

ORGANIZA E IMPARTE:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CASTILLA Y LEÓN**

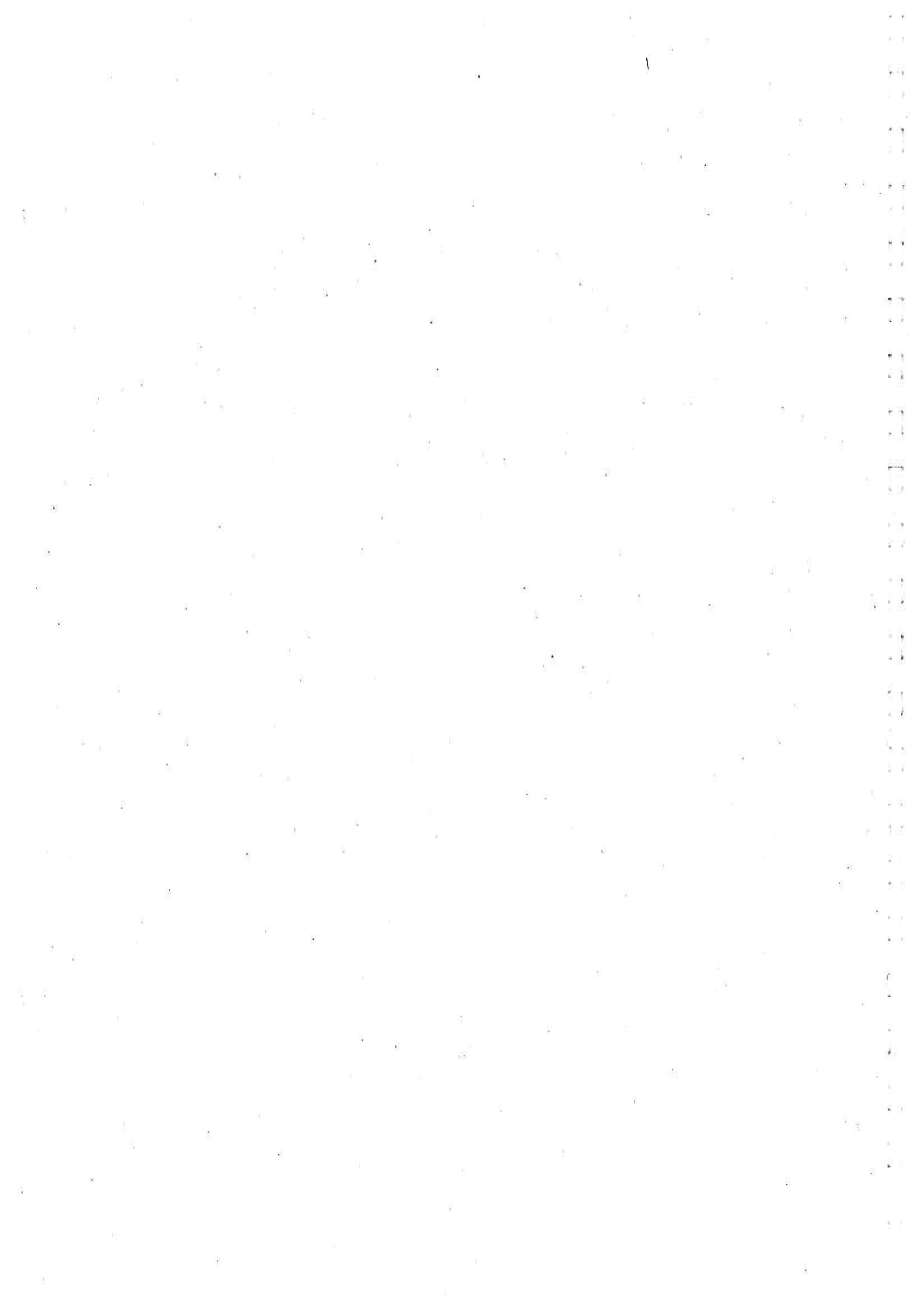


Calandrado



CURSO:

***Tratamientos Superficiales
Manipulado del Papel***



2. CALANDRADO

INDICE

2.1. Introducción

2.2. Calandrado

- 2.2.1. Objetivo del calandrado.
- 2.2.2. Calandra.
- 2.2.3. Tipos de calandrado.
- 2.2.4. Acciones que recibe el papel.
 - 2.2.4.1. Presión.
 - 2.2.4.2. Fricción.
 - 2.2.4.3. Temperatura.
 - 2.2.4.4. Humedad.
- 2.2.5. Características del papel calandrado.
 - 2.2.5.1. Lisura.
 - 2.2.5.2. Espesor.
 - 2.2.5.3. Características ópticas.
- 2.2.6. Defectos que se producen en el calandrado.

2.3. Anexos

2.1. INTRODUCCION

2. CALANDRADO

2.1. INTRODUCCIÓN

Hay papeles que, tal y como salen de la maquina de papel y tras pasar por un proceso de estucado, ya son aptos para su utilización en procesos de impresión de tintas.

Sin embargo, muchos otros, sobre todo aquellos que requieren un elevado acabado superficial, se hacen pasar por una operación denominada calandrado. Con esta operación se pretende mejorar principalmente el brillo del papel y las propiedades de impresión.

2.2. CALANDRADO

2.2.1. Objetivo del calandrado

2.2.2. Calandra

2.2.3. Tipos de calandrado

2.2.4. Acciones que recibe el papel

2.2.4.1. Presión

2.2.4.2. Fricción

2.2.4.3. Temperatura

2.2.4.4. Humedad

2.2.5. Características del papel calandrado

2.2.5.1. Lisura

2.2.5.2. Espesor

2.2.5.3. Características ópticas

2.2.6. Defectos que se producen en el calandrado

2.2. CALANDRADO

2.2.1. OBJETIVO DEL CALANDRADO

Cuando el papel sale de la maquina de fabricación, habiendo o no pasado por la operación de estucado, nos llega con una serie de buenas características. Sin embargo, puede hacerlo con pequeñas arrugas, mejor o peor distribución de cargas y pigmentos, o zonas con menor o mayor calibre. Para corregir esto, y darle el ultimo toque, se le lleva a la **sección de acabados**.

Una de las operaciones realizadas en esta sección es el **calandrado**.

El calandrado proporciona una cierta mejora en la calidad de la hoja, mostrándonos uniformidad, presencia y buena disposición para la impresión.

Con esta operación lo que se hace es aplanar o alisar la hoja de papel progresivamente mediante rodillos, aplicándole a la vez presión y calor (Fig. 2.1.)

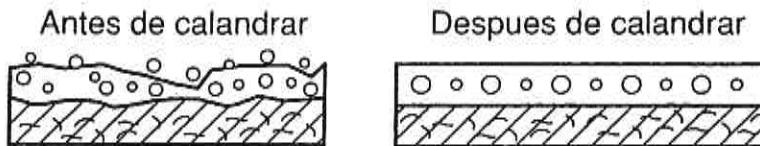


Fig. 2.1

Las funciones esenciales de la operación de calandrado son:

- Uniformizar la superficie del papel (se le da lisura).
- Uniformizar el espesor.
- Aumentar el brillo (aunque no siempre es deseable).

Todo esto se realiza en una maquina llamada **calandra**.

Esta maquina esta formada básicamente por una serie de rodillos entre los cuales pasa la hoja. Están colocados uno encima de otro con su eje en posición horizontal, en donde normalmente se alterna un rodillo de material duro (acero) y otro rodillo recubierto de material blando (material fibroso).

El calandrado recompone los componentes del estucado. No tiene demasiado sentido en papeles sin estucar (a menos que sean papeles con un "estucado" en maquina Size-press).

Se realiza en papeles de alto acabado como pueden ser libros, papel glassine,

y otros tipos de papel con recubrimiento fuerte de pigmento.

Aunque esta operación puede parecer similar a la operación de alisado se diferencian principalmente en que el calandrado pretende conseguir un mayor brillo, cosa que no se pretendía con el alisado. También se diferencia en que parte de la energía aplicada se transforma en calor.

Otras diferencias notables son:

- Las lisas están colocadas en la maquina de papel mientras que la calandra no forma parte de la maquina.
- En el calandrado se produce un pequeño deslizamiento entre rodillos y en el alisado no. Como consecuencia de esto se produce una fricción que proporciona brillo al papel.
- En el calandrado la presión es mayor que en el alisado.

2.2.2. CALANDRA

Como hemos dicho, la calandra es la maquina donde se realiza la operación de calandrado. Consta de una serie de rodillos colocados uno sobre otro y que giran haciendo pasar la hoja de papel entre ellos (Fig. 2.2)

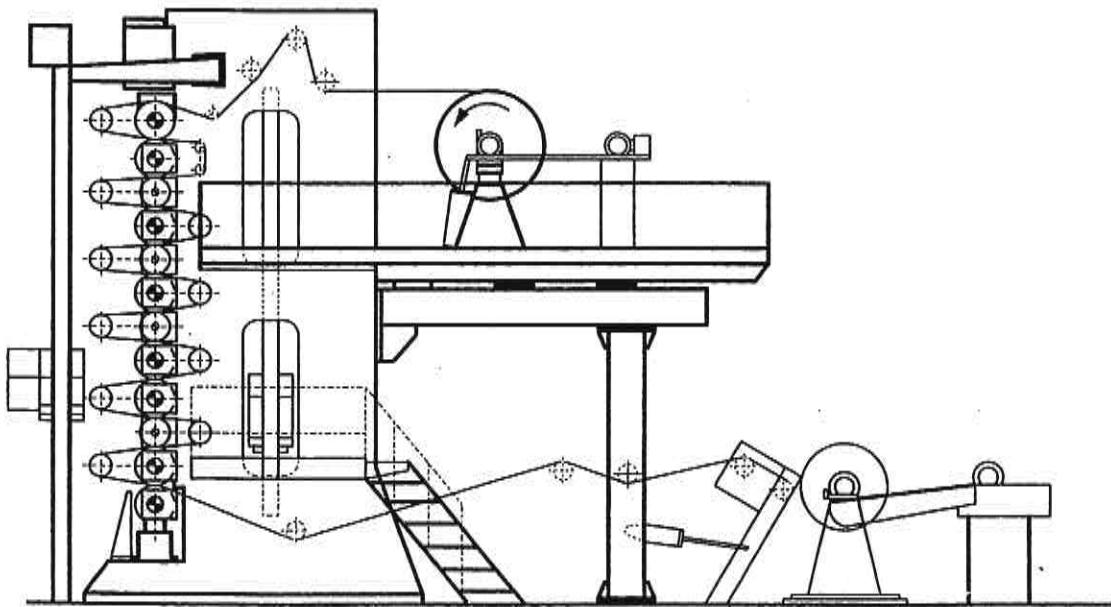


Fig. 2.2

Un rodillo metálico situado en la parte inferior es el que recibe el accionamiento del motor y mediante rozamiento transmite el movimiento al resto de los rodillos.

El papel llega a la zona de calandrado en forma de bobinas. Mediante un **desbobinador**, la hoja se va desenrollando a una tensión adecuada y entra en la calandra por la parte superior. La hoja atraviesa los rodillos de la calandra y sale por la parte inferior hacia un **rebobinador** que se encarga de formar

nuevamente la bobina de papel y poder transportarla hasta la siguiente sección de acabado.

El numero de rodillos de que se compone normalmente una calandra es 12. La mitad son metálicos y la otra mitad de fibra (elásticos).

Esto no impide que a veces, en función de las características del papel, de la capa de estucado, etc., se pueda prescindir de alguno de estos rodillos, utilizando solamente el numero de ellos que nos interese.

Los rodillos metálicos son duros e indeformables. Se les somete a una rectificación precisa para proporcionarle una superficie lisa y totalmente uniforme. Son los que proporcionan brillo al papel. Algunos son huecos o con orificios para permitir el paso del liquido encargado de calentarlos o refrigerarlos (Fig. 2.3). Los rodillos primero y ultimo de la serie (superior e inferior) son siempre metálicos.

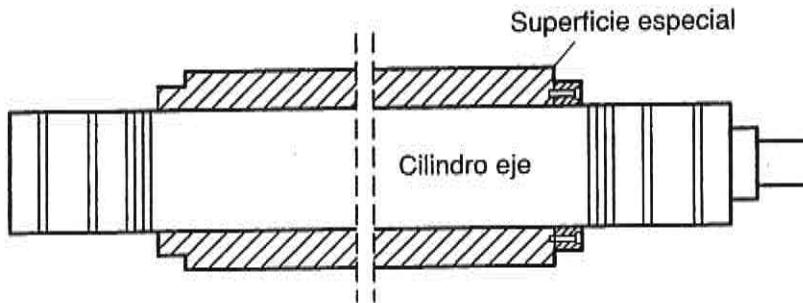


Fig. 2.3

Los rodillos de fibra se caracterizan por el material de que están hechos y se clasifican según su elasticidad. Tienen mayor diámetro que los rodillos metálicos.

Están formados por un rodillo base metálico y un recubrimiento de material fibroso que es lo que le da cierta elasticidad o deformabilidad a la superficie (Fig. 2.4). El eje central (rodillo base) es de acero hueco para permitir el paso de agua que los enfria. El recubrimiento se compone generalmente de una mezcla de algodón y otras fibras celulosicas, aunque en la actualidad se empieza a realizar con materiales sintéticos.

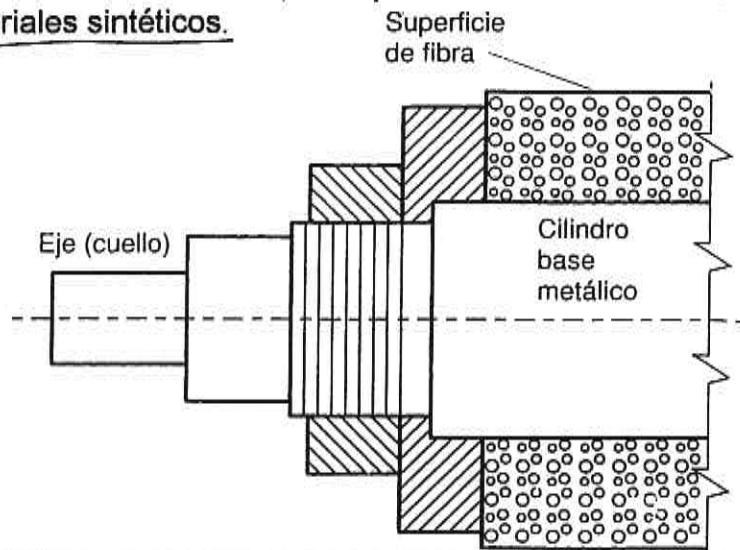


Fig. 2.4

El tipo de recubrimiento que lleve el papel influye en el acabado de este. Por ejemplo, un papel recubierto con caseína o almidón responde deficientemente al calandrado, mientras que con el látex se obtienen mejores resultados.

