

**ORGANIZA E IMPARTE:**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE CASTILLA Y LEÓN**



# **Alisado**



**CURSO:**

***Tratamientos Superficiales  
Manipulado del Papel***

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

# **1. ALISADO**

## **INDICE**

### **1.1. Introducción**

### **1.2. Alisado**

- 1.2.1. Alisado del papel.
- 1.2.2. Configuración de las lisas.
- 1.2.3. Parámetros que afectan al alisado.
  - 1.2.3.1. Perfil de la línea de separación.
  - 1.2.3.2. Características de compresión.
- 1.2.4. Mejora del perfil.
  - 1.2.4.1. Rodillos flotantes.
  - 1.2.4.2. Espesor.
  - 1.2.4.3. Temperatura.
  - 1.2.4.4. Humedad.
- 1.2.5. Funcionamiento.
  - 1.2.5.1. Puesta en marcha.
  - 1.2.5.2. Parada.

### **1.3. Anexos**

## **1.1. INTRODUCCION**

## **1. ALISADO**

### **1.1. INTRODUCCION**

Una vez que el papel ya ha pasado por las zonas de prensado y secado es necesario mejorar su aspecto y calidad superficial.

Para ello se dispone de unos rodillos que realizan el alisado de la superficie de la hoja mediante una presión adecuada a las necesidades según el tipo de papel que se está fabricando.

Esta operación es importante, sobre todo en los papeles de impresión, ya que cuanto más lisa sea su superficie mejor imprimirá.

## **1.2. ALISADO**

### **1.2.1. Alisado del papel**

### **1.2.2. Configuración de las lisas**

### **1.2.3. Parámetros que afectan al alisado**

#### **1.2.3.1. Perfil de la línea de separación**

#### **1.2.3.2. Características de compresión**

### **1.2.4. Mejora del perfil**

#### **1.2.4.1. Rodillos flotantes**

#### **1.2.4.2. Espesor**

#### **1.2.4.3. Temperatura**

#### **1.2.4.4. Humedad**

### **1.2.5. Funcionamiento**

#### **1.2.5.1. Puesta en marcha**

#### **1.2.5.2. Parada**

## 1.2. ALISADO

### 1.2.1. ALISADO DEL PAPEL

El papel cuando sale de la sequeria, no tiene un espesor completamente regular. Para homogeneizar dicho espesor se realiza la operación de alisado.

*El alisado es un tratamiento de la hoja en la que el papel pasa a través de una o más zonas de prensado formadas por un conjunto de rodillos de acero.*

Esta operación se realiza al final de la maquina de fabricación, en una zona llamada **lisas** (Fig. 1.1). Por tanto, las lisas forman el ultimo elemento dentro de la maquina de papel.

*Una lisa es un conjunto de rodillos en la parte seca de la maquina de papel que proporciona buen acabado al papel, reduciendo el espesor y aumentando la lisura.*

Las lisas no proporcionan brillo al papel y su función principal es:

- Obtener un perfil de calibre uniforme en sentido transversal (espesor constante en toda la hoja).
- Reducir el espesor de la hoja hasta el nivel deseado.
- Dar lisura a la hoja, eliminando las marcas que han dejado la tela y fieltro.

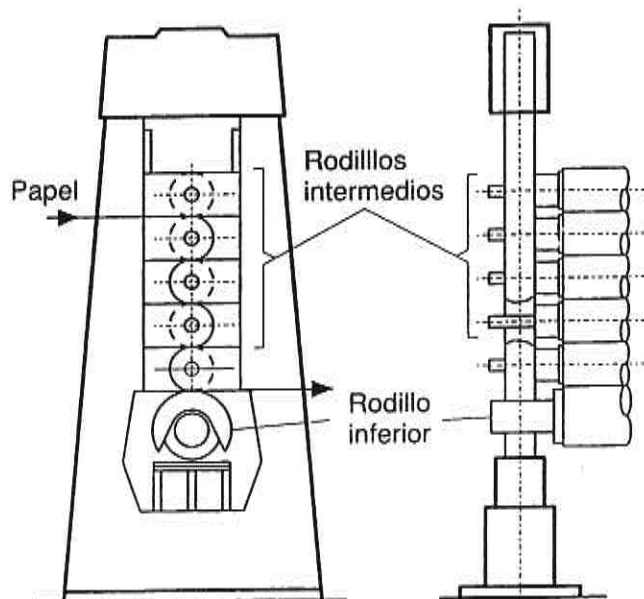


Fig. 1.1

### 1.2.2. CONFIGURACION DE LAS LISAS

Las lisas estan formadas por una serie de rodillos de hierro fundido, uno encima de otro, sujetos independientemente a un bastidor (Fig. 1.2).

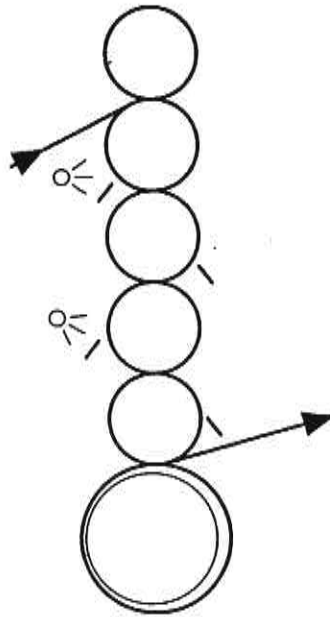


Fig. 1.2.

En una maquina de papel puede haber de una a tres lisas, es decir, de uno a tres grupos de rodillos. Cada una de las lisas lleva de dos a diez rodillos aproximadamente. En función de las características finales que se desee obtener en el papel, se puede hacer pasar a este por un numero determinado de rodillos.

Los rodillos, no son completamente rígidos, por eso tienden a sufrir flexiones debido a los esfuerzos realizados en los extremos. La presion, debido a la flexión, es mayor en los extremos que en el centro del rodillo (Fig. 1.3). Esto ocasiona que el papel salga con un espesor diferente en el centro que en los extremos, efecto que deberá corregirse de la forma que veremos mas adelante.

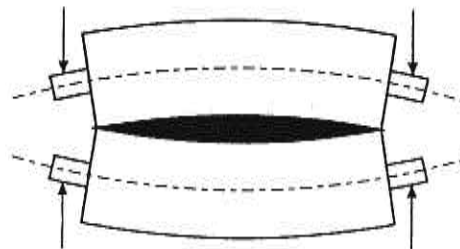


Fig. 1.3



El **rodillo inferior**, normalmente **se construye de mayor diametro** que los demás. Debido a las flexiones antes mencionadas llevan un **bombeo**, normalmente variable mediante baños de aceite chorros de vapor en el interior, para compensar la flexión (Fig. 1.4)

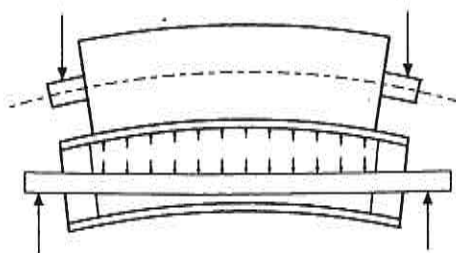


Fig. 1.4

El rodillo que esta inmediatamente encima del rodillo inferior puede ser de diametro intermedio, y tambien puede llevar bombeo.

El resto de los rodillos son de diametro uniforme y sin bombeo.

El rodillo inferior es el que recibe el impulso del motor. Este transmite el movimiento a los demás rodillos, mediante el rozamiento superficial entre ellos.

### 1.2.3. PARAMETROS QUE AFECTAN EN EL ALISADO

El perfil de la hoja de papel en sentido transversal de la maquina es una de las principales características dentro de su fabricación.

El perfil de calibre en la bobina de papel se ve influido por:

- El perfil de la línea de separación entre los rodillos.
- Las características de compresión del papel a la entrada de los rodillos.

#### 1.2.3.1. PERFIL DE LA LINEA DE SEPARACION

El perfil de la línea de separación depende de:

- ✓ • La exactitud de la rectificación de las lisas.
- ✓ • El desgaste de la superficie.
- ✓ • La temperatura local del rodillo.

#### 1.2.3.2. CARACTERISTICAS DE COMPRESION

El perfil de las características de compresión depende de:

- ✓ • El volumen específico del papel. (MANO)
- ✓ • El espesor del papel.
- ✓ • La humedad de la hoja.
- ✓ • La temperatura de la hoja.
- ✓ • La formación de la hoja.

#### 1.2.4. MEJORA DEL PERFIL

La lisura también depende del acabado de los rodillos (**superacabado**). Estos llevan unos tratamientos de temple (endurecimiento) y rectificado.

\* Para realizar el rectificado, todos los rodillos deben ser verificados a la vez.

Si los rodillos son deficientes, cualquier defecto que lleve el papel (franjas de humedad, diferencia excesiva de espesor o pequeñas arrugas) lo multiplica en forma de arruga o rotura.

La facilidad de alisado depende también del tipo de pasta. Cuanto más suave sea la pasta, mayor es el brillo conseguido.

refinado  
engrasado

Para conseguir que el **perfil a lo ancho del papel** sea **lo más uniforme posible** hay que eliminar las deficiencias que provienen del proceso de fabricación. Para ello es necesario mantener las superficies de los rodillos en buenas condiciones.

Es necesario:

- ✓ • Un **rodillo con bombeo variable** para corregir flexiones (rodillos flotantes).
- • La posibilidad de **modificar la temperatura en zonas del rodillo** según convenga, aumentando o disminuyendo de esta forma su diámetro.

##### 1.2.4.1. RODILLOS FLOTANTES

Como hemos dicho, debido a que los esfuerzos son superiores en los extremos del rodillo que en el centro, se ocasionan flexiones que deterioran el perfil de la hoja, al variar la presión en las zonas de contacto del rodillo.

Para compensar las flexiones lo que se hace es utilizar rodillos con bombeo. Los más empleados son los de **bombeo variable**.

La forma más práctica de corregir o evitar esta flexión sería reduciendo la distancia entre los apoyos, o dicho de otra manera, aumentando el número de apoyos.

Esto se consigue en la práctica con el empleo de **rodillos flotantes** (Fig. 1.5), que permiten una distribución uniforme de la presión en las zonas de contacto

de los rodillos, mediante un bombeo regulable.

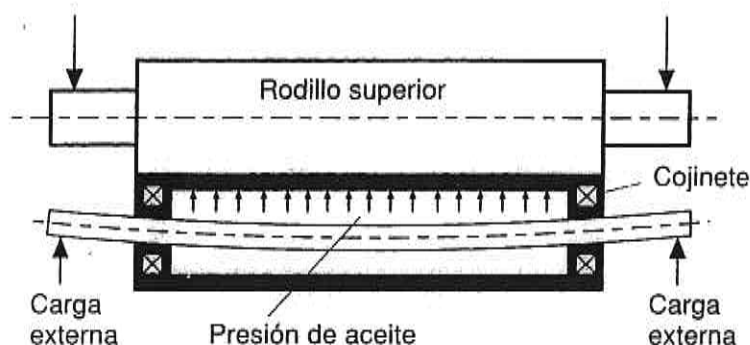


Fig. 1.5

La mayoría de los rodillos flotantes utilizan presiones hidráulicas, es decir, pistones controlados individualmente que transmiten aceite a presión distribuida a lo largo del interior de la camisa del cilindro, lo cual permite variar la presión en diferentes puntos (Fig. 1.6).

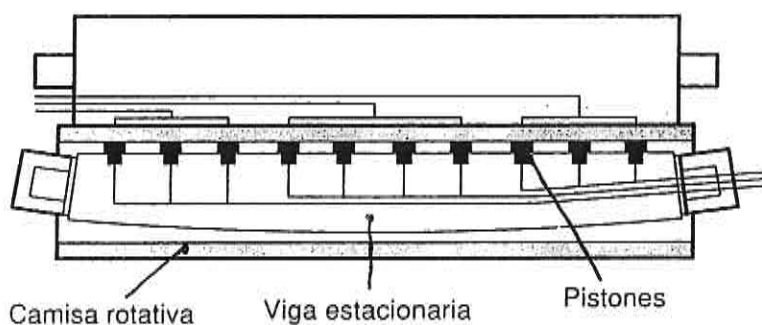


Fig. 1.6

Al "aumentar" el número de apoyos "disminuye" la flexión en el rodillo, y a medida que el número de apoyos tiende a ser ilimitado la flexión prácticamente desaparece.

#### 1.2.4.2. ESPESOR

La reducción del espesor de la hoja y la lisura están relacionadas y son función de:

- La presión en la zona de contacto.
- El tiempo de contacto.

- El numero de zonas de contacto.

Los dos primeros dependen del diametro del rodillo y de la intensidad de la carga (Fig. 1.7).

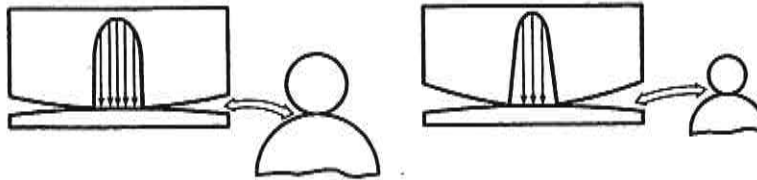


Fig. 1.7

La presión en el rodillo debe ser suficiente para alcanzar la lisura pedida, pero sin perjudicar las características del papel. Una presión excesiva puede ocasionar aplastamiento en la hoja, desfigurar la superficie o reducir el espesor excesivamente.

La presión la proporciona el propio peso de los rodillos y también cargas adicionales que se pueden aplicar en la parte más alta de la lisa. Sin embargo, esta presión puede variarse en diferentes puntos a lo largo del rodillo dependiendo de las irregularidades del papel.

Se puede regular la lisura empleando bien sea un gran número de zonas de contacto con baja presión, o utilizando menos rodillos con más presión.

Algunos papeles de acabado bajo pueden pasar solamente por la zona de presión de dos o tres rodillos. El cartón para cajas plegables con buen acabado pueden llegar a pasar por todos los puntos de contacto de tres conjuntos formados por siete rodillos cada uno.

#### 1.2.4.3. TEMPERATURA

El alisado no siempre resulta uniforme en todo lo ancho del papel. La presión desigual, debido a zonas en el rodillo con puntos altos y bajos, tiende a formar lugares duros y blandos en el papel.

Una variable muy importante en el alisado es la temperatura.

La variación de temperatura ocasiona contracciones y expansiones en el diametro del rodillo, muy pequeñas, pero lo suficiente para alterar el perfil del espesor de la hoja.

Si la presión que da el rodillo en un determinado punto es muy grande, se puede reducir dicha presión concentrando en dicho punto un chorro de aire

frío, ya que al bajar la temperatura, disminuye su diametro por contracción.

Por el contrario, si se desea una presión mayor en un punto determinado puede lograrse generando calor en ese punto para conseguir una dilatación en esa parte del rodillo.

También se puede realizar un control de la temperatura a todo lo ancho del rodillo. Esta opción se emplea en la mayoría de las lisas disponiendo de uno o dos rodillos con temperatura controlada.

Si se calientan los rodillos, estos se dilatarán aumentando su diámetro y de esta forma se conseguirá una hoja de menor espesor. Si se enfrían, el diámetro disminuye, consiguiendo una mayor separación entre rodillos y, por tanto, un espesor mayor en la hoja de papel.

El **calentamiento**, del rodillo se realiza aplicando vapor o agua caliente a través de perforaciones centrales realizadas en el rodillo. En la Figura 1.8 se puede ver un sistema avanzado de perforación para el calentamiento con agua.

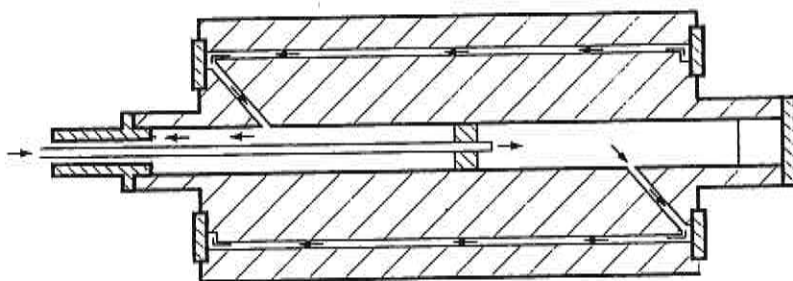


Fig. 1.8

Para realizar el **enfriamiento**, a uno o dos rodillos de la lisa, se les suministra aire frío mediante unos inyectores de aire regulado a lo ancho de la máquina (Fig. 1.9). Este aire frío disipa el calor producido por el rozamiento.

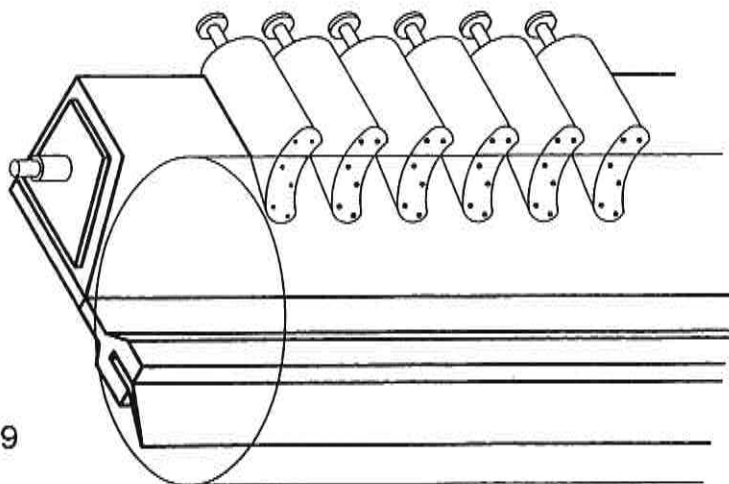


Fig. 1.9

#### 1.2.4.4. HUMEDAD

La humedad tiene un profundo efecto en la compresibilidad de la hoja. Normalmente es deseable un contenido alto en humedad para lograr un buen alisado. Sin embargo, esto está limitado, ya que a niveles muy altos el papel tiende a oscurecerse. Se suele trabajar con unos valores de entre un 4% y un 8%.

Se puede humedecer el papel con el fin de aumentar el efecto de alisado. A veces se hace pasar la hoja por un cilindro enfriador, al final de la sequeria, en el que se condensa la humedad y se transfiere a la superficie del papel.

También se utilizan rociadores de vapor para aumentar el contenido de humedad directamente en la hoja.

El cartón se seca excesivamente en la maquina, por lo que a continuación se humedece su superficie hasta alcanzar el grado deseado. Si se trata de cartón pesado se aplica agua directamente en su superficie mediante cajas de agua (Fig. 1.10)

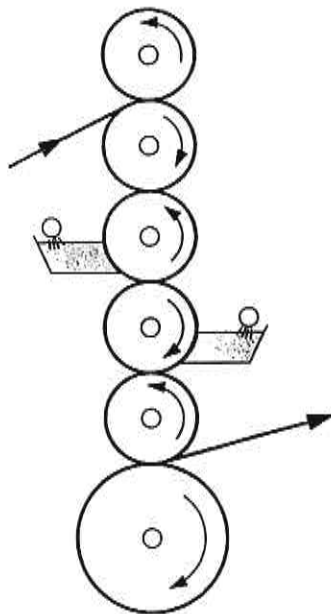


Fig. 1.10



Las cajas de agua (Fig. 1.11) empleadas para los cartones pesados son unas bandejas que se extienden a todo lo largo de los rodillos. No se limitan solo a la aplicación del agua, sino que pueden utilizarse para realizar un "encolado" impregnando la hoja con almidón u otro producto químico.

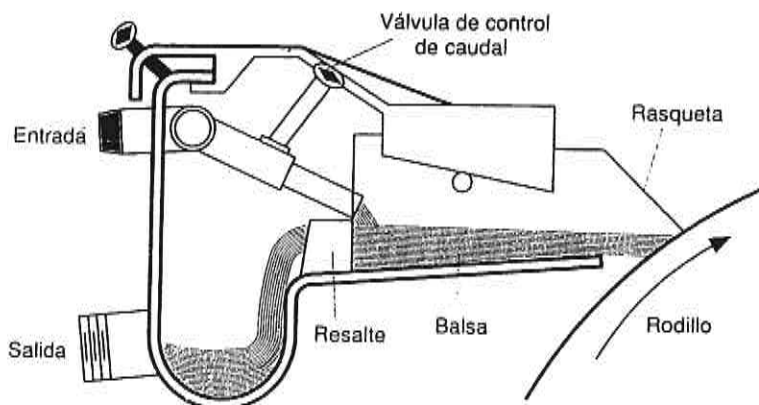


Fig. 1.11

#### ✕ 1.2.5. FUNCIONAMIENTO

##### 1.2.5.1. PUESTA EN MARCHA


Antes de poner en marcha las lisas hay que realizar una serie de observaciones en los elementos comprobando que los siguientes puntos están en orden:

- Rodillos levantados.
- Sistema de engrase en orden.
- Palieres en buen estado.
- Agua de los palieres abierta.
- Láminas de las rasquetas correctamente colocadas.
- Sistema de oscilación de las rasquetas en marcha.
- Ventilador del aire en marcha.
- Rodillo inferior en marcha antes que la máquina.
- Bajar los demás rodillos una vez el rodillo inferior alcance la velocidad de trabajo.
- Abrir gradualmente la entrada de vapor a los rodillos.

- Verificar que la superficie de los rodillos esta limpia.
- Verificar el sistema de aire.
- Ajustar el vapor en los rodillos.
- Ajustar la salida de aire refrigerador.

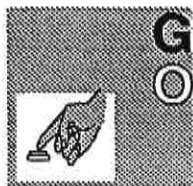
#### **1.2.5.2. PARADA**

Igualmente, a la hora de parar la lisa, se comprobaran por orden los siguientes puntos:

- Cerrar el vapor y el agua.
- • Parar la lisa.
- Elevar los rodillos.
- Parar el ventilador de aire.
- Cubrir los rodillos con aceite para evitar la oxidación y el polvo.



## **1.3. ANEXOS**



## El concepto de Calandria Suave (LISA BLANDA)

Diferente de la prensa dura o de la calandria de máquina, la Calandria Suave está diseñada para el acabado de papel en vez del perfilado o corrección del mismo. Las características de prensado suave junto con los parámetros de calandria ajustables (carga de prensa lineal y temperatura de rodillo) ofrece al fabricante de papel la habilidad de poder producir una amplia gama de acabados, valederos para la mayoría de las aplicaciones de papel.

