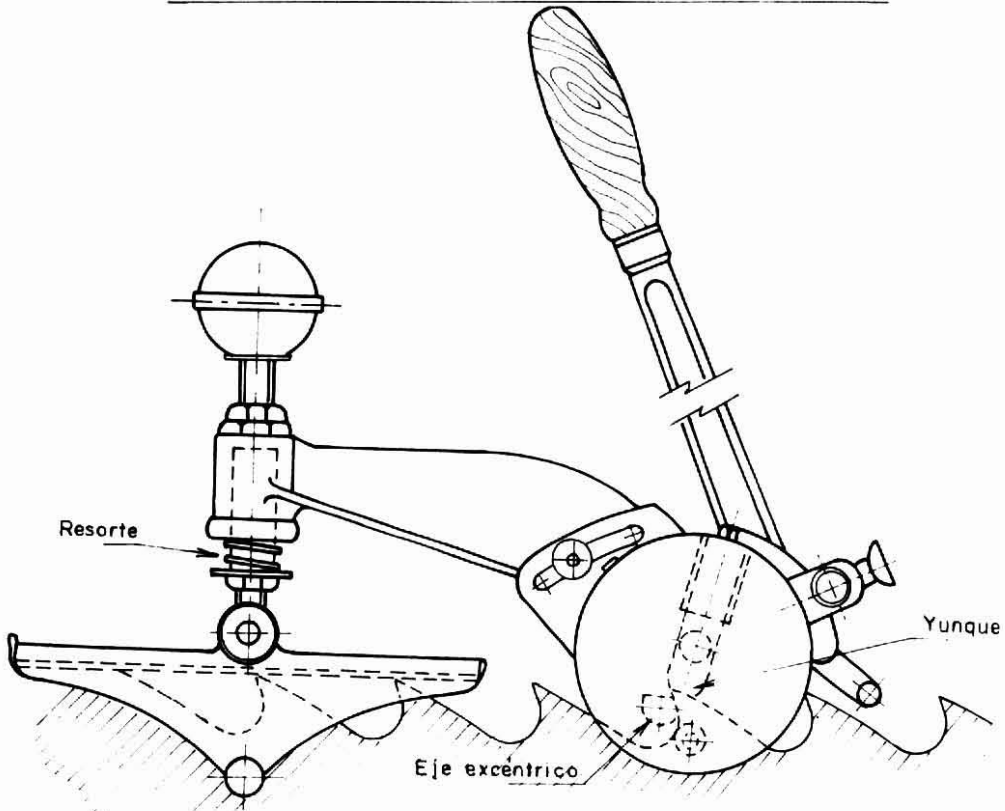
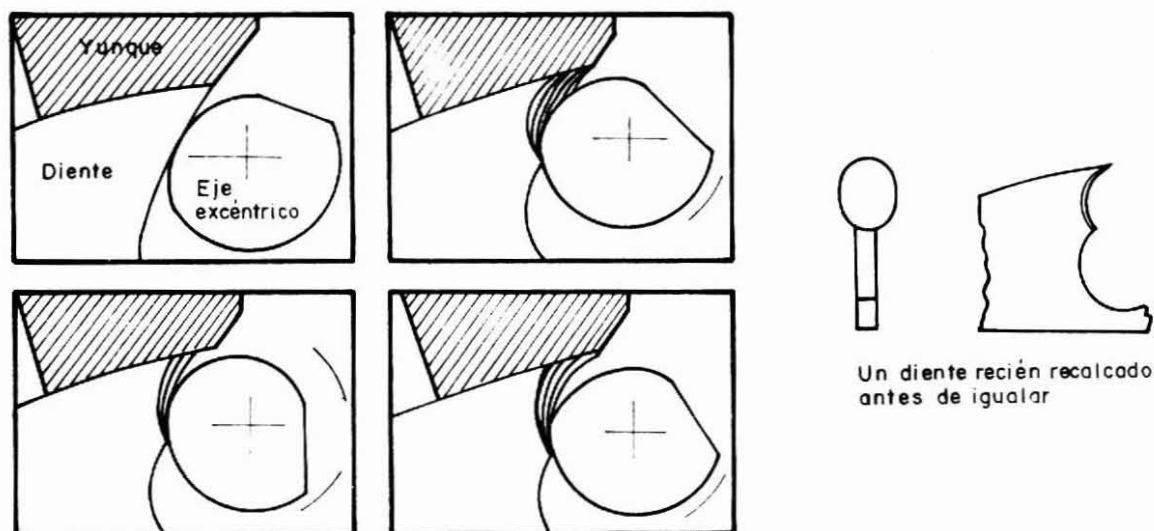


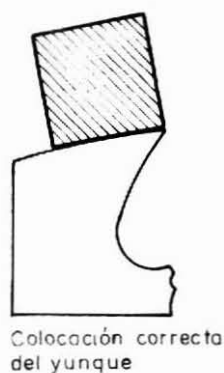
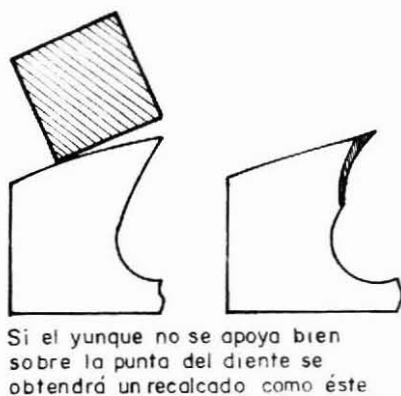
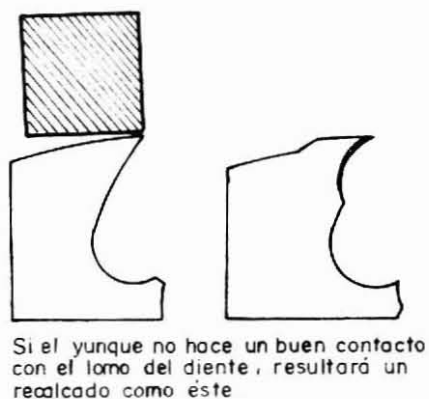
FIGURA 63

ASPECTOS DEL PROCESO DE RECALCADO

1) Forma correcta de efectuar el recalcado.



2) Ubicación del yunque del recalgador sobre el dorso del diente.



Un correcto recalcado debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La cara cortante debe ser perpendicular a la línea media del cuerpo de la lámina.
- El eje del diente debe coincidir con el eje del cuerpo de la hoja. Es decir, la parte recalcada debe estar perfectamente centrada, tanto en el diente como en el cuerpo de la hoja de la sierra.

Los anchos del trabado o del recalcado dependen básicamente de:

- Tipo de madera : La madera más dura necesita menos trabado que la madera blanda
- Humedad de la madera : Mientras mayor es la humedad de la madera, mayor es el trabado de la sierra
- Resina en la madera : A mayor cantidad de resina en la madera, será necesario un mayor trabado.
- Alimentación de madera : A velocidades mayores de alimentación de madera, se deberá tener un mayor trabado.
- Espesor de la sierra : Mientras mayor es el espesor de la sierra, se requiere un mayor trabado.
- Ancho de la sierra : Hojas angostas requieren menos trabado.
- Estado de la sierra : Las sierras que tengan grandes irregularidades, tales como: abolladuras, golpes, etc., requieren mayor trabado.

Los valores que en general se pueden recomendar para el trabado y recalcado de las sierras, se exponen en el Cuadro 19.



CUADRO 19

VALORES DE TRABADO DE LAS SIERRAS (*)

Especies madereras	Anchos de trabado (mm)	
	Sierra huincha	Sierra alternativa
Coníferas en estado verde	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8
Coníferas con alto contenido de resinas	0,5 - 0,6	0,6 - 0,8
Latifoliadas en estado verde	0,3 - 0,5	0,5 - 0,6
Latifoliadas secas o heladas	0,25 - 0,35	0,4 - 0,6

FUENTE: Fronius, 1983 (12).

NOTAS : (*)

- Valores de recalcado, un 10% menos que el ancho de trabado.
- En las sierras circulares el trabado es función del diámetro de la sierra.

- Beneficios y limitaciones del trabado y recalcado

- . Cada diente recalcado actúa como si fuera un pequeño formón y el diente no sufre las torsiones del trabado, las cuales reducen la resistencia del material.
- . La punta recalcada tiene mayor dureza que el resto de los dientes.
- . Los frotamientos laterales son menores en los dientes recalcados.
- . Cada diente recalcado hace su trabajo en forma completa (o sea, corta simultáneamente a ambos lados de la hoja), mientras que para cumplir el mismo trabajo se requiere la pasada de dos dientes trabados, en consecuencia, el recalcado permite aumentar la velocidad de alimentación.
- . Por la misma causa anterior, el recalcado permite aumentar el paso. Es decir, al cortar simultáneamente en ambos costados, el diente recalcado produce más aserrín que el diente trabado y por lo tanto requiere un mayor paso (y mayor garganta).
- . El recalcado no puede aplicarse a hojas con un paso inferior a 18 mm, por falta de espacio para el recalgador. En general, se reserva para hojas con más



de 10 cm de ancho. En sierras circulares el recalado debe aplicarse para sierras de corte longitudinal, con dientes de perfil N°1 y paso mayor o igual a 25 mm.

c) Igualado

El igualado o rectificación que se hace después del recalado, asegura la uniformidad de todos los dientes y la regularidad de las aristas cortantes (Figura 64 y 65).

En los aserraderos y barracas es frecuente observar que los encargados de las sierras no dan la debida importancia al trabajo de igualado. Esta operación asegura tanto un aserrado más regular como una mayor duración de la lámina, por la menor fatiga, debido a que todos los dientes participan igualmente en el trabajo.

FIGURA 64

DIENTES IGUALADOS

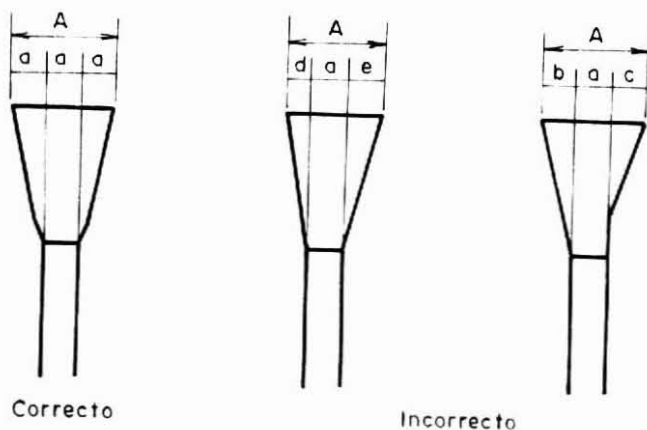
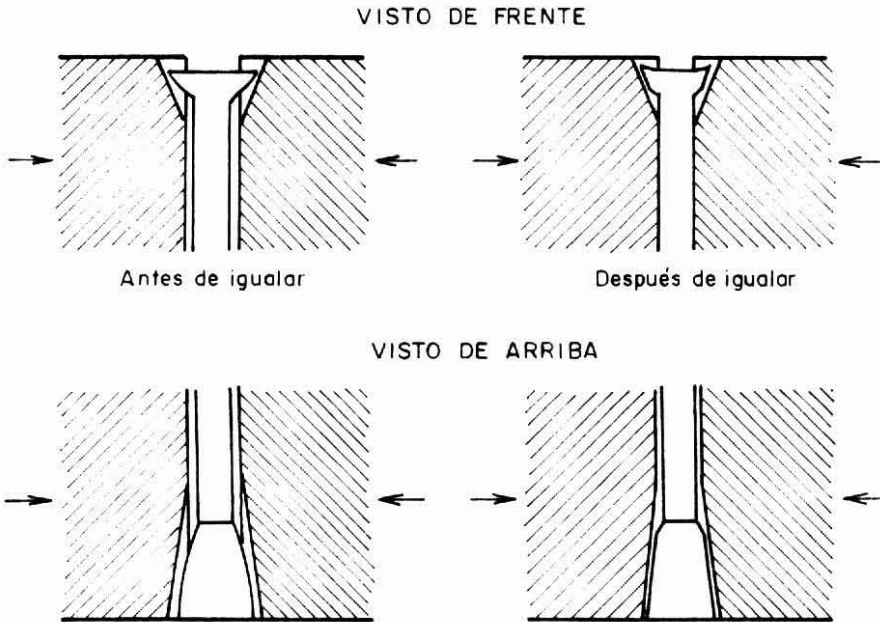


FIGURA 65

DIENTES ANTES Y DESPUES DE IGUALAR



El recalado debe hacerse más ancho que lo usual para trabajar, con el objeto de proporcionar material al igualador para que comprima lateralmente el recalado a fin que los dientes queden todos del mismo ancho y la cara lateral del recalado resulte resistente. El exceso de anchura que se da al recalado con el objeto de igualar debe ser de 1 1/2 puntos de calibre para las hojas delgadas y de 2 puntos para las más gruesas.