Si se colocan todos los rodillos alternados, es decir, un rodillo duro seguido de un rodillo blando, y así sucesivamente (... , duro, blando, duro, blando, ...), se consigue el brillo solamente en un lado del papel, que será el lado que está en contacto con el rodillo de acero:

Si queremos obtener brillo en las dos caras del papel con una sola operación lo que se hace es invertir el orden de los rodillos en una zona determinada de la calandra, es decir, colocar dos rodillos blandos consecutivos de las mismas características (... , blando, duro, **blando, blando**, duro, blando, ...).

La disposición más usual de una calandra consiste en colocar un rodillo metálico seguido de un rodillo de fibra, pero colocando el cuarto y quinto rodillo de la parte inferior de fibra. El objeto de colocar dos rodillos consecutivos de fibra es permitir que la cara que hasta entonces había estado pasando en contacto con los rodillos de fibra (sin obtener brillo) pueda pasar a estar en contacto con los rodillos metálicos, y de esta forma el papel recibirá el brillo por ambas caras (Fig. 2.5).

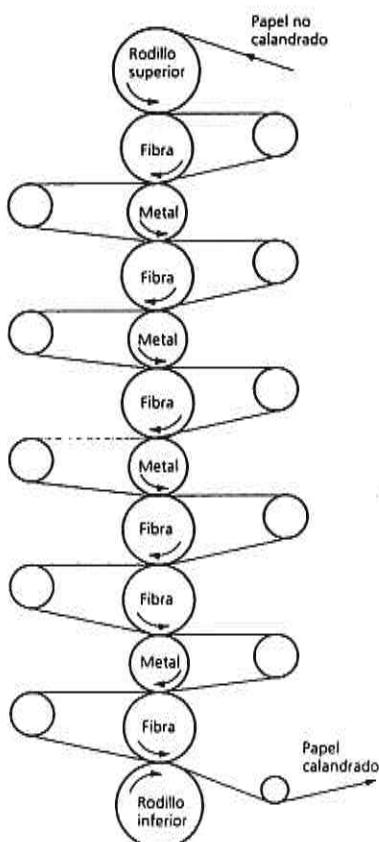


Fig. 2.5

Los rodillos de fibra, hasta que se invierte el orden de colocación, se dice que son rodillos de fibra **blancos** (recubiertos 100% de algodón) mientras que a partir de aquí, en que la presión es mayor, se utilizan normalmente rodillos de fibra **negros** (recubiertos de papel lanoso).

Esto es debido a que con los rodillos blancos la cara del papel resulta más brillante que con los rodillos negros. Como en la parte inferior de la calandra la presión es mayor, la superficie del papel tiende a salir más brillante. Por eso, para compensar ese exceso de brillo, los últimos rodillos de fibra serán negros, y de esta forma las dos caras del papel resultan iguales.

2.2.3. TIPOS DE CALANDRADO

El acabado del papel, lógicamente, no siempre es el mismo. El cliente es el que marca el tipo de acabado requerido dependiendo de la utilización que le vaya a dar.

Con el calandrado se obtienen tres tipos de acabado:

- Mate.
- Brillante.
- Alto brillo.

Se denomina **calandrado mate** a cualquier técnica de calandrado usada para producir una superficie lisa (uniformizar la superficie y el espesor) con un aumento mínimo de brillo.

Los objetivos primordiales son homogeneizar el espesor y dar uniformidad a la superficie del papel para conseguir una correcta absorción de tintas, sin embargo, no siempre es imprescindible ni deseado aumentar el brillo, ya que al aumentar este disminuyen otras características del papel como la blancura y la opacidad.

También, en según que tipos de productos, un brillo en el papel impreso causa dificultades a la hora de leerlo.

Utiliza menos rodillos (normalmente cuatro) que en el calandrado de brillo.

En el **calandrado de brillo** el papel pasa a través de una serie de zonas de prensado formadas por un rodillo relativamente blando y un rodillo muy liso, de acero rectificado, a alta temperatura.

2.2.4. ACCIONES QUE RECIBE EL PAPEL

El objetivo del calandrado se consigue gracias al efecto de tres acciones fundamentales sobre el papel, acciones que deben ser reguladas para mantener un buen desarrollo de la operación. Estas acciones son:

- Presión.

- Fricción.

- Temperatura.

y humedad

2.2.4.1. PRESIÓN

Como hemos visto, el papel pasa a través de una serie de rodillos colocados verticalmente. Estos rodillos, efectúan una presión sobre el papel en el punto de contacto. Esta presión se logra por efecto de:

- El propio peso de los cilindros.
- Una carga adicional sobre el cilindro superior, producida por un hidráulica.

Regulando la presión en el hidráulico, se consigue controlar la presión que los rodillos ejercen sobre el papel siempre que sea necesario (Fig. 2.6).

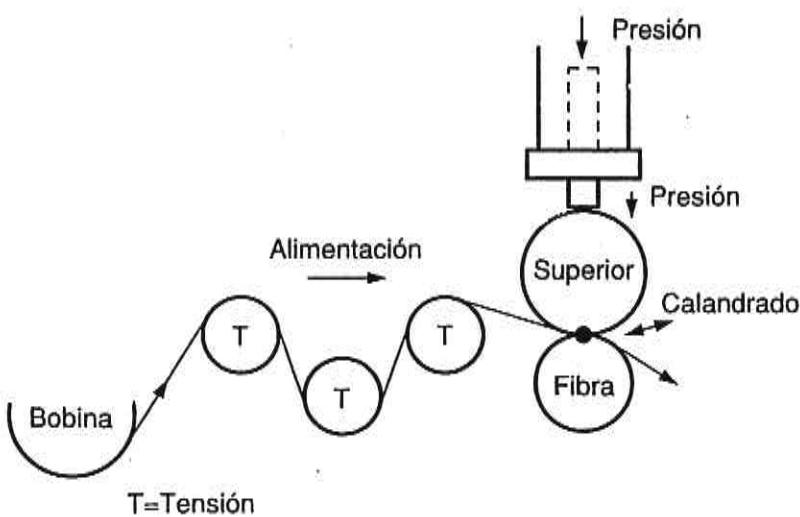


Fig. 2.6

La presión actúa **comprimiendo el papel entre los rodillos** y esto hace que se obtenga una lisura y densidad uniforme en todo lo ancho del papel.

Como ocurre siempre que los rodillos están sometidos a presión, los esfuerzos ocasionan flexiones que hacen que la presión no sea uniforme en todo el rodillo perjudicando al espesor de la hoja.

Para corregir esto, se recurre al **bombeo** de los rodillos.

La flexión puede corregirse por medio de **rodillos de bombeo variable** (Fig. 2.7) que permiten regular la presión en el interior según sea necesario.

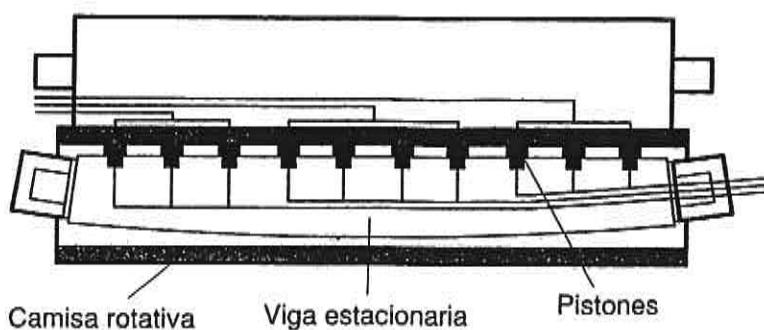


Fig. 2.7

También se emplean mecanismos para regular la presión en diferentes puntos del rodillo ajustando su diámetro para un correcto perfil en el acabado de la hoja.

El rodillo superior es de bombeo variable para poder ir ajustando los defectos que pueda traer el papel.

El rodillo inferior es con bombeo de presión fija para mantener el perfil del papel uniforme a la salida de la calandra.

2.2.4.2. FRICCIÓN

Los rodillos blandos tienen propiedades elásticas. Esta característica será indispensable para que se produzca el brillo en el papel.

Cuando los rodillos presionan el papel, el rodillo de acero (mas duro) produce un aplastamiento en la superficie del rodillo de fibra (mas blando), por tener este ultimo menor resistencia (Fig. 2.8)

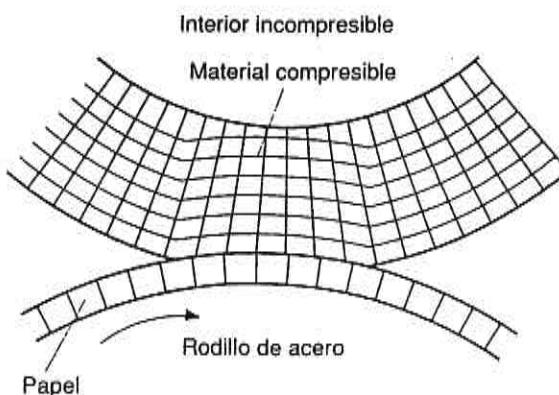


Fig. 2.8

Debido a este aplastamiento, el diámetro del rodillo blando experimenta una ligera disminución en el punto de contacto y con ello una disminución en la velocidad lineal de ese punto.

