



Dirección de Formación y Desarrollo
Dirección General de Recursos Humano

PROCESOS PAPELEROS

DESINTEGRACIÓN, DESPASTILLADO Y REFINO

(Unidad de Conocimiento 03)

ÍNDICE

Introducción.....	4
Objetivos.....	4
Contenidos de la Unidad	5
1. Fibras primarias	5
2. Desintegración de la pasta. Púlper.....	6
2.1. Púlper. Funcionamiento.....	6
2.2. Fases de desintegración en un púlper	7
3. Despastillado	8
4. Refinado	9
4.1. Composición de la fibra.....	13
A. Constituyentes de la madera	13
B. Estructura de la fibra.....	14
4.2. Efectos del refinado	15
4.3. Propiedades afectadas por el refinado	18
4.4. Condicionantes para un buen refinado	18
A. Factores que intervienen	19
B. Condiciones óptimas de la máquina	19
4.5. Parámetros que hay que controlar en el refino	20
4.6. Medida del refino. Ensayo.....	21
A. Curvas de corrección para medición de refino	23
Resumen de la unidad.....	24

TORRASPAPEL ha definido su Visión, Misión y Valores, con una renovada vocación de servicio al cliente.

Dentro de las numerosas acciones emprendidas en los proyectos para incrementar la "Satisfacción de nuestros clientes", está la mejora continua de la información y el conocimiento, por parte de las personas de la Organización, de nuestros procesos y productos, así como los de nuestros clientes y proveedores.

Para ello, Torraspapel pone a disposición de todo el colectivo de empleados un sistema que permita, de un modo sencillo, entretenido y de fácil manejo, acceder a los conocimientos propios de nuestro quehacer empresarial, a la vez que facilitar una información imprescindible para el afianzamiento y el desarrollo profesional.

El resultado de este proyecto se traduce en la confección de lo que hemos dado en denominar "Unidades de Conocimiento", esto es, la sistematización didáctica de las fases que integran los procesos de fabricación y utilización de nuestros productos, incluyendo además otros procesos complementarios.

Nuestra voluntad es la de, una vez cubiertos unos primeros conocimientos básicos, ir ampliándolas hasta alcanzar el más alto nivel posible, pudiendo en todo caso el propio usuario autoevaluar su progreso.

La marca de algunos productos, maquinaria, equipos, fotografías, esquemas, etc., que ilustran estas unidades de conocimiento no son propiedad de ninguna sociedad del Grupo Torraspapel y solamente figuran a modo de ejemplo.

Ni los conceptos ni los datos que se incluyan en estas "Unidades de Conocimiento" podrán ser usados para otros fines que no sean los propiamente formativos, y en cualquier caso siempre deberá contarse con el consentimiento escrito del titular de los derechos de propiedad intelectual.

Elaborado en colaboración con:

Jordi Bayer Trias
Joan Font Planet
Francisco Javier García Muñoz
Dani Poch Mir

Diseño y Adaptación Pedagógica:
Fundación Metal Asturias

Copyright:

Torraspapel, S.A.

No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Dep. Legal: AS-334/06

Introducción

En las fábricas de papel donde no se fabrica la pasta, ésta es recibida en forma de hojas) que es necesario deshacer en agua.



También el recorte de papel, que en todas las fábricas se produce como consecuencia de roturas, restos o tiras, orillas de bobinas, etc., se reutiliza o recicla en el proceso y es preciso volver a deshacerlo en agua.

Esta operación de deshacer las balas de pasta, o el recorte, para separar las fibras se realiza en un aparato llamado Pulper.

Cuando se dispone en la propia fábrica del proceso de obtención de pasta no es necesaria esta operación ya que la suspensión fibrosa (agua y fibras) pasa directamente a la operación de refinado.

Las fibras, deberán someterse a una serie de operaciones que las modificarán y así proporcionarán las propiedades necesarias para obtener un papel determinado.

De estas operaciones (desintegración, refinado,...) trataremos a continuación.

Objetivos

Al final de esta unidad serás capaz de:

Explicar el fundamento y fases de un púlper.

Distinguir las capas de una fibra de la madera.

Enumerar los tres efectos que produce el refinado.

Identificar los factores que perjudican o favorecen al refinado.

Deducir el grado de refinado en la pasta según los resultados de un ensayo.

Contenidos de la Unidad

En esta unidad vamos a estudiar los siguientes apartados:

Fibras primarias.

Desintegración de la pasta. Púlper.

Despastillado.

Refinado.

1. Fibras primarias

Fibras primarias son aquellas que se obtienen de la madera u otro tipo de vegetales y que no han sufrido ningún tipo de manufacturación, es decir, se encuentran tal y como eran originalmente. Estas fibras son utilizadas para la elaboración de la **pasta**, que más tarde será transformada en papel. En la industria papelera existen dos tipos de fábrica:

Fábrica **Integrada**. Es aquella que realiza ella misma tanto la elaboración de la pasta como la fabricación del papel.

Fábrica **No Integrada**. Es aquella que no dispone de una fabricación propia en la elaboración de la pasta, sino que la recibe de otra fábrica en forma de balas constituidas por láminas más o menos gruesas de pasta desecada y que deberán deshacerse mediante un pulpeado adecuado a las características específicas de la pasta para su posterior utilización en la fabricación de papel.

Sea cual sea el tipo de fábrica, lo primero que hay que hacer con la pasta es ponerla en "condiciones buenas" para poder utilizarla más adelante en la fabricación de la hoja, es decir, eliminar impurezas, separar unas fibras de otras, etc.

En los siguientes apartados se hablará de las operaciones básicas para conseguir esto

2. Desintegración de la pasta. Púlper

Hemos visto en el apartado anterior que cuando no existe integración en la fábrica, ésta recibe la pasta en forma de hojas prensadas. Pues bien, estas láminas habrá que deshacerlas de alguna manera para poder utilizar la pasta convenientemente. Esta operación es lo que se llama **desintegración**.

La desintegración es la operación mecánica por medio de la cual se consigue poner, en suspensión en agua, pasta que viene en forma de hojas o cartones prensados y que es necesario deshacer.

