

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE QUIMICA**



---

**DETERMINACION DE LA ANTIGUEDAD  
DE PAPELES DE LA NUEVA ESPAÑA**

**TRABAJO MONOGRAFICO**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A:**

**MINERVA VILORIA GARCIA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	6
 CAPITULO I.	
BREVE HISTORIA DEL PAPEL. ....	8
 CAPITULO II.	
COMPOSICION DE LOS PAPELES EN LOS SIGLOS XVIII Y XIX.....	13
1.- Diversas clases de fibras.....	14
2.- Celulosa.....	17
3.- Procesos de Tratamiento para la Celulosa.....	19
a). Madera Mecánica.....	20
b). Proceso al Sulfito.....	20
c). Proceso al Sulfato.....	21
 CAPITULO III.	
ELABORACION DEL PAPEL EN LA NUEVA ESPAÑA. EN LOS SIGLOS XVIII y XIX.....	24
 CAPITULO IV.	
FORMA DE IDENTIFICACION DE LOS PAPELES AN TIGUOS.....	28
1.- Contenido de Fibras.....	28
a). Tinción de Herzberg.....	29

	Pág.
b). Método del Floroglucinol.....	30
c). Método de Lofton-Merritt.....	31
2.- Características Histológicas.....	32
a). Fibras de Lino.....	33
b). Cañamo.....	33
c). Algodón.....	34
d). Fibras de Paja.....	36
e). Fibras de Celulosa y Coníferas.....	36
f). Fibras de Yute.....	37
g). Pulpas de Madera.....	38
h). Fibras de Esparto.....	39
3.- Pruebas Químicas.....	
Constituyentes no Fibrosos.....	40
a). Encolados.....	42
b). Sustancias de Relleno.....	
(Sulfatos, Carbonatos, Zinc, Titanio).....	45
c). Determinación de la Acidez y Alcalinidad.....	50
d). Método de la Alfa Celulosa.....	52
e). Determinación de la Cantidad de Pasta Mecá- nica.....	52
4.- Pruebas Físicas.....	53
a). Papel Hecho a mano.....	54
b). Batido.....	55

	Pág.
c). Uso de la Luz Ultravioleta.....	56
d). Observación de las Marcas de Agua.....	58
 <b>CAPITULO V.</b>	
ELABORACION DEL PAPEL EN LA ACTUALIDAD....	61
1.- Diferentes Procesos Usados.....	61
2.- Constituyentes.....	62
3.- Recubrimientos.....	64
4.- Proceso de Elaboración.....	64
5.- Algunos Métodos Preventivos de la Degradación del Papel.....	65
 CONCLUSIONES.....	70
 BIBLIOGRAFIA.....	74

## INTRODUCCION

En nuestro País cada día aumenta el número de personas e Instituciones que se interesan en la buena conservación de la enorme riqueza que constituyen los Documentos Históricos.

Para la buena conservación de dicha riqueza histórica, intervienen algunas Ciencias, Técnicas y Disciplinas y entre ellas destaca como la más importante la Química, en su especialidad la Química Forense, al grado de que se ha comprendido que esta especialidad es la que determina los procedimientos a seguir para el diagnóstico de la causa de los daños que sufren los documentos, su alivio, curación, restauración, condiciones ambientales en que se deben mantener y medidas de protección contra incendios, explosiones, inundaciones, etc.

Desafortunadamente, al aumentar el interés por los documentos históricos, aparecieron y también aumentaron las personas dedicadas a falsificarlos y alterarlos de muy diversas maneras. En estos casos, las personas interesadas en adquirir un documento histórico, acuden a la Química Forense para solicitar se elabore un dictamen de autenticidad o falsedad.

Para ello la Química Forense cuenta con algunos procedimientos e informaciones diversas, algunas de ellas dispersas, lo que obliga a los expertos a realizar búsquedas difíciles y con ello pérdida de tiempo.

Con base a ello se busco las Instituciones que en México se dedican al estudio de los documentos históricos, y me pareció que el Insti

tuto de Estudios y Documentos Históricos a. c. en esta Ciudad de México, cuenta con los laboratorios mejor equipados, utiliza las técnicas más modernas que existen, se encuentra actualizado y laboran en él -- verdaderos expertos en la materia. Por ello se acudió a la mencionada Institución en ayuda para la realización del presente trabajo encaminado a recopilar la mayor información posible, relativa a la fabricación de los papeles, incluyendo las fechas en que se empezaron a usar diversos materiales, su identificación y experimentación.

Se espera con el presente trabajo contribuir a la Química Forense y a los Expertos en Documentos en general, en la resolución de los importantes problemas que diariamente se les presentan.

Agradezco al Instituto de Estudios y Documentos Históricos a. c. la ayuda prestada para la elaboración de este trabajo.

## CAPITULO I

### BREVE HISTORIA DEL PAPEL

Hace varios miles de años antes de que el hombre conociera el papel, éste utilizaba las rocas para plasmar en ellas gráficamente sus observaciones cotidianas y religiosas. Más tarde, las nuevas necesidades económicas imponen una comunicación más estrecha entre los hombres, y en vista de las crecientes relaciones con otros pueblos, el avance y la civilización exigen un soporte más liviano y práctico que el pétreo, de esta forma, las tablillas de barro desplazan a la piedra creándose con el tiempo depósitos especiales para guardarlas.

Con el paso del tiempo la urgencia gráfica requiere de nuevos avances técnicos y de esta forma las tablillas y elementos inorgánicos, que hasta entonces se habían venido usando, ceden su lugar para dar paso a la materia orgánica.

En el antiguo Egipto durante la tercera Dinastía se aprendió a hacer un material más práctico y manuable sobre el cual estampar sus escritos, utilizando al efecto una planta llamada papiro, de cuyo nombre proviene la palabra papel. El hombre desprendió tiras del tallo del papiro y las estiró sobre una tabla; puso otras tiras transversalmente sobre ellas, las impregnó todas con agua, las comprimió juntas y las secó al sol. Cuando la lámina había sido pulida debidamente, ya era una buena superficie para escribir. No se la podía doblar bien, pero sí enrollar, de manera que existieron grandes bibliotecas formadas por rollos.

Los documentos legales, cuentas, libros religiosos, las listas-- de reyes, etc. se escribieron en rollos. De esta forma el papiro tuvo -- tal éxito que esto hace que pronto se industrialice y se exporte, Grecia-- y Roma lo consumen en grandes cantidades a partir del siglo VII.

En diversos países se usaba el cuero como soporte, y es en -- Grecia en el siglo III donde se inventa el pergamino. Consistía en la -- piel de cordero, cabra o vaca preparada especialmente para recibir la-- escritura por ambas partes. Aparte de esta ventaja se conservaba mejor que el papiro, era más sólido y no necesitaba tantas precauciones para-- su manejo y además permitía el raspado de los errores o del texto inte-- gro. El pergamino relegó al papiro casi desde el siglo IV y fué el so-- porte ideal de la Edad Media.

Sin embargo la elaboración del papel como tal, ya la conocían-- los chinos mucho tiempo antes. Ellos utilizaron en el siglo III antes de-- Cristo, tiras de seda para la escritura, sobre las cuales se escribía -- con un pincel. Pero como la seda era cara y resultaban muchos desper-- dicios de las tiras preparadas y cortadas, descompusieron estos recor-- tes de nuevo en fibras para preparar con ellas una nueva pasta y obte-- ner de esta forma una especie de papel fino; aunque el papel propiamen-- te dicho no surge hasta el año 105 a.C. Para su fabricación se emplea-- ron ingredientes poco costosos; cortezas de plantas, desechos de trapos-- y redes de pesca inservibles. El éxito fué grande, sin embargo su fabri-- cación se mantuvo en secreto durante 600 años.

En el siglo VIII los árabes arrancan a los chinos el secreto de--

la fabricación del papel y desde este momento comienza su difusión por medio del comercio. En el año 950 los árabes lo introducen a España-- y en 1150 funciona la primera fábrica española en Valencia.

La aparición de la Imprenta en 1450, en Alemania, hace que el papel sea aceptado como soporte de la impresión, imprescindible.-

De Europa viene a América la elaboración del papel, por medio de las conquistas españolas, pero como por entonces España tiene-- que concentrar todas sus fuerzas en esta empresa, ocurre un estanca-- miento en todas sus industrias, descuidando así la industria papelera.

La primera fábrica de papel en la Nueva España comenzó a fun-- cionar en 1580 en Culhuacán México. Pero por entonces a esta industria-- se le daba muy escasa importancia debido a que en España no se permiti-- ta el desarrollo industrial en sus colonias y por esto, algunos termina-- ron sus actividades, de manera que la mayoría del papel provenía de la-- Península (Ibérica) y los países Bajos, y aunque se enviaban cuantiosas - cantidades a la Nueva España no se alcanzaban a cubrir las necesidades de la joven Nación.

Por otra parte, en 1640 se estableció el uso del "Papel Sellado", un papel aprobado por el gobierno de la Nueva España, sin el cual no po-- dfa realizarse ninguna escritura ni instrumento público, por lo que se -- prohibía a toda persona hacer o vender cualquier tipo de papel sin te-- ner licencia para ello. Todo esto hizo resentir la economía del País y - el costo del producto se encareció provocándose una crisis papelera que termina por ocasionar el saqueo a las bibliotecas, con el fin de poder -

distribuir este papel a las tiendas, panaderías, a coheteros etc. que -- tanta falta les hacía.

Por entonces el material usado para la elaboración del papel, -- fueron los desperdicios de trapos, pero alrededor del siglo XVIII se produce una escasez de estos, haciendo que la atención se dedique a nuevos ensayos para producir papel del tronco de árboles, se usaron los mate-- riales más variados, como musgo, abetos, ortigas, cardos, piñas y vi-- rutas de sierra.

En la Nueva España se comienza a elaborar ya el papel en for-- ma permanente en 1740.

El papel de paja se conoció en 1780. En los comienzos del si-- glo XIX después de 24 años de búsqueda, la manufactura del papel se -- mecaniza y se sustituye la pasta de trapo por la de madera desfibrada. Pero aún esta pasta no representa la materia con la que se elabora el -- papel, por lo que surgen diferentes métodos para poder separar a la -- celulosa de sus impurezas. La celulosa es ya la parte directa con la -- que se elabora el papel. Esta separación se logró a mitad del siglo XIX desintegrando la madera con la solución de bisulfito de calcio, bajo pre-- sión de vapor. El método se propagó posteriormente con el nombre de -- lejido al sulfito. Luego la obtención de celulosa de paja y de madera -- se obtuvo sobre base alcalina con sosa, en Francia. De los procedimientos desarrollados a base de estos dos sistemas, resultó más tarde el -- procedimiento al sulfato.

En los comienzos del siglo XVIII comenzó a usarse la Pila Ho-

landesa para poder desmenuzar las fibras de trapos, sustituyendo así - al molino de mazos. Y el fin del mismo siglo significa un gran adelanto en la industria papelera (1799), debido al invento de la máquina sacudidora de papel, con la que se fabricaban hojas de gran longitud para - aquel entonces, de 12 a 15 metros de largo.

El adelanto más importante en la elaboración del papel en el - siglo XIX se debió a la introducción de nuevas semipastas: mecánica, - celulosa de madera y celulosa de paja, reemplazando de esta forma al trapo.

CAPITULO II  
COMPOSICION DE LOS PAPELES EN LOS SIGLOS  
XVIII Y XIX

El lino, (que incluía al lino y al cáñamo) y el algodón, fueron las dos únicas fibras de trazo de alguna importancia en esos siglos.

Se cree que la primera fibra en usarse fué el lino alrededor -- del 960 y 1249 y que el algodón se introdujo incidentalmente con el lino. Además los mejores papeles chinos y árabes se elaboraban entonces con lino y con cáñamo. En Inglaterra se conoce el papel más antiguo de algodón en 1049, aunque se hace mención de este hasta 1682. Pero una -- vez que se usó el algodón fué preferido al lino por ser mucho más fácil de procesar por las plantas papeleras de aquel entonces.

La seda fué usada por los chinos en el siglo III a. C.

Durante la escasez de trazos del siglo XIX para hacerlos a estos rendir fueron empleados mezclándose con otro tipo de fibras, especialmente de vegetales, como la ortiga y hierba de esparto, usados en el papel de imprimir.

También se introdujeron nuevas fibras, especialmente la de madera, de la cual tuvo que extraerse la celulosa de los demás componentes, para poder elaborar el papel. De estas fibras se mencionará solo en este capítulo el año en que fueron usadas; su descripción y análisis se verán en el Capítulo IV, lo mismo que los demás componentes del papel (reellenos y cargas).

Por lo pronto comenzaremos a nombrar las fibras.

### Esparto

El esparto solo o con trazas de otras fibras fué usado después de 1861 y mayormente en 1868, si el esparto se encuentra mezclado con madera química es subsecuente a 1883. Pero si se encuentra madera --- cruzada que ha sido digerida con esparto, entonces el dato puede estar entre 1861 y 1863.

### Papeles elaborados de trapo únicamente.

Fué usado antes de 1860 produciendo papeles de alta calidad. Si en estos papeles el algodón está presente de un 5 a un 10%, el dato es subsecuente a 1600 y nos indica un papel inglés.

El trapo en los Estados Unidos de Norte América se usó entre 1867 a 1875. En la actualidad se elaboran pocos papeles de trapo, pues son solamente usados mezclados con otras fibras.

### Trapos con pulpa de Soda.

Es subsecuente a 1845, pero tales papeles tienen un color pobre.

### Esparto con trapos.

Papel probable entre 1861 a 1890, en este último año se usó la más grande proporción de esparto. Si la madera al sulfito también está presente, el papel pudo haber sido hecho en el período de 1880 a 1890. Ciertos papeles modernos generalmente de impresión contienen trapo, - madera y esparto en cantidades iguales.

Esparto con madera a la Soda.

Probablemente usado entre 1861 a 1890, produciendo un papel - de buen color.

Madera Química solamente.

Si es una madera tratada con procedimiento a la soda, el papel es posterior a 1880 (1860 en los Estados Unidos de Norte América). Es difícil que este sea posterior a 1900 a menos que el papel tenga un color muy bueno, que pudo haber sido producido por el proceso "kraft" de blanqueo y el papel, puede ser entonces fechado posteriormente a 1930.- La madera al sulfito es subsecuente a 1880 (1889 en los Estados Unidos de Norte América).

Madera Molida.

Se usó después de 1869, aunque el proceso inicial operó en Alemania en 1848. Si está presente con trapo, probablemente sea un papel- de 1869 a 1880.

Algunos papeles baratos de impresión contienen madera molida-- y cantidades variables de pulpa química. En los Estados Unidos de Norte América, el primer papel de madera molida data de 1875.

Paja.

Primero usada en 1800 y muy común entre 1870 y 1890 para - papeles corrientes de impresión y periódico. Si la paja está presente -- con el trapo, es un papel subsecuente a 1860 (1867 en los EE.UU.) aun-

que un poco de tales papeles fueron hechos entre 1850 y 1860 y si está presente el esparto, el papel fué elaborado entre 1861 a 1900.

#### Madera de Alamo.

Es subsecuente a 1911, fué usado como un sustituto del esparto, la presencia de esta madera es una indicación de origen americano.

#### Bamboo.

El bamboo y yerbas similares fué usado en 1919 en pequeña escala y en la India después de 1930.

#### Hilos de Algodón.

Muestran un papel posterior a 1920.

#### Pulpas Alfa.

Es la celulosa más pura que puede encontrarse. Fueron usadas en papeles posteriores a 1933. Para su reconocimiento se usa el método de luz ultravioleta.

#### Filigranas o Marcas de Agua.

Debido a la igualdad en la técnica y en la pasta en la fabricación de papel europeo, especialmente del Español (cuando hablo del papel Europeo y no del de la Nueva España, la importancia de aquel se refiere a que fué el usado en el México de la Colonia) surgió entre los fabricantes la necesidad de diferenciar su papel, por lo que usaron marcas y contraseñas. Estas datan de hace mucho tiempo, acaso del siglo XIII y-

podían ser escudos coronas, iniciales, rúbricas, enlaces todo hecho de hilos de metal.

Algunos papeles tienen aún visible la técnica de Fabricación: son de lino y poseen una finísima suscepción de hilos horizontales, cruzándolos longitudinalmente hilos separados y acomodados en forma vertical. Las matrices o formatos eran de hilos metálicos, latón o cobre sobre los que era vaciada la pasta de papel y después era prensada quedando la tez aunque lisa, pero con señales de los hilos; quedando los hilos verticales y las marcas con menos pasta, de esta forma, la figura era transparente, por eso recibieron el nombre de marcas transparentes o marcas de agua, aún cuando es común el de filigranas.

Escudos, coronas, iniciales y rúbricas formaban las marcas, pero todo ello de hilo de metal. El papel con marca de agua más antigua procede de Boloña en 1285. Los bordes en las hojas fué característica del siglo XVI.

#### ALGUNOS DATOS ACERCA DE LA CELULOSA Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA EXTRAERLA.

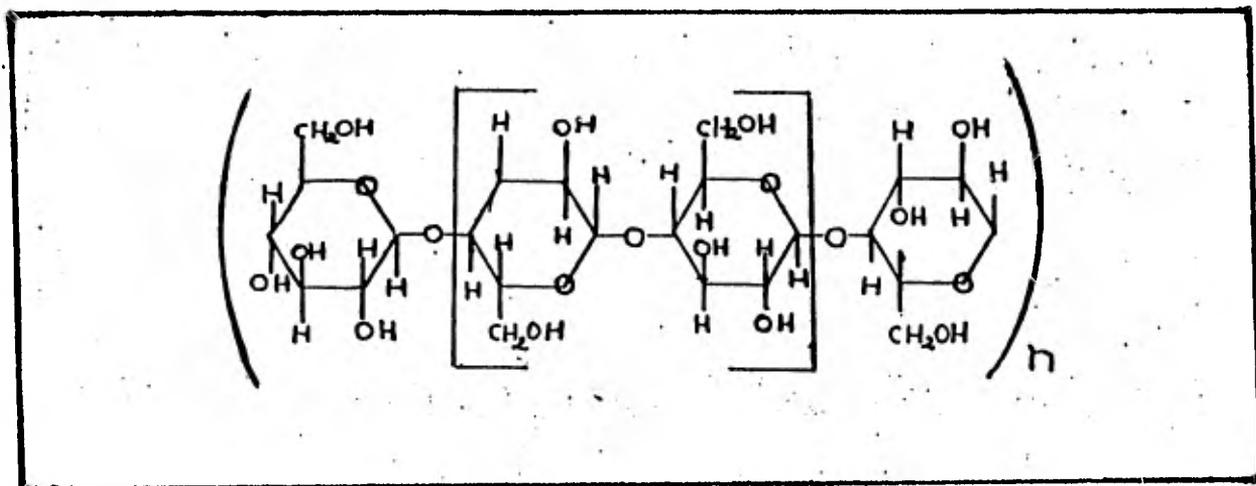
Debido a la gran importancia que representó la celulosa para la elaboración del papel en el siglo XIX a continuación se presenta una explicación de esta y de los procesos usados para separarla de los componentes nocivos. Procesos que aún se siguen utilizando, para poder obtener lo más pura posible la celulosa.

#### Celulosa.

De todos los componentes naturales del carbono, la celulosa pa-

rece ser el más abundante. Se forma anualmente en grandes cantidades como resultado de la fotosíntesis, y es el principal componente de todas las maderas, pajas, pastos, fibras liberianas y pelos de semillas. Se encuentra frecuentemente en forma de fibras y su resistencia a la tensión es muy grande. Además es insoluble en agua fría y caliente por lo que constituye un importante componente de la pulpa y el papel.

Es un carbohidrato cuya fórmula más simple es  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , donde (n) cae entre 1000 a 5 000, dependiendo de la forma en que fue aislada, tratada y purificada, frecuentemente su peso molecular se encuentra entre 163 000 a 810 000.



La celulosa se hidroliza hasta producir moléculas de glucosa, por medio de los ácidos fuertes. Y su oxidación (en un blanqueo drástico por ejemplo) origina oxixelulosa, caracterizada por la presencia de grupos aldehídicos y carboxílicos producidos por la oxidación de los grupos  $OH^-$ , por lo que la celulosa posee propiedades reductoras.

La celulosa procedente de la fibra de algodón o lino, posee mayor grado de resistencia mecánica y flexibilidad que la de madera, debi-

do a que ésta (la de madera) posee menos grado de polimerización que aquella. Además, la celulosa de madera viene unida a otros elementos de la propia madera, de más bajo grado de polimerización, tales como la hemicelulosa, lignina, resinas, grasas, proteínas, etc.

Las hemicelulosas, sustancias pegamentosas y desengrasantes, aunque disminuyen la calidad de la celulosa, cumplen la misión de reforzar la resistencia del papel. Son compuestos del tipo de las hexosanas o pentosanas (que dan por hidrólisis hexosas o pentosas respectivamente), constituyentes importantes de la pared celular de las fibras, que ayuda a unir las entre sí. Las hemicelulosas quedan generalmente en la pulpa en el proceso del batido, contribuyendo a la resistencia a la explosión y al doblado de la hoja. Pero la lignina, materias minerales y las sustancias pectinas y taninas, son altamente perniciosas y disminuyen el grado de polimerización de la celulosa.

#### PROCESOS DE TRATAMIENTO PARA LA CELULOSA.

Ante la imposibilidad de utilizar la celulosa pura, la madera es tratada, ya sea mediante procesos mecánicos o químicos, para poder eliminar todas las sustancias perjudiciales para la elaboración del papel, ya sea aquellas que le den un color amarillento, o las que le provoquen menor resistencia y durabilidad al mismo. De esta forma, resultan dos tipos diferentes de pasta de papel que comparada con la de trapos, mengua en un 50% su calidad.

### Madera Mecánica.

Es un procedimiento usado después de 1869. En el tratamiento mecánico, la fibra de madera es desgarrada en partículas muy pequeñas en las que permanecen la lignina y la resina, esta composición contiene un mínimo de celulosa y una gran cantidad de impurezas, produciendo -- una pasta de fibras muy cortas, quebradiza y dura. El papel resulta débil y no permanente, es barato y muy apropiado para periódicos y otros usos efímeros.

### Madera Química.

En este tratamiento se separan químicamente las "incrustaciones" nocivas de las fibras de madera (con o sin blanqueamiento). Se logran eliminar los agentes no celulósicos pero se acusa la presencia, nada beneficiosa de los elementos químicos (sosa, ácido sulfúrico, bisulfito de calcio, bisulfito de magnesio, anhídrido sulfuroso, azufre, etc.)

#### a). - Proceso al Sulfito.

Este proceso comenzó a usarse a partir de 1884, aunque ya se conocía desde 1872. Es el único proceso ácido de mayor importancia, - se usa ampliamente para la elaboración de pulpa a partir de la madera y en menor grado a partir de otros materiales fibrosos vegetales.

Durante este proceso, la madera es digerida por el bisulfito de calcio o magnesio (o una mezcla de ambos) en presencia de dióxido de azufre libre. La celulosa sufre pocos cambios químicos sin afectarse -- las propiedades para la elaboración del papel. Sin embargo, las ligninas

se desligan de la celulosa y se convierten en la sal de calcio (o magnesio) del ácido lignosulfónico, estas sales son solubles y pueden eliminarse posteriormente de la pulpa por lavado. Todos los compuestos carbohidratados complejos se rompen por hidrólisis en compuestos más sencillos, por ejemplo, los almidones se convierten en azúcares y los materiales resinosos casi no sufren cambios.

Se produce una fibra de buen color y fácil blanqueabilidad, aunque presenta una reducción en su resistencia. Estas pulpas tienen un alto grado de pureza química y son muy resistentes a la luz, calentamiento y efectos del tiempo en general.

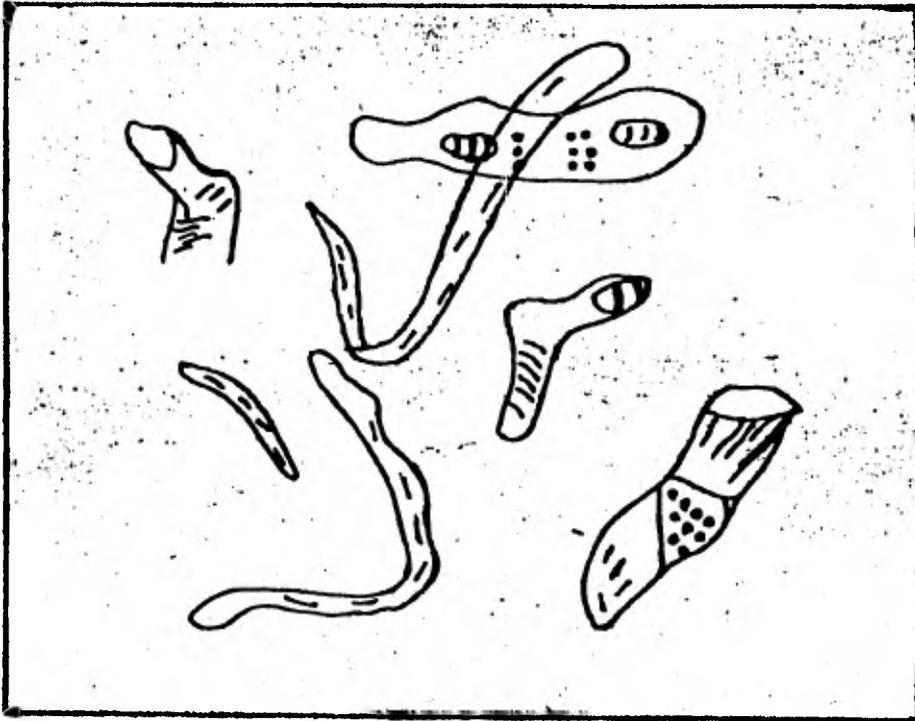
La mayoría de pulpas al sulfito se preparan a partir de coníferas particularmente abeto o álamo, porque poseen propiedades deseables parecidas al esparto (espesura, opacidad). Estas fibras son reconocidas porque son largas unas y otras cortas y anchas en forma cilíndrica y con muchos piquetes como si fuera panal.

#### b). - Proceso al Sulfato.

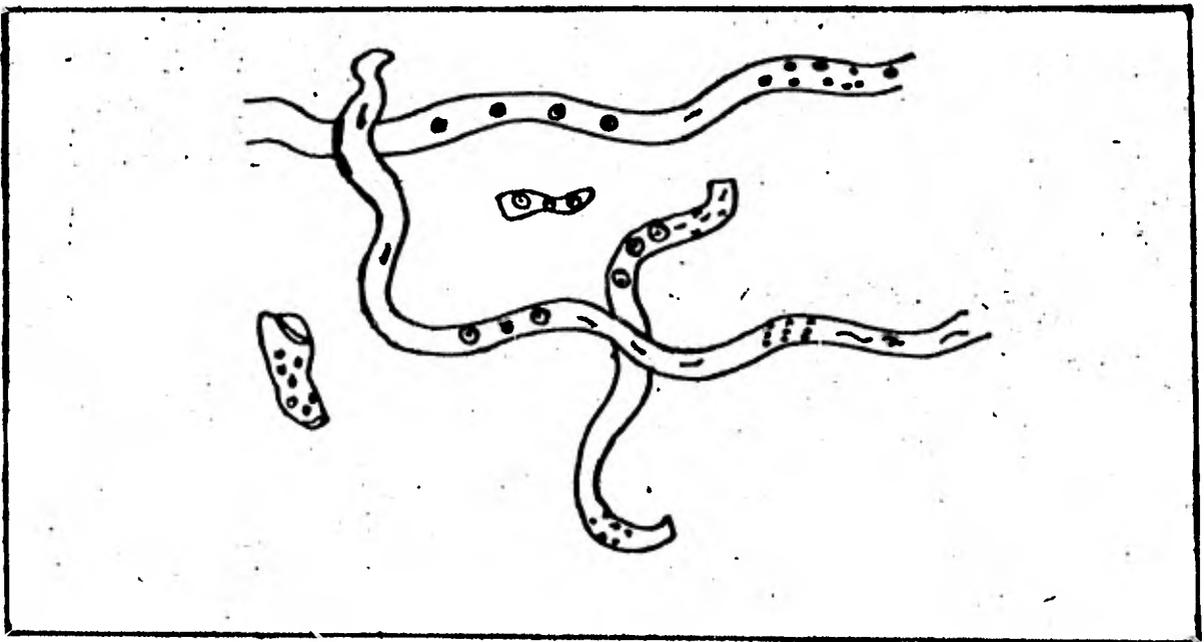
La presencia de esta pulpa en un papel blanco, puede considerarse como posterior a 1930. Este es además un buen proceso de blanqueo, que le imprime al papel un buen color.

El carbonato de sodio del proceso a la soda, después fué reemplazado por el sulfato de sodio, en el proceso al sulfato, usándolo sobre la sosa cáustica. Durante la combustión del proceso de recuperación de la sosa, se produce una ignición del sulfato con el carbono, obtenién

## FIBRAS DE ALAMO EN PROCESO AL SULFITO



## FIBRAS DE PULPA DE MADERA POR EL PROCESO AL SULFATO



dose de esta forma sulfuro de sodio, que es la verdadera fuente de álca li y lo va liberando solo conforme el alcali se consume. La sosa al ir- se agotando, se complementa con el sulfato de sodio, por eso deberá ir se aumentando la cantidad de sulfato a expensas de la sosa.

Cuando se usa este proceso en la madera, la mejora notoria--- mente tanto en resistencia como en rendimiento, aunque le proporciona- ba anteriormente un color más pobre, podía obtenerse un buen color, - pero solo a expensas de la resistencia. Aunque ahora se ha venido usan- do un blanqueo para estas fibras que pueden producir un buen color y - apariencia a la vez que una buena resistencia.

Debido a las diferentes condiciones de digestión que en el caso- del sulfito, las características de las fibras se retienen mejor en este - proceso (sulfato). Aunque con el reactivo de Herzberg las fibras se ob- servan en color café amarillento; si están completamente blanqueadas, - esta prueba no es suficiente y se podrán distinguir usando luz ultraviole- ta.

El proceso no está restringido solamente a la madera, y las pul- pas resultantes se conocen como pulpas al sulfato o pulpas "kraft".

## CAPITULO III

ELABORACION DEL PAPEL EN LA NUEVA ESPAÑA EN LOS  
SIGLOS XVIII Y XIX

Antes de la conquista de la Nueva España, ya se conocían aquí algunos procedimientos rudimentarios para la elaboración del papel. -- Estos procedimientos, aunque primitivos aún continúan usándose en algunas regiones del país pero solo con fines religiosos y rituales; y no precisamente como objeto de escritura.

Entonces se hacía el papel con una pasta obtenida de un arbus- to llamado amatl, agregándole resinas para darle cierta consistencia. -- Se cortaba la corteza de este árbol, se ponía a macerar toda la noche o durante algunos días para poder ablandarla, se lavaba y luego las fi- bras se desmenuzaban y se cortaban por medio de una piedra especial- para ello, de esta forma también se iban entremezclando; terminada -- esta acción, ya la hoja tomaba forma y nadamás quedaba ponerla a se- car al sol.

En la época colonial por la precaria existencia que tuvo la elab- oración del papel, se puede asumir que los métodos de fabricación -- también fueron rudimentarios y es posible que no poseían ningún tipo - de marcas.

Por entonces la única materia prima la constituyeron los trapos, estos eran clasificados de acuerdo a su calidad y color y desmenuzados a mano (más tarde se emplearon máquinas cortadoras sencillas). Todos,

con excepción de los de lino fino se sometían a un proceso de maceración durante 5 a 30 días ablandándolos con agua. Para los finos de lino era suficiente una cocción en lejía de potasa.

Posteriormente se iban desmenuzando en el molino de mazos, produciendo una pasta con la cual se iba a formar la hoja.

La elaboración de la hoja se realizaba sobre marcos con rejillas de metal transversales espigadas a distancias iguales, y de acuerdo a la distancia y al espesor de los alambres tensados resultaba la calidad del papel, ya sea que fuera fino o grueso. Hasta mediados del siglo XVIII los papeleros trabajan con estas formas a mano. Y como por aquel entonces se exigía una superficie lisa y uniforme, se permitieron sustituir las formas anteriores por telas tejidas.

Las marcas de agua se cosían por medio de un alambre sobre la forma, luego ésta se introducía a la pasta de la tina; quedando en los puntos de relieve menos pasta de papel. La hoja ya formada se apretaba sobre un fieltro para desprenderla. El papel se iba colocando entre fieltro y fieltro y después se separaban de estos y se prensaban aparte.

Estas hojas no aptas aún para la escritura eran usadas para impresión. Se fabricaban generalmente en invierno porque el frío reventaba las fibras y proporcionaba al papel propiedades especialmente buenas para la impresión. Por la congelación el papel resultaba más blando.

Ya conocían la acción de la cal cáustica sobre la suciedad y el

efecto favorable en la fermentación.

El papel aún tenía que ser encolado. Los papeleros en la Edad-Media generalmente usaban un encolado superficial, la cola se obtenía de desperdicios animales.

Las hojas se pasaban por la cola líquida exprimiéndoles el sobrante para luego secarlas y tenderlas. A las hojas de escribir se les daba un nuevo encolado con una solución débil de cola clarificada con alumbre, después de secado se efectuaba el satinado frotando cada hoja a mano con una piedra satinadora pulida.

#### Presentación de las Hojas.

Posteriormente el papel era clasificado. Las hojas se separaban y se contaban: 24 hojas de papel de escribir y 25 de papel de impresión formaban una mano de papel plegada al centro. Veinte manos 480 y 500-hojas respectivamente constituían una resma. Diez resmas se ataban juntas formando lo que se llamaba una bola y se expendían de esta forma a los consumidores. Una resma pesaba aproximadamente 5.25 Kg y una bola 52.5 Kg.

#### Capacidad en los Molinos de Papel.

En un molino de papel con tres obreros se podían fabricar 500-hojas de papel por día. Con 10 a 15 personas se suministraban hasta 6-bolas de papel por día, con un peso de 615 Kg. La producción anual ascendía a unas 300 bolas con peso de 1500 Kg. Esta alta producción solo muy pocos molinos la habían alcanzado pero en condiciones muy favora-

bles. Pero en general esto no sucedía porque entonces se trabajaban pocos días al año debido a los problemas que existían con los obreros.

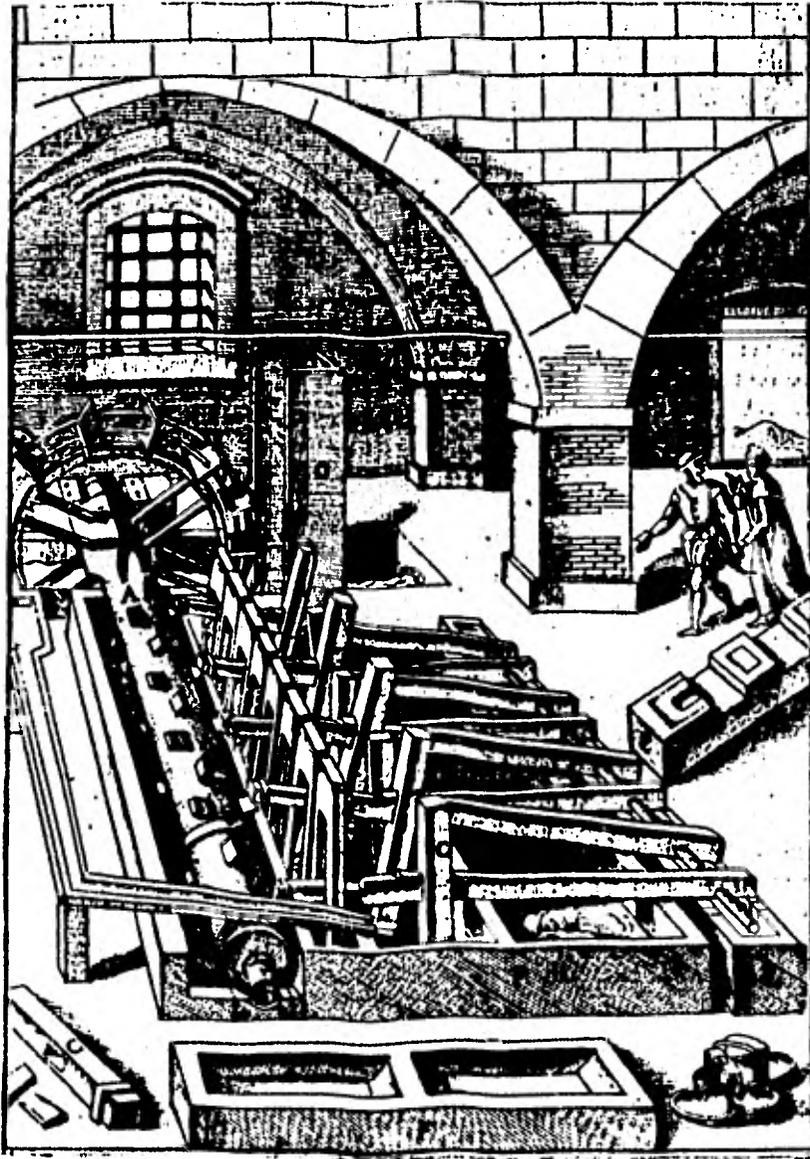


FIG. 6.— Un molino de mazos accionado por fuerza hidráulica, en un antiguo molino de papel italiano, según un grabado en cobre del año 1607.

CAPITULO IV  
FORMA DE IDENTIFICAR LOS PAPELES  
ANTIGUOS.

En el capítulo anterior se hizo mención de las diferentes fibras y el año en que fueron usadas. Ahora se tratará la forma de identificarlas, para de esta forma poder aproximarse a la edad en -- que fué elaborado el papel.

Existen diferentes formas de diferenciación de los papeles para conocer su edad. Estas son las pruebas físicas y las pruebas -- químicas. De estas últimas se pueden mencionar; el contenido fibroso del papel, la determinación de encolados, resinas, almidones, --- zinc y todas las sustancias de relleno. Hablaremos primero de estas pruebas.

1).- Contenido de Fibras.

Es la prueba más importante que provee de evidencia de -- la edad del documento. El procedimiento se basa solo en la desintegración de las fibras que colocadas en un portaobjetos pueden teñirse de diferente color de acuerdo a sus diversas variedades. Además se facilita la diferenciación de las características estructurales al ser - observadas a través del microscopio. Para esto se utilizan diferentes colorantes que pueden prepararse con facilidad. Además la integri-- dad de las fibras orienta sobre el procedimiento seguido para fabri-- car el papel.

### Preparación del Especimen.

La muestra (unos trocitos de papel) se pone a hervir con un poco de agua para que las fibras puedan separarse con facilidad;-- si esto no sucede, se puede usar en vez de agua una solución al 0.5% de sosa.

Luego las fibras se dispersan por medio de agitación y se colocan en un portaobjetos para ser teñidas. Se les agrega la suficiente cantidad de colorante y se deja actuar durante treinta segundos para que reaccione con las diferentes fibras. Pasado este tiempo,-- con un papel filtro se extrae el sobrante del colorante y se coloca un cubreobjetos sobre las fibras. Se examina detenidamente en el mi--croscopio.

## TINCIONES

### Tinción de Herzberg.

Es el método más usado por su poder selectivo para observar los detalles de la estructura de las fibras que no se tñen con un color selectivo.

### Preparación.

- 1).- Solución saturada de Cloruro de Zinc  $ZnCl_2$
- 2).- Solución de 0.25 gr. de Yodo ( $I_2$ ) y 5.5 gr. de Yoduro de Potasio KI en 12.5 ml. de agua.
- 3).- La segunda solución se agrega a 25 ml. de la primera y se deja reposar en una probeta hasta que aclare.

Luego se decanta el líquido en un frasco ámbar.

Como precaución, la solución debe ensayarse previamente sobre fibras conocidas. Pueden hacerse preparaciones de algodón y de madera. Si se produce una mancha de color azul en los dos casos, habrá que añadirse más cloruro de zinc. y si el color es rojo, se añadirá yodo.

Lecturas.

Producen color rojo las fibras de algodón y cáñamo de manila blanqueado. El color azul lo dan las fibras de madera al sulfito o sulfato, esparto, paja, bambú y la mayoría de las fibras tratadas químicamente (por alguno de los procedimientos anteriormente descritos) o fibras exentas de lignocelulosa.

Color café amarillento, la madera química que ha sido parcialmente cocida para preservar su resistencia. En cuyo caso están presentes algunas ligninas como en las pulpas de sulfato y kraft.

Amarillo brillante, lo presentan los materiales conteniendo lignina como la madera molida, el yute y cáñamo de manila sin blanquear.

#### Método del Floroglucinol.

Es selectivo para la madera molida y tiene ventaja de poderse aplicar sobre la superficie del papel y al cabo de un minuto se puede examinar con una lupa. En la madera molida o fibras lig-

nificadas muestra marcas largas delgadas coloreadas de rojo profundo. Dá una exactitud del 15% la cantidad presente y resultados altos cuando el color es vívido.

#### Preparación.

Disolver 4 gr. de floroglucinol en 100 ml. de alcohol y --  
50 ml. de ácido clorhídrico concentrado.

#### Método de Lofton Merrit

Sirve para distinguir entre pulpas Kraft sin blanquear y --  
fibras sin blanquear de sulfito.

Nota: para papeles de 1930 o papeles recientes.

#### Preparación.

1).- Solución de 2 gr. de verde malaquita en 100 ml. de --  
agua.

2).- Un gramo de fucsina básica en 100 ml. de agua.

3).- La segunda solución se mezcla con 50 ml. de la pri  
mera.

La preparación se ensaya con una gota de la mezcla, re-  
moviendo el exceso a los dos minutos con un papel filtro. Se agre-  
ga luego una solución al 0.1% de ácido clorhídrico, el exceso se re-  
mueve a los 30 segundos y finalmente se enjuaga con 3 gotas de agua.

#### Reacciones de color.

El sulfato sin blanquear presenta un color azul o verde --

azuloso.

El sulfito sin blanquear presenta un color púrpura o lila.

Es necesario probar con fibras conocidas para hacer las correcciones, pues si hay fibras púrpuras sobre la pulpa de sulfato sin blanquear, indicará exceso de fucsina y deberá agregarse un -- exceso de malaquita. Si aparecen fibras verdes o azules en la preparación de pulpa de sulfito, indica lo contrario y debe hacerse la -- corrección.

En papeles poco importantes, o en los que se dispone de una buena muestra por analizar, esta puede desfibrarse como antes se dijo, pero si la prueba se está haciendo a un documento valioso o si solo se dispone de una pequeña cantidad de papel, se puede aplicar una gota del colorante elegido sobre una porción de la su perficie del papel y observarse con una lupa.

#### CARACTERISTICAS HISTOLOGICAS.

Las tinciones descritas anteriormente nos permiten la diferenciación de la mayoría de las fibras en términos del color producido; pero debe entenderse que solo divide a las fibras en grupos sin distinguir miembros individuales de cada uno. Esta diferenciación puede llevarse a cabo con algunos métodos fluorescentes cuando el manchado selectivo no ha dado resultado. Además y afortunadamente, la apariencia de la fibra y su estructura característica nos -- permite hacer una diferenciación en cada caso.

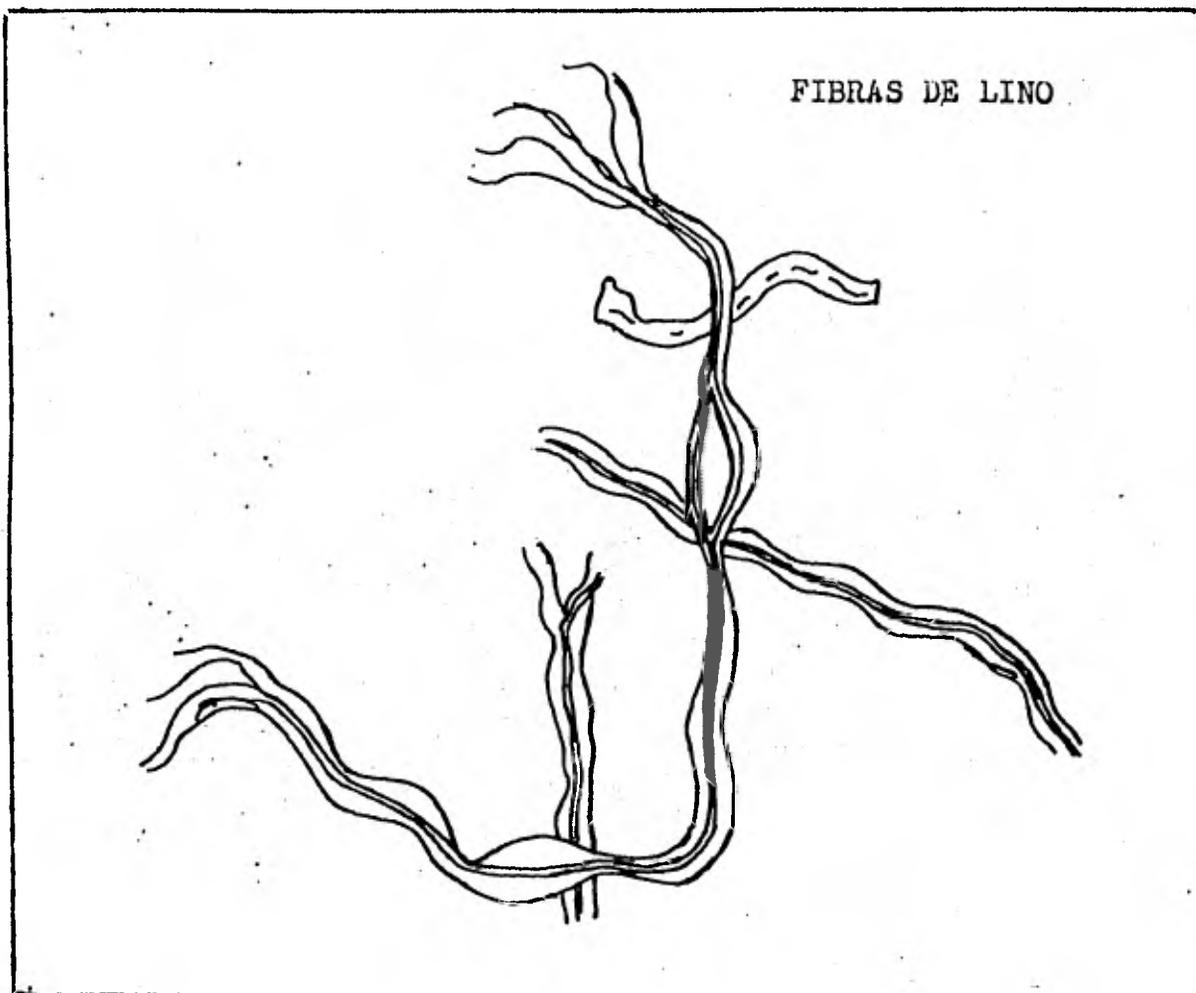
El algodón y el lino fueron las dos únicas fibras de real-- importancia desde el punto de vista de la fabricación del papel en el siglo XVIII. Su distinción no presenta dificultad con la práctica, aunque deberá tenerse cierta facilidad para distinguirse las fibras originales de las que han sido convertidas a papel, es un cambio debido-- al proceso químico o al efecto mecánico del batido. Así, la apariencia de las fibras depende en parte de la naturaleza y tiempo de batido, como ya se indicó antes.

#### Fibras de Lino.

Son cilíndricas con la parte hueca estrecha, poseen poros-- y sus paredes tienen tendencias a las rayas longitudinales. Son características las hinchazones. El lino bien fibrilado, poco o nada se parece al original. Durante el batido estas fibras se aplastan. A un -- grado más alto de batido dan un aspecto parecido al algodón. Aún así, no hay dificultad para hallar el canal y las líneas longitudinales, además el color rosa oscuro en la tinción de Herzberg distinguen al lino.

#### Fibras de Cañamo.

Son muy semejantes a las de lino, pero las de cañamo son más toscas y el hueco mayor y más propenso a desgarrarse, por lo-- que aquí se verán fibras más pequeñas.



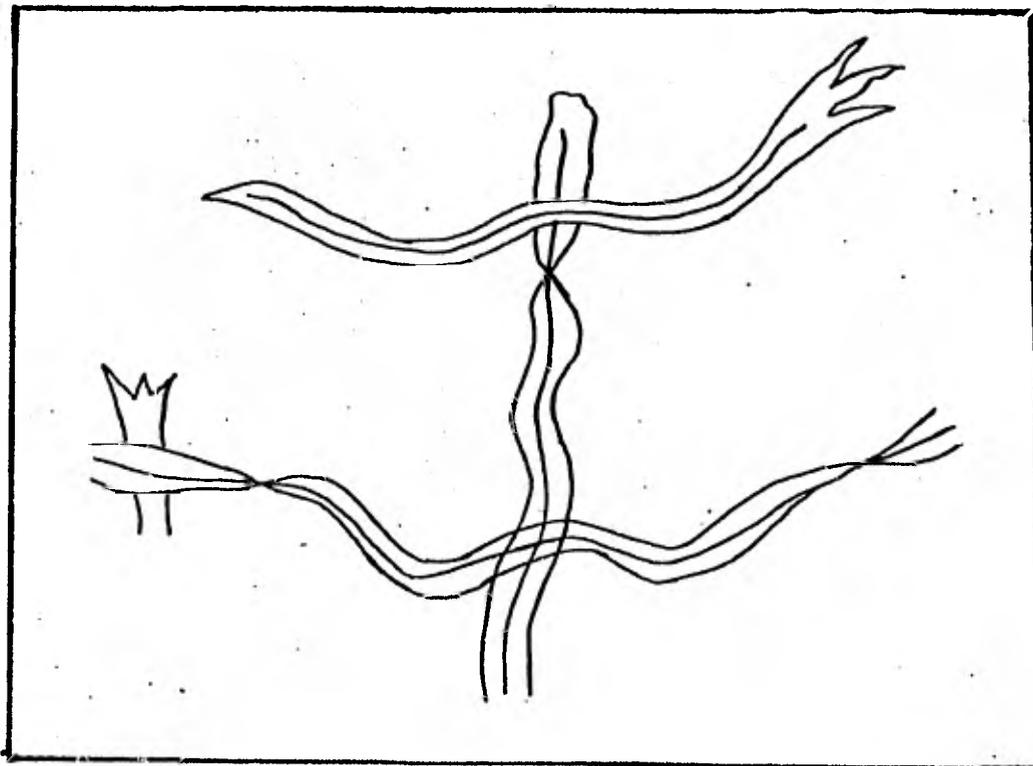
### Algodón.

Se presenta en forma de cintas aplanadas, retorcidas en una manera característica aún estando muy desmenuzadas, sus contornos se presentan perfectamente definidos y sus paredes no poseen poros. Se observa la presencia de rayas oblicuas y su parte hueca mide de 1 a 2/3 de diámetro de la fibra.

Son fibras muy parecidas a las de madera, pero reconocí

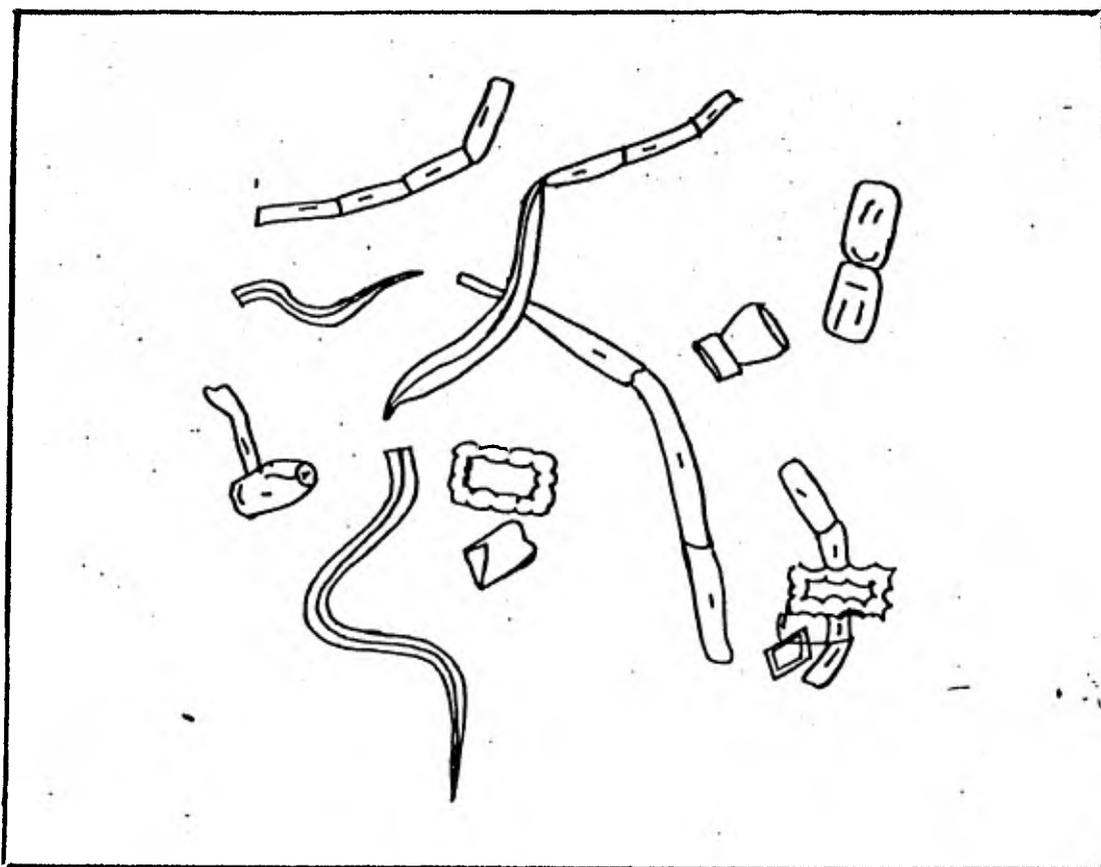
bles por el color rojo que dá la tinción de Herzberg. La fibra cambia también durante el batido y la que se encontraba enroscada, se endereza y se aplasta, las terminaciones finales se eliminan por corte. A veces los bordes se deshilachan, esto también ocurre en el lino en menor grado.

Los hilos de algodón se reconocen por sus terminales redondeadas y algunas veces por una cáscara de hilillo café oscuro en el papel, que puede ser eliminado por una aguja de disección si se humedece con una gota de agua.



### Fibras de Paja.

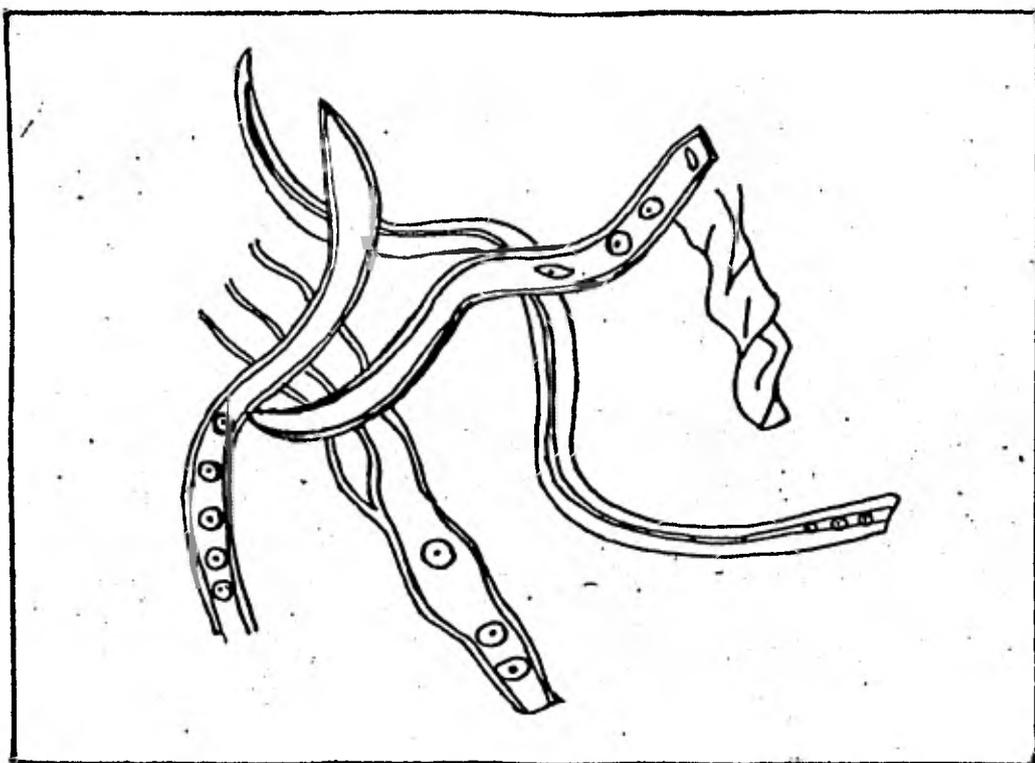
Se conservan en su mayor parte con su longitud primitiva, no son tan iguales pues algunas poseen canal longitudinal estrecho, — cuando otras lo tienen más ancho. Acompañan a estas fibras, células dentadas con epidermis y parénquima y vasos de paredes porosas.



### Fibras de Celulosa de Coníferas

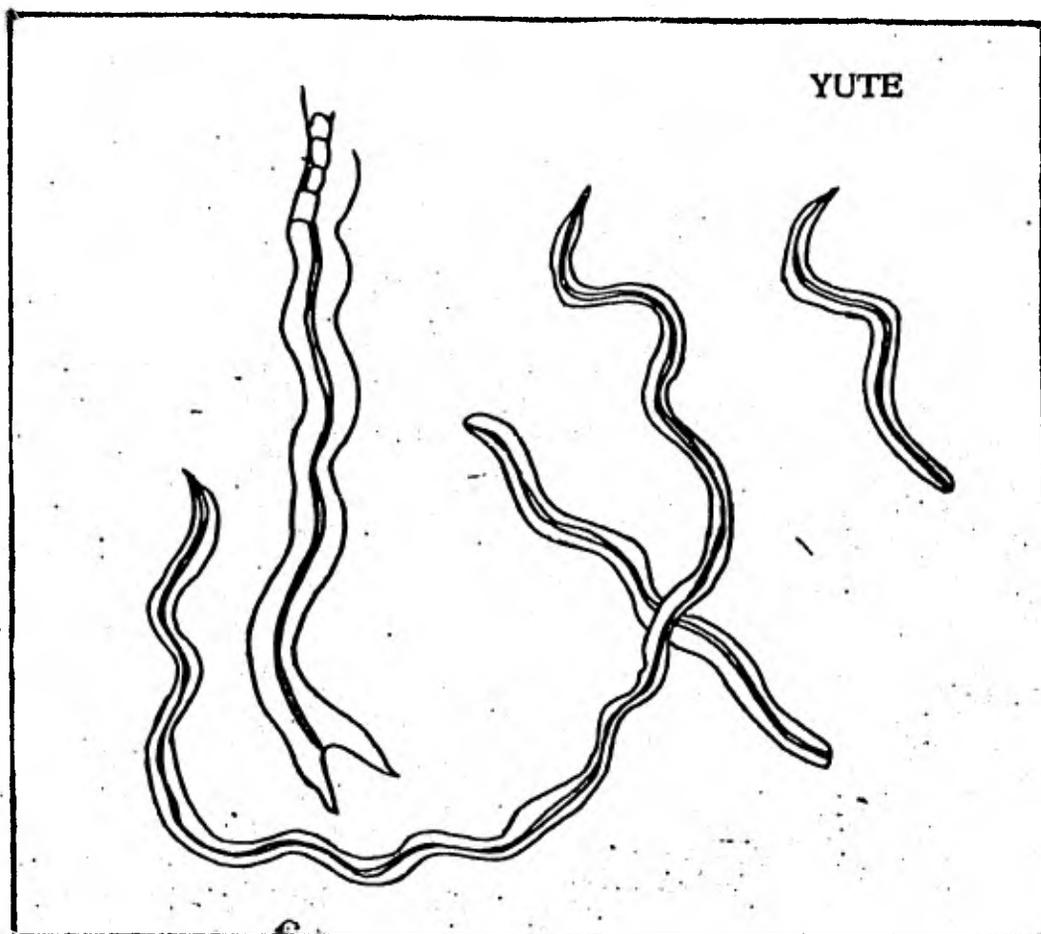
Las fibras conservan sus primitivas dimensiones, sus características son los puntos arrollados de forma circular, están acompañadas de células de paredes gruesas y con poros rectangulares.

## FIBRAS DE CELULOSA DE CONIFERAS



## Yute

Las fibras de yute conservan un parecido a las de paja, - pero son más largas y sus extremos más puntiagudos, el canal es de anchura variable y a veces muy estrecho, cuando estas fibras no están blanqueadas frecuentemente están unidas entre sí formando haces.



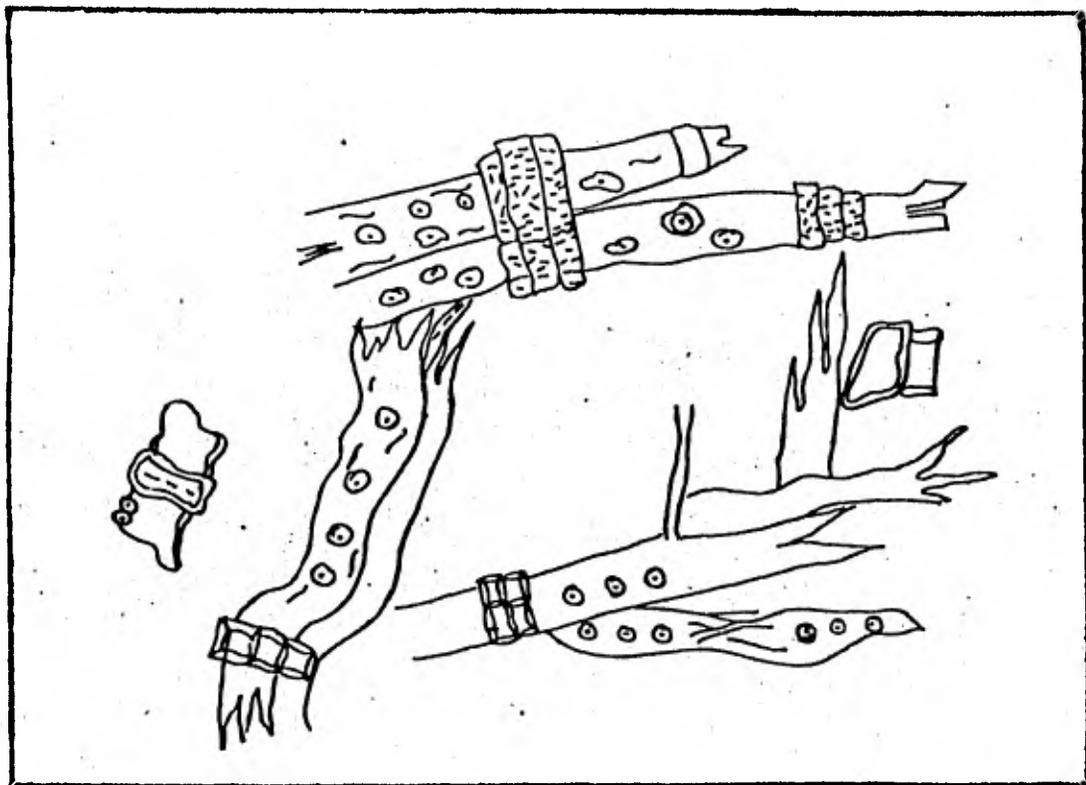
### **Pulpas de Madera.**

Esta fibra se identifica fácilmente por el color producido por los métodos de tinciones y por sus características histológicas.

Se encuentran normalmente una gran cantidad de incrustaciones estructurales y las fibrilaciones y otros signos de batido están ausentes. Los rasgos de la fibra, procesada o no, se encuentran sin cambio.

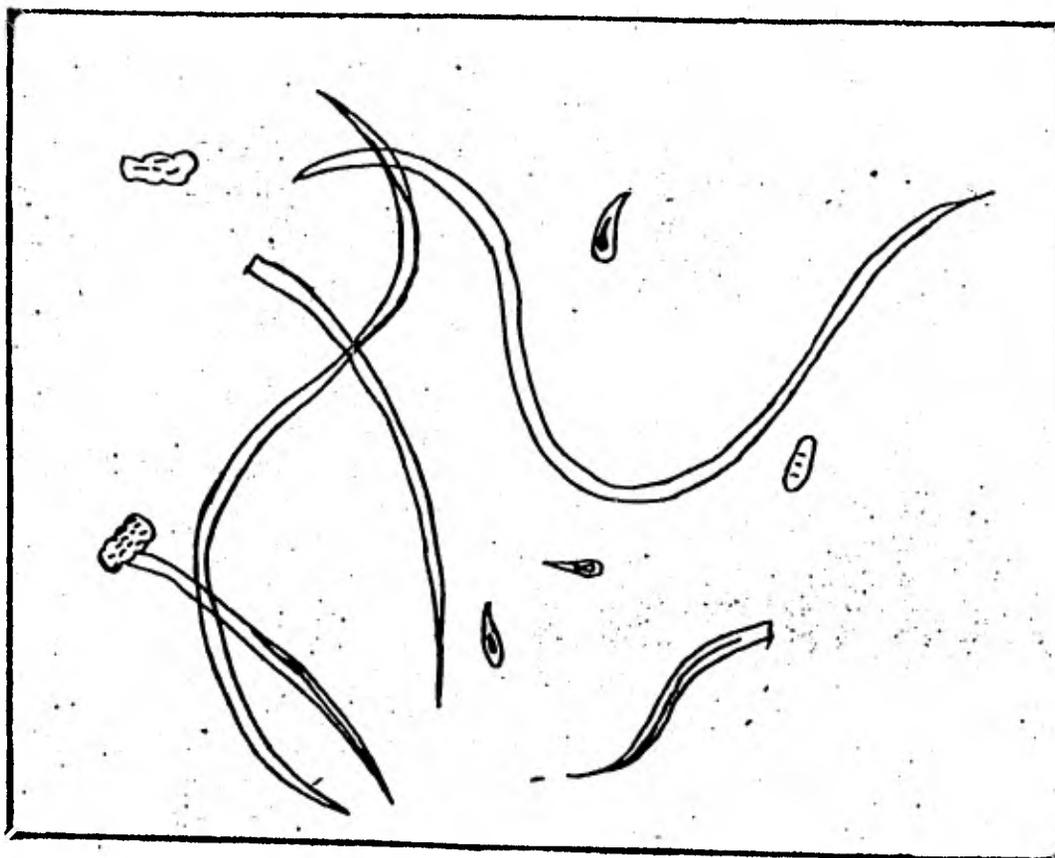
El acerrín de madera está formado por fragmentos de fibras y de haces de fibras junto con radios medulares.

## PULPAS DE MADERA

**Esparto**

Es una fibra fácilmente reconocible por ser largas y cilíndricas llegando a adelgazar graciosamente en un punto finamente curvado. Estando tratadas por un batido prolongado, pueden observarse una gran cantidad de fibras cortas. Las estructuras asociadas nos pueden ayudar a diferenciar la fibra. Las células de la epidermis son muy evidentes y abundantes.

## ESPARTO



## 2).- Constituyentes no Fibrosos.

La determinación del contenido de fibras en un papel nos es de mucha utilidad para poder determinar la edad del mismo, pero también nos proporciona una gran ayuda el análisis de los demás componentes presentes en el papel, ya que conociendo la fecha en que -- fué usada determinada sustancia, podrá darnos indicios de la época en que fué agregada y por tanto en qué año fué elaborado el papel.

Estas sustancias se usaron y en la actualidad se usan con el objeto de proporcionar al papel de partículas repelentes al agua y para evitar el corrimiento de la tinta, además de darle consistencia-

y la suavidad requerida.

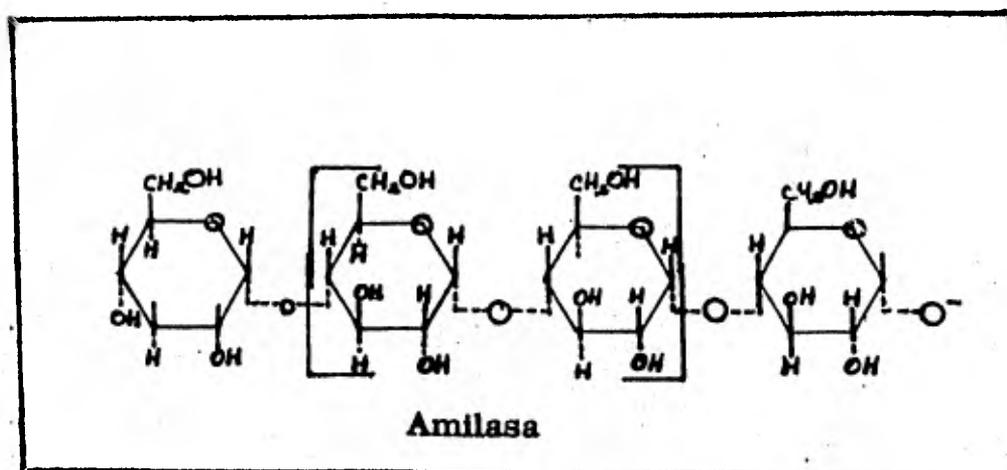
#### A).- Almidón

El material conocido más antiguamente fué el almidón y se usó en papeles para escribir, desde la época de los antiguos egipcios, en el recubrimiento del papiro. Los chinos también usaron este material.

El almidón es un polisacárido que se encuentra en forma de gránulos en las semillas, frutos y tubérculos de diferentes vegetales. Posee dos porciones, una soluble en agua llamada amilosa y -- otra insoluble denominada amilopectina. La primera es la fracción-- que dá el color intensamente azul con el yodo, ya que a lo largo de-- la molécula hay espacio suficiente como para acomodar una molécula de yodo, el color azul se debe a las moléculas atrapadas en el almidón.

Para hacer el análisis cualitativo del almidón, la muestra se humedece en una solución conteniendo 1% de yodo disuelto en una-- solución al 5% de yoduro de potasio. La mancha azul indica la presencia de almidón.

En los análisis no puede saberse que tipo de almidón es, -- ya que éste se destruye por el calor de la máquina cuando se elabora el papel.



B). - Encolados.

Son sustancias que eran usadas para darle consistencia y textura al papel.

a). - Resina

A partir de 1806 comenzó a usarse la resina y el alumbre. Su importancia se debfa a la permanencia que producfa en el papel.

Las resinas son varios productos exudados o secretados-- de algunas plantas. Proceden de la oxidación de las escencias vegetales. Esta oxidación se verifica con mucha frecuencia en las mismas plantas.

Todas las resinas tienen composición química compleja.- Forman estructuras tridimensionales irregulares y rígidas. Una -- muestra de tal material es esencialmente una sola molécula gigan-

tesca. Entre las principales resinas se encuentran; la colofonia (pino), la sandaraca (tuya) y el ámbar amarillo (resina fósil).

La presencia de resina indica que el papel es posterior a 1807 en que fué aplicado en Alemania y después en 1835 en el resto del mundo. Además indica que se ha agregado al papel en el batido como encolado o se ha adicionado seguido de precipitación con aluminio.

En el proceso se usa una solución de resina en álcali, la cual se adiciona a la pulpa en el batido seguido por el alumbre que precipita a la resina, así como forma un protector resistente al agua recubriendo así las fibras.

Pueden emplearse las siguientes pruebas para la determinación de resina en el papel:

1).- Prueba de Lieberman Storch.

Un gramo de papel se corta en pequeños trozos y se agregan 5 ml. de anhídrido acético puro y se evapora hasta que quede un mililitro aproximadamente. El residuo se filtra y se agrega una gota de ácido sulfúrico concentrado. Un color violeta en la unión de los líquidos indica la presencia de resina.

2).- La muestra se coloca en un portaobjetos, dejándole caer una gota de solución de azúcar saturada, al minuto se elimina el exceso y se agrega una gota de ácido sulfúrico concentrado. La presencia de resina se muestra por un color rojo brillante.

b).- Alumbre

Se conoce como alumbre al sulfato doble de aluminio y potasio. Su acción mordiente se debe a que se disocia hidrolíticamente cuando se disuelve en el agua, y el hidróxido de aluminio que se separa forma lacas insolubles con algunas sustancias colorantes, lacas que se fijan en las fibras vegetales.

El alumbre no proporciona ningún valor, ya que la sustancia fué poco usada debido al uso de la gelatina.

c).- Gelatina Animal.

La gelatina aparece en Europa a partir de 1337. Los mejores papeles para máquina y para escribir fueron tratados con gelatina por medio del proceso "tube sizing". Fué usada para contribuir a la resistencia inicial y a la fácil manipulación del papel.

La gelatina solo nos muestra que el papel fué elaborado--- después de 1350, y la ausencia de ella, que fué hecho en la segunda--- mitad del siglo XIX.

La gelatina es una proteína que al hervirse con agua y enfriarse la solución, no se regenera el colágeno sino que cuaja formando un gel.

La prueba de la determinación cualitativa de la gelatina -- puede hacerse de la siguiente manera:

La muestra se coloca en un tubo con una pequeña cantidad de agua y se calienta a ebullición, al líquido se le agregan unas gotas

de solución al 5% de ácido tánico. Un haz blanco o turbidez, indica presencia de gelatina o cola. Incidentalmente el líquido al hervir forma espuma, en presencia de almidón pero no de otra forma.

d).- Encolado de Cera.

La cera se usó en papeles de la Edad Media y cerca del--siglo XIX. Hay evidencia de que también fué usado mezclado con almidón y resina. La cera por sí sola no nos proporciona evidencia--de la edad del papel sino cuando se encuentra la mezcla de cera y re--sina. Estas dos sustancias se usaron juntas en un papel para escri--bir y sin emplear gelatina. Nos proporcionan un papel subsecuente--a 1930.

**Identificación:**

La muestra deberá colocarse en Baño María con éter, has--ta éste ser evaporado, se adicionan luego 5 ml. de potasa en alcohol dejándose resecar hasta que ésta saponifique a la resina. El residuo seco se extrae de nuevo con éter, éste puede ser purificado con anhí--drido acético caliente, de donde se separa la cera en frío.

c).- **Sustancias de Relleno.**

Anteriormente en la elaboración del papel no se realizaba--ningún blanqueo de fibras, solo se usaban ciertas sustancias minerales que intercaladas con las fibras del papel, proporcionaban una aparente blancura al mismo, haciéndolo más apto para la escritura, pero ha--

ciéndole más corta su durabilidad y permanencia.

El bióxido de titanio, el óxido y el sulfato de zinc, son algunas muestras de esas sustancias de relleno, le producen opacidad al papel.

Son fácilmente detectados y su presencia nos indica un papel subsecuente a 1930, y 1933 respectivamente. Y en el caso de un papel de América estos materiales aparecen pocos años antes.

La presencia del sulfato de calcio y el de bario en cantidades excedentes al 3% indican un dato subsecuente a 1820. Si el relleno se presenta en un exceso del 10%, se puede asumir que el papel es anterior a 1800. Si excede del 25% nos indica que el papel fué elaborado alrededor de 1825.

#### Análisis:

Se pesa un gramo de papel y se calienta hasta convertirlo a cenizas. El peso de éstas se multiplican por cien para obtener el por ciento de cenizas. Este peso incluye la materia mineral natural de la fibra contenida en el encolado y es más bien medida del encolado presente.

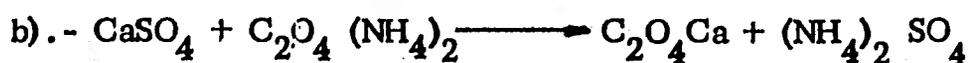
#### a) Sulfato de Calcio.

Es poco soluble en agua y soluble en ácido hidrocólico diluido en caliente. En último de los casos, la mezcla puede filtrarse y el líquido resultante enfriado y diluido en dos porciones:

1).- Se adiciona una solución al 10% de cloruro de bario, -

produciéndose un precipitado blanco de sulfato de bario. Esta reacción puede dar también un poco de sulfato de aluminio del encolado y en caso de duda éste se puede eliminar de la siguiente manera.

2).- Se alcaliniza la solución con amoníaco, si se presenta mucho aluminio soluble, éste se eliminará calentando y filtrando la solución. Acidulando después con ácido acético y un exceso de solución saturada de oxalato de amonio, el calcio se presenta como un precipitado cristalino. Si solamente se observan trazas, esto es debido al agua dura y no a la presencia del relleno.



b).- Carbonato de Calcio

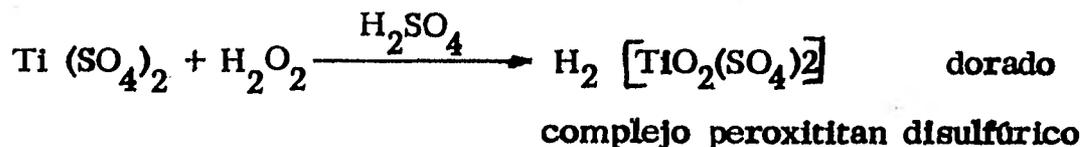
Se disuelve en los ácidos produciendo efervescencia y la solución filtrada da la reacción anterior del calcio.



c).- Rellenos de Titanio

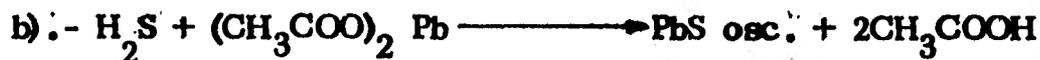
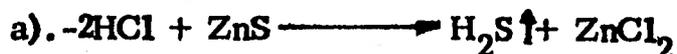
Las cenizas se calientan cuidadosamente con ácido sulfúrico concentrado, se adiciona una pequeña cantidad de bisulfato de potasio, se enfría el líquido después de cinco minutos y luego se diluye cuidadosamente adicionado agua oxigenada. El titanio produce un color naranja o dorado. Los rellenos de titanio generalmente están

asociados con rellenos de zinc y bario y con sulfato de calcio.



d). - Zinc

1).- Se calientan las cenizas con ácido clorhídrico diluido que libera ácido sulfhídrico del sulfuro de zinc. El gas sulfhídrico se reconoce por su olor y por la producción de un color negro o café oscuro en un papel filtro, remojado en una solución de acetato de plomo.



2).- A la solución ácida del inciso 1 se le agrega un poco de Cloruro de Amonio sólido. La mezcla se alcaliniza con amoniaco y se filtra para quitar el aluminio en forma de  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Luego se burbujea a través de la solución un poco de gