

## **PAPEL**

### **LOS PROTOPAPELES**

#### **EL PAPIRO**

Como soporte de escritura era relativamente poco costoso y liviano, Como soporte de escritura era relativamente poco costoso y liviano, pero frágil y poco resistente a la humedad.

La elaboración se realizaba de esta forma: Se preparan las hojas dividiendo el papiro en tiras muy delgadas pero lo más anchas posibles. Las mejores son las del centro del tallo, y desde allí hacia fuera le siguen en orden decreciente de calidad. Primeramente sobre una tabla inclinada se colocan tiras del largo total del papiro, recortadas en sus extremidades, luego se colocan transversalmente otras bandas, en forma de enrejado. Se las somete a presión, esto produce una hoja que se seca al sol. Se juntan luego todas las hojas, poniendo primero las mejores para terminar con las peores. La reunión de estas hojas, nunca más de veinte, forma una 'mano'...Las desigualdades del papiro se pulen con un diente o una valva, pero los caracteres están expuestos a borrarse, la hoja pulida es más brillante pero no absorbe la tinta tan bien.

#### **EL PERGAMINO**

Las pieles de animales también fueron soporte de escritura. La preparación se realizaba básicamente de esta forma: el cuero bien raspado era puesto en agua de cal para despojarlo de las materias grasas; luego se lo secaba y frotaba, sin más curtido, con tiza finamente pulverizada; por último se lo pulimentaba con piedra pómez u otro medio análogo. El producto obtenido con la piel de nonato, se llamaba vitela, y constituía la variedad más fina y apreciada. Durante la alta Edad Media, el uso del papiro desaparece poco a poco. El pergamino lo sustituye y predomina hasta casi finalizar el Medioevo.

#### **EL PAPEL**

Antiguamente, era fabricado mediante la desintegración de las fibras vegetales y trapos con un mazo pesado de madera en un mortero de piedra. La forma a mano china estaba constituida por un marco de madera, en el que se sujetaba un tejido fino de bambú, unido con hilos de seda. Como materia cohesiva para unir las fibras y dar la impermeabilidad necesaria, se utilizó un extracto de agar, alga marina que ya se usaba en China con fines medicinales desde tiempos remotos.

La expansión del papel se debió a los árabes, quienes debido a un conflicto armado llegaron a las fronteras de China y tomaron prisioneros, entre los cuales había conocedores de la fórmula para producir el papel. A los árabes se les debe, entre otras, la innovación de introducir colores, la estandarización de medidas, un método para envejecer el papel y la introducción de alambres en los moldes. En su expansión, durante el siglo XII los árabes llevaron la técnica de producción del papel al norte de África y España. El siguiente lugar donde encontramos la presencia del papel es en Italia, donde llegó o bien por el camino de España o bien por los movimientos debidos a las Cruzadas. En el pueblo de Fabriano se implementó el empleo de mazos en la producción y la innovación de fabricar papel de trazo satinado con una cola de gelatina animal. Esta novedad fue muy bien recibida por los escribas, lo cual hizo aun mejor aceptado el reemplazo del pergamino por el papel. Este satinado en la superficie dejaba deslizar la pluma que utilizaban los escribas con mayor gentileza y menor esfuerzo que en otros soportes, lo que evitaba que se rasgara debido al excedente de presión. A la producción italiana de papel le debemos también la introducción del uso de la filigrana, la primera conocida es del año 1282 y de este pueblo también.

Hay que esperar hasta fines del siglo XIV para encontrar molinos papeleros en Europa Central, donde más tarde, gracias a la invención de la imprenta, gozan de una enorme expansión.

## **La fabricación manual de papel**

Hasta finales del siglo XVIII, el papel fue fabricado a mano; era el llamado “de tina” y se lo fabricaba con trapo. La técnica, básicamente, era la siguiente: después de deshechos sus dobleces y costuras y clasificados según colores y texturas, los trapos eran introducidos en un recipiente con agua para ser desmenuzados mediante la acción de un juego de mazos con puntas de hierro. Después de ser largamente lavados, se los depositaba en un sótano donde la putrefacción los “digería”. Esta putrefacción fue luego reemplazada por una cocción en un medio alcalino, como ser cal viva o soda cáustica. Esta pulpa era nuevamente triturada por la acción de otros mazos hasta lograr una pasta perfecta que se blanqueaba con diversos procedimientos; al principio por oxigenación natural, que luego fue reemplazada por agentes químicos, como los hipocloritos de sodio y los cloruros. Por último, la pasta se colocaba en una “tina”, especie de cuba en la que, generalmente mediante una corriente de vapor, se mantenía una temperatura constante, suave y uniforme.

La fabricación propiamente dicha consistía en extraer la pasta de la tina por medio de la “forma”, un bastidor de madera dura provisto de un cedazo o tamiz, generalmente hecho de un tejido de hilos de alambre muy compacto. Se sumergía la forma en la tina y la retiraba llena de pasta. El agua se escurría instantáneamente a través de la malla. Un pequeño movimiento de vaivén horizontal ayudaba a escurrir el agua y a su vez originaba la trabazón de las fibras de trapo contenidas en la pasta. La forma era luego volcada sobre una hoja de fieltro o “sayal”. De esta manera, el papel, aún una pasta frágil, quedaba extendido y aplanado y se recubría con un segundo sayal. Sucesivamente, se iban intercalando y se conformaba una pila de papel que luego se prensaba para extraerle la mayor cantidad de agua posible. Después de extraer los sayales, se sometía la pila a un nuevo prensado, y luego se dejaba secar por completo.

Este procedimiento sufrió su primera modificación cuando se reemplazaron los mazos trituradores por cilindros guarnecidos de hojas cortantes que al girar constantemente producían una trituración más rápida y eficaz que la obtenida por el trabajo de los mazos. Vino luego la invención de la máquina de fabricar papel de modo continuo. Por último, el trapo fue abandonado como materia prima y se lo reemplazó por la pasta de madera.

## **LA IMPRENTA Y LA DEMANDA DE PAPEL**

La imprenta dio una verdadera medida del valor y utilidad del papel ya que reunía, además de sus cualidades gráficas, el ser abundante, barato (costaba la décima parte que el pergamino), duradero, transportable y asequible a las enormes cantidades que requerían los impresores. A esto se debe que entre fines del siglo XV y mediados del XVI, Europa se cubre de molinos de papel.

Debido al creciente consumo del papel, la obtención de materias primas, que era casi exclusivamente de trapos viejos, empezó a constituir un serio problema. El aumento del uso del papel durante los siglos XVII y XVIII motivó una escasez de telas y trapos, únicas materias primas satisfactorias que conocían los papeleros europeos.

En 1840 se introdujo el proceso de trituración de madera para fabricar pulpa, con lo cual se pudo fabricar papel a partir de una materia prima de más bajo costo. Diez años después se realizó el primer proceso químico para producir la pulpa, lo cual también colaboró con la reducción de costos. En 1844, Federic Gottlob Seller fue el primero en obtener, mediante un procedimiento mecánico, pasta de madera. Hacia 1852, Meillier descubrió la celulosa.

## PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE PAPEL

El papel es una estructura porosa que se obtiene de la filtración y entrelazado entre sí de fibras vegetales de celulosa. Con el agregado de sustancias inertes, como las cargas y rellenos, permite la conformación en finas láminas de un material de poco espesor, flexible, liviano y resistente.

Las fibras vegetales poseen características diferentes debido a su estructura, según la clase o especie. La variación en la estructura de la fibra (por ejemplo, la longitud de fibra, el ancho de la fibra, su espesor de pared, su peso por unidad de longitud, etcétera) resultará, proceso de transformación mediante, en diferentes características de las pulpas obtenidas, como ser resistencia, calidad, imprimibilidad, estabilidad, etcétera. Una característica importante es la longitud de la fibra. Esto hace que las maderas se clasifiquen según esta dimensión en de fibra larga o fibra corta. Las fibras más largas conforman una capa más coherente y, por lo tanto, un papel más resistente. Entre las especies arbóreas de fibra corta podemos distinguir: roble, álamo, abedul, haya, eucalipto (especies de copa redonda y clima tropical). Entre las especies arbóreas de fibra larga podemos distinguir: pino, abeto, píce, araucaria, coníferas en general (especies de copa larga y clima frío).

La industria papelera en la actualidad utiliza principalmente madera de árboles de diversas especies como materia prima para la elaboración de pasta celulosa. Alrededor del 95% de la pulpa se obtiene de la madera, y solamente una porción muy pequeña se obtiene de las demás materias utilizables.

### LA CELULOSA

El principal componente del papel es la celulosa, una sustancia blanca y amorfa, en estado fibroso, de células huecas, pequeñas y de forma tubular. Básicamente, la celulosa es un polímero natural de moléculas de gran tamaño. Sus características principales son las de ser un elemento orgánico inerte, imputrescible y que además resiste, sin disolverse ni desintegrarse, al agua y a una gran cantidad de agentes químicos, entre los cuales están los agentes cáusticos que se usan para la oxidación en el proceso de obtención de la pasta. La celulosa solo se disuelve en una solución amoniacal de óxido de cobre. Además, tiene la propiedad de aglutinarse en sus fibras y fibrillas, al perder la humedad es autocortante y posee cierta resistencia a diferentes fuerzas, como la tracción.

**La hemicelulosa** → Se denomina así a una variedad de polisacáridos, componente también de la pared celular de los vegetales, pero que, a diferencia de la celulosa, están formados por cadenas de distintos azúcares y con la característica de ser disueltos y descompuestos por el agua.

### PRODEDIMIENTO

1. **Deforestación:** tala de árboles de crecimiento rápido cultivados para preservar los bosques naturales.
2. **Descortezado:** la corteza se separa del tronco y se elimina del proceso industrial. Antes de esto se realiza el **raleado** → quitar las ramas para dejar sólo el tronco.
3. **Lavado:** consiste en eliminar arena y otras impurezas.
4. **Astillado:** el tronco descortezado es trozado para facilitar su manipulación.
5. **Fabricación de la pasta:** consiste en la separación de las fibras y su suspensión en agua.
6. **Blanqueo:** de distintos grados según el uso del papel. Se logra mediante un tratamiento con agentes químicos (agua oxigenada, oxígeno, hipoclorito de sodio, etc.)
7. **Aditivación:** se agregan sustancias como colas, caolín, talco, yeso y colorantes que permiten mejorar las características de la pasta.
8. **Ingreso en la máquina formadora de hoja:** la mezcla de pastas llega a la máquina suspendida en una gran cantidad de agua. La hoja se forma por filtración en una o más telas formadoras que

retienen las fibras y drenan el agua. El agua que se extrae de la pasta se recicla para volver a utilizarla en el proceso.

9. **Secado:** el papel se seca por medio de cilindros giratorios calentados con vapor de agua. Conserva entre un 6% y un 9% de agua según el uso para el que se lo destina.
10. **Enrollado y conversión:** se enrolla en bobinas y se corta en rollos.

**Papel reciclado** → surge de la fabricación de pasta recuperada. El material a reciclar (cartones, diarios, etc.) se desintegra en agua y, con agregado de productos químicos, se eliminan impurezas. Se lo somete a lavado o flotación para quitarle la tinta.

**La lignina** → Es el adhesivo cementante natural que une las fibras de celulosa de la madera y le da rigidez y consistencia al tallo de las plantas. Se encuentra entre las paredes primaria y secundaria de las células fibrosas de las plantas y es un polímero mixto, resistente al ataque de muchas sustancias químicas, pero que, sin embargo, se disuelve en reactivos sódicos y cloro, y se convierte así a la lignina en subproductos solubles en agua. Para obtener pastas más puras y libres de lignina se utilizan procesos químicos para separarla de la celulosa. La blancura de la celulosa depende de la cantidad residual de lignina en la pasta.

**Otros incrustantes y sustancias solubles en solventes** → Además de la lignina, en la fibra vegetal también están presentes otros incrustantes (aceites, ceras, resinas, colorantes, nitrogenados, taninos, hemicelulosa, calcio, magnesio, potasio, cutina y soberina). Justamente, estos dos últimos tienen la tarea de otorgar la impermeabilidad a las paredes celulares expuestas al aire. Estos elementos incrustantes son desechados a fin de obtener pulpas de calidad. Muchos de estos productos son derivados a fases de recuperación y procesamiento, que los convierten en subproductos utilizables.

**Sustancias solubles en agua** → Se trata, en general, de azúcares simples y sales minerales.

## TIPOS DE PASTA

**Pastas de celulosa:** las pastas celulósicas se pueden clasificar tanto por la longitud de las fibras que las componen como por el tipo de proceso utilizado para su obtención. Por la longitud de la fibra se clasifican en pastas de fibra corta (de 1 a 2 mm como parámetro, que le otorga al papel ciertas características superficiales) y pastas de fibra larga (de 2 a 5 mm como parámetro, que le otorgan al papel características de resistencia). Por el proceso utilizado para su obtención, las podemos clasificar básicamente en: Mecánicas, Químicas y Semiquímicas, quimimecánicas y termomecánicas.

### **Pasta mecánica:**

Se obtiene a partir de someter los troncos a un proceso de molido sin el agregado de ningún químico. Se destruye el tronco mediante el uso de máquinas amoladoras. Al mismo tiempo, un chorro de agua pasa entre el tronco y los rodillos para favorecer la disgregación de la madera y para evitar la combustión que se produciría por la alta temperatura generada por el rozamiento. Los rodillos cortan la madera en fibras intactas de uno a cuatro milímetros de largo y también fragmentos y partículas de fibras. La proporción entre los tipos de fibras (cortas y largas) determina la calidad de la pulpa. Así, la madera queda convertida en una fina pasta compuesta de celulosa, lignina y otros incrustantes. Esta pasta tendrá poca cantidad porcentual de celulosa, ya que aquellos elementos incrustantes que unen las fibras no se pierden, por eso tiene tendencia a amarillear cuando se expone a la luz. La baja cantidad de celulosa se ve retribuida con la ventaja del **elevado rendimiento** obtenido en el proceso, ya que se pierde solo entre el 25% y el 30% del volumen total de madera utilizada. Otra ventaja es que este tipo de composición de fibras acepta fácilmente las tintas de impresión, por lo cual es muy utilizada para diarios, libros, afiches, producción de papel tisú y cartón.