El aparato donde se realiza la operación de desintegración se llama **púlper**.

2.1. Púlper. Funcionamiento

El púlper es un aparato de gran rendimiento. Esta formado por un recipiente, en forma cilíndrica, que tiene una hélice en su parte inferior, la cual agita las hojas de pasta que son introducidas en él.

Por medio del frote continuo de la pasta contra la hélice, se consigue separar las fibras de las cuales está formada la bala de pasta, quedando una suspensión en el agua con una consistencia (porcentaje de materia seca) de entre un 6% y un 12%.

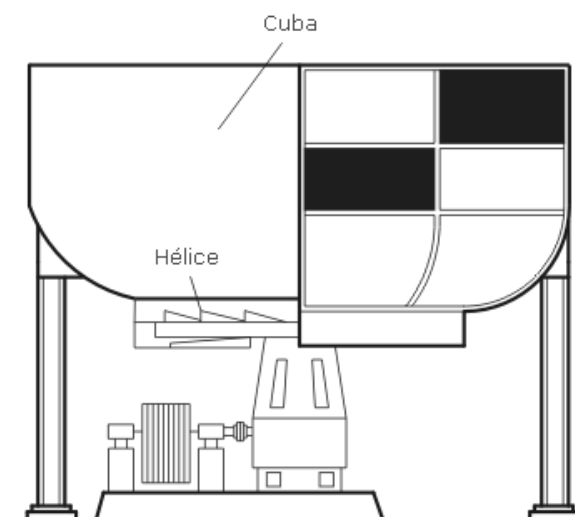


Fig. 1: Esquema del púlper.

Cuando la hoja está deshecha, el púlper es vaciado haciendo pasar la pasta a través de una rejilla, que no permite el paso de fragmentos grandes que no hayan sido suficientemente deshechos, y se depositará en una tina o cuba para su posterior utilización.

2.2. Fases de desintegración en un púlper

La desintegración en un púlper consta de tres fases principales:

Fase 1: Troceado del material (hoja de pasta) por efecto del choque contra el rotor (hélice).

Es necesaria una circulación suficientemente intensa de la pasta para que la velocidad de choque contra la hélice sea lo más elevada posible.

Alcanza hasta un 30% de la desintegración total.



Fig. 2: Agitador del púlper

Fase 2: Desintegración de los trozos de material hasta convertirlos en pequeñas partículas de pasta.

Se produce mediante el roce o fricción de unas partículas con otras de distinta velocidad y dirección de circulación.

Se alcanza hasta un 70% de la desintegración total.

Fase 3: Desintegración total de la pasta.

Todas las fibras queden individualizadas (totalmente separadas entre sí) por medio de los choques y cortes contra la hélice.

Se debería producir el 100% de desintegración total.

Esta última fase tiene el inconveniente de que realiza un gasto muy elevado de energía (cuanto mayor sea el grado de desintegración mayor será el consumo de energía) y además, durante el tiempo que dura la operación, se debe mover toda la masa (agua y pasta) del púlper (muchas toneladas). Debido a esto, con frecuencia se utilizan máquinas diseñadas específicamente para esta tercera fase de desintegración total, llamadas **despastilladores**.

3. Despastillado

Ya sabemos que a veces el púlper no es el aparato más indicado para conseguir la total desintegración de la pasta (tercera fase) debido al excesivo gasto de energía que ocasiona esta última fase. Para solucionar este problema se utilizan máquinas más apropiadas, llamadas **despastilladores** (fig. 3).



Fig. 3: Despastillador.

El despastillador es una máquina compuesta por tres discos (pueden ser perforados o ranurados), dos exteriores fijos provistos de púas y salientes, y otro disco central con movimiento giratorio a gran velocidad, que debido a choques violentos y pasando por conductos estrechos, hacen que las fibras se rompan consiguiendo la individualización total.

El funcionamiento es el siguiente:

La pasta entra por un agujero en el centro y, debido al movimiento del disco giratorio, se distribuye uniformemente en zig-zag por las perforaciones de los discos. Durante su paso hasta el borde del disco, en donde los huecos son cada vez más pequeños, se irá consiguiendo la total individualización de las fibras gracias a la aceleración y el rozamiento de la pasta que ocasiona la fuerza centrífuga.

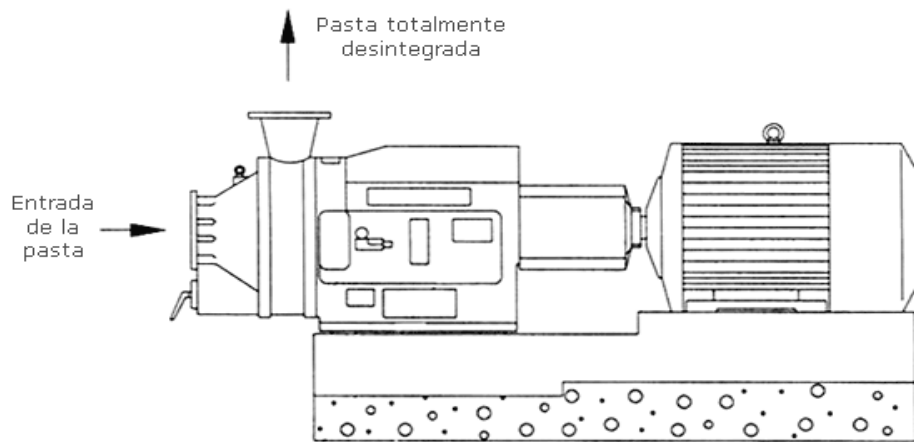
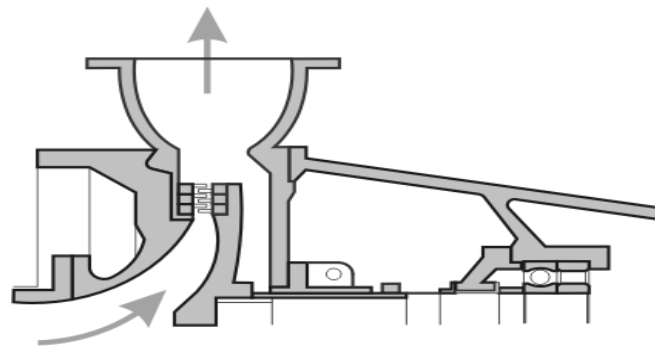


Fig. 4: Esquema de funcionamiento del despastillador



4. Refinado

Las fibras que se obtienen originalmente de la madera u otros vegetales necesitan del refinado para que desarrollen o mejoren unas propiedades necesarias para la formación adecuada de la hoja y su posterior uso. Cada papel requiere de un refinado apropiado que mejore en unas características concretas. Con esta operación la pasta adquiere aptitudes específicas para producir diversos tipos de papel: papel para impresión, embalaje, vegetal, etc.

Cada papel requiere un refinado adecuado.

El **refinado** se define como la operación en la preparación de la pasta por la cual, mediante la acción de un trabajo mecánico y en presencia de un medio acuoso (agua), se modifica la morfología de las fibras y su estructura físico-química.

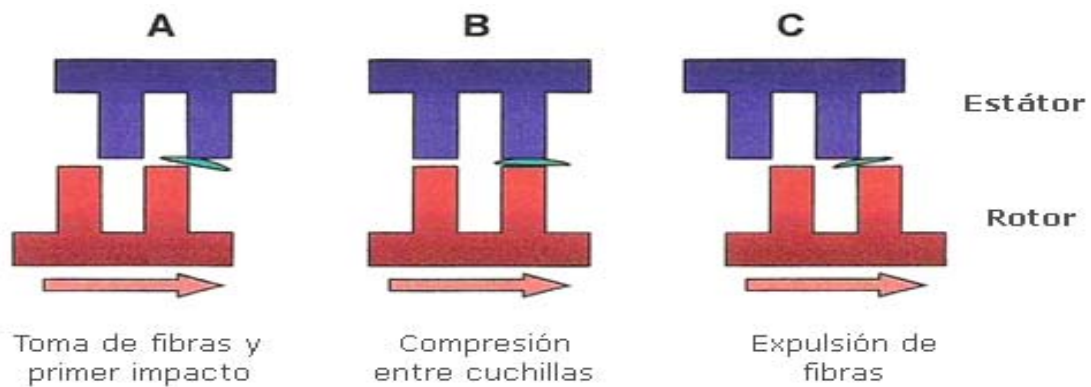


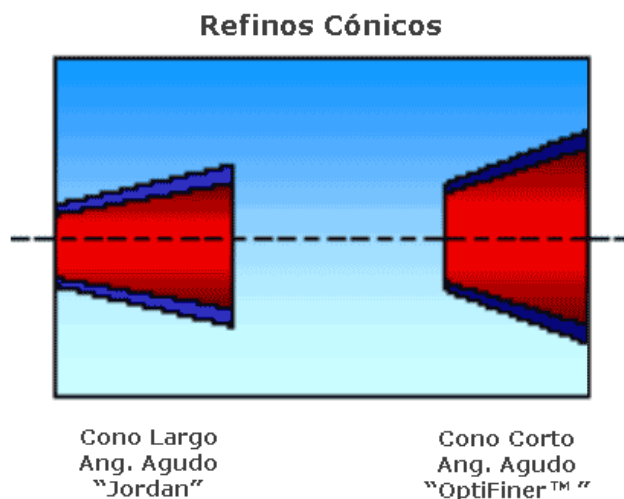
Fig. 5: Principio del refinado.

La operación de refinado supone un gran consumo de energía. Sin embargo, la mayor parte de esta energía es utilizada para dar movimiento a la máquina, y no para la operación de refinado en sí, en la cual el gasto es relativamente pequeño.

El aparato donde se realiza el refinado se llama **refino**, siendo los tipos más conocidos los siguientes:

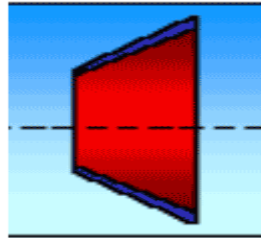
Pilas holandesas.

Refinos cónicos de pequeño ángulo



Refinos cónicos de gran ángulo

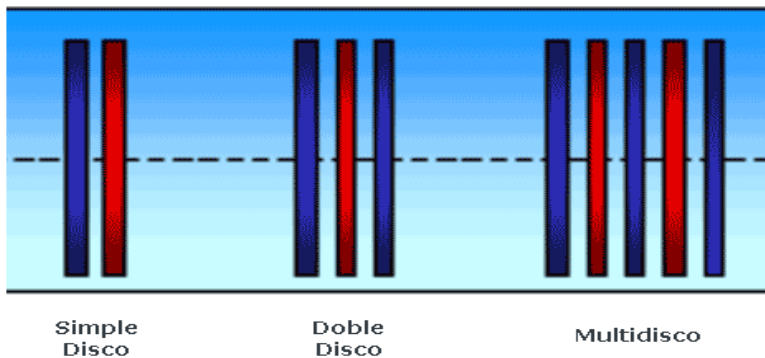
Refino Cónico



Cono Corto
Gran Ang.
"Clafin"

Refinos de discos (son los utilizados mayoritariamente)

Refinos de Disco



Simple
Disco

Doble
Disco

Multidisco

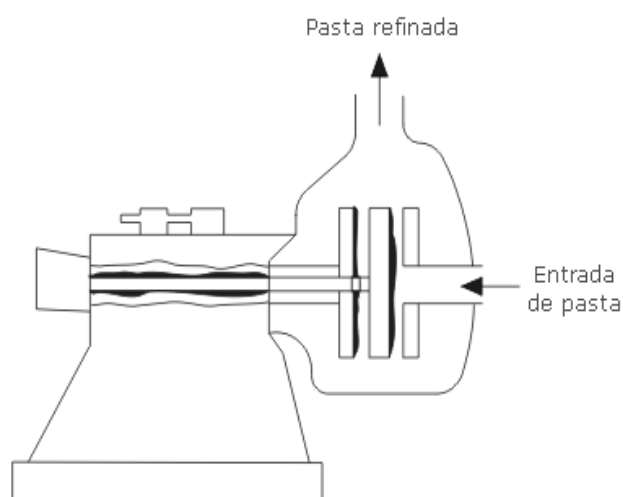
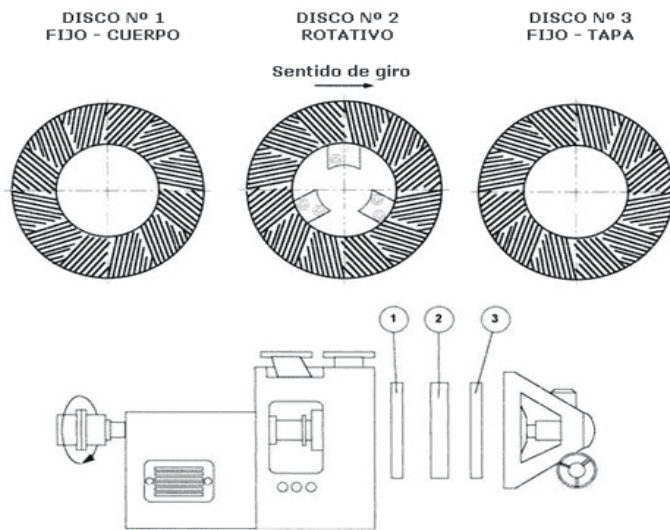
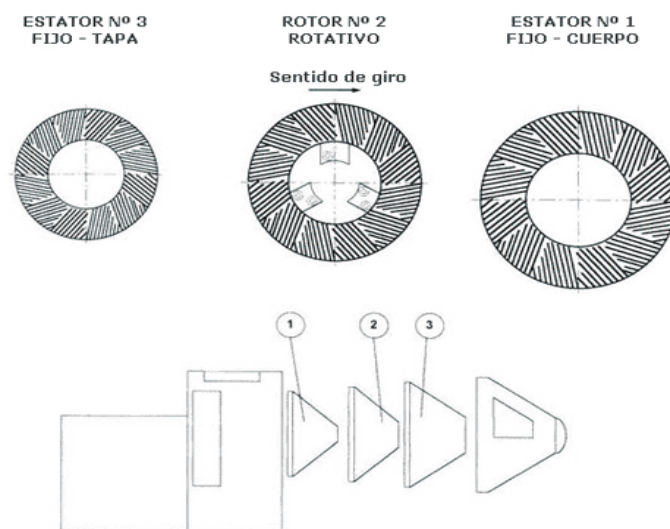
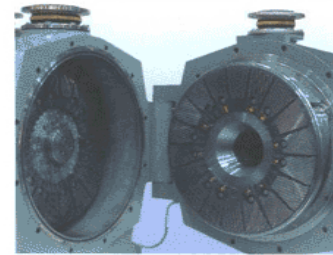


Fig. 6: Refino de discos.

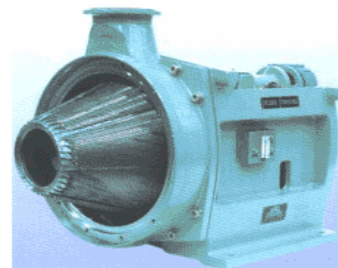
Todos se basan en un **elemento fijo (estator)** y otro de **rotación (rotor)**, entre los cuales se hace pasar la pasta



**REFINO
DE DISCOS**

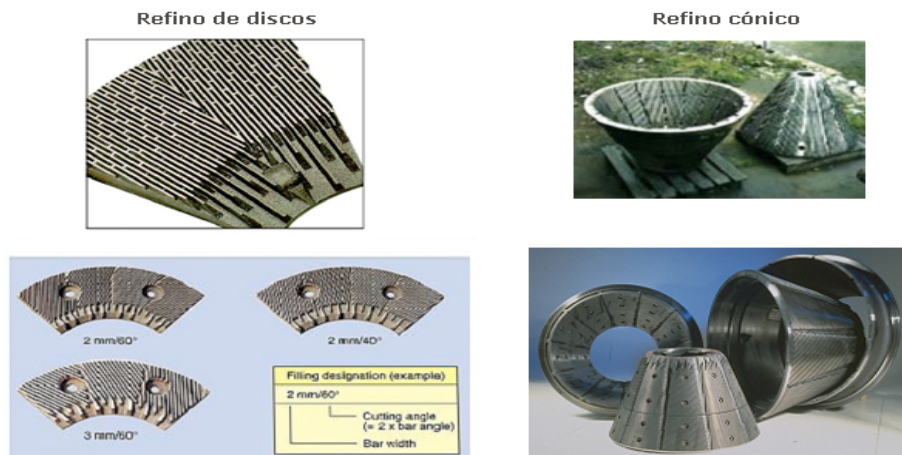


**REFINO
TRITONIC**



Estos elementos (rotor y estator) están equipados con barras o cuchillas metálicas de aleaciones especiales que reciben el nombre de guarniciones, cuya composición y temple están estudiados con relación a las fibras que se van a tratar y el papel que se desea obtener.

GUARNICIONES



4.1. Composición de la fibra

Para comprender el proceso de refinado es necesario recordar lo que es la fibra y de que está compuesta. Por eso, vamos a dar un pequeño repaso de lo que es cada cosa.

A. Constituyentes de la madera

Las fibras están compuestas por diferentes constituyentes químicos. Los más importantes son los siguientes:

■ Carbohidratos (celulosa y hemicelulosa):

▶ **Celulosa.** Es el 40% aproximadamente del total. Es un hidrato de carbono (carbono, oxígeno e hidrógeno), que contiene esencialmente glucosa. Forma una red tridimensional cristalina donde la zona externa es amorfa e hidrófila. Pueden diferenciarse 3 estados cristalinos: :

- **α -celulosa**, con cadenas largas de glucosa, hidrófoba e insoluble en sosa.
- **β -celulosa**, con cadenas más cortas que la α -celulosa. Se forma por degradación de la α -celulosa en la cocción y blanqueo, es soluble en sosa y precipita en ácido. Es la fracción amorfa.
- **γ -celulosa**, con cadenas cortas de glucosa, soluble en sosa y no precipita en ácido. Es también parte amorfa. un 40%.

Así una parte de la celulosa está en forma cristalina dando resistencia y otra es amorfa pudiéndose hidratar.

▶ **Hemicelulosa.** Contiene hasta cinco azúcares diferentes.
Además:

Tiene estructura de cadenas ramificadas cortas e hidrófilas, con afinidad por el agua y favoreciendo el hinchamiento de las fibras y las uniones entre las fibras.

Se refina con facilidad y da resistencia al papel.

■ **Lignina.** Es un compuesto químico muy variable de color oscuro, que provoca envejecimiento al papel. Además:

- No permite la hidratación (absorción del agua), por lo que tiene nulo interés papelerero.
- Se elimina mediante la cocción (reblandece a temperaturas de 130 a 160 °C).
- Puede haber hasta un 25%.
- Puede quedar una pequeña fracción del 3% de lignina ligada a la celulosa que no puede eliminarse.

■ **Otros compuestos.**

- **Resinas.** Sustancia de consistencia pastosa que crea problemas en los circuitos de fabricación.
- **Taninos.** Dificultan el blanqueo.
- **Material mineral.** El contenido es bajo (0,2 - 1%).

B. Estructura de la fibra

La fibra está formada por diversas capas, integradas en una pared primaria y en una pared secundaria (compuesta a su vez en tres capas diferentes):

Pared primaria. Es muy delgada y contiene pocos filamentos, cruzados entre ellos y orientados casi perpendicularmente al eje de la fibra. Puede tener hasta un 50% de lignina y es la que desaparece con el blanqueo y cocción en los procesos de fabricación de la pasta..

Pared secundaria. Está formada a su vez por tres capas bien diferenciadas:

Pared secundaria exterior (también llamada lámina de transición). Está formada por dos capas de microfibrillas dispuestas en sentidos contrarios. Su capacidad de hinchamiento es débil. Tiene lignina.

Pared secundaria principal (o media). Es la más ancha. Formada por microfibrillas orientadas casi paralelamente al eje de la fibra. Está formada casi totalmente por celulosa. Su capacidad de hinchamiento es elevada y da al papel rigidez y resistencia. Es de máximo interés papelerero. En el refinado se fibrila fácilmente aumentando la superficie específica y facilitando las uniones interfibrilares en el papel.

Pared secundaria interna (o pared terciaria). Es muy delgada. Las microfibrillas son numerosas y están muy apretadas. El constituyente principal es la hemicelulosa y tiene una capacidad de hinchamiento muy grande.

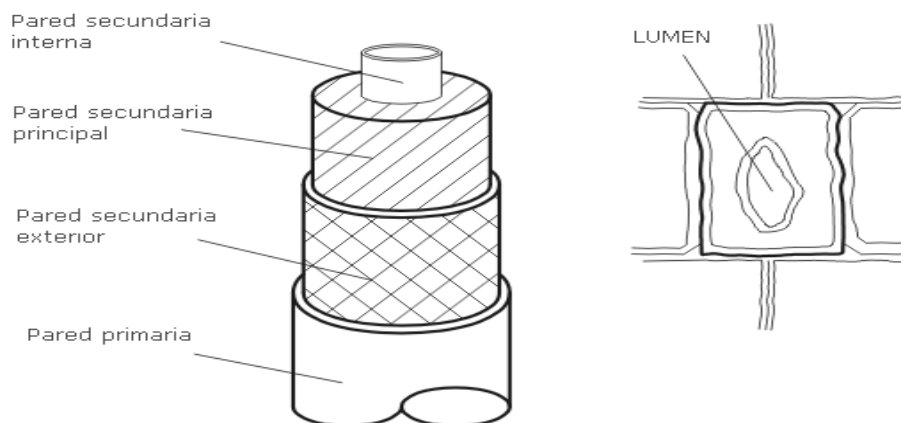


Fig. 7: Estructura de la fibra.

4.2. Efectos del refinado

Durante el refinado, las paredes "primaria" y "secundaria exterior" de la fibra se rompen y eliminan parcialmente. De esta forma, es posible la penetración del agua en el interior de la misma, provocando su "hinchamiento". También permite la liberación de fibrillas internas que se separan y producen una formación de microfibrillas más finas en la superficie de la fibra.

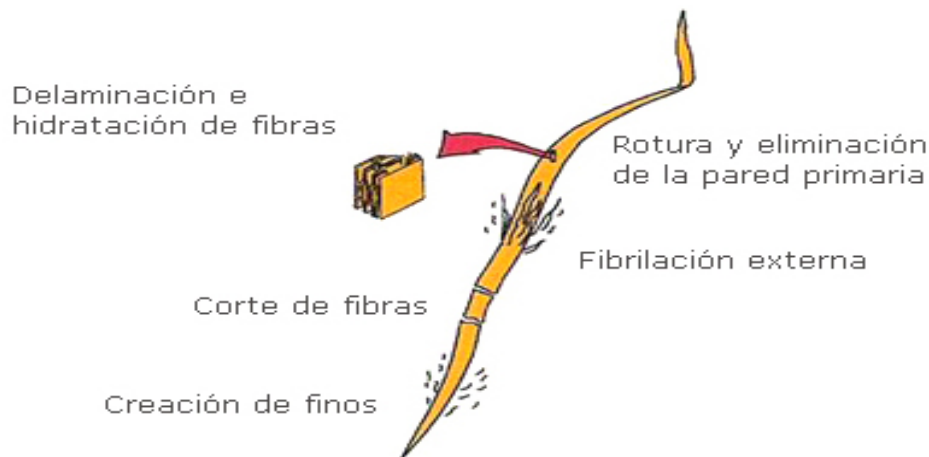


Fig. 8: Efecto del refinado.

Debido a todos estos efectos, la fibra se vuelve más flexible y blanda, aumentando a la vez su superficie y volumen específico. Todos estos efectos los podemos agrupar en tres:

Hidratación. Se produce cuando, debido al batido o agitación de las fibras en el refino, el agua penetra por entre las fibrillas produciendo un efecto de hidratado en la fibra. Esto es debido a que el agua y la celulosa se combinan mediante una reacción química.

Fibrilación. Es la liberación y separación de fibrillas producidas por la ruptura parcial de las paredes, durante el roce de las cuchillas del refino y las fibras entre sí.