El prensado suave se logra por emparejamiento de un rodillo de hierro refrigerado con un rodillo natatorio con cubrimiento suave. El resultado de esta asociación es un cambio radical de las características de prensar comparadas con las de una calandria convencional.

### Comparación de prensado suave y prensado duro

Generalmente, en una calandria de máquina el prensado se logra emparejando un rodillo impulsado de hierro refrigerado con un controlado rodillo de desviación de hierro refrigerado. En la operación la anchura de prensa activa es pequeña debido al efecto mecánico del contacto de rodillo de hierro contra rodillo de hierro.

El resultado de este prensado de pequeña anchura es la localización agresiva de la presión de distribución a través de la lámina y la subsecuente compresión de la lámina a un calibre uniforme. El producto final será de una densidad variable y de suavidad y/o brillo variable. (Figura 1)

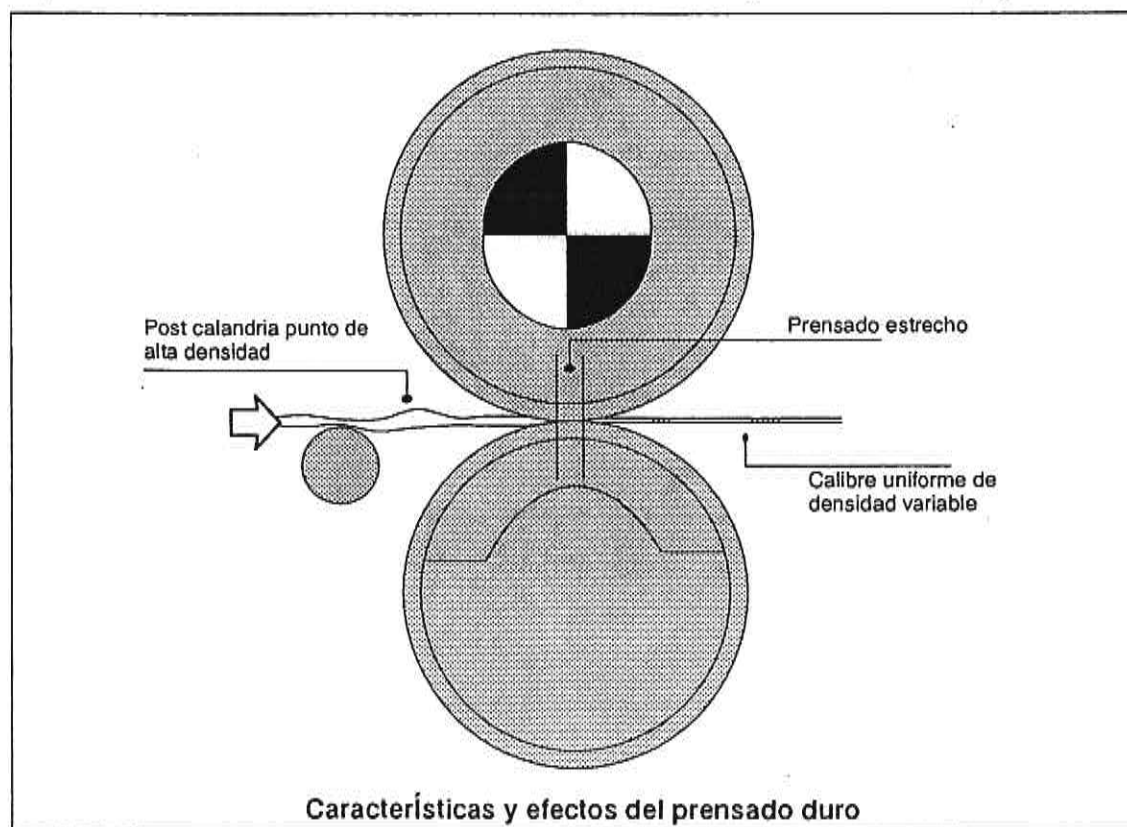


Figura 1

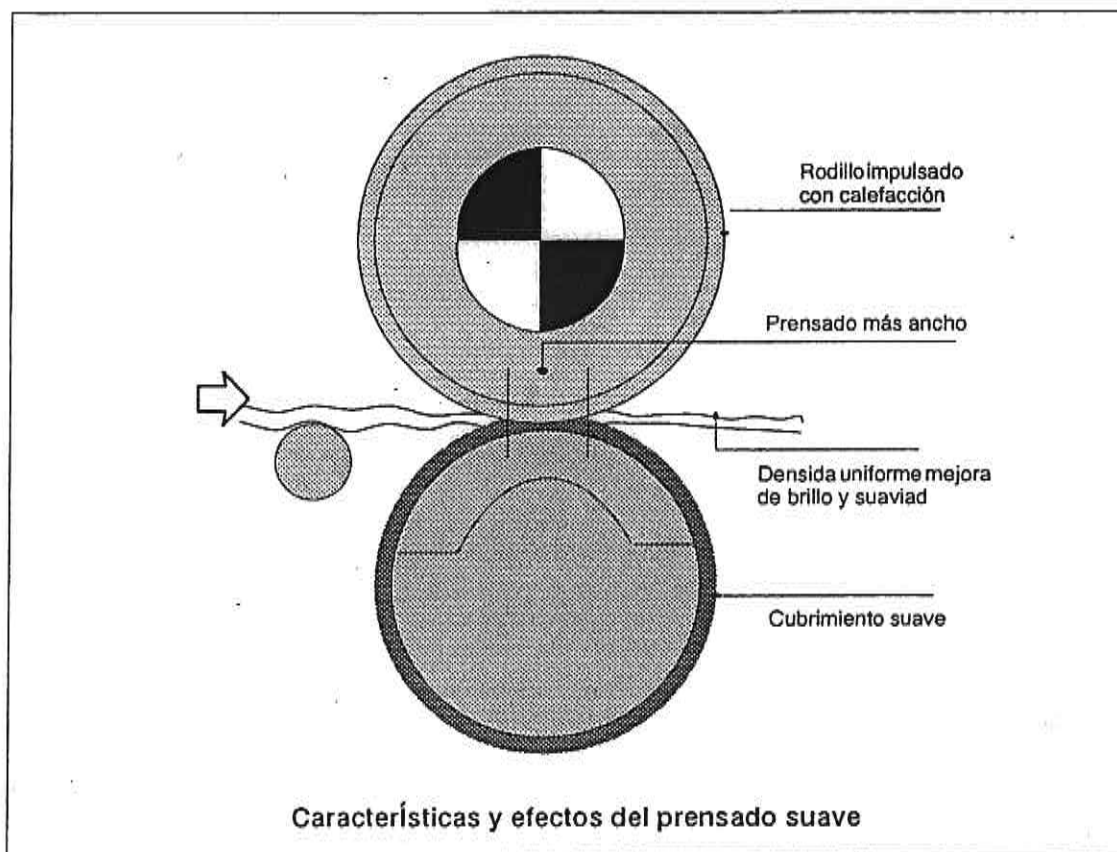


Figura 2

En la Calandria Suave el prensado se logra emparejando un rodillo impulsado de hierro refrigerado con un rodillo natatorio con cubrimiento suave. Este rodillo tiene el mismo control de las propiedades de desviación que tiene el rodillo Natatorio estándar, sin embargo, su comportamiento de prensado es completamente diferente debido al cubrimiento suave adherido a su casco gris de hierro.

El cubrimiento está formado de dos capas principales. La capa superior tiene base de resina y está reforzada con Kevlar y otros llenados para incrementar la resiliencia del cubrimiento contra marcas u otro daño. Esta capa es de aproximadamente 7 mm de grosor. La capa de base es de multicapas de fibra de vidrio reforzada, y de aproximadamente 5mm de grosor ofreciendo un grosor global de cubrimiento de 12mm.

El cubrimiento suave combina buena resiliencia con menor dureza de material. La menor dureza de material permite un efecto de prensado menos agresivo debido a la mayor anchura de zona de prensado, el cubrimiento suave se extiende literalmente cuando se empareja al rodillo impulsado de hierro refrigerado. Esto permite una mejora de retención en bruto y una más uniforme densidad de producto final. El factor de durabilidad permite una operación de mayor temperatura y presión y ofrece así un potencial de excelente acabado de papel.

El efecto de prensado suave se ilustra en la Figura 2 de arriba.

## **La calandria y planta auxiliar**

Este capítulo da información general de las piezas principales de la Calandria Suave y también explica la función de las unidades auxiliares de calandria. La información suministrada es básica pero deberá ofrecer al operario alguna apreciación del equipo de trabajo y una comprensión de sus funciones.

### **Construcción de la Calandria Suave**

La Calandria Suave se ilustra en la página 7. Las piezas principales se detallan abajo.

#### **ARTICULO 1 CILINDRO DE CARGA / DOSIFICACION**

Vea el artículo 2/3 abajo.

#### **ARTICULO 2 CONJUNTO DE DOSIFICACION DE RODILLO IMPULSADO DE**

Formado de un cuerpo de acero fabricado , portacuchilla y cuchilla, el conjunto de dosificación está diseñado para mantener una superficie limpia de rodillo impulsado. La cuchilla colocada con precisión raspa la superficie del rodillo con presión uniforme por toda su anchura.

La presión de cuchilla a rodillo se provee por medio de un cilindro neumático (artículo 1) situado en cada extremo del conjunto. Para mejorar la acción de limpieza y para distribuir el desgaste de cuchilla, el conjunto completo de dosificación se mueve constantemente de lado a lado por medio de un sistema de oscilación electromecánica.

#### **ARTICULO 3 CONJUNTO DE DOSIFICACION DE RODILLO NATATORIO**

Formado de un cuerpo de acero fabricado portacuchilla y cuchilla, este conjunto de dosificación está diseñado para remover escombros de la cubierta de rodillo Natatorio.

La cuchilla colocada con precisión raspa la superficie del rodillo con presión uniforme por toda su anchura.

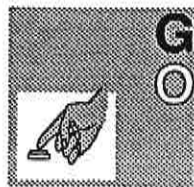
La presión de cuchilla a rodillo se provee por medio de un cilindro neumático (artículo 1) situado en cada extremo del conjunto. Para mejorar la acción de limpieza y para distribuir el desgaste de cuchilla, el conjunto completo de dosificación se mueve constantemente de lado a lado por medio de un sistema de oscilación electromecánica. La dosificación de rodillo natatorio funciona intermitentemente para evitar desgaste de cubierta.

#### **ARTICULO 4 RODILLO IMPULSADO DE HIERRO REFRIGERADO**

Este rodillo aplica el acabado a la lámina, determinándolo por medio de una combinación de carga de prensado y temperatura de rodillo impulsado. La temperatura del rodillo impulsado es ajustable desde el panel de control. El medio de calefacción / refrigerio de rodillo es por medio de un sistema de calentamiento de agua.

#### **ARTICULO 5 RODILLO NATATORIO DE CUBRIMIENTO SUAVE**

El rodillo Natatorio es un rodillo que ofrece control de desviación variable permitiendo el mantenimiento de una presión de prensado uniforme bajo una amplia gama de condiciones de carga de calandria. Se adhiere un cubrimiento suave al casco gris de hierro del rodillo. Las características de este cubrimiento se hablan en el Capítulo 1.



#### ARTICULO 6 MOTOR DE AYUDA AL RODILLO NATATORIO

El motor de ayuda provee potencia al rodillo Natatorio, permitiendo la sincronización de su velocidad de rotación con la del rodillo impulsado (conocido como emparejamiento de velocidades) anterior al cierre de prensa.

#### ARTICULO 7 CILINDROS HIDRAULICOS DE CARGA

Los cilindros de carga proveen la potencia mecánica (por medio de presión hidráulica) requerida para elevar el rodillo inferior y también aplican la carga requerida para incrementar la carga global de prensado (en conjunto con la presión proporcional de rodillo Natatorio). Las presiones de cilindro son ajustables desde el panel de control.

#### ARTICULO 8 RODILLO ESPARCIDOR

El rodillo esparcidor está curvado, por lo tanto la lámina se esparce literalmente al pasar. El resultado es una lámina tiesa sin arrugas cuando entra en la prensa. El nivel de curva de rodillo es ajustable.

#### ARTICULO 9 CAMARA INFRARROJA y Sistema Tricámara

Debido a la naturaleza del material que forma la cubierta de rodillo Natatorio y las características de las composiciones usadas para adherir la cubierta al casco, es necesario monitorear constantemente la temperatura de cubierta. Puede causarse degradación y/o severo daño si existe una diferencia de alta temperatura entre bordes de cubierta y anchura de tarea de la cubierta, o sea, lo que contacta la lámina. Los niveles de temperatura de estos puntos se monitorean por medio de cámaras infrarrojas montadas en soportes sobre el borde delantero, centro y parte trasera de borde del rodillo Natatorio. La cámara central genera una señal de referencia de temperatura con la que se comparan las señales de las cámaras de bordes. Las tres señales se alimentan a un PLC (Controlador de Lógica Programable) donde el software de control compara los tres niveles de temperatura.

Si es alta, existe una diferencia positiva entre temperaturas de centro de rodillo y temperaturas de bordes, o sea, si los bordes del rodillo están considerablemente más calientes que el centro entonces el PLC activará automáticamente las boquillas de aire montadas en los bordes de los ventiladores (vea ARTICULO 10). El aire de las boquillas baja la temperatura de bordes de rodillo reduciendo así la diferencia.

En algunos casos la diferencia puede que continúe incrementando a pesar de la aplicación de aire de refrigerio. Si esto ocurre y la situación se pone inestable, el sistema de control primero disminuirá la carga de prensado a lo mínimo. Si después de un período de tiempo precolocado, esto no tiene efecto entonces los rodillos de la calandria se abrirán automáticamente.

Las temperaturas detectadas por las cámaras se muestran en la pantalla del Módulo Interfaz de Operario así como los mensajes de fallos relacionados a las sobretemperaturas o condición de los rodillos de apertura automática.

#### ARTICULO 10 VENTILADOR DE BORDE

Los ventiladores son de caja de acero suave que incorpora boquillas de aire de configuración radial. Los ventiladores están conectados a la planta de suministro de aire por medio de ductos. El sistema de control activa las boquillas automáticamente cuando el sistema de cámaras infrarrojas detecte malas condiciones de temperatura.



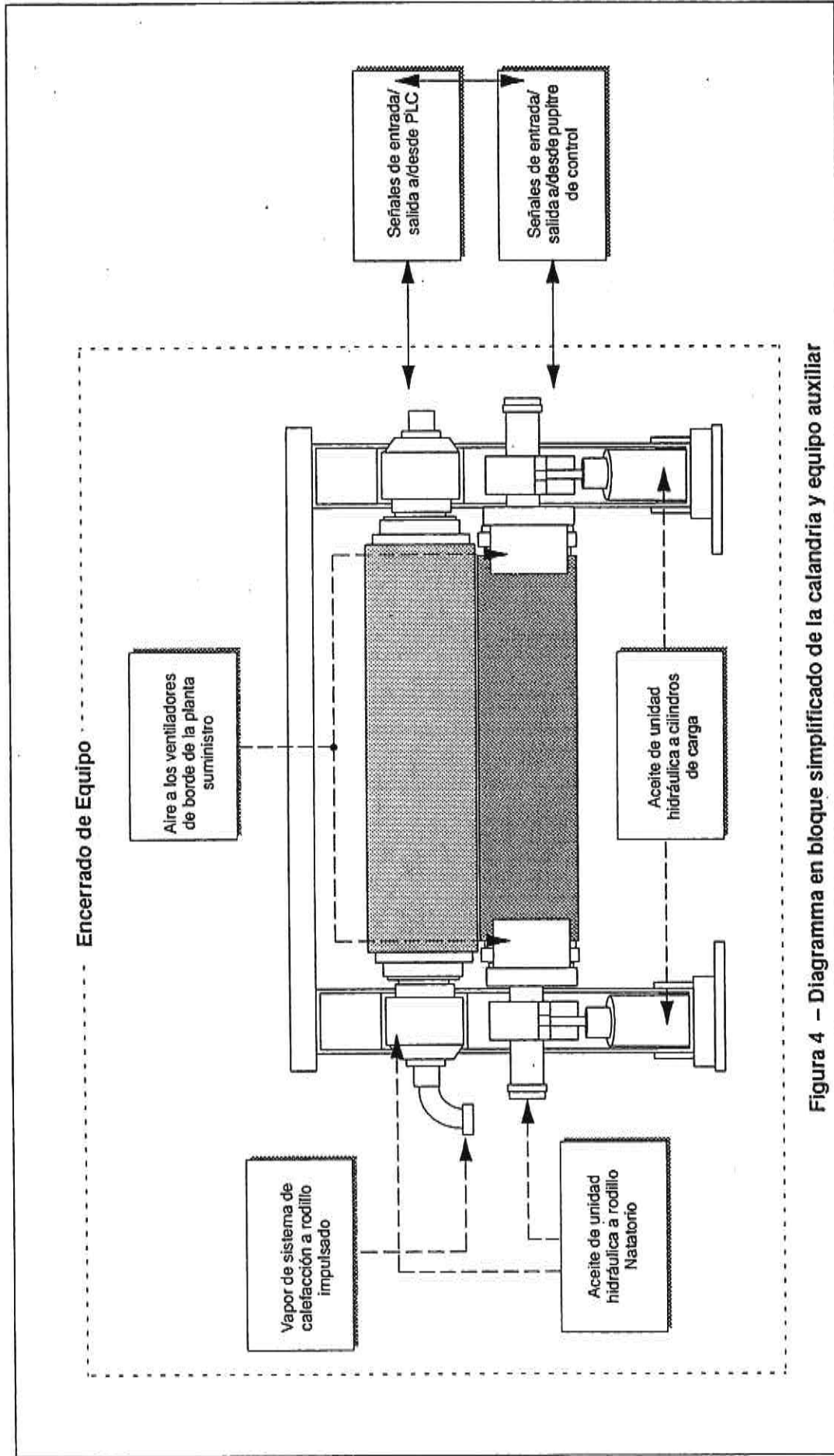
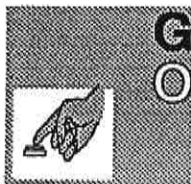


Figura 4 – Diagrama en bloque simplificado de la calandria y equipo auxiliar



La Figura 26 explica cómo usar los dispositivos de corrección.

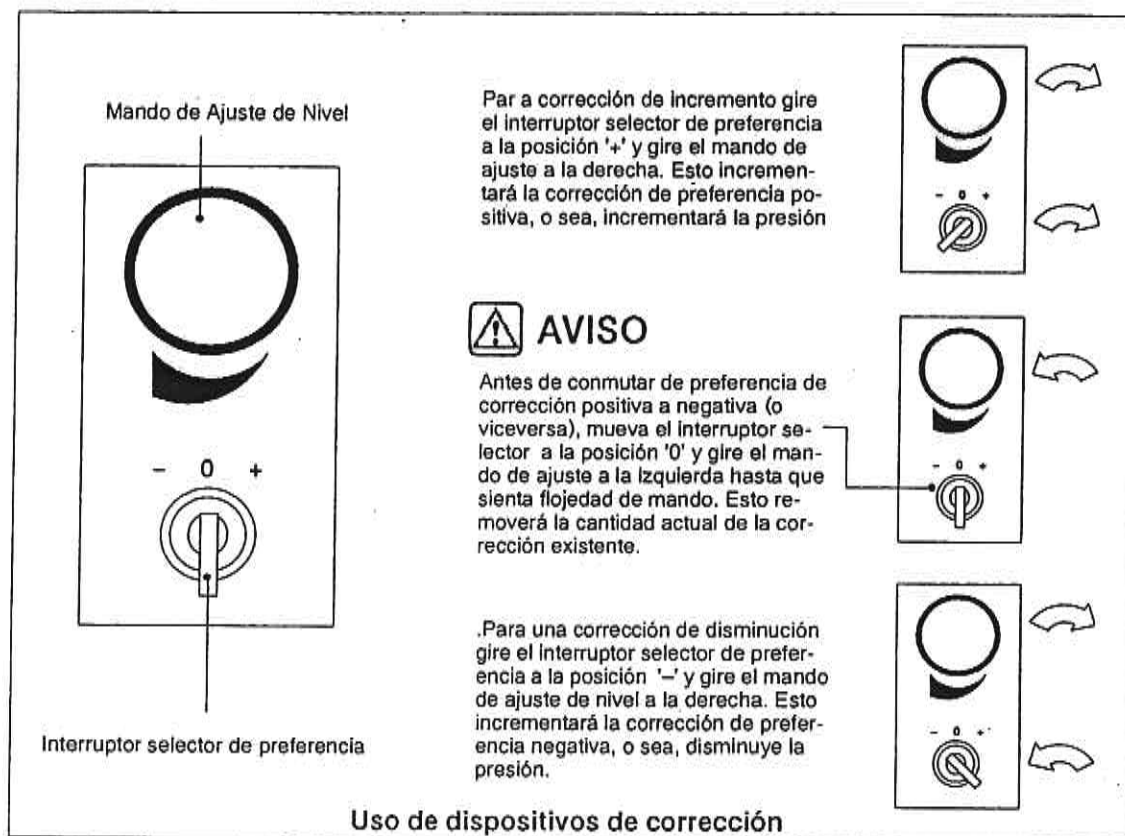


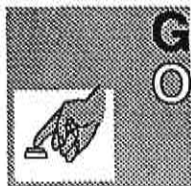
Figura 26

Las siguientes páginas muestran algunos ejemplos de los problemas de acabado de lámina y detallan cómo usar los dispositivos de corrección para eliminar el problema.

### ¡NOTA!

Los tonos en los ejemplos siguientes indican el nivel de acabado de lámina. Cuanto más claro sea el tono, menor el nivel de acabado en esa parte de la lámina.





#### ○ Ejemplo 1

Usando un incremento de presión de rodillo Natataoio para la corrección.