### **Pasta química:**

La pasta química está constituida por celulosa tratada con aditivos químicos a concentración, presión y temperatura adecuadas. En la fabricación, la madera trozada y descortezada se procesa en una solución de reactivos que pueden ser alcalinos o al sulfato (soda cáustica + sulfato de sodio) o ácidos o al sulfito (bisulfito de magnesio + ácido sulfúrico) con el auxilio de calor. De esta forma, se favorece a la separación de la lignina, la resina y otros incrustantes y se logran fibras enteras y sanas. En el proceso al sulfito, el líquido de cocción penetra en la madera en el sentido longitudinal de las fibras y, tras la penetración, la lignina se reduce y adopta una forma soluble en agua que permite su eliminación en el lavado. La pulpa química contiene una mayor proporción de fibras en su largo natural que la pulpa mecánica y una de sus principales ventajas es su alta resistencia. Con este método, la pasta o pulpa obtenida se reduce a un 40% aproximadamente, ya que solamente queda como resultado del proceso el componente celulósico. Así se obtiene una pasta de **menor rendimiento**, pero de **mayor calidad**. Dependiendo del método utilizado y de las condiciones de producción, se pueden obtener hasta alrededor de 50 kg de pulpa química de 100 kg de madera seca. Estas pastas se destinan a la fabricación de papeles de embalar, imprimir y especiales.

Las aguas residuales de ambos procesos de cocción son recuperadas íntegramente y empleadas en la producción de energía y de materias primas. Más del 95% de las sustancias químicas son recicladas. A principios de los años 30, una mejora tecnológica del proceso, la caldera de recuperación del licor obtenido al tratar las astillas, marcó un hito en el desarrollo de los métodos químicos de obtención de pasta al permitir utilizar el licor como combustible para la generación de vapor y electricidad. Estas plantas logran exportar energía y, por lo tanto, no la consumen de las fuentes de provisión tradicionales.

### **Pasta al sulfato:**

La pasta al sulfato o kraft (del alemán, fuerte) se obtiene por vía química alcalina. Este método resulta adecuado sobre todo cuando se utilizan maderas de coníferas, ya que permite la separación de los aceites y resinas que contienen dichas especies. Durante este proceso, las fibras celulósicas se obtienen más enteras y sanas. La pasta de celulosa obtenida por este método le proporciona al papel **gran resistencia**.

### **Pastas semiquímicas, quimiquímicas y termomecánicas:**

Son producto de procesos intermedios de fabricación, en los que los aditivos químicos tienen menor nivel de causticidad o son utilizados en menor proporción. Se las trata luego en forma mecánica. La combinación de métodos se efectúa para **abaratarse el costo del proceso**. El producto conseguido es menos puro que el procesado químicamente, pero en ciertos tipos de papel su uso da buenos resultados.

### **Pasta de trazo:**

La base de la pasta de trazo es de trapos usados y otros elementos, como algodón, hilos de lino, cáñamo, esparto y otras fibras textiles. Una vez seleccionados los materiales se los somete a varios procesos de limpieza, porque aunque el trazo está constituido por un 85% a un 95% de celulosa, ciertas sustancias deben ser eliminadas, como ser las ceras naturales, los rellenos, los aprestos o almidones, los colorantes. En un recipiente llamado digestor se efectúa la cocción. Una vez cargado, se agrega una solución alcalina (soda cáustica) con una concentración que va del 3% al 10% y varía según sea el estado y el tipo de trapos.

### **Pasta de papel reciclado y reconstituido:**

La pasta de papel reciclado y de papel reconstituido se produce de papeles de deshecho, tiene características muy recomendables y puede convertirse en hojas bien formadas, de relativa opacidad y excelente estabilidad dimensional, requiere poco batido y tiene buena cohesión de fibra a fibra. Las nuevas técnicas utilizadas en el proceso hacen posible que la industria papelera remueva casi todos los contaminantes del papel. Sin embargo, esto demanda mucho trabajo y costo. La diferencia esencial entre

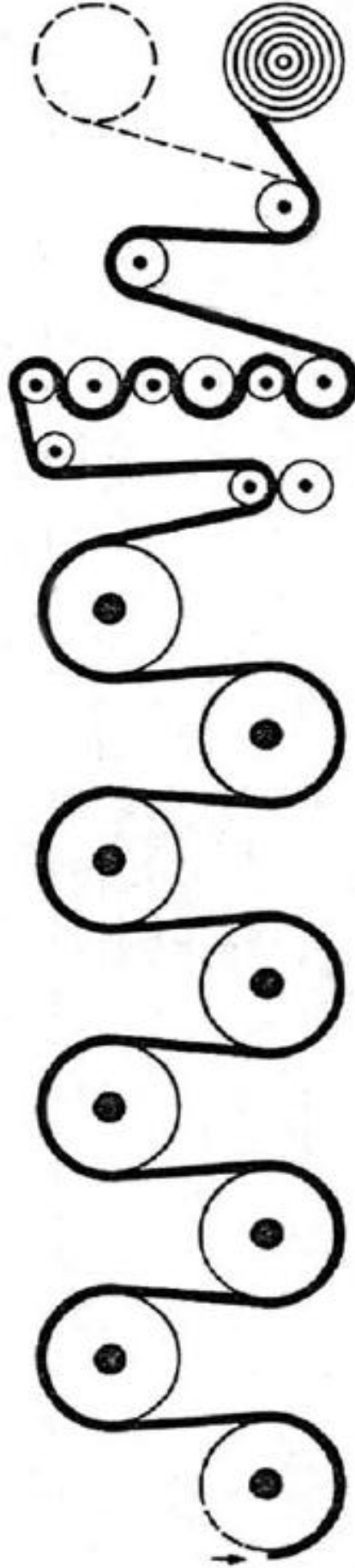
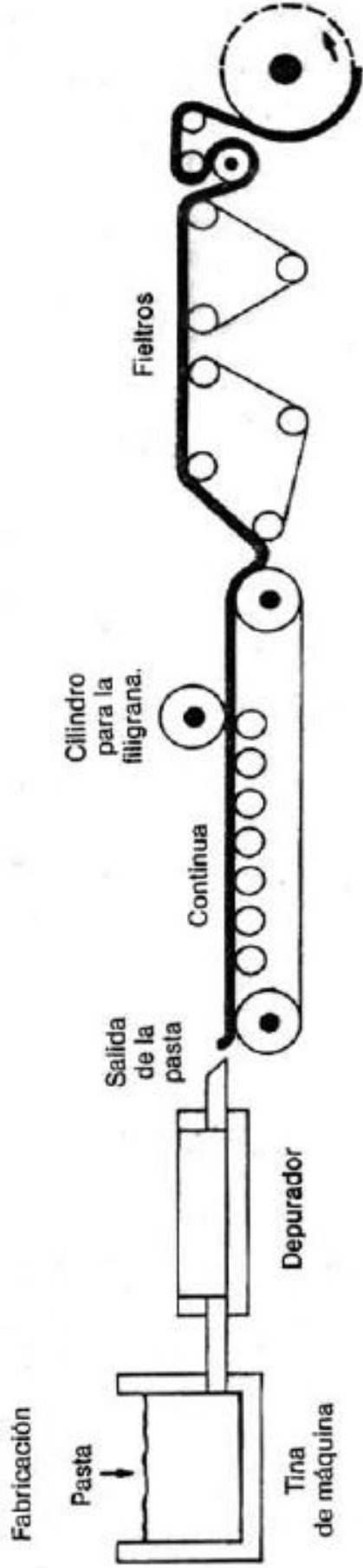
los dos tipos de pasta es que en la de papel reciclado, el papel que se obtiene es muy liso y de fácil impresión, pero su resistencia se ve reducida por el tratamiento de destintado al que es sometido durante el proceso de fabricación (muchas fábricas de papel tienen a su disposición unidades llamadas de “destinte”, que ayudan a la remoción de tinta en un alto grado), mientras que la de papel reconstituido se realiza con recortes sin entintar, por lo que el papel producido es recuperado sin mayores alteraciones de sus componentes.

## **FABRICACIÓN DEL PAPEL**

Proceso de preparación de materias primas

Las fases del desarrollo del proceso son:

- **Preparación de la madera:** raleado (talado de los troncos) trozado y descortezado. En esta primera etapa de preparación de la madera se cortan los troncos, que luego son descortezados en un “tambor descortezador” o descortezadoras mecánicas. La corteza es desechada (en algunas plantas se las utiliza como combustible para uso interno) ya que en general es una parte del tronco pobre en celulosa.
- **Chipeado:** en este momento se obtienen las astillas. Los troncos previamente descortezados son trasladados a equipos llamados “chiperas”, lugar donde el tronco en pocos minutos es convertido en pequeñas astillas de aproximadamente 20 mm de longitud y de espesores variables. Estas astillas, o chips, pasan por una zaranda vibratoria y oscilante, de esta forma se clasifican según el tamaño antes de ser enviados a la cocción.
- **Cocción:** mediante reactivos químicos o elementos cáusticos, presión y temperatura, la cocción de los chips se realiza en los llamados “digestores”, que son tanques de gran formato que cumplen la función de digerir o deshacer las materias no celulósicas, se ataca a la lignina y se deja limpia la fibra. Al final de la cocción en los digestores, el contenido de estos se descarga en las unidades de soplado (blow tank), donde mediante un cambio brusco de presión atmosférica se facilita aún más la separación de las fibras.
- **Lavado y depuración:** mediante la etapa de lavado se eliminan del producto procesado los restos de reactivos químicos utilizados en la cocción. Estos reactivos pueden ser enviados a un circuito de recuperación para la regeneración de los reactivos consumidos. Luego el producto es depurado mediante la utilización de equipos depuradores rotativos, planos, centrífugos, presurizados y ciclónicos, que facilitan la desincrustación de elementos extraños y/o de astillas y nudos que no fueran suficientemente cocinados. Hasta aquí se ha obtenido una pasta de celulosa que podría llamarse “**pasta cruda**” o sin refinar. A las fibras aún no se les han agregado cargas rellenos ni encolantes, ni han sido sometidas al blanqueo ni a la refinación.



La pasta de papel  
y el esquema de fabricación.

- **Blanqueo:** de ser necesario obtener un producto blanqueado, se someterá la pasta a un proceso de blanqueo. La fibra nunca es blanca, siempre tiene color. Siempre tiene algo de rojo, de azul, de verde o de amarillo. Por lo tanto, se decolora utilizando agentes blanqueadores o decolorantes. También se puede hacer transparente mediante el uso de ácidos, presión y temperatura. El blanqueo de las fibras vegetales se hacía hasta principios del siglo XIX por medio de exposiciones del material húmedo al calor solar, alternadas con maceraciones intermedias y hervido en soluciones alcalinas de cenizas de maderas. Cuando se descubrió el cloro elemental, se comprobó que poseía una poderosa acción blanqueadora sobre las fibras vegetales. Se produjo entonces un polvo blanqueador (la forma sólida del reactivo) por el tratamiento del cloro en presencia de cal diluida. El blanqueo de las pastas se implementa a partir de la propiedad oxidante que tiene el cloro cuando se halla en contacto con el agua. El tiempo de reacción depende de la cantidad de cloro adicionado a la pulpa; a mayor dosaje, menor el tiempo requerido para el proceso. Pero esta aceleración puede tener efectos adversos o negativos sobre la pulpa. En este proceso se pueden utilizar: hipoclorito de sodio, agua oxigenada, cloro gaseoso, etcétera.
- **Refinación:** las características del producto final dependen en gran medida de la combinación de las materias primas (fibras largas o cortas, celulosa al sulfito o al sulfato, etcétera), pero no solamente de esta, sino también de las materias auxiliares (cargas, colas, etcétera) y de la refinación de las fibras. Para procurarle a la pasta características que se verán reflejadas en el producto final, esta debe ser refinada mediante un **tratamiento mecánico** significativo. Las pastas pasan entre unas **cuchillas rotativas** muy cercanas unas de otras, se origina de esta manera el deshilachado, fibración y ablande de las fibras. Este tratamiento se efectúa en una solución acuosa con un contenido de fibras de entre el 4% y el 7%, y sirve principalmente para aumentar la unión química de las fibras y para favorecer su disposición en el proceso de fabricación del papel.
- **Encolado interno, agregado de cargas y rellenos:** otras características de calidad propias del producto final se consiguen proporcionando a las materias crudas materias auxiliares: materiales de relleno, cola, hidrato de alúmina, colorantes y blanqueantes. Como encolantes se utilizan generalmente colas a base de resinas naturales o colas sintéticas. Las resinas naturales se mezclan con la suspensión fibras-agua y unen sus partículas por medio de sulfato de aluminio. Las colas sintéticas poseen grupos reactivos que se combinan con el papel sin añadir sulfato de aluminio. Con este encolado se obtiene una reducción notable de la infiltración del agua y de las soluciones acuosas entre las fibras, y su capacidad de absorción queda reducida en gran medida; por otro lado su resistencia es influida solo superficialmente. Esta reducción de la infiltración del agua es algo que se pretende en casi todos los papeles, salvo en aquellos con finalidades específicas, como ser el papel secante o el papel de fieltro. Como cargas se emplean diversos minerales, los más usados son los silicatos, sulfatos, carbonatos y los óxidos. Son partículas pequeñas en relación con el tamaño de las fibras y se acomodan y alojan bien entre las paredes de la red fibrosa. Son llamadas cargas porque a un peso base constante, el producto es modificado por el agregado del 4% al 40% de materiales de mayor peso específico, y esto en consecuencia genera una reducción de las fibras vegetales. Se llaman rellenos porque tapan y obturan los espacios existentes entre las fibras por medio de sustancias inertes, que llenan sus cavidades, reducen irregularidades y mejoran el aspecto. Todas estas tienen propiedades diferentes que reflejarán diferentes cualidades en el papel: llenar los intersticios entre los haces de fibras, nivelar la superficie y aumentar la opacidad, la blancura, la flexibilidad, el gramaje, la capacidad de imprimibilidad, etcétera.
- **Encolado externo:** el encolado externo, que le da rigidez y resistencia externa, se lleva a cabo cuando la hoja de papel tiene entre un 5% a un 8% de humedad, por medio de una solución con aditivos específicos. Los encolantes más utilizados son: cola de animal, almidón, resina, caseína, látex y polímeros.

## FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PAPEL

Las máquinas de mayor tamaño pueden medir hasta 10 metros de ancho y 120 metros de largo y su velocidad de producción puede llegar a ser superior a 1300 metros de papel por minuto. Todas las máquinas de fabricación de papel constan de los mismos elementos básicos: caja de cabeza, formación



de la hoja o sección tela, prensado, secado, calandrado y bobinado. La calidad del papel, como ya hemos dicho, depende de la pasta obtenida, de la refinación de las fibras, de las materias auxiliares o aditivos agregados y hasta del uso del agua. Esta combinación se efectúa en la “cuba de formulación”, especie de gran pileta donde se realiza la mezcla. En esta instancia se obtiene una mezcla fibroso-acuosa de entre el 4% y el 7% de contenido de fibras, que pasa a ser notablemente diluida (1% de densidad aproximadamente) para pasar finalmente a la máquina continua de fabricación del papel. El transporte de la pasta obtenida se realiza durante las diversas fases de la producción mediante bombeo por medio de cañerías.