10.2.7 Afilado

El objetivo del afilado es obtener una arista de corte de buena calidad, con el mínimo de pérdidas de material, sin quemaduras y manteniendo el perfil correcto.

a) Consideraciones de los materiales a emplear

El afilado de los dientes de las sierras se realiza generalmente con piedras de esmeril cerámicas, debido a que este material permite grandes velocidades de giro, ya que el afilado de los dientes se realiza a velocidades periféricas de alrededor de 30 m/seg.

Al seleccionar las piedras de esmeril, deberá tenerse en cuenta los siguientes factores: tipo de abrasivo, tamaño de grano y dureza.

El abrasivo recomendado es el óxido de aluminio. El tamaño del grano empleado usualmente varía entre 40 y 80, pero de acuerdo a fabricantes de sierras alternativas, es mejor utilizar granos entre 50 y 60, ya que granos menores eliminan con mayor dificultad el metal, lo que puede provocar quemaduras en la garganta del diente, lo que a su vez provoca grietas en ella. Se recomienda utilizar un grano menor de 60 cuando se afilan sierras con un paso pequeño.

Para la dureza debe considerarse que las piedras de esmeril tienen una nomenclatura alfabética que indica su dureza, cuanto más cerca de la A se encuentra la letra de la piedra, mayor es su dureza. En el afilado de las sierras alternativas, se emplean piedras esmeril de durezas L-M-N. Las piedras más duras tienen una vida más larga, pero existe el riesgo de quemar la garganta del diente.

b) Consideraciones sobre el proceso de afilado

En todos los modelos de afiladoras hay regulaciones que deben hacerse antes de ponerlas en marcha y otras que se ajustan una vez en funcionamiento. Esto se aplica en especial para las afiladoras automáticas modernas. Otros modelos sencillos requieren un período de experimentación para conocer sus posibilidades.

A continuación se resumen los pasos que normalmente deben seguirse para el correcto uso de las máquinas afiladoras:

- Seleccionar la piedra esmeril según tamaño admitido por la máquina y según espesor, grano, dureza, etc., requeridos por el material a afilar.
- Seleccionar también el bisel de la piedra, según el perfil deseado.
- Controlar el estado de limpieza y ausencia de defectos en el bisel de la piedra, revisando que no exista un posible juego en el eje de la piedra.

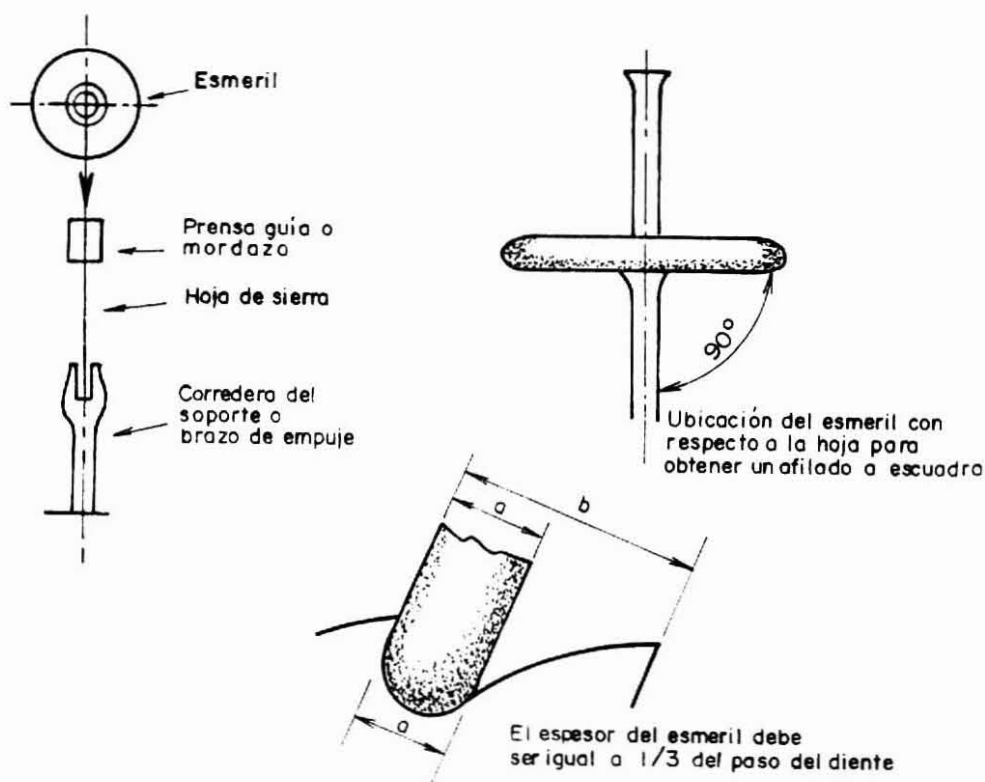
Controlar la ubicación correcta del disco o la hoja en la máquina. En sierras huincha es importante que el dorso circule en un plano perfectamente horizontal. Para sierras

alternativas se utiliza un dispositivo tipo carro que simplifica esta operación.

- Para que una sierra huincha no se desvíe durante el aserrado, es indispensable que el corte del esmeril al afilar los dientes sea totalmente perpendicular (a escuadra) al plano de la huincha (Figura 66)

FIGURA 66

UBICACION DEL ESMERIL EN EL AFILADO DE LA SIERRA HUINCHA



- Observar la ubicación del disco u hoja respecto a las mordazas.
- Controlar la relación entre el plano de la piedra y el plano central del disco u hoja.
- Antes de poner en marcha la afiladora, regular la piedra para conseguir el ángulo de ataque deseado. En algunos

modelos también se puede regular previamente el ángulo de salida y la velocidad de trabajo.

- Con la piedra en posición levantada, poner en marcha la máquina, probar la bajada de la piedra sobre el frente del diente de modo que lo toque ligeramente y de preferencia cerca del fondo. Probar también la profundidad de bajada y en caso de ser insuficiente o excesivo regularla. Comprobar también el recorrido de la piedra a lo largo de la garganta y dorso.
- Cuando está todo listo, dejar que la sierra circular, huincha o alternativa, hagan uno, dos o más circuitos completos, hasta que todos los dientes hayan sido igualados.
- Repasar con lima por presencia de rebabas.

c) Tiempo de duración del afilado

El tiempo entre dos afilados de sierra depende en gran medida de los siguientes factores:

- Trabajo a desarrollar, considerando todo el camino que la sierra recorre a través de la madera (longitud de corte efectuado) o tiempo de corte (trabajo efectivo).
- Densidad de la madera. Cuando se trata de madera blanda y una producción relativamente baja, la sierra puede trabajar alrededor de 8 a 10 horas entre afilados.
- Estado de limpieza de las trozas. Para madera limpia y sin corteza, se recomienda hacer trabajar la sierra de 4 a 5 horas. Para trozas con corteza o no bien limpiadas, de 2 a 2,5 horas.



XI CALCULO DE PRODUCCION

La industria del aserrío debe producir madera aserrada de calidad, aprovechando integralmente la materia prima a fin de obtener una mayor rentabilidad. Para alcanzar estas metas, se requiere controlar la eficiencia del aprovechamiento del producto principal, determinada como un rendimiento del aserrío o bien como una capacidad productiva, y los costos de producción de madera aserrada.

11.1. Evaluación de eficiencia de conversión

Un programa de evaluación de eficiencia de conversión en un aserradero tiene como objetivo final determinar qué proporción del volumen de madera que se procesa, se transforma en madera aserrada, aserrín, astillas y corteza. La madera aserrada es indudablemente el elemento de mayor valor comercial, razón por la cual se debe maximizar su producción.

En la actualidad, debido a las competitivas condiciones de mercado, que exigen alta eficiencia a las empresas, es necesario que los aserraderos posean información exacta respecto de su funcionamiento. De esta manera, se conoce en qué etapas del proceso productivo es factible mejorar el aprovechamiento de la materia prima.

Al efectuar un estudio de aprovechamiento, se debe distinguir entre dimensiones nominales y dimensiones reales de madera aserrada. La diferencia entre ambas, consiste en que las dimensiones reales consideran una cierta sobredimensión en las piezas. Se concluye que es posible calcular tanto un rendimiento nominal como real para la madera aserrada.

11.2. Porcentaje de aprovechamiento (PA)

El porcentaje de aprovechamiento, rendimiento o coeficiente de aserrío, es una medida del volumen de madera que se obtiene del volumen total de las trozas procesadas.

$$PA = \frac{VM}{VT} * 100$$

donde:

PA = Aprovechamiento porcentual de madera, (%)

VM = Volumen de madera aserrada, (m^3)
VT = Volumen de madera procesada en trozas, (m^3).

La determinación del aprovechamiento supone una serie de controles que requieren una adecuada organización previa, para llegar a resultados representativos del total. En primer término, se necesita identificar claramente las trozas que serán objeto de análisis; éstas pueden ser todas las que ingresen al aserradero durante un cierto período, o bien, sólo una parte de ese total; en este último caso, las trozas que se utilicen para extraer datos deben ser representativas del total. También se debe identificar claramente (hasta el momento de medirlas) las piezas resultantes de esos rollizos.

En cuanto a las piezas obtenidas, se miden una vez totalmente escuadradas y, según el sistema de trabajo que se aplique, se considera pieza por pieza o se miden grupos de piezas similares.

Para la cubicación de las trozas se pueden emplear distintas reglas, existiendo diferencias significativas entre ellas. Los métodos desarrollados, de diferente precisión, para el cálculo del volumen, son las siguientes:

- Fórmulas matemáticas
- Relaciones establecidas entre el diámetro menor y el volumen, conocida la conicidad de las trozas.
- Sistemas electrónicos (log scanners)
- Sistemas por desplazamiento de agua
- Evaluación por peso

Un sistema de cubicación comúnmente empleado es la fórmula de Smalian. Según se explica en el Capítulo III, dicha regla permite obtener el volumen de la troza dadas la longitud del rollizo y las áreas del diámetro menor y mayor medidos sin corteza, o bien conociendo una sección y la conicidad de la troza (ver punto 3.2.3.). Otras reglas de cubicación detalladas en el Capítulo III son las JAS y la EFA.

En el Cuadro 20 se muestran porcentajes de aprovechamiento reales para Pino radiata según clase diamétrica y tipo de aserradero. Se consideran espesores de 25 y 50 mm.

CUADRO 20

PORCENTAJES DE APROVECHAMIENTO

Tipos de aserraderos	Clases diamétricas			Promedios %
	200 mm	300 mm	400 mm	
Sierra huincha Línea sierra huincha	44,58 %	58,01 %	60,94 %	57,82 %
Línea sierra circular doble	54,51 %	55,10 %		54,80 %
Sierra circular doble	53,68 %	57,59 %		55,63 %
Sierra alternativa múltiple	59,07 %	60,45 %	62,33 %	60,61 %

FUENTE: Stolzenbach 1973 (41)

NOTA : El volúmen ssc de las trozas se determina mediante la fórmula de Smalian.