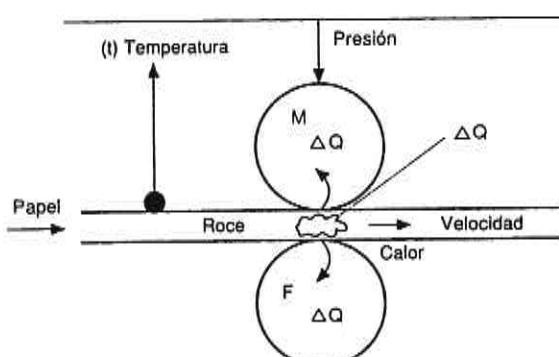
Esta disminución de la velocidad del punto de contacto en el rodillo de fibra respecto al rodillo de acero, ocasiona durante el giro un pequeño deslizamiento de uno con respecto al otro; este deslizamiento es suficiente para que se produzca una fricción entre ellos.

El papel, al estar situado entre ambos rodillos recibe el efecto de la fricción, que es lo que en realidad proporciona el brillo a la hoja.

El rodillo que produce el brillo en el papel es el rodillo metálico (duro) mientras que el rodillo recubierto proporciona a este la ayuda necesaria para que se produzca el efecto. Por eso, la cara del papel que conseguirá el brillo sera la que pase en contacto con el rodillo metálico.

2.2.4.3. TEMPERATURA

Debido a la presión y al **rozamiento** que se produce al pasar la hoja a gran velocidad entre los rodillos, aproximadamente un 25% de la energía aplicada por la maquina se transforma en calor, que es absorbido por los tres elementos que se encuentran en contacto: el rodillo metálico, el rodillo de fibra y el papel. (También una pequeña parte de calor se va hacia el aire que rodea la maquina). (Fig. 2.9)



$$\Delta Q_T \left\{ \begin{array}{l} \text{calor al rodillo} \\ \text{calor al papel} \\ \text{calor al aire} \end{array} \right.$$

Fig. 2.9

Este calor hace aumentar la temperatura de los rodillos, especialmente los rodillos de fibra que son peores conductores del calor que los metálicos (un material fibroso retiene mejor el calor que un material metálico). Esto hace que la zona de la calandra donde se encuentran los dos rodillos de fibra consecutivos sea la mas delicada.

A medida que la hoja va pasando por los diferentes puntos de contacto, la temperatura va aumentando, es decir, si a la entrada en la calandra (cilindro superior) se da una temperatura de aproximadamente 50 °C, la temperatura aumentara hasta unos 90 °C a la salida de la calandra (cilindro inferior).

En realidad, es conveniente que las temperaturas de trabajo sean elevadas, pero si la acumulación de calor en los cilindros de fibra resulta excesivamente grande estos pueden llegar a dañarse.

Puesto que el desarrollo de la operación de calandrado depende en cierta medida del calor aplicado, se utilizan rodillos con temperatura controlada.

Para controlar la temperatura y mantenerla constante se utilizan sistemas de refrigeración que se basan en introducir agua fría por el interior de los rodillos de forma que esta absorbe el calor del rodillo disminuyendo su temperatura.

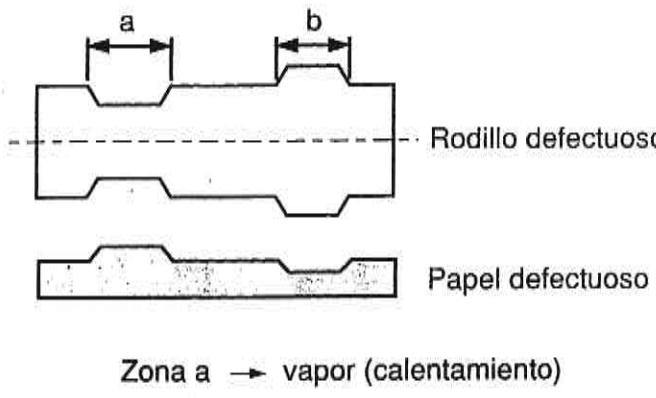
En caso de que el objetivo fuera el contrario, es decir, que en vez de enfriar fuera necesario calentar, lo que se introduce es agua caliente o vapor de agua.

Las variaciones de temperatura modifican el diámetro de los rodillos. Si la temperatura aumenta, el diámetro aumenta (dilatación), y por el contrario, si la temperatura disminuye, el diámetro también disminuye (contracción).

Una variación en el diámetro del rodillo ocasiona variación en el espesor del papel. Por eso, para conseguir un espesor uniforme a lo ancho de la hoja (lisura) es necesario controlar el diámetro de los rodillos también a todo lo ancho de la maquina.

Se puede controlar la temperatura en puntos localizados del rodillo de forma que si queremos aumentar el diámetro en un punto concreto se calienta este aplicándole calor; si lo que deseamos es disminuir el diámetro en ese punto, se enfria, aplicándole directamente un chorro de aire frío.

(Fig. 2.10)



La presencia de pegotes, residuos, etc., en el rodillo, presentan dificultades en el trabajo (rozamientos, aumentos de temperatura excesivos, etc.), por eso, es imprescindible eliminar todo tipo de restos o impurezas de su superficie.

Además, debido a la elevada presión de trabajo, pueden "marcar" los rodillos de fibra, haciéndolos inservibles.

2.2.4.4. HUMEDAD

La humedad (porcentaje de agua que hay en el papel) es un factor importante para su fabricación. En la operación de calandrado es conveniente una cierta humedad para conseguir el efecto de brillo en la superficie de la hoja.

Al ir aumentando la humedad es mas fácil conseguir brillo y homogeneidad en la hoja, pero llega un punto en que puede ser perjudicial, ya que hace disminuir su blancura y opacidad.

Al aumentar la temperatura en el circuito (rodillos, papel) la humedad del papel disminuye, ya que el agua que lleva en su interior tiende a evaporarse dejando la hoja mas seca. Para solucionar esto se hace pasar al papel por unos pequeños rodillos complementarios, separados de la calandra, a la salida y entrada de cada punto de contacto (par de rodillos). Estos rodillos, los rodillos "guía" y los rodillos "curvos", tienen la misión de dirigir bien el papel, manteniendo la tensión correcta.

Al estar separados del resto de los rodillos, permiten que el papel se airee y no se seque excesivamente (Fig. 2.11). De hecho, si la humedad ambiental es alta el papel puede absorber parte de ese agua.

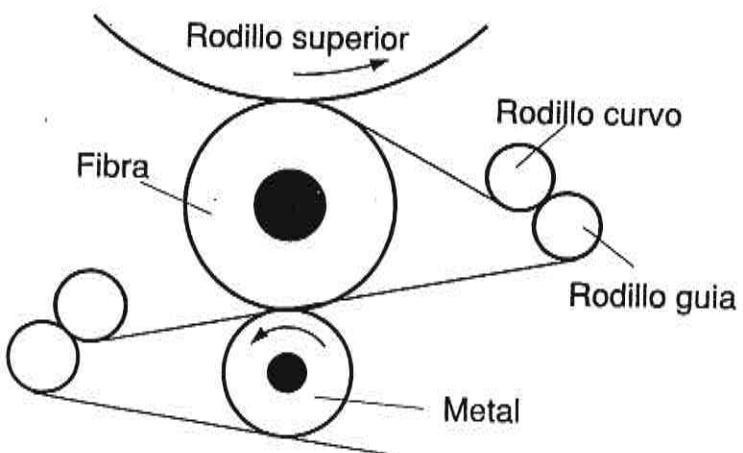


Fig. 2.11

Para mantener una humedad elevada en los primeros rodillos de la calandra, a veces se rocía el papel (en toda la hoja o en zonas determinadas) con vapor de agua, en su paso entre el rodillo de calandra y el rodillo complementario (Fig. 2.12)

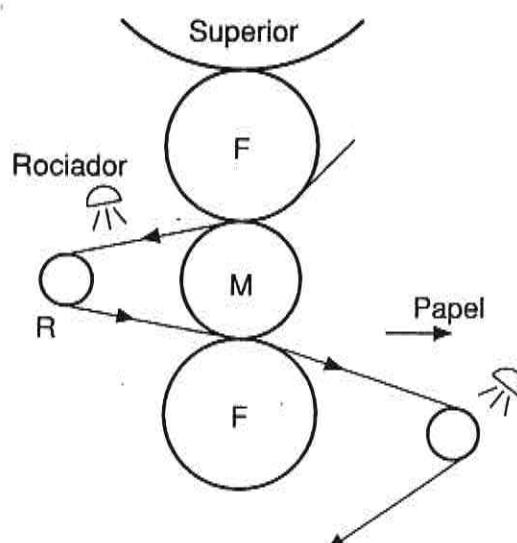


Fig. 2.12

2.2.5. CARACTERÍSTICAS DEL PAPEL CALANDRADO

En este apartado veremos una serie de características en las cuales interviene el calandrado y que van a tener influencia en las posteriores utilidades que se le dan al papel.

2.2.5.1. LISURA

Es un aspecto muy importante a la hora de imprimir sobre el papel y uno de los objetivos fundamentales del calandrado. Cuanto mayor sea la lisura mayor será el brillo y la absorción de tintas.

La lisura del papel se mide por dos métodos:

- **Bekk:** mide el "tiempo" que tarda en pasar una determinada cantidad de aire a través de la superficie del papel.

Papel liso → (tarda más tiempo) → valor alto —

Papel rugoso → (tarda menos tiempo) → valor bajo

- **Bendtsen:** mide la "cantidad de aire" que pasa por unidad de tiempo a través de la superficie del papel.