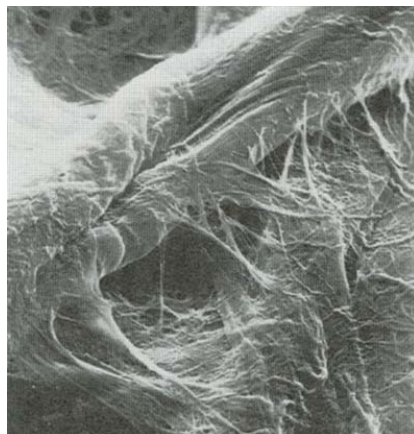


Fig. 9: Efecto de fibrilación.

Con ello se consigue aumentar el número de uniones entre fibras y así:

Una disminución de la porosidad.

Mejorar la longitud de rotura.

Aumentar la transparencia.

Disminuir la estabilidad en la dimensión del papel.

Corte. Es el efecto ocasionado por la acción de las cuchillas sobre las fibras (figura 10), sufriendo roturas (cortes) y por tanto, disminuyendo su longitud.

Con ello se consigue:

Una disminución de la porosidad.

Aumentar el contenido de "finos".

Elevar el riesgo de repelado.

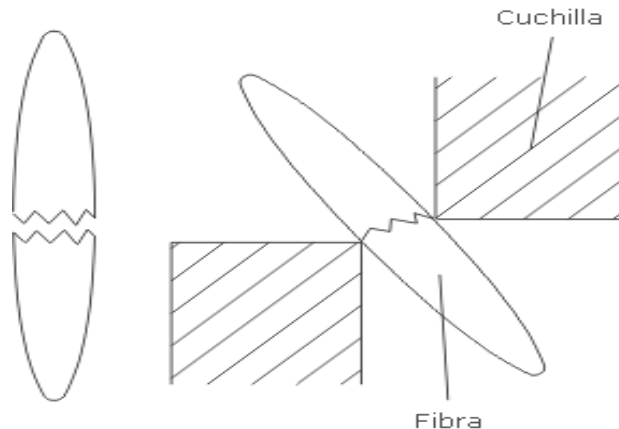


Fig. 10: Efecto de corte.

Otro efecto es la formación de pequeñas partículas y fibrillas desprendidas de las capas externas, llamadas "finos", que no sirven para la fabricación.

El corte se produce con más facilidad en fibras que son rígidas y quebradizas, por lo que es más fácil en la primera fase del refino, antes de la hidratación de las fibras.

La aparición de finos se debe al desprendimiento de las capas exteriores de la fibra y las microfibrillas. Los finos actúan como elementos de relleno durante la formación de la hoja.

4.3. Propiedades afectadas por el refinado

La operación de refinado influye de manera diferente en las propiedades técnicas y mecánicas del papel fabricado, aumentando unas y disminuyendo otras. A continuación se dan algunas de estas propiedades:

Propiedades que **aumentan**:

La densidad aparente (g/cm^3).

El índice de tracción (N.m/g). (Aumenta la longitud de rotura).

La transparencia.

El alargamiento (%).

La cohesión interna (Scott).

Propiedades que **disminuyen**:

La porosidad.

La opacidad.

El desgote de la pasta.

El índice de volumen.

4.4. Condicionantes para un buen refinado

El buen o mal resultado de la calidad del refinado depende de una serie de factores y condiciones. Estos factores influyen positiva o negativamente en el desarrollo de la operación.

A. Factores que intervienen

■ Tipo de pasta.

Favorece: Una gran proporción de hemicelulosa, ya que absorbe bien el agua.

Perjudica: Una pasta con alto contenido en lignina, ya que no permite la hidratación.

■ El "pH". Es una forma de medir el estado de acidez o alcalinidad de una solución. Un pH ácido tendrá un valor entre 0 y 7. Un pH básico o alcalino, entre 7 y 14.

Favorece: Un pH alcalino, ya que la parte amorfa se disuelve en medio alcalino, favoreciendo la hidratación.

Perjudica: Un pH ácido, ya que la parte amorfa no se disuelve en ácido.

■ La presencia de aditivos.

Favorece: Productos como el almidón, CMC (carboxi-metil-celulosa), ya que aceleran el refinado.

Perjudica: Productos que rebajan la tensión superficial.

■ La consistencia.

Una pasta de poca consistencia favorece el efecto de "corte", mientras que si es elevada favorece la "fibrilación" y el "hinchamiento" de las fibras.

■ La temperatura. El fenómeno de hinchamiento es una [reacción exotérmica](#).

Favorece: Una disminución de temperatura, ya que aumenta la capacidad de hidratación.

Perjudica: La temperatura alta.

■ Otros factores (tipo de refino, geometría de los discos, etc.).

B. Condiciones óptimas de la máquina

Es importante la geometría de las guarniciones o discos utilizados, de esta manera:

Los cantos deberán estar bien afilados.

Deberá haber un ángulo de intersección adecuado entre el rotor y estator.

Entre el rotor y el estator deberá haber una correcta separación para que pueda circular entre ellos la película de fibra.

Es necesario que exista el mayor número de intersecciones posibles entre discos, para aplicar la energía a las fibras a través de estos puntos de intersección.

De forma añadida es importante evitar que entren impurezas, metales y madera, que puedan desgastar u obstruir las ranuras de las cuchillas. Puede usarse imanes magnéticos para recuperar metales.

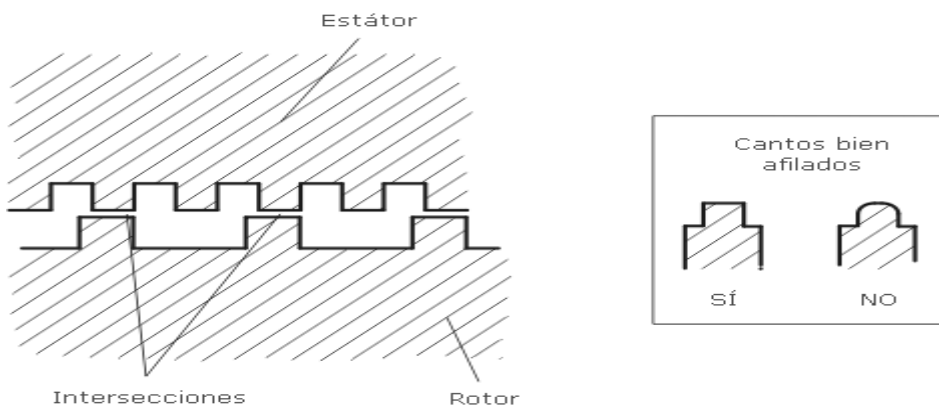


Fig. 11: Detalle de las condiciones óptimas para un buen refinado.

4.5. Parámetros que hay que controlar en el refino

El control del refinado tiene que ser cosa del responsable de los refinos, por eso, es necesario conocer los puntos más importantes a tener en cuenta en el desarrollo del mismo:

Caudal del refino (litros por minuto).

Presiones de entrada y salida (es muy importante conocer la variación de presión para saber si la energía se aprovecha correctamente).

Velocidad de circulación.

Cantidad de energía utilizada.

Medida del refino (es la última comprobación que se realiza en la operación de refinado para conocer la calidad final).

4.6. Medida del refino. Ensayo

La operación del refino se controla mediante un aparato conocido como SCHOPPER-RIEGLER, el cual se basa en la capacidad de desgote que tiene la pasta, es decir, la velocidad con que la pasta deja escurrir el agua absorbida.

Esta medida se expresa en "**grados Schopper (°SR)**".

El **método o ensayo** empleado para realizar la medición es el siguiente:

Se toma una muestra de la pasta refinada (2 gramos) y se mete en un litro de agua. Esta solución se vierte dentro del aparato de medición, el cual dispone de dos conductos de salida, uno en la parte inferior ("A") y otro lateral ("B") tal como muestra la figura 12.

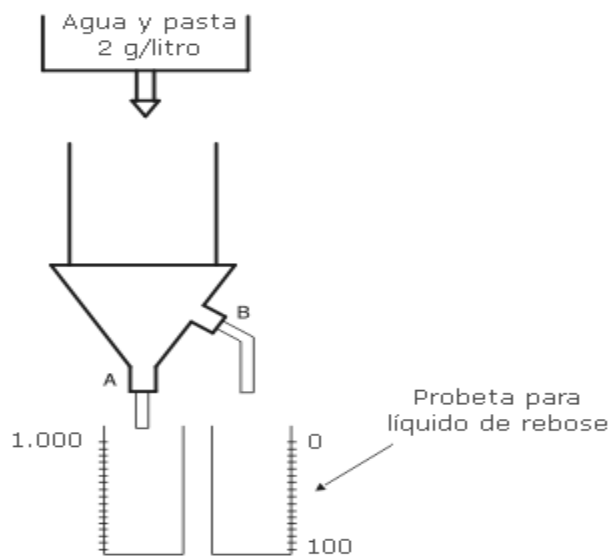


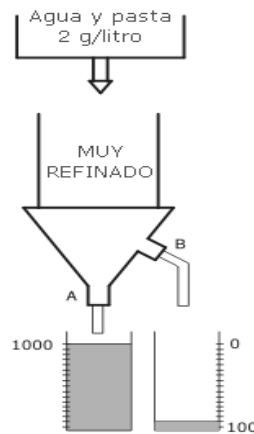
Fig. 12: Ensayo de grados Schopper.

En el interior del aparato hay una malla a través de la cual se escurre el agua. En función de la velocidad con que se escurre dicha agua se puede determinar el grado de refino de la pasta:

Debajo del conducto "B" hay colocada una probeta (graduada de 100 a 0) que recoge el agua rebosada.

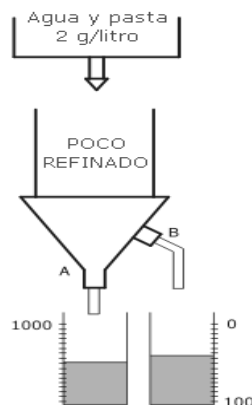
- **Pasta muy refinada:** Si la pasta está muy refinada, absorbe mejor el agua, por lo que se escurre lentamente a través de la malla, dándole tiempo a salir sin problemas por el conducto vertical "A".

Caso de pasta muy refinada



- **Pasta poco refinada:** Si la pasta estuviera poco refinada, el agua se escurriría mucho más rápido, por lo que caudal sería excesivo para salir libremente por el conducto "A". En este caso, parte del agua se ve forzada a rebosar por el conducto "B".

Caso de pasta poco refinada



Por tanto, el "grado Schopper" viene dado en función del número de cm^3 que le faltan a la probeta de "B" para completar el litro inicial de agua.

Un valor de Schopper bajo quiere decir que está poco refinado.

Un papel normal utilizado para la escritura se suele refinar entre 28 y 36 °SR.

Aunque la probeta graduada "B" ya nos da directamente la medida de refino mediante su lectura, podemos sacar una relación entre el volumen de agua recogido y los grados de medida °SR.

$$^{\circ}\text{SR} = \frac{1.000 - \text{volumen de agua}(\text{cm}^3)\text{ recogido en "b"}}{10}$$

A. Curvas de corrección para medición de refino

Acabamos de ver cómo se podía medir el grado de refino Schopper. Teóricamente, este ensayo sería correcto si hubiéramos cogido dos gramos "exactos" de pasta. Sin embargo, en la práctica es muy difícil conseguir esto.

Si queremos saber con exactitud el grado Schopper debemos hacer lo siguiente:

Se recoge la pasta retenida en la malla, se seca durante más de una hora y se pesa. Si pesa exactamente dos gramos, el Schopper medido es correcto. Si el peso de la pasta es superior o inferior a dos gramos, habrá que corregir el valor de grados Schopper obtenido mediante una tabla normalizada.

A continuación se presenta el gráfico con las curvas de corrección:

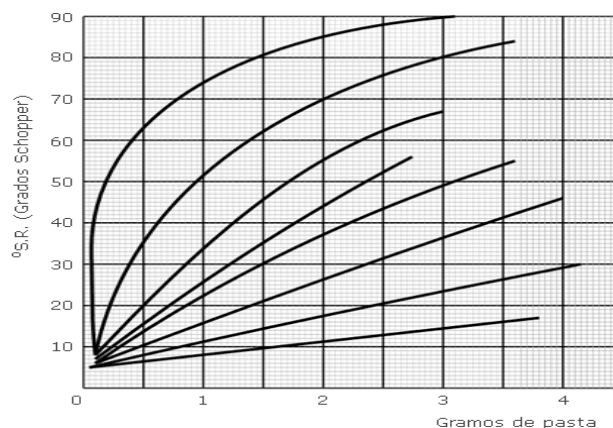


Fig. 13: Gráfico de curvas de corrección.

Ejemplo:

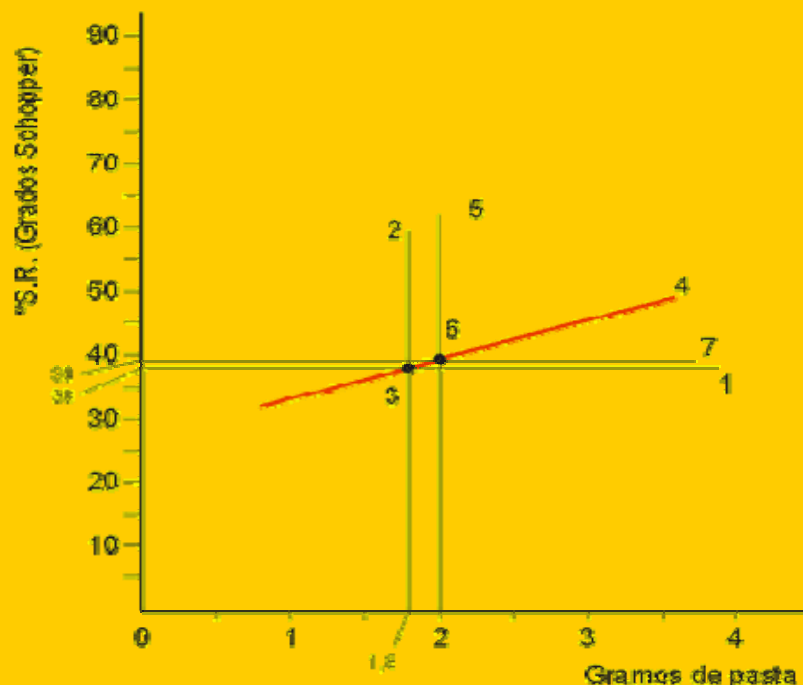
En un ensayo Schopper tenemos una medida de refinado de 38 °SR. Al pesar la pasta se comprueba que solamente pesa 1,8 gramos. Para conocer la medida exacta del refinado vamos al gráfico de corrección y hacemos lo siguiente:

Primero buscamos en el eje vertical el valor de 38 °SR y trazamos por ese punto una horizontal (1).

A continuación, buscamos en el eje horizontal el valor de 1,8 gramos y trazamos por ese punto una vertical (2).

Estas dos rectas (1) y (2) se cortan en un punto (3). Por ese punto (3) trazamos una línea paralela (4) a la curva que se encuentre más próxima a él. Esta paralela cortará a la recta (5), correspondiente a los dos gramos teóricos, en un punto (6).

Finalmente, por este último punto (6) trazamos una horizontal (7) que cortará al eje vertical, dándonos un valor real de los grados schopper. Haciéndolo con la mayor exactitud posible, veremos en este caso concreto que el valor resultante de refinado es de 39 °SR.



<p>Fibras primarias</p>	<p>Son las obtenidas de la madera o vegetales y que no han sufrido ningún tipo de transformación.</p> <p>La industria papelera trabaja con dos tipos de fábrica: integrada y no integrada.</p>
<p>Fábrica integrada</p>	<p>Es la que elabora la pasta y la transforma directamente en papel.</p>
<p>Fábrica no integrada</p>	<p>Es la que solamente realiza la transformación de la pasta en papel, necesitando que otra fábrica le proporcione la pasta en forma de hojas prensadas.</p> <p>Este último tipo de fábrica (no integrada), necesitará deshacer esas hojas de pasta para poder utilizarlas en la fabricación del papel. Para ello utiliza el púlper.</p>
<p>Púlper</p>	<p>Es el aparato donde se realiza la desintegración de las hojas. El proceso de desintegrado consta de tres fases.</p>
<p>Despastillador</p>	<p>Es un aparato que se suele utilizar para realizar la última de las tres fases (desintegración total) y evitar un consumo excesivo de energía en el púlper.</p> <p>La pasta necesita unos tratamientos para adecuar la futura calidad del papel. Esto se realiza mediante una operación llamada "refinado".</p>
<p>Refinado</p>	<p>Es la operación que modifica las características de la fibra y su estructura físico-química.</p> <p>La madera está compuesta por una serie de constituyentes. Algunos de ellos son perjudiciales para la fabricación del papel (la lignina), mientras que otros la favorecen (celulosa, hemicelulosa, ...)</p>
<p>Capas de la fibra</p>	<p>Las cuatro capas en las que se encuentran todos los constituyentes de la fibra son: "pared primaria", "pared secundaria exterior", "pared secundaria principal" y "pared secundaria interior".</p>

<p>Efectos del refino</p>	<p>El refino produce tres efectos principales sobre la fibra:</p> <p>Hidratación. Es la combinación del agua con la celulosa.</p> <p>Fibrilación. Es la separación de las fibrillas producida por la rotura de las paredes.</p> <p>Corte. Es el efecto de disminución de longitud producido por las cuchillas sobre las fibras.</p>
<p>Control del refino</p>	<p>En la calidad del refinado influyen una serie de factores como pueden ser: tipo de pasta, aditivos, temperatura, el pH, etc.</p> <p>El control final del refino se realiza mediante un ensayo, el cual nos da una idea del grado de desgote. Es el llamado "Grado Schopper (°SR)".</p>
<p>El resultado final del refino depende de una buena conjunción de todos los factores anteriores:</p>	

Factores que influyen en el resultado final