- **Caja de alimentación:** la máquina puede poseer una o dos cajas de alimentación presurizadas que permiten fabricar papeles con distintos rangos de gramajes. Estas cajas tienen una estrecha hendidura (labio), que abarca todo el ancho de la máquina, por donde sale la pasta en suspensión acuosa en forma de cortina líquida, y se deposita sobre la tela formadora; se genera así una superficie continua de pasta (con alto grado de humedad, **1% de fibra y 99% de agua**).
- **Tela formadora o malla:** en este lugar se realiza el aglutinamiento de las fibras. La malla es una tela o cinta sin fin, de plástico o metal, finísima, sobre la cual la fibra cae desde la caja de alimentación, y se distribuye en todo el ancho de la máquina. Está dotada de un movimiento vibratorio constante con el fin de conseguir una distribución uniforme y la fieltación de todas las fibras. La tela o malla está sostenida por rodillos que permiten que el agua corra o escurra hacia abajo, y a medida que avanza se va eliminando agua, lo que, junto al movimiento vibratorio mencionado, permite que las fibras se vayan concentrando y se entrelacen. De esta manera se forma la hoja de papel. Al finalizar este primer proceso de filtrado, esta superficie continua que será la hoja de papel aún contiene alrededor del **80% de agua**.
- **Prensado:** en esta etapa, la hoja, luego de abandonar la tela formadora, es recibida por el fieltro de la prensa que la hace pasar a través de rodillos, los cuales por medio de presión producen gran expulsión de agua. Esto se repite varias veces en una serie de prensas y rodillos hasta conseguir un grado de secado de entre el **40% y el 45%**, tope máximo de deshidratación por medios mecánicos.
- **Secado:** a partir de este momento la expulsión de agua solo puede continuar por medio de evaporación. La hoja es conducida por medio de fieltros que le sirven de sustento a través de una batería de secadores, que son ni más ni menos que numerosos cilindros calefaccionados interiormente por vapor, y que van aumentando paulatinamente la temperatura de la hoja y del agua que todavía contiene, así, se produce su eliminación por evaporación. Al final del secado, la humedad que contiene el papel es de **un 6% a un 8%**, que es la humedad con la que se lo comercializa.
- **Calandrado:** el calandrado del papel se realiza para **mejorar la superficie de la hoja**, su lisura o alisamiento. En este proceso participan varios cilindros de acero pulido superpuestos en orden alterno. Haciendo correr el papel casi seco entre los ellos y mediante presión muy elevada, frotamiento y calor, se logra que el papel quede más compacto y más liso, al **comprimir su estructura**. El **grosor** del papel se puede **reducir hasta en un 40%**; además, se **incrementa la lisura y el brillo**, y se **nivelan partículas de fibras** que todavía pudieran aparecer.
- **Bobinado (o enrollado):** al final del proceso, el papel es enrollado en enormes bobinas (popes) que, dependiendo del tipo de papel, pueden contener hasta 25 toneladas, una hoja de papel de casi 60 kilómetros de largo. De esta forma las bobinas esperarán su “alistamiento”, que puede ser el cortado y transformado en bobinas más pequeñas utilizando una cortadora de bobinas, el cortado en pliegos de medidas estándares de acuerdo a los usos del mercado, según pedido, etcétera.

## PRINCIPALES GRUPOS DE PAPELES

Teniendo en cuenta el uso

- **Papel prensa:** para este uso se utilizan fundamentalmente papeles específicos elaborados con **pasta mecánica** mezclada con otras fibras y con **pasta proveniente de papel recuperado**, con un gramaje de entre **50 y 60 gr/m<sup>2</sup>**.
- **Papel de impresión y escritura:** la aptitud de un papel para ser un buen soporte para la impresión o la escritura depende en gran medida del espesor, de la humedad, de la cantidad de cola y del tipo de pasta con el que se produjo. Existe gran variedad de productos con diversas texturas, colores, grosores,

etcétera, cuya composición varía desde el papel producido con pasta mecánica hasta papeles de gran calidad fabricados con celulosa pura. Se pueden distinguir los siguientes tipos genéricos: para fotocopiadora, continuo, autocopiativo, vegetales, kraft, cartulina, couché, altobrillo, etcétera, con gramajes comprendidos **entre los 50 y los 90 gr/m<sup>2</sup> en papeles para impresión** y entre los **100 y los 320 gr/m<sup>2</sup> en cartulinas y papeles de impresión de calidad superior**. También se suele utilizar papel recuperado como materia prima para producir papel reciclado que se destina a este tipo de usos.