Papel liso → (pasa menos aire) → valor bajo

Papel rugoso → (pasa más aire) → valor alto —

2.2.5.2. ESPESOR

Con el calandrado disminuye el espesor del papel a la vez que le da uniformidad en todo lo ancho de la hoja.

El espesor se mide con calibres o micrómetros de alta precisión.

2.2.5.3. CARACTERISTICAS OPTICAS

Son una serie de características que se observan en función de la luz a que sea sometido el papel. Tendremos en cuenta cuatro:

- **Color.** Cuando la luz se refleja sobre el papel nosotros recibimos radiaciones (colores). Si el papel solo refleja radiaciones de un determinado color (absorbe las demás) nosotros veremos el papel de ese mismo color.
- **Blancura.** Cuando el papel refleja todas las radiaciones (colores) en la misma proporción nosotros lo apreciaremos de color blanco. Los pigmentos y aditivos favorecen la blancura.
- **Brillo.** Depende de la cantidad de luz que refleja el papel. Cuanto mayor sea la cantidad de luz reflejada (caso de una superficie lisa) mayor sera el brillo en la superficie.
- **Opacidad.** Depende de la cantidad de luz que atraviesa el papel. Un papel que deja atravesar poca cantidad de luz se dice que tiene una elevada opacidad.

En definitiva, cuando la luz llega al papel:

- Parte de ella es absorbida por el propio papel (en esto influye el espesor, ya que cuanto mayor espesor tenga mayor camino tiene que recorrer y mayor cantidad de luz es absorbida).
- Parte de ella se refleja (esto hace que apreciemos los colores, blancura o el brillo del papel).
- Parte de ella atraviesa el papel (el paso de la luz a través del papel depende de la cantidad de huecos o espacios vacíos que este tenga en su interior, ya que estos producen choques y cambios de dirección en la luz dificultando con ello su camino).

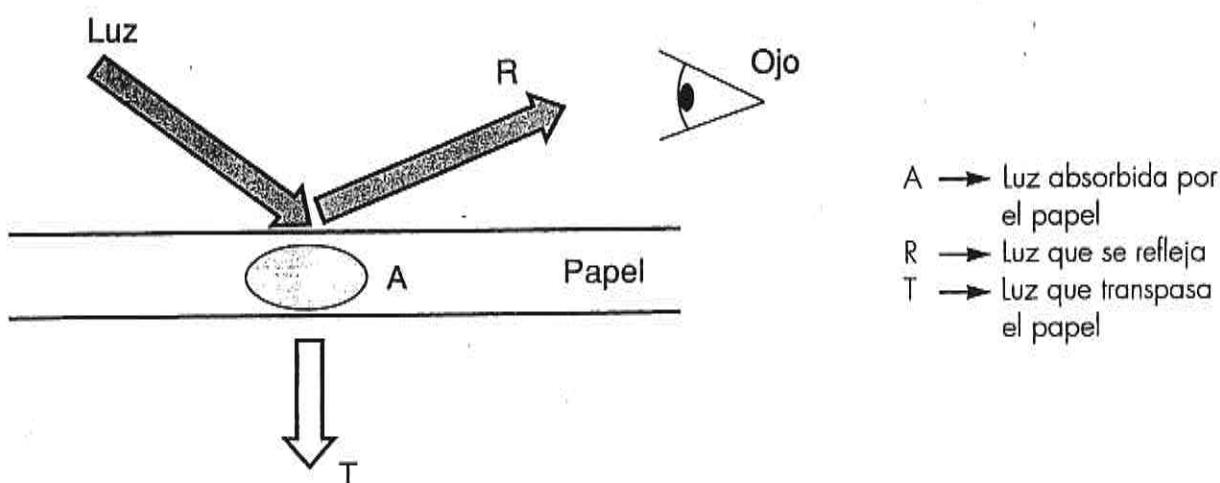


Fig. 2.13

2.2.6. DEFECTOS QUE SE PRODUCEN EN EL CALANDRADO

Cuando se fabrica papel se pretende obtener, lógicamente, un producto de calidad. Con la operación de calandrado ocurre lo mismo. Para ello, hay que tener en cuenta que se producen fallos y defectos durante su actuación.

Para atajar estos defectos es necesario:

- Conocer su origen (motivo).
- Detectarlos.
- Corregirlos.

Algunos de los defectos mas comunes que se dan en esta operación son:

- Zonas en el papel con mayor espesor (bordones).
- Zonas con mayor humedad (fajas).
- Arrugas en el papel (acumulación del papel en puntos concretos debido a una tensión inadecuada).
- Roturas (puntos débiles del papel).
- Perdida de características en los rodillos con revestimiento (dimensiones, elasticidad, homogeneidad...).
- Oxidación y marcas en los rodillos metálicos.

2.3. ANEXOS