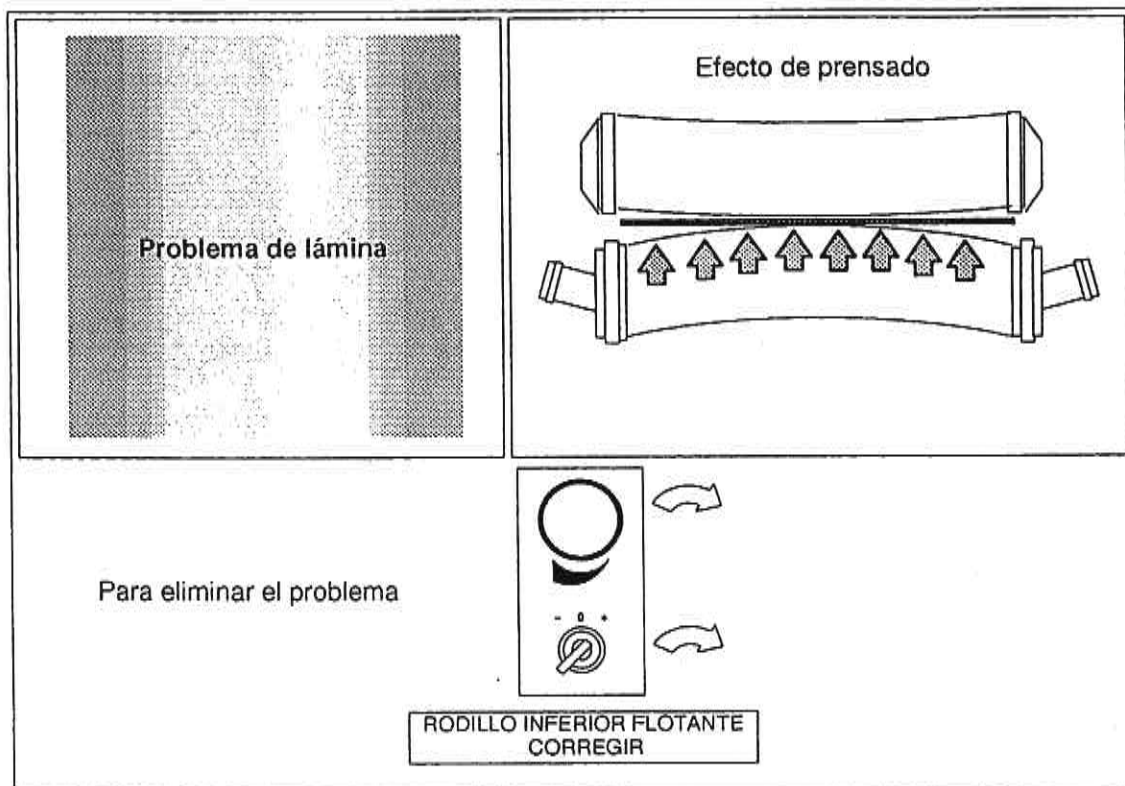
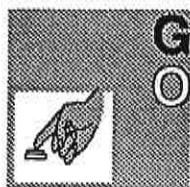


Figura 27





#### ○ Ejemplo 2

Usando una disminución de presión de rodillo Natataoio para la corrección.

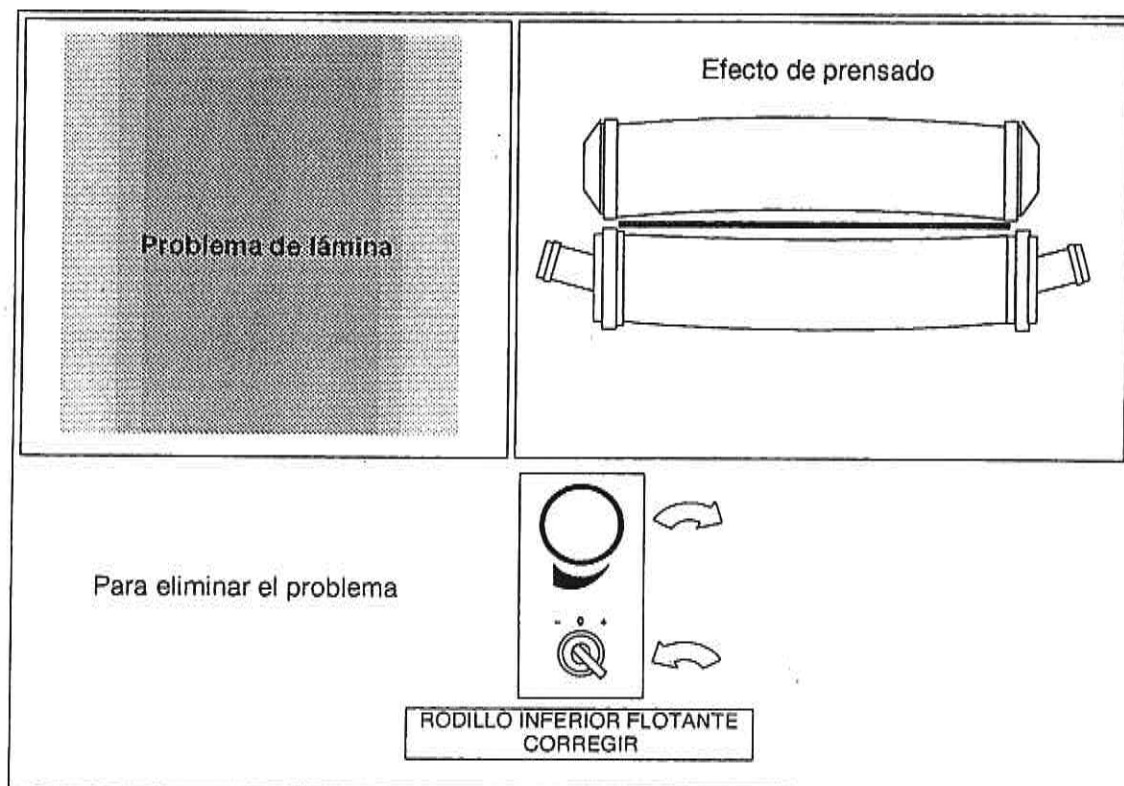


Figura 28



#### ○ Ejemplo 4

Usando un incremento de presión de cilindro delantero para la corrección.

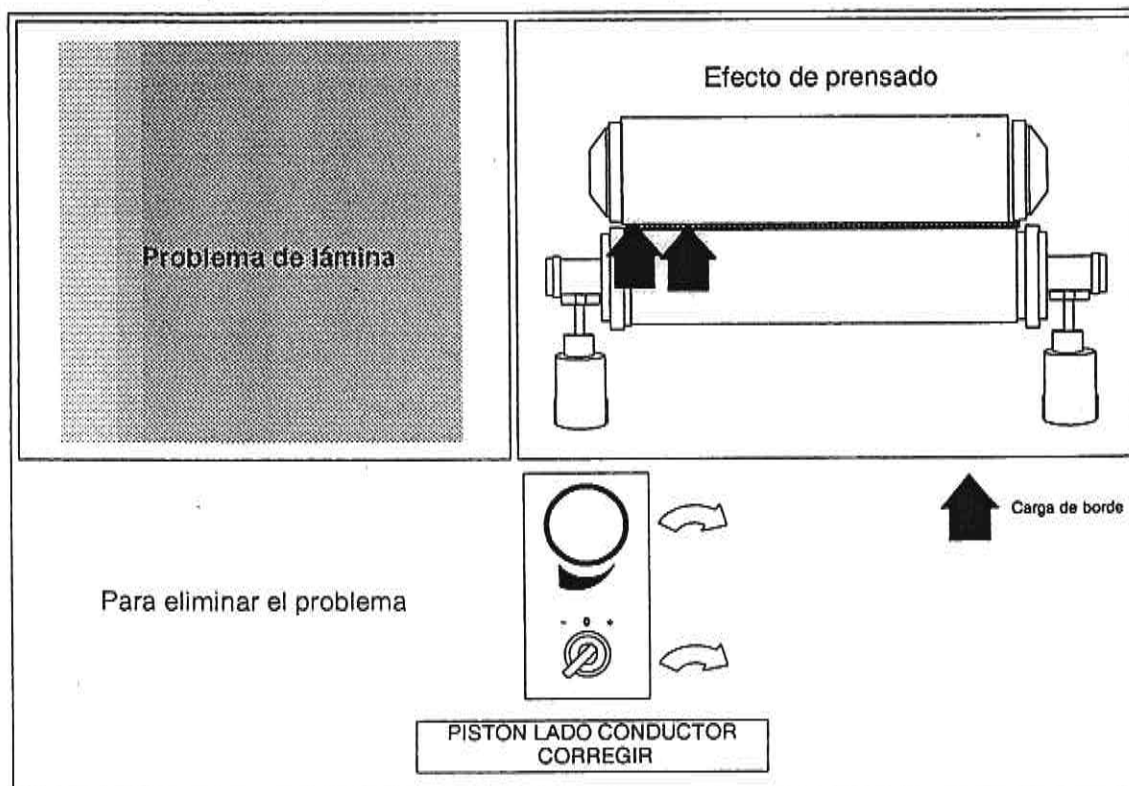
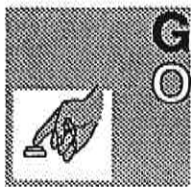