Una gran cantidad de factores, algunos de ellos bastante complejos, influyen sobre el volumen aserrado nominal que se obtiene de las trozas. Las variables más significativas son: al ancho de corte; el esquema de corte; las dimensiones de la madera; el diámetro; longitud, conicidad y calidad de la troza; la sobredimensión de la madera verde; la toma de decisiones del personal y las condiciones y mantención del equipo.

11.2.1 Ancho de corte

Se ha demostrado que no es necesario obtener una mayor cantidad de tablas desde la parte más externa de la troza para aumentar el aprovechamiento de madera. Sin aserrar ninguna tabla adicional, éste se incrementa al reducir el ancho de corte.

Por otra parte, se debe tener presente que el aserrín es el subproducto del aserrado que tiene el precio de mercado más bajo. Es por ello que se tiende a aserrar generando la menor cantidad de aserrín posible, con el mínimo consumo de energía.

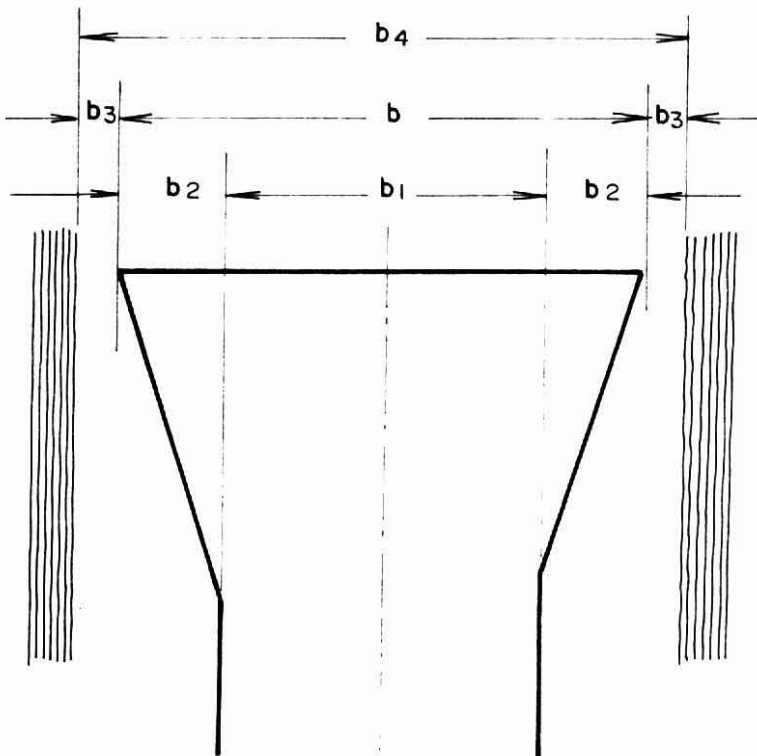
El ancho del canal de corte, que comúnmente varía entre 2,0 y 6,0 mm, depende a su vez de diferentes factores:

- Velocidad de alimentación: a mayor velocidad de alimentación, mayor canal de corte.
- Especie maderera: a mayor dureza de la madera, menor ancho de corte.
- Acondicionamiento de la hoja de la sierra: una adecuada mantención implica un menor canal de corte.

El ancho práctico de corte, cuyo volumen se transforma en aserrín, considera los parámetros esquematizados en la Figura 67 y analizados a continuación.

FIGURA 67

ANCHO DE CORTE PRACTICO



NOTA:

b = ancho de corte teórico
 b_1 = espesor de hoja (calibre)

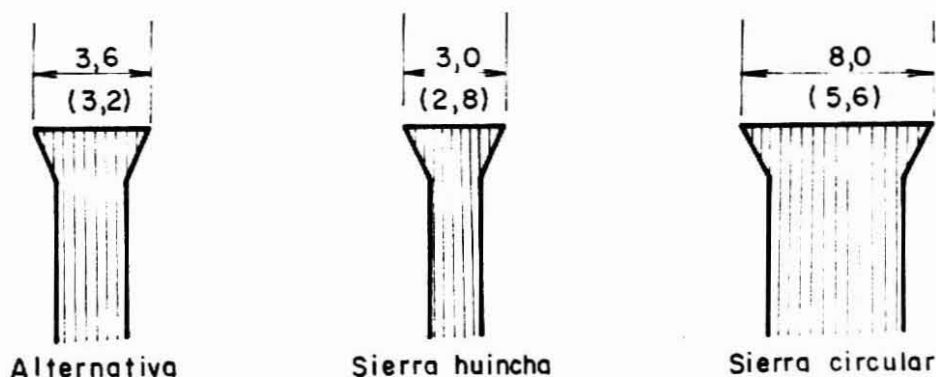
b_2 = ancho de trabado o recalado
 b_3 = irregularidades de corte
 b_4 = ancho de corte práctico

11.2.1.1. Ancho de corte teórico

En la Figura 68 se muestran canales de corte teórico para distintos tipos de sierra.

FIGURA 68

ANCHO DE CORTE TEORICO
(Valores de acondicionamiento en mm)



NOTA: Las cifras entre paréntesis corresponden a valores mínimos. Los porcentajes están referidos a la sierra alternativa (100%).

11.2.1.2. Espesor de la hoja de sierra (calibre)

El calibre de las hojas es un elemento de suma importancia en la recuperación, ya que si éste disminuye, se incrementa el volumen aserrado nominal para el mismo volumen de troza, lo cual, evidentemente, provoca un aumento en la recuperación.

A modo de ejemplo, para trozas cuyo diámetro esté comprendido entre 12 y 30 cm, se obtiene una ganancia de 7% en el aprovechamiento, por reducción del ancho de corte en 2,4 mm. Este

incremento se alcanza en aserraderos que producen piezas de 25 a 50 mm de espesor.

En el Cuadro 21 se muestran los resultados de una simulación gráfica del aprovechamiento real de trozas de diferentes clases diamétricas, donde el ancho de corte se reduce de 6 a 3 mm. Las variaciones que se obtienen con esta disminución son las siguientes:

CUADRO 21

CAMBIO EN EL APROVECHAMIENTO DE LA MADERA REDUCIENDO EL ANCHO DE CORTE DE 6 a 3 mm

	Clase diamétrica (cm)	Madera (%)	Aserrín (%)	Astillas (%)
Recuperación en 25 y 50 mm de espesor	≤ 27	+ 7	-46	32
	28 - 69	+ 7	-46	24
Recuperación en 50 mm de espesor	≤ 27	0	-50	29
	28 - 69	- 9	-46	2

FUENTE: Fronius 1983 (12)

A continuación se mencionan algunos aspectos importantes relativos al espesor de hoja, según el tipo de sierra.

a) Sierra alternativa

El espesor de hoja depende de la longitud de la sierra, de la velocidad de alimentación y del acondicionamiento de la sierra. En forma general se puede establecer:

- Si se aumenta la longitud libre aumenta el espesor de hoja de la sierra (b_1).
- Si se aumenta la velocidad de alimentación aumenta el espesor de hoja de la sierra (b_1)
- Si el acondicionamiento de la hoja es deficiente (preparación de diente y tensionado) se deben usar sierras de mayor espesor.

b) Sierra circular

Para este tipo de sierra se puede establecer que:

- A mayor diámetro de hoja aumenta su espesor (b_1)
- Una mantención deficiente de la hoja aumenta el espesor de ésta (b_1).

c) Sierra huincha

En esta sierra, como se explica en el Capítulo VI, el espesor de la hoja (b_1) es función del diámetro de los volantes (D_v), según la siguiente relación aproximada:

$$b_1 = 10^{-3} * D_v \text{ (mm)}$$

11.2.1.3. Ancho de trabado o de recalcado (b_2)

El ancho de trabado o de recalcado es determinante en el ancho de corte. Depende fundamentalmente de:

- La especie maderera: las coníferas necesitan más trabado que las latifoliadas.
- La humedad de la madera: la madera húmeda necesita más trabado que la seca.
- Contenido de resina: las especies de alto contenido de resina requieren de más trabado.
- Temperatura de la madera: la madera helada necesita menos trabado.
- Ancho de anillos anuales: madera con anillos más anchos requieren de más trabado.
- Ancho de hoja de sierra: hojas angostas requieren menos trabado.
- Alimentación: grandes velocidades de alimentación demandan mayor trabado.

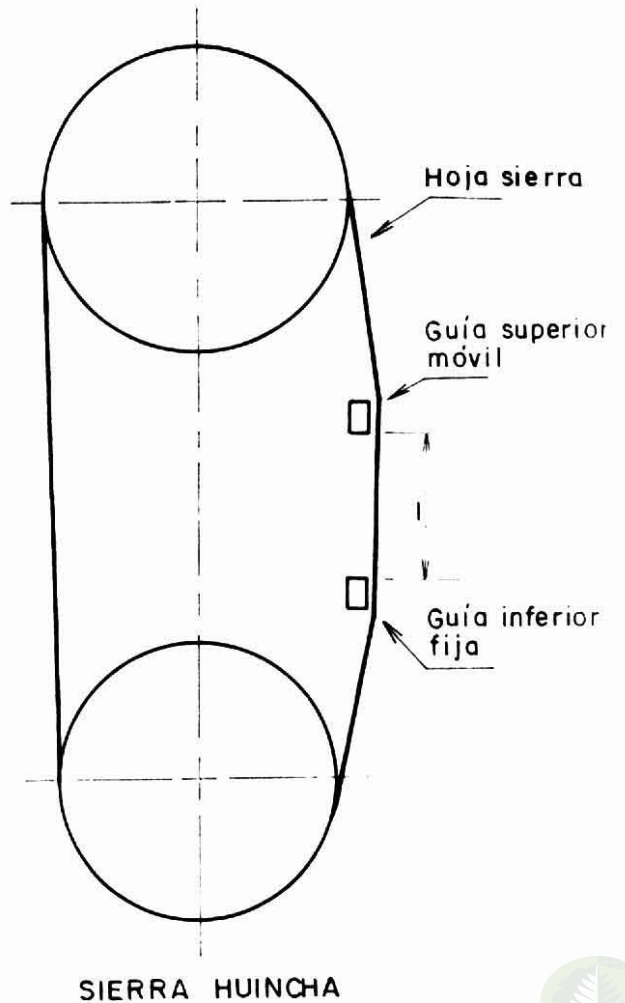
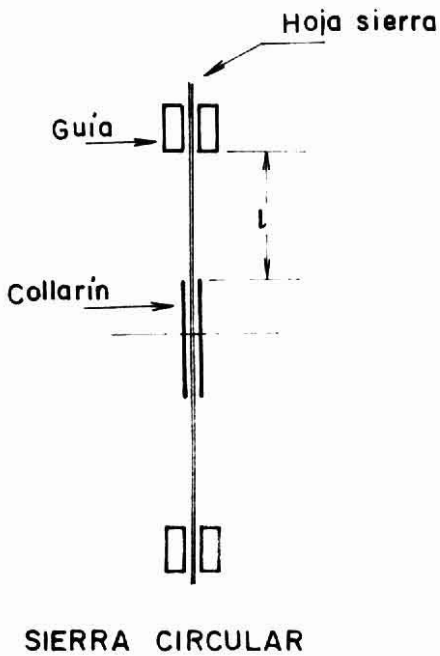
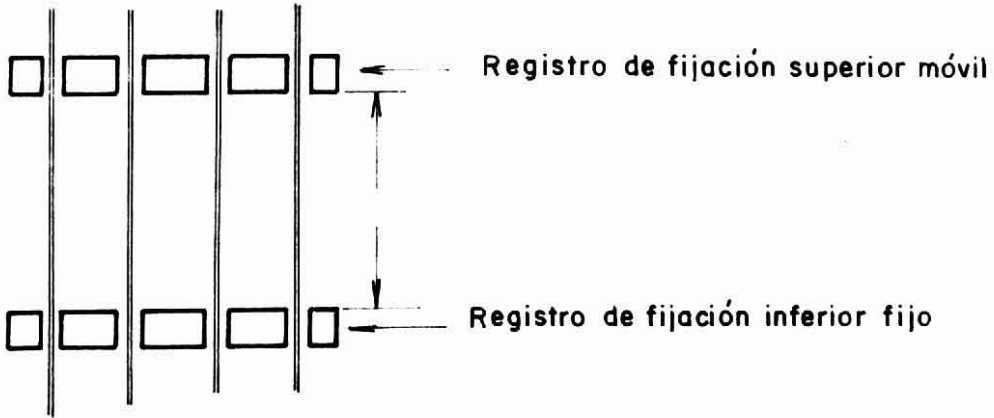
11.2.1.4. Irregularidades de corte

Se entiende por irregularidades de corte a la desviación en la dirección de corte de la sierra, la cual puede ser originada por la vibración de las hojas de la sierra. Se produce un llamado efecto de raspado, que se manifiesta en la dimensión b_3 de la Figura 67. En este sentido tiene importancia la llamada longitud libre de sierra (2), la cual se ilustra en la Figura 69, para los diferentes tipos de sierras. Como regla general se puede establecer que mientras más corta es 2, más rígida es la hoja-sierra, su carrera es más pareja y el corte tiene mayor precisión.



FIGURA 69

LONGITUD LIBRE PARA DIFERENTES TIPOS DE SIERRAS



11.2.1.5. Incidencia económica del ancho de corte

Se muestra mediante un ejemplo de cálculo, la incidencia económica de dos anchos de corte distintos para un aserradero que produce 15.000 m³ de madera al año. Se han utilizado precios actuales de madera aserrada y aserrín (Septiembre 1987).

- Madera aserrada de Pino radiata puesta en aserradero: 9.500 (\$/m³).
- Aserrín puesto en aserradero: 200 (\$/m³).

Los datos comparativos que se requieren, se muestran en el Cuadro 22, considerando una producción anual nominal de 15.000 m³ de madera aserrada y un 12,5% de aserrín.

CUADRO 22

DATOS COMPARATIVOS PARA DOS CANALES DE CORTE

	Ancho 1	Ancho 2
Espesor hoja sierra (mm)	1,80	2,20
Trabado de sierra (mm)	0,70	0,80
Ancho canal de corte(mm)	3,20	3,80

FUENTE: Fronius, 1983 (12)

El aumento porcentual del ancho de corte es:

$$\frac{3,80 - 3,20}{3,20} * 100 = 18,75\%$$

El aserrín generado para ambos casos es:

$$\begin{aligned} \text{Canal 1: } & 15.000 \text{ (m}^3\text{/año)} * 0,1250 = 1.875 \text{ (m}^3\text{/año)} \\ \text{Canal 2: } & 1.875 \text{ (m}^3\text{/año)} * 1,1875 = 2.226 \text{ (m}^3\text{/año)} \end{aligned}$$

El mayor ingreso por concepto de un menor canal de corte, se debe a un aumento en la producción de madera aserrada:

$$9.500 \text{ (\$/m}^3\text{)} * (2.226 - 1.875) \text{ (m}^3\text{/año)} = 3.334.500 \text{ (\$/año)}.$$

El ingreso debido a una mayor producción de aserrín se obtiene en forma similar:

$$200 (\$/\text{m}^3) * (2.226 - 1.875) (\text{m}^3/\text{año}) = 70.200 (\$/\text{año})$$

De modo que el mayor ingreso neto total para un menor canal de corte es 3.404.700 (\$/año).

Este ingreso neto total se puede expresar en función del ancho de corte, de la siguiente forma:

$$\frac{1.875 (\text{m}^3/\text{año})}{\frac{32 \text{ mm}}{10}} = 58,59 (\text{m}^3/0.1 \text{ mm} * \text{año})$$

$$58,59(\text{m}^3/0.1 \text{ mm} * \text{año})*(9.500 - 200)(\$/\text{m}^3)=544.887 (\$/0,1 \text{ mm}*\text{año})$$

Es decir, se obtienen \$544.887 de ahorro anuales por cada décima de mm que se reduzca el ancho de corte.

11.2.2 Esquema de corte

El esquema de corte es una de las variables que tiene especial importancia en el aprovechamiento de la madera. Se ha demostrado que cambios en las estructuras de corte provocan significativas variaciones en dicho aprovechamiento.

Una forma común de analizar la recuperación de madera en trozas, es mediante dibujos que representan los diámetros menores, inscribiendo luego rectángulos que corresponden a las piezas de madera recuperable en su dimensión objetivo, de acuerdo a un diagrama de corte y, separando las piezas al ancho de corte considerado. Por ejemplo, es práctica corriente obtener tres piezas de 5 x 10 cm a partir de trozas de 15,9 cm de diámetro. Sin embargo, también es posible aserrar dos piezas de 5 x 10 cm y una de 5 x 15 cm de la misma troza. Esto representa un incremento en madera nominal de 0,0061 m³.

El caso considerado es simple, pero permite mostrar la importancia del diagrama de corte en la recuperación de madera. Un estudio de esta naturaleza, se puede efectuar utilizando lápiz y papel o mediante un computador, para evaluar los modelos de corte.



11.2.3 Dimensiones de la madera

Un aserrado especializado en madera de comercialización interna, puede mostrar un mejor índice de aprovechamiento en comparación a otro que produzca madera de exportación para mercados japoneses o europeos. Esto ocurre porque en el primer caso, la madera se aserrea frecuentemente a menor dimensión que el valor nominal al cual es vendida, en cambio, la madera de exportación, se corta con medidas ligeramente mayores que su tamaño nominal.

11.2.4 Diámetro, longitud, conicidad y calidad de la troza

Como es lógico, la recuperación de madera aserrada normalmente aumenta con el incremento del diámetro de la troza. Sin embargo, para trozas de gran tamaño, que generalmente corresponden a árboles de avanzada edad, esta regla habitualmente no se cumple, debido a la cantidad de material no aprovechable que poseen. En el caso de aserraderos que trabajan sólo con coníferas, no se produce la situación descrita, puesto que el árbol se explota comúnmente a temprana edad.

Rollizos de menor calidad pueden afectar la recuperación de madera, puesto que algunos defectos que la desclasifican, se reducen o eliminan cortando las partes dañadas de las tablas. El resultado se traduce obviamente, en una pérdida de volumen nominal recuperado.

La conicidad afecta también el índice de eficiencia de recuperación de madera aserrada. Mientras mayor sea la conicidad de la troza, menor es el porcentaje de recuperación de madera. Esto se debe a que si la conicidad crece, las piezas que se obtienen del rollizo, asemejado a un cono truncado, son más cortas.

La longitud de la troza no tiene realmente un efecto significativo en el factor de recuperación. Sin embargo, si se considera en forma conjunta el efecto de la conicidad y del largo de la troza, al crecer este último, se dificulta el aserrío, lo cual redundará en mayores pérdidas de material en el corte primario del rollizo y posterior canteo de la madera.

Otro factor que influye en la recuperación, es la sobredimensión de la longitud de la troza procedente del bosque, con respecto a la madera que se desea obtener. Si el largo del rollizo se controla adecuadamente para procesarlo de acuerdo al producto que se requiere, el porcentaje de recuperación aumenta en



forma significativa, debido a que se obtiene el mismo volumen de madera con un menor volumen de troza.

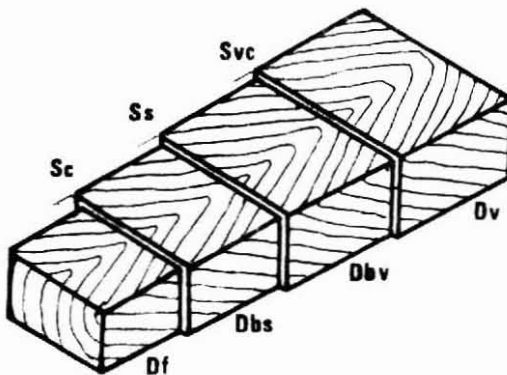
Un elemento también de suma importancia en la recuperación de madera, es la rectitud y uniformidad de la superficie de la troza. Los árboles con crecimiento irregular originan aprovechamientos bajos comparados con aquellos rectos y de forma cilíndrica.

11.2.5 Sobredimensión de la madera verde

Para la obtención de piezas aserradas secas de un tamaño determinado, es necesario restar a la dimensión de la madera verde, un porcentaje debido a la contracción de las piezas, cepillado y variaciones en el corte. La suma de estos componentes corresponde a la dimensión objetivo, a la cual se debe cortar la pieza verde (Figura 70). Generalmente los aserraderos incluyen más madera que la necesaria por una estimación deficiente de la sobremedida.

FIGURA 70

SOBREDIMENSIONES A CONSIDERAR PARA OBTENER LA DIMENSION FINAL DE LA PIEZA ASERRADA



Svc: (Sobredimensión por variabilidad de corte.)

Ss : (Sobredimensión por secado).

Sc : (Sobredimensión por cepillado).

Dv : (Dimensión obj. sin secar o verde).

Dbv : (Dimensión en bruto sin secar o verde).

Dbs : (Dimensión en bruto seco).

Df : (Dimensión final seco - cepillado).



Expresando la relación matemáticamente, se tiene:

$$Dv = Df + Ss + Sc + Svc$$

donde:

- Dv = dimensión objetivo a cortar (verde)
- Df = dimensión final de la pieza (seco, cepillado)
- Ss = sobredimensión por secado
- Sc = sobredimensión por cepillado
- Svc = sobredimensión por variabilidad de corte

Algunas de las sobredimensiones mencionadas son controlables. El tamaño final de la madera es raramente manejable. Tampoco lo es la contracción, sin embargo, ésta se puede estimar considerando la especie y la humedad a cual se seca.

Las variables que se puedan controlar son las sobredimensiones por variabilidad de corte y por cepillado. La sobredimensión por cepillado es a menudo excesiva y puede ser reducida sin afectar la calidad del producto. Si las variaciones en el corte se disminuyen, el cepillado requerirá ser menor profundo para eliminar las marcas de la sierra.

El sobretamaño final que se indica en la Figura 70 constituye un factor de seguridad.

La dimensión objetivo verde se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$Dv = \frac{Df + Sc}{1 - \frac{Pcs}{100}} + t * St$$

- Donde:
- St : Variabilidad de corte total (mm)
 - Sc : Sobredimensión por cepillado (mm)
 - Dv : Dimensión objetivo verde.
 - Df : Dimensión final (mm).
 - Pcs: Porcentaje de contracción por secado (%)
 - t -1 : Factor estandarizado de student para un cierto nivel de significación

$$s_w = \sqrt{S^2} \text{ (mm)} ; \bar{S}^2 = \frac{\sum S^2}{N}$$

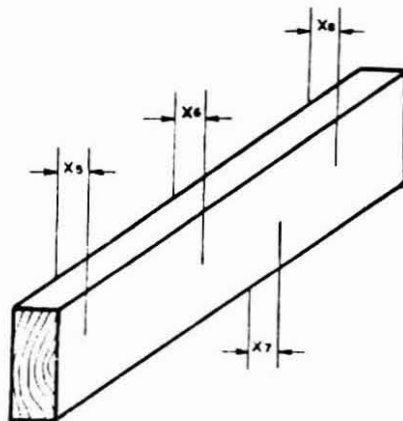
$$s_b = \sqrt{S_x^2 - \frac{S_w^2}{n}} \text{ (mm)}$$

$$s_t = \sqrt{S_w^2 + S_b^2} \text{ (mm)}$$

Estas expresiones consideran varias mediciones dentro de cada pieza. Se recomienda efectuar cuatro medidas de la forma indicada en la Figura 71.

FIGURA 71

MEDIDAS DENTRO DE UNA TABLA



Los parámetros considerados son los indicados a continuación:

- S_w = variabilidad dentro de una pieza
- S_b = variabilidad entre piezas
- S_t = variabilidad total
- S^2 = promedio de las varianzas de todas las piezas
- S_x = desviación estándar de los valores medios para cada pieza.
- n = número de mediciones por tabla.
- N = número de muestras (piezas)

11.2.5.1 Ejemplo de cálculo de tamaño objetivo

Se desea determinar el tamaño objetivo que se debe procesar en base a las siguientes mediciones efectuadas en N=8 piezas:

MEDIDAS DE ESPESOR

Tabla	Espesores (mm)						
	1	2	3	4	x mm	s mm	s ²
1	43,18	43,94	43,43	43,69	43,560	0,328	0,108
2	42,42	43,69	43,18	43,43	43,180	0,548	0,300
3	42,93	43,69	43,18	42,67	43,118	0,435	0,189
4	44,20	43,94	44,45	43,69	44,070	0,328	0,108
5	43,18	42,67	42,16	42,42	42,608	0,435	0,189
6	43,43	43,69	43,69	44,20	43,753	0,323	0,104
7	42,16	42,93	42,67	42,67	42,608	0,323	0,104
8	43,43	44,45	44,20	43,69	43,355	0,466	0,217

Paso 1 : Determinación de espesor medio (\bar{x}) y desviación estándar (S) y varianza (S²) para cada tabla (se indican en el Cuadro anterior).

Paso 2 : Determinación de espesor medio global ($\bar{\bar{x}}$) y su desviación estándar.

$$\bar{\bar{x}} = 43.282 \text{ mm} \quad S_{\bar{\bar{x}}} = 0,517 \text{ mm}$$

Paso 3 : Determinación de desviación estándar dentro de las tablas

$$S_w = \sqrt{\frac{\sum S^2}{N}}$$

$$S_w = 0,406 \text{ mm}$$

Paso 4 : Determinación de desviación estándar entre tablas (S_b)

$$S_b = \sqrt{S_x^2 - \frac{S_w^2}{n}}$$

$$S_{\bar{x}}^2 = 0,267 ; \quad \frac{S_w^2}{n} = 0,041$$

$$S_b = 0,475 \text{ (mm)}$$

Paso 5 : Determinación de desviación estándar total

$$S_t = \sqrt{S_w^2 + S_b^2}$$
$$= 0,625 \text{ mm}$$

Paso 6 : Cálculo del tamaño objetivo:

$$D_v = \frac{Df + Sc}{1 - \frac{Pcs}{100}} + t * St$$

Si se trabaja para una probabilidad de 95%, esto es, que sólo un 5% de las tablas puedan caer bajo la dimensión final esperada (Df).

$$t = 1,65$$
$$Df = 38,10$$
$$Sc = 1,524$$
$$Pcs = 4\%$$

$$Dv = \frac{38,10 + 1,524}{1 - \frac{4}{100}} + (1,65 * 0,625) = 42,306 \text{ mm}$$

La dimensión objetivo es de 42,306 mm de acuerdo a las estadísticas disponibles.

11.2.6 Toma de decisiones

La naturaleza heterogénea de la materia prima obliga a los operadores de las diferentes máquinas a la toma de decisiones rápida, lo cual afecta significativamente la recuperación de madera. Fatigas, ignorancia, incapacidad o descuidos pueden ser la causa de decisiones erróneas. En muchos casos se debe considerar una gran cantidad de variables en un corto tiempo, ya que aún los mejores operarios cometen equivocaciones.



Uno de los mayores impactos en el diseño y operación de los aserraderos, que facilita la toma de decisiones, es la aplicación de programas computarizados. Los más conocidos son los siguientes:

a) Programa Best Opening Face

El programa permite determinar la posición óptima de la troza frente a la sierra o viceversa, posibilitando, de esta manera, el primer corte. La obtención de piezas y aprovechamiento de la troza depende básicamente de dicha ubicación.

Las variables involucradas en el programa (modelo matemático) dependen de las características de cada aserradero y de las trozas. Se debe proporcionar al computador información del espesor de corte, diámetro, largo y conicidad de la troza, piezas que se requieren obtener (pedidos), métodos de aserrado y variación dimensional (precisión de corte).

b) Programa Rosenfreim

Este programa proporciona información de tipo técnico económico, haciendo referencia a los siguientes aspectos:

- Escuadría más conveniente para optimizar utilidades
- Diámetro más adecuado para un cierto pedido de escuadrías
- Número de trozas necesarias y volumen
- Frente a alternativas de combinación de maquinarias, selecciona la más conveniente, entregando el costo de producción.

11.2.7 Condiciones y mantenimiento del equipo

El funcionamiento deficiente de los equipos del aserradero es la principal causa de variaciones en el aserrío. Una toma de decisiones correcta en la planta, puede ser malograda si la maquinaria diseñada para realizar las operaciones que se deciden, es inadecuada.

11.3. Costos de producción en una industria maderera

En el país, la mayoría de las plantas pequeñas y medianas carecen de la información proporcionada por un sistema de costos.

El propósito de ésta sección es entregar un método simple para calcular los costos de producción en una planta maderera.

11.3.1 Clasificación de los costos

Una de las clasificaciones tradicionales divide los costos en fijos y variables. Los costos fijos no dependen del nivel de producción, y las variables, son proporcionales a dicho nivel.

a) Costos variables

Estos costos son también llamados costos de operación y los más comunes en una industria maderera son los siguientes:

- Materia prima (madera)
- Mano de obra
- Mantención
- Energía eléctrica y combustibles
- Materiales y repuestos
- Gastos generales

b) Costos fijos

Como ya se explicó anteriormente, estos costos son constantes para cualquier nivel de producción y, generalmente, representan un porcentaje de los costos totales en una empresa. Los más importantes son:

- Depreciaciones
- Seguros
- Intereses sobre el capital de trabajo
- Gastos de administración

Como los costos variables son factibles de controlar y manejar, se estudian en detalle a continuación.

11.3.2 Clasificación de los costos variables

Se considera para el análisis posterior como costo, todo desembolso que ocasione la madera desde su ingreso al aserradero hasta que sale despachada para su venta.

Es posible dividir estos costos según tres etapas independientes para el caso más general, a saber:

- a) Costos de preparación de trozas
- b) Costo de aserrió

c) Costo de operaciones finales

a) Costo de preparación de trozas

Se considera en este punto los costos desde que llegan las trozas hasta que se entregan descortezadas al aserradero.

Materia prima

- Costo rollizo puesto bosque
- Costo flete bosque-aserradero

Mano de obra

- Operadores descarga de trozas y alimentación al descortezador
- Operador sistema clasificación por diámetro
- Mantención cargadores
- Mantención descortezador y equipos anexos
- Mantención sistemas preservación de trozas

Suministros

- Energía eléctrica descortezador y equipos anexos
- Combustible cargador

Materiales indirectos

- Repuestos y materiales (descortezador, cargador frontal y equipos anexos).

b) Costo de aserrió

Se consideran los costos desde que llegan los rollizos descortezados hasta que sale la madera aserrada al patio.

Mano de obra

- Operadores de cargadores
- Operadores aserradero
- Personal de aseo
- Personal de encastillado
- Personal de empaquetado
- Mantención de sierras y cuchillos
- Mantención de aserradero y equipos anexos



- **Mantenimiento de cargadores.**

Suministros

- **Energía eléctrica aserradero y equipos anexos**
- **Combustible**
- **Producto antimancha**

Materiales indirectos

- **Repuestos aserradero y cargadores frontales**
- **Sierras, cuchillos y soldadura**
- **Lubricantes aserradero, cargadores y equipos anexos**

c) Costos de operaciones finales

Se consideran aquí los costos incurridos por procesos especiales tales como apilado, secado, impregnación, etc.

Mano de obra

- **Operadores de cargadores**
- **Operadores de proceso (secado, cepillado, impregnación)**
- **Clasificadores de madera previo al proceso**
- **Controladores de calidad**
- **Mantenimiento cargador y equipos**

Suministros

- **Energía eléctrica maquinarias**
- **Combustible cargador**
- **Otros suministros**

Materiales indirectos

- **Repuestos y materiales de equipos y cargadores**

Conocida la estructura de costos de una planta, es posible establecer la influencia porcentual de cada uno de ellos. Esto permite detectar cuales son los puntos en los que se debe poner especial énfasis para reducir los costos.

11.4. Determinación del precio de la madera aserrada

En toda planta de aserrío, uno de los puntos más importantes de analizar es la determinación del precio al cual debe venderse el producto principal, ya que la adecuada fijación de éste, determina en gran medida el éxito o fracaso de la gestión empresarial.

Para calcular dicho precio, el empresario debe conocer sus costos de aserrío, sus rendimientos, volumen de madera producida, desechos generados y precios a los cuales puede venderlos.

1.- Costos de materia prima

Se trata de valorizar las trozas según clasificación diamétrica. A este costo debe agregarse los costos de transporte desde el bosque al aserradero.

2.- Volumen de trozos (m^3/h)

Cada aserradero debería tener un instrumento de medición de trozas. Los hay desde los más sofisticados que tienen procesadores electrónicos de gran exactitud, que uniforman los valores, hasta los más corrientes en que se debe leer el valor del diámetro y calcular el volumen y anotarlo en un formulario diseñado para tal efecto.

3.- Costos de producción por unidad de tiempo (\$/h)

En este punto se trata de determinar el costo de producir un m^3 de madera, a partir de los costos totales anuales, el tiempo anual de operación y el rendimiento volumétrico horario.

4.- Aprovechamiento considerando los porcentajes por tipo de madera

Deben serarse los diferentes tipos de productos según su calidad: madera aserrada y/o elaborada, astillas, aserrín, etc; indicando los porcentajes de cada uno de ellos.

5.- Ingresos ($\$/m^3$)

El cálculo de los ingresos se basa en el aprovechamiento de los diferentes productos y los precios de mercado de cada uno de ellos.



6.- Costos especiales ($\$/m^3$)

Son costos que deben incluirse cuando existen procesos adicionales, tales como embalajes, zunchos, marcado, etc.

11.5. Costos de producción

El costo unitario de producción de la madera aserrada cm ($\$/m^3$), para una planta de aserrío determinada, puede calcularse mediante la expresión:

$$cm = \frac{CH}{n_H} \quad (\text{US}\$/m^3)$$

donde:

CH = costo horario de producción ($\$/h$)
 n_H = rendimiento horario del proceso (m^3/h)

a) Costo horario de producción

El costo horario de producción CH ($\$/h$) se determina como:

$$CH = \frac{Ct}{t} \quad (\$/h)$$

donde:

Ct es el costo anual de producción y "t" las horas al año que realmente son factibles de trabajar.

b) Rendimiento horario del proceso

Para determinar el rendimiento horario del proceso n_H (m^3/h), se deben controlar los volúmenes horarios aproximados para las diferentes escuadrías y las clases diamétricas procesadas. Generalmente se mide:

- Volumen de madera rolliza (m^3)
- Volumen de productos secundarios generados (m^3)
- Tiempo requerido
- Volumen de madera aserrada.



- Tiempo de producción

En cada corte, se debe registrar el tiempo ocupado en la máquina principal. El tiempo debe subdividirse en:

- Tiempo de corte
- Tiempo de montaje (colocación, cambio, retiro)
- Tiempo de imprevistos (esperas de material, problemas de sierras, daños en la máquina, etc.)

Mediante esta subdivisión, se pueden sacar conclusiones, tales como las siguientes:

- El tiempo de corte propiamente tal, permite calcular la velocidad de alimentación neta con la que se cortó.
- El tiempo de montaje permite una evaluación del retiro y colocación de las sierras o del cambio de cuchillos en herramientas fibrofragmentadoras.
- El tiempo de imprevistos, cuya causa debe indicarse, permite apreciar el cuidado con que se ha realizado la etapa de preparación de trozas, cuán libre de fallas funcionan las máquinas y los medios de transporte.
- Cálculo del rendimiento horario: n_H (m^3/h)

Esto puede calcularse como sigue:

$$n_H = \frac{V * 60}{t_t} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

donde:

V = volumen aserrado para la escuadría considerada (m^3)

t_t = tiempo total de trabajo (min)

Conocidos los valores de n_H y CH, se usa entonces la fórmula:

$$CM = \frac{CH}{n_H}$$

Para calcular finalmente el costo unitario de producción de la madera.



11.5.1 Ejemplo de cálculo del costo de producción

Se tiene una planta de aserrío cuyos costos anuales son:

$$CT = 300.000 \text{ (US\$)}$$

Se estima que el tiempo anual disponible para operar es $t = 2.304$ (hrs). En un turno de trabajo se obtuvo los siguientes datos:

- escuadría: 25 mm x 100 mm x 4 m
- volumen aserrado: 120 m³
- tiempo de montaje: 40 min
- tiempo de imprevistos: 50 min
- tiempo total de trabajo: 480 min

Calcular el costo unitario de aserrío de la madera. Aplicando el método explicado anteriormente se tiene:

$$CM = \frac{CH}{n_H} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{m}^3} \right) ; CH = \frac{Ct}{t} = \frac{300.000}{2.304} = 130,2 \left(\frac{\text{US\$}}{\text{h}} \right)$$

$$n_H = \frac{V \times 60}{t_t} = \frac{120 \times 60}{480} = 15 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) ; CM = \frac{130,2}{15} = 8,68 \left(\frac{\text{US\$}}{\text{m}^3} \right)$$



XII CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se realiza escasamente en los aserraderos del país. En aquellas plantas de importancia, el control de calidad se efectúa puntualmente para sólo algunos productos, estando lejos de constituir una norma.

El control que se ejecuta, normalmente no es estadístico, se refiere principalmente a comprobar las escuadrías y largo de la madera, el baño antimancha y el tamaño y forma de los paquetes. En el caso que los resultados de las mediciones sean diferentes a lo establecido, se hacen las modificaciones que correspondan.

Un control estadístico de calidad de la producción de un aserradero, tiene que ir mucho más allá que lo señalado, y puede ser utilizado para diferentes propósitos tales como:

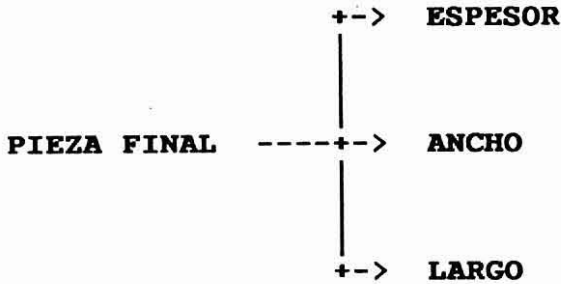
- determinar las escuadrías programadas
- establecer un control de calidad en orden a mantener la calidad a buen nivel
- efectuar análisis especiales con el propósito de detectar defectos en los equipos.

Para la ejecución de lo que se ha señalado, es necesario poner a disposición de los usuarios algunos antecedentes que permitan en forma simple y simplificada, llegar a realizar un adecuado control de calidad de los diversos productos, especialmente de madera aserrada.

12.1. Control estadístico

En el proceso de aserrió, es necesario vencer algunos inconvenientes entre los cuales, el más importante, es lograr armonizar la troza y la máquina para obtener una pieza final de acuerdo al programa.





Se dará énfasis, en consecuencia, al estudio del control de calidad en la escuadría, existiendo otras causas de rechazos como:

- mancha azul
- hongos
- nudos
- humedad
- diámetros excesivos de nudos, etc.

12.2. Etapas previas al proceso de control

En el proceso productivo, debido a que las piezas rechazadas no integran el pedido original de producción, se debe aplicar el sistema de control estadístico de calidad, en las siguientes condiciones:

- trabajar con muestras en base a horarios
- tomar la muestra al inicio del proceso de producción
- realizar el muestreo cada vez que:
 - se cambie el elemento de corte
 - se cambie de turno
 - se cambie de operador
 - otros.

En resumen, el control estadístico debe estar incorporado al proceso de producción.

12.3. Tamaño de la muestra (n)

Se determinará el tamaño de la muestra, considerando el avance de la máquina y el largo de la pieza en estudio.

$$n = \frac{\text{avance de la máquina}}{\text{largo de la pieza}} = \frac{\text{A.M.}}{\text{L.P.}}$$

donde:

- n = tamaño de la muestra
- A.M. = son los metros lineales que produce la máquina por unidad de tiempo
- L.P. = largo en metros de la pieza en estudio

12.4. Procedimiento de medición

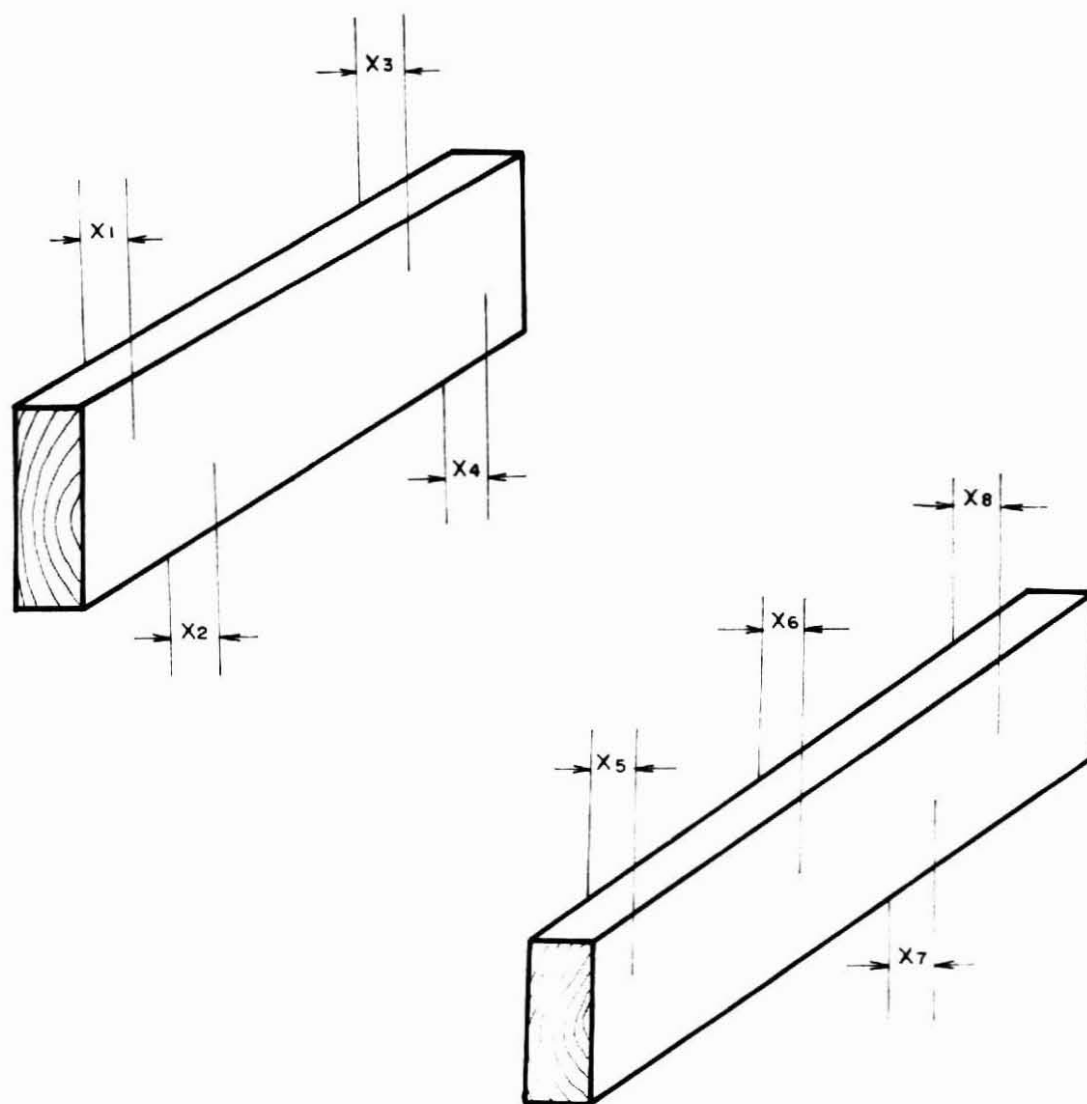
En la estadística de control se estudiará por separado: el Espesor , Ancho y el Largo.

- Una pieza será rechazada, al no cumplir con las exigencias del control de calidad de cualquiera de las tres variables.
- A cada pieza de la muestra se le deben tomar como mínimo cuatro observaciones, ya sea el espesor, ancho o largo (Figura 72)



FIGURA 72

FORMA DE EFECTUAR MEDICIONES



Luego se calcula el promedio a cada pieza, mediante la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

donde:

\bar{X} = promedio

x_i = suma de todas las medidas de cada pieza

n^i = N° de observaciones (medidas) tomadas a la pieza

Aplicando el ejemplo gráfico:

$$\bar{X}_A = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{n}$$

$$\bar{X}_B = \frac{x_5 + x_6 + x_7 + x_8}{n}$$

Una vez terminado este procedimiento, se calcula el recorrido (R) de cada pieza en estudio que es el rango entre los valores máximos y mínimos de las medidas.

12.5. Cálculo del recorrido (R)

El recorrido se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R = x_i (\text{máx}) - x_i (\text{mín})$$

donde:

$x_{i(\text{máx})}$ = valor mayor de cada pieza (espesor, ancho o largo).

$x_i (\text{mín})$ = valor menor de cada pieza (espesor, ancho o largo).

Posteriormente y habiendo calculado todos los promedios de cada pieza (\bar{X}) y el recorrido (R), se calcula la Desviación estándar ($\hat{\sigma}$) para cada pieza.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}$$

Para el caso particular del ejemplo gráfico, sería:

$$\hat{\sigma}_A^2 = \frac{(x_1 - \bar{X}_A)^2 + (x_2 - \bar{X}_A)^2 + (x_3 - \bar{X}_A)^2 + (x_4 - \bar{X}_A)^2}{n}$$

luego:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Posteriormente se calcula el promedio general de la muestra (\bar{X}), el recorrido general de la muestra (\bar{R}) y la desviación estándar general de la muestra ($\hat{\sigma}$).

Fórmulas

Promedio general de la muestra (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$$

Recorrido general de la muestra (\bar{R}):

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n}$$

Desviación estándar general de la muestra ($\hat{\sigma}$):

$$\hat{\sigma} = \frac{\sum \hat{\sigma}_i}{n}$$

En el Cuadro 23, se resumen las fórmulas para el cálculo del recorrido.



CUADRO 23

CUADRO GENERAL PARA CALCULO DEL RECORRIDO

MUESTRA		OBSERVACIONES (n)						\bar{x}	R	$\hat{\sigma}$
		1	2	3	4	...	etc			
Fecha	A	x_{a1}	x_{a2}	x_{a3}	x_{a4}	...	etc	\bar{x}_A	R_A	σ_A
	B	x_{b1}	x_{b2}	x_{b3}	x_{b4}	...	etc	\bar{x}_B	R_B	σ_B
	C	x_{c1}	x_{c2}	x_{c3}	x_{c4}	...	etc	\bar{x}_C	R_C	σ_C
Hora	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
Escuadría	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
Espesor	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
Ancho	.	.	.	.	...	etc	.	.	.
Largo	etc. (n')	.	.	.	.	...	etc	.	.
							Valores medios	\bar{x}	\bar{R}	$\hat{\sigma}$

Posteriormente se calculan los límites superiores (L.S.), intermedio (X) e inferior (L.I.)

12.6. Límites para gráfico de medias (\bar{X})

Límite superior (L.S.)

$$L.S. = \bar{X} + t_{\alpha} \hat{\sigma} / \sqrt{n}$$

Límite inferior (L.I.)

$$L.I. = \bar{X} - t_{\alpha} * \hat{\sigma} / \sqrt{n}$$

donde:

t_{α} = Factor t de Student (tabulado)

Los valores más conocidos de " t_{α} " para muestras mayores, se indican en el Cuadro 24, y su demostración gráfica se puede observar en la Figura 77.

CUADRO 24

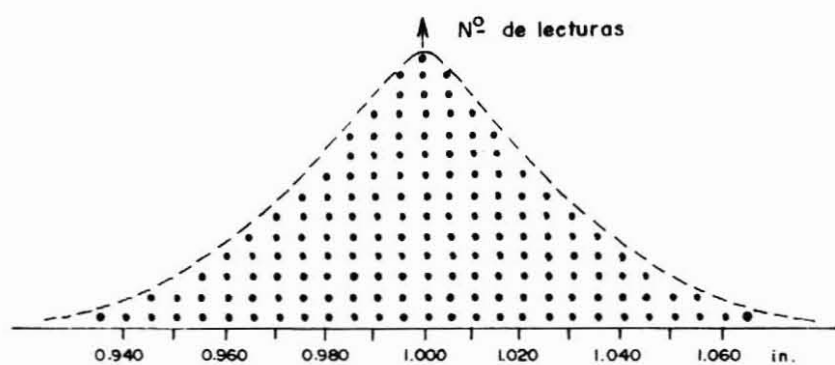
FACTOR t DE STUDENT PARA n > 1000

Nivel de confianza (%)	FACTOR - "t"
99,50 %	2,58
99,00 %	2,33
# 95,00 %	1,64 #
90,00 %	1,28

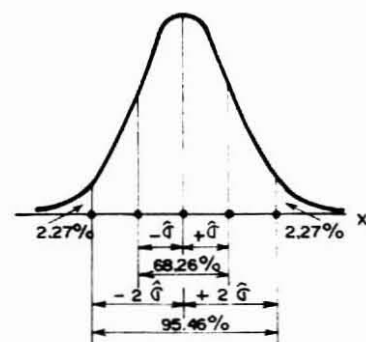
: Es el que más se utiliza.

FIGURA 73

DEMOSTRACION GRAFICA DEL FACTOR - "t"



Cada punto representa una lectura individual



Curva normal de distribución

- Límites para el gráfico del recorrido (\bar{R})

$$L.S. = D_u * \bar{R}$$

$$L.I. = D_1 * \bar{R}$$

Donde D_u y D_1 , se obtienen del Cuadro 25 y se utilizan cuando la media tiene una distribución normal.



CUADRO 25

PARAMETROS PARA GRAFICO DE RECORRIDO

n	D _l	D _u
2	0,009	3,52
3	0,100	2,58
4	0,185	2,26
5	0,254	2,09
6	0,308	1,97
7	0,351	1,90
8	0,386	1,84
9	0,415	1,79
10	0,441	1,76
11	0,463	1,72
12	0,482	1,70
13	0,498	1,68
14	0,511	1,66
15	0,524	1,64

12.7. Gráficos de control más importantes

Al obtener los límites de control, éstos se pueden graficar y se obtienen los gráficos de control más importantes (Gráficos 2 y 3).

GRAFICO 2

GRAFICO PARA MEDIAS ($\bar{\bar{X}}$)

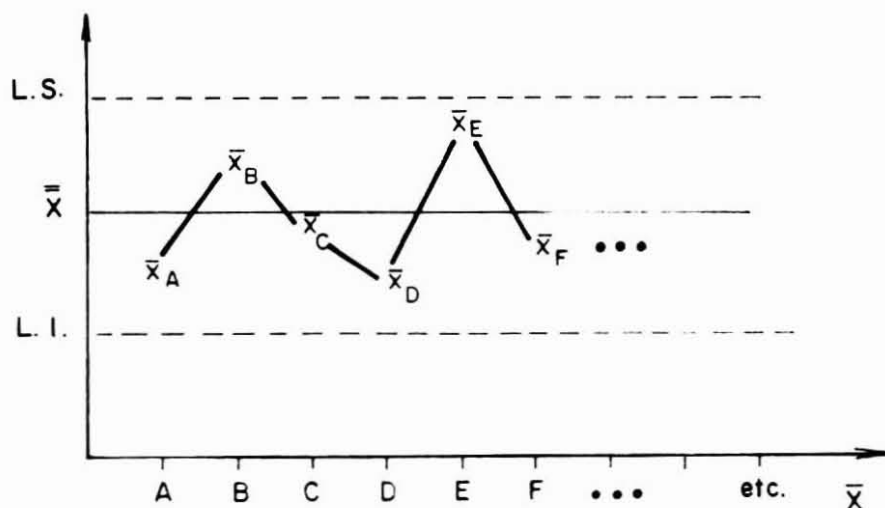
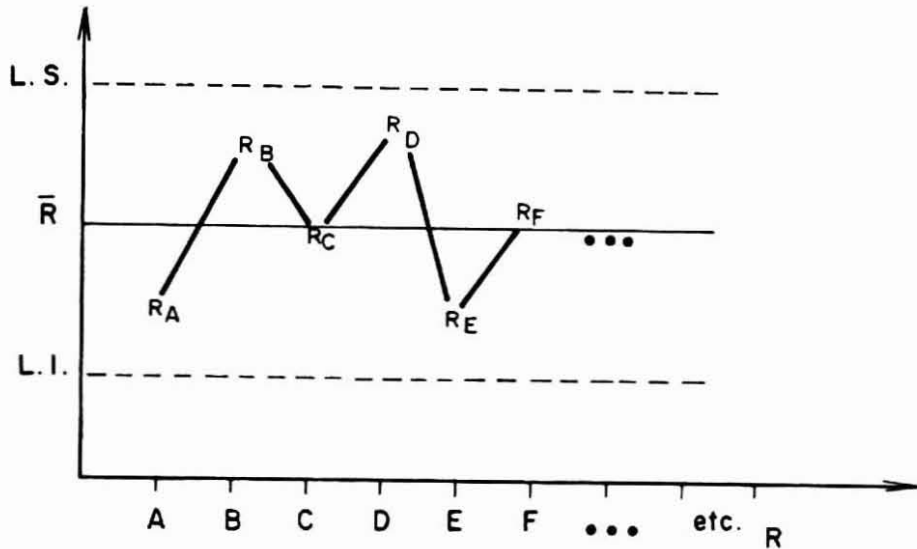


GRAFICO 3

GRAFICO PARA EL RECORRIDO (R)



12.7.1 Conclusiones

- a) Que la muestra esté bajo control estadístico, significa que cada observación de la muestra debe estar entre los límites superior e inferior.
- b) Al cumplirse el punto a), implica que el espesor, ancho o largo en estudio, están dentro de las normas (medidas) exigidas.
- c) Por a) y b), la producción se encuentra dentro de la zona de aceptación, por lo tanto, se puede seguir produciendo sin el inconveniente de caer en la zona de rechazo.
- d) Al no cumplirse el punto a), se debe repetir la operación con una nueva muestra. Si ésta es rechazada por más de dos veces, se deben analizar las siguientes causas.

- Posibles causas que influyen en el control de calidad

- Incorrecta tensión de la hoja
- Recalcado demasiado pequeño
- Inadecuada velocidad de avance en relación a la forma y capacidad del hueco del diente.
- Guías deterioradas de la sierra o alineamiento incorrecto de ellas
- Aserrín y resina en los volantes de la máquina, falta de limpieza.
- Balanceo incorrecto de los volantes o rodamientos en mal estado
- Mal alineamiento de los volantes
- Juego de las ruedas del carro
- Falta de alineamiento del carro y los rieles o cadena de alimentación
- Inadecuado alineamiento de los rodillos de alimentación de la reaserradora
- Diámetros desiguales de los rodillos de alimentación
- Falla del carro o la cadena, el trozo no es sujetado lo suficientemente firme.

12.8. Ejemplo de cálculo

Se debe preparar la producción de 15.000 piezas:

espesor	ancho	largo
24 mm	* 144 mm	* 4,00 mts.

Bajo las siguientes condiciones:

## 24 mm	ESPESOR	29 mm	##
144 mm	ANCHO	148 mm	
4,00 mts	LARGO	4,04 mts	

En principio se debe determinar el tamaño de la muestra (n') y controlar el espesor. La máquina tiene un avance de 40 metros lineales por minuto y el largo de la pieza en producción es de 4,00 mts. Por lo tanto, el tamaño de la muestra será:

$$n = \frac{40}{4} = 10$$

Luego se toma la primera muestra, para aplicar el control estadístico de calidad.

CUADRO GENERAL DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES

Muestra		1	2	3	4	X	R	O
Fecha	A	27	28	29	26	27,50	3	1.118
	B	24	26	29	25	26,00	5	1.870
Hora	C	25	26	28	29	27,00	4	1.581
	D	27	29	24	25	26,25	5	1.920
Escuadria 24 x 144 x 4	E	29	25	26	27	26,75	4	1.479
	F	26	27	26	28	26,75	2	0.829
Espesor XX	G	26	29	28	27	27,50	3	1.118
	H	24	26	29	27	26,50	5	1.802
Ancho	I	25	26	28	25	26,00	3	1.224
Largo	J	24	26	27	25	25,50	3	1.118
Valores medios						26,575	3,7	1.405

$$\bar{\bar{X}} = 26,575$$

$$R = 3,7$$

$$\hat{\sigma} = 1,405$$

Posteriormente se calculan los límites.

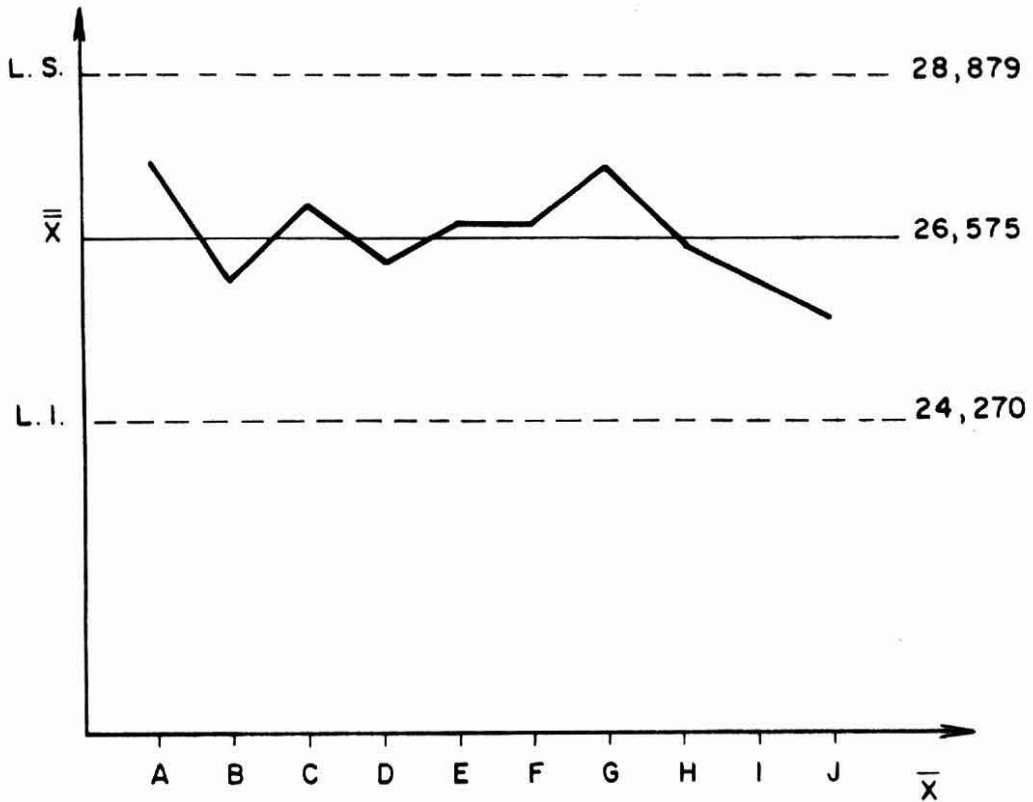
Límites para el gráfico de medias ($\bar{\bar{X}}$)

$$L.S. = \bar{\bar{X}} + t_{\alpha} * \hat{\sigma} = 26,575 + 1,64 * 1,405 = 28,879 \text{ mm}$$

$$L.I. = \bar{\bar{X}} - t_{\alpha} * \hat{\sigma} = 26,575 - 1,64 * 1,405 = 24,270 \text{ mm}$$



GRAFICO DE MEDIAS



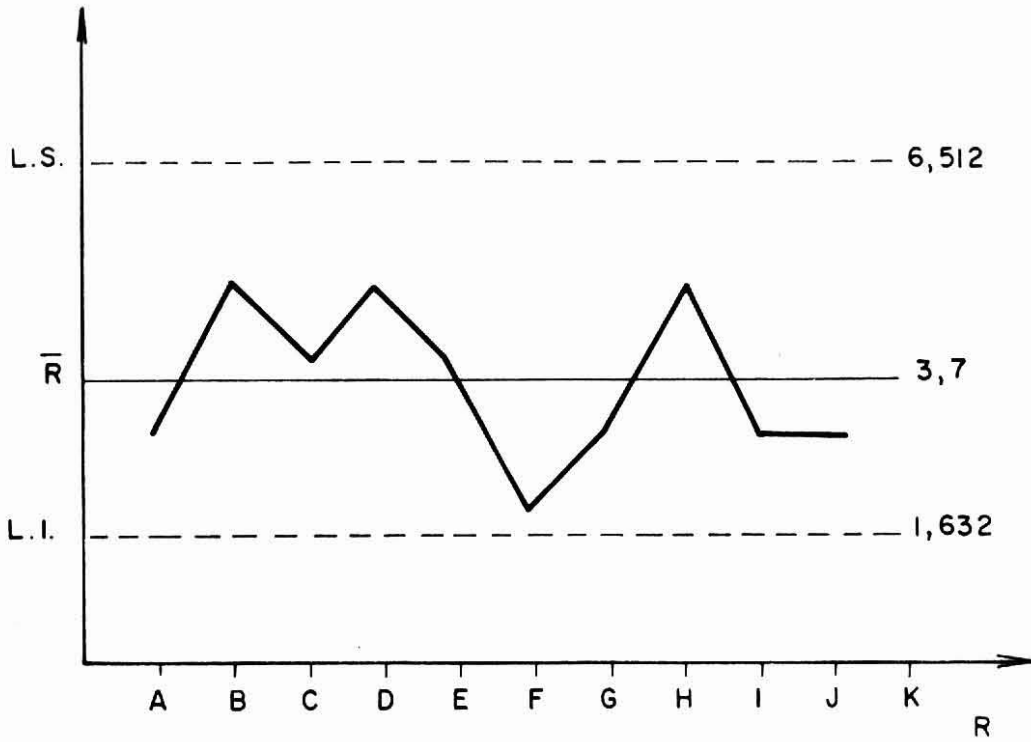
Conclusión: El gráfico está bajo control estadístico. En este caso, el espesor cumple con las medidas exigidas, por lo tanto, se puede seguir produciendo el espesor en las mismas condiciones.

Límites para el gráfico del recorrido (\bar{R})

$$L.S. = D_u * \bar{R} = 1,76 * 3,7 = 6,512$$

$$L.I. = D_l * \bar{R} = 0,441 * 3,7 = 1,632$$

GRAFICO DEL RECORRIDO



Conclusión: El gráfico del recorrido está bajo control estadístico. Posteriormente se repite la operación para el ancho y el largo.

BIBLIOGRAFIA

1. ALARCON, C. y KHER, K. 1986. Conversión energética de madera residual. INFOR, Proyecto, Santiago, Chile, 242 p.
2. BASSO, A. y QUEZADA, A. 1970. Tablas y factores de conversión. Instituto Forestal, Manual N°7, Santiago, Chile, 80 p.
3. BAUMEISTER III,; AVALLONE, E.A. y BAUMEISTER, T. 1982. Marks, Manual del ingeniero mecánico. Vol 1 y 2 Mc Graw-Hill, Méco, s.p.
4. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. 1973. Sistema Internacional de Unidades S.I. Doc., París, Francia, 45 p.
5. BINEK, A. 1973. Forest products in terms of metric units. Binek, Quebec, Canadá, 85 p.
6. BROWN, N. y BETHEL, S.J. 1965. La industria maderera. Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D. México, 398 p.
7. CABEZA, L.R. y VALENCIA, S.B. 1973. Información general para los usuarios de madera tratada. INFOR, Boletín informativo N°26, Santiago, Chile, 21 p.
8. CASTILLO, H. y MICHELI, H. 1970. Prevención y control de la mancha azul en la madera. Instituto Forestal, Informe Técnico N°34, Santiago, Chile, 29 p.
9. CENTRO INTERAMERICANO DE DOCUMENTACION E INFORMACION AGRICOLA. 1972. Redacción de referencias bibliográficas. Normas Oficiales del IICA, Costa Rica, 37 p.
10. CONDE, R. 1973. Control estadístico de la calidad. Centro Interamericano de enseñanza de estadística. Santiago, Chile, 275 p.
11. FAO. 1973. The production, handling and transport of wood chips. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 86 p.
12. FRONIUS, K. 1982. Arbeiten und anlagen im sägewerk. Band 1. Der rundholzplatz DRW-Verlag Stuttgart, 284 p.

13. FRONIUS, K. 1983. Técnicas de aserradero. Curso dictado para alumnos de la U. del Bio-Bío, Depto. de Industrias Forestales Concepción, Chile, 129 p.
14. GUTIERREZ, M. y GUTIERREZ, G. 1982. La madera y su proceso de corte. I Parte: Teoría del corte, interacción corte y madera, taller de afilado y equipos. En: Suplemento de Chile Forestal, Julio 1982, 8 p.
15. GUTIERREZ, M. y GUTIERREZ, G. 1982. La madera y su proceso de corte. II Parte: Mantenimiento y acondicionamiento de sierras huinchas. En: Suplemento de Chile Forestal, Agosto 1982, 8 p.
16. HAJEK, E.R. y DI CASTRI, F. 1976. Bioclimatografía de Chile, Universidad Católica de Chile, 125 p.
17. HARTMAN, D; ATKINSON, W; BRYANT, B.S. y WOODFIN, R.O. 1981. Conversion factors for the pacific northwest forest industry. Institute of Forest Resources, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, 111 p.
18. HONER, H. 1965. Alrededor del trabajo de la madera. Editorial Reverte, Barcelona, 235 p.
19. INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA 1982. Guía para el uso del Sistema Internacional de Unidades S.I. Doc., División de Normalización, Guatemala, 101 p.
20. INSTITUTO FORESTAL. 1967. La humedad de equilibrio de la madera en zonas climáticas de Chile. INFOR, Nota Técnica N°6, Santiago, Chile, 6 p.
21. INSTITUTO FORESTAL. 1984. Utilización industrial de desechos de madera. Cuantificación y alternativas de utilización de residuos forestales. INFOR, Proyecto, Santiago, Chile, 291 p.
22. INSTITUTO FORESTAL. 1986. Estadísticas forestales 1985. Santiago, Chile, INFOR, Serie Informática N°34, 98 p.
23. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION s.f. Guía para la aplicación del Sistema Internacional de Unidades S.I. Documento 40-55, Chile, 74 p.
24. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1985. Madera-especies latifoliadas y alerce - Clasificación visual por especie o



- aprovechamiento. Norma Chilena NCh 1969, Santiago, Chile, 22 p.
25. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1977. Unidades S.I. y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de ciertas otras unidades. Norma Chilena NCh 30 Of. 77, Santiago, Chile, 28 p.
 26. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1985. Maderas-Unidades empleadas, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones. Norma Chilena NCh 174 Of. 85, Santiago, Chile, 8 p.
 27. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1986. Madera-Parte 2: Determinación de la densidad. Norma Chilena NCh 176/2 Of. 86, Santiago, Chile, 11 p.
 28. LUNSTRUM, J.S. 1972. Circular sawmills and their efficient operation. U.S. Department of agriculture; USA, 85 p.
 29. NIELSON, R.W.; DOBIE, J y WEIGHT, D.M. Conversión factors for the forest products industry in western Canada. Forintek Canada Corporation, Special Publication N° SP-24R, Vancouver, Canada, 92 p.
 30. PAREDES, P.A. 1980. Sistemas y métodos de control de calidad aplicados a madera aserrada de pino insigne. Tesis Ing. Ejecución en maderas, Concepción, Universidad del Bío-Bío. Depto. de maderas, s.p.
 31. PEREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003, Documento de Trabajo N°47, Santiago, Chile, 451 p.
 32. PEREZ, V. 1983. Manual de cálculo de construcciones en madera. INFOR, Manual N°13, Santiago, Chile, 478 p.
 33. PEREZ, V. 1978. Manual de construcciones en madera. INFOR, Manual N°10. Santiago, Chile s.p.
 34. PEREZ, R.; JOBET, M. y AGUIRRE, S. 1985. Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de pino insigne, INFOR, Manual N°14, Santiago, Chile, 140 p.
 35. QUEZADA, A. y ROSEBERRY, R. 1969. Acondicionamiento y mantención de sierras huincha. INFOR, Manual N°6, Santiago, Chile 102 p.



36. QUEZADA, A.; ROSEBERRY, R. y PROUX, C. 1969. Acondicionamiento y mantención de sierras circulares. INFOR, Manual N°5, Santiago, Chile, 90 p.
37. REICH, R. 1969. Tablas de conversión de unidades. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 24 p.
38. REITZ, R.C. 1978. Storage of lumber. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook N°531, 63 p.
39. ROJO, R. 1974. Extracción neumática de residuos de elaboración de maderas. INFOR, Informe Técnico 47, Santiago, Chile, 69 p.
40. SNELLGROVE, T; FAHEY, T. y BRYANT, B.S. 1984. Users guide for cubic measurement. College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, 107 p.
41. STOLZENBACH, C.F. 1973. Comparación del rendimiento de trozas de pino insigne aserradas en distintos tipos de aserraderos. Tesis Ing. Forestal, Valdivia, Universidad Austral. Facultad de Ingeniería Forestal, 96 p.
42. TELEFORD, J.C. 1958. Small sawmills operator's manual. Forest Products Laboratory, Branch of Research, Forest Service, Washington, D.C. 121 p.
43. TUSET, R. y DURAN, F. s.f. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, 688 p.
44. WHITE, S.V. 1975. Modern Sawmill Techniques. Vol. 1, Miller Freeman Publications Ind., USA, 308 p.
45. WHITE, S.V. 1975. Modern Sawmill Techniques. Vol. 2, Miller Freeman Publications Inc., USA, 372 p.
46. WHITE, S.V. 1975. Modern Sawmill Techniques. Vol. 3, Miller Freeman Publications Inc., USA. 322 p.
47. WHITE, S.V. 1975. Modern Sawmill Techniques. Vol. 4, Miller Freeman Publications Inc., USA, 292 p.
48. WHITE, S.V. 1975. Modern Sawmill Techniques. Vol. 5, Miller Freeman Publications Inc. 395 p.



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

- 217 -

49. WILLISTON, E.M. 1978. Lumber manufacturing: the design and operation of sawmills and planer mills. Miller Freeman Publications Inc., USA, 512 p.
50. WILLISTON, E.M. 1978. Saws: design, selection, operation and maintenance. Miller Freeman Publications Inc., USA, 288 p.

***** o *****



INFOR