- **Papel higiénico-sanitario:** es el grupo que ha experimentado un mayor auge; en él se encuentra alrededor del 63% de los nuevos productos fabricados con papel que han aparecido en el mercado en los últimos 10 años: papeles tisú, servilletas, manteles, papel higiénico, papel de cocina, etcétera. Representa un alto volumen del consumo de papel como consecuencia de la mayor demanda de productos de papel para usos domésticos. También se puede encontrar este tipo de papeles producidos con papel reciclado.

- **Papel para envases y embalajes:** los envases y embalajes representan alrededor del 50% del consumo de papel y en los últimos 10 años ha aumentado un 44%, incluso a pesar de que las bolsas de papel y el cartón corrugado son cada vez más ligeros (en el mismo período han reducido un 20% su peso). Se emplean diferentes papeles para embalajes, y se pueden clasificar en:

- **Cartón gris:** se utiliza principalmente para cartonaje y encuadernación. Se fabrica a partir de papel recuperado (calidades ordinarias).
- **Cartón corrugado:** el cartón corrugado está formado por una o varias hojas de papel onduladas o papel plano encoladas entre sí que, básicamente se utiliza para embalajes de productos frágiles y cajas de embalaje en general. Este tipo de papel se fabrica con pasta proveniente de paja, pasta semiquímica, pasta kraft o pasta proveniente de papel recuperado. También se combina la pasta kraft en la cubierta con pastas provenientes de papel recuperado en las caras inferiores.
- **Cartón compacto:** este tipo de cartón se emplea para la realización de cajas y envases de mercancías. El cartón está formado por diversas hojas pegadas entre sí y su grosor puede alcanzar los 3 o 4 milímetros. Se utiliza pasta proveniente de papel recuperado, y se puede utilizar para la cubierta exterior pasta kraft.
- **Papel kraft:** el papel kraft presenta cualidades específicas que le permite ser utilizado para la producción de sacos de gran capacidad y bolsas de papel. Este tipo de papel se produce únicamente con pasta kraft, un compuesto vegetal proveniente de coníferas y no contiene cargas por lo que la pasta presenta un alto grado de refinamiento. Las propiedades que presenta este papel son la tenacidad y la resistencia a la tracción, al alargamiento y a la rotura.

### Algunas variedades del papel con respecto al uso

- **Superficie:** en la máquina de papel se puede modificar la hoja con diferentes tratamientos que permiten variar la textura de la superficie, esto permite diferentes acabados: ahuecado, apretado, satinado, glaseado, couché, altobrillo, de dos caras, parchemín, etcétera.
- **Humedad e higrosensibilidad:** la celulosa retiene parte del agua que se utiliza en el proceso de fabricación de la pasta de papel (entre un 5% y un 10%), por lo que el papel se dilata o se contrae en función de su humedad y de la temperatura ambiente. Esta característica es importante porque la humedad hace que el papel se curve y genere dificultades de impresión.
- **Polvillo de papel:** podemos hablar aquí de un efecto debido a la presencia de partículas que por frotación se desprenden durante la impresión o la transformación. Este se evidencia fundamentalmente en las pastas mecánicas, en las pastas poco refinadas o en las pastas recicladas.

### Algunas características ópticas del papel

- **Luminosidad:** blancura expresada como nivel de aproximación al estándar que es el óxido de magnesio, cuyo valor es 100.
- **Opacidad:** grado de no transparencia del papel, expresado como el porcentaje de luz transmitida.

- **Brillo:** reflejo especular de la luz sobre la superficie del papel expresado como el porcentaje de luz reflejada.

### **Algunas características físicas del papel**

- **Gramaje:** es la masa de la unidad de superficie del papel expresada en gramos por metro cuadrado, es decir, el peso en gramos de un metro cuadrado de papel ( $\text{g}/\text{m}^2$ ). Esta medida es muy importante ya que de ella depende la regulación de la pasta de papel en la máquina en función del peso en gramos por metro cuadrado que se va a dar al papel y porque el comercio de papel se realiza según su costo en pesos por kilogramo.
- **Espesor o calibre:** grosor del papel ( $\mu\text{m}$ )
- **Mano:** volumen específico. Se obtiene dividiendo el espesor por el gramaje ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ).

### **Algunas características mecánicas del papel**

- **Resistencia a la rotura:** tensión de rotura de una tira de papel de ancho estándar sometido a una extensión paralela.
- **Rigidez:** resistencia a la flexión.

### **Algunas características de imprimibilidad del papel**

- **Brillo de impresión:** reflejo especular de luz sobre un papel impreso.
- **Resistencia al roce de la tinta:** capacidad del papel impreso para resistir la abrasión.
- **Resistencia al arrancado:** capacidad del estuco y las fibras para no separarse durante la impresión.
- **Fijado de la tinta:** proceso de penetración de los barnices, que llevan a la inmovilización de la tinta sobre el papel.
- **Secado de la tinta:** endurecimiento de la película de tinta depositada sobre el papel.

### **Algunas características comerciales**

- **Formato:** tamaño del papel expresado en centímetros. Está íntimamente ligado al gramaje del papel, ya que estas variables afectan al peso en kilogramos de la resma.
- **Resma:** 500 hojas.