Figura 30



#### ○ Ejemplo 5

Usando una disminución de presión de cilindro delantero para la corrección.

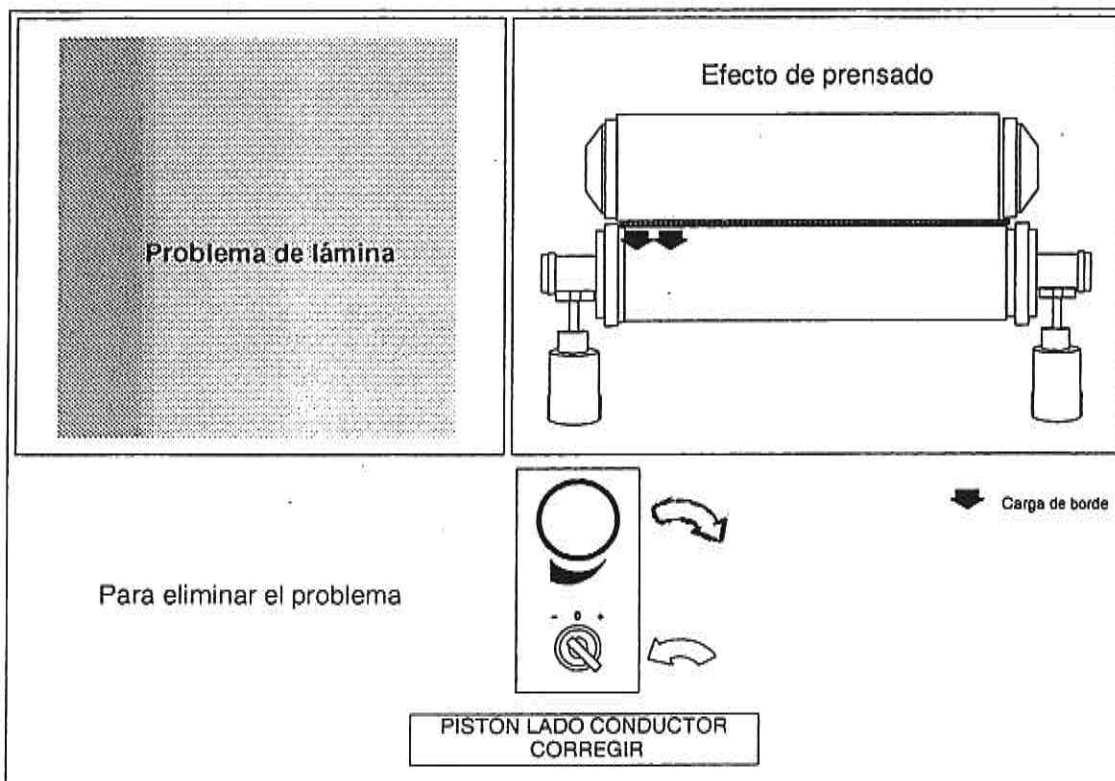
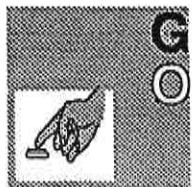


Figura 31

Pueden usarse combinaciones de correcciones de cilindro y rodillo Natatorio para acomodar la eliminación de casi todos los problemas de acabado de lámina.



#### ○ Ejemplo 3

Usando un incremento de presión de cilindro posterior para la corrección.

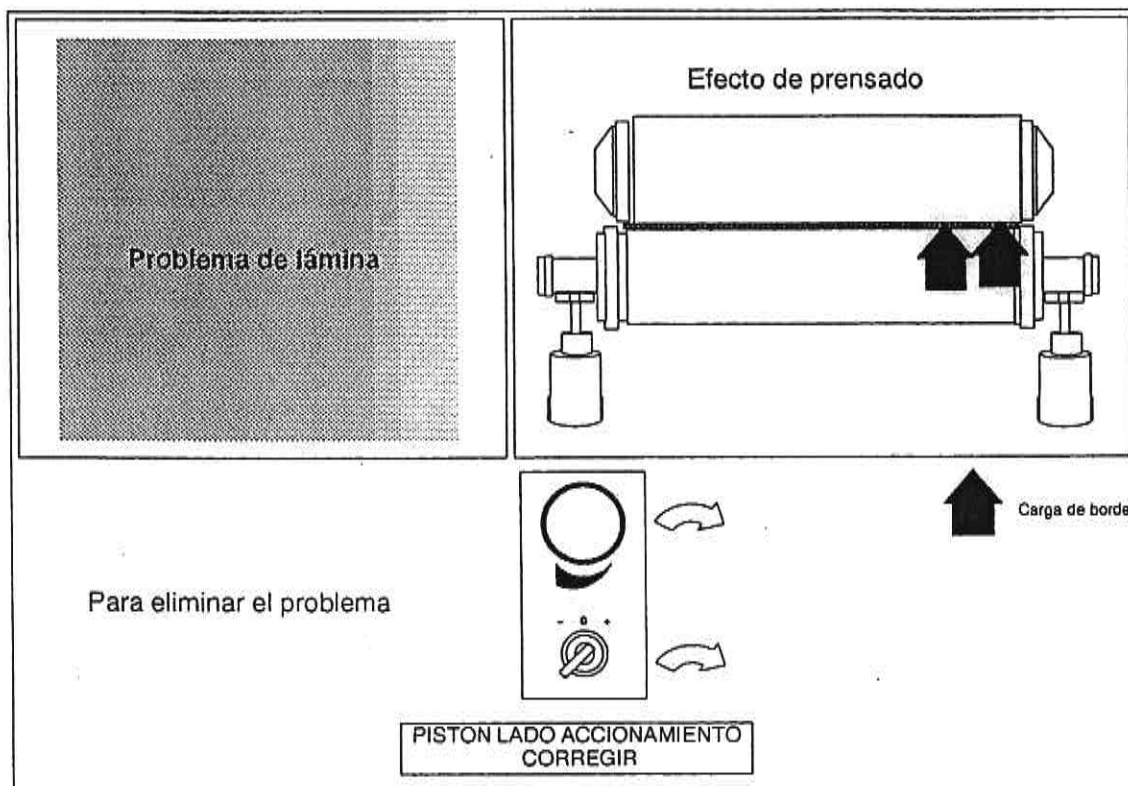


Figura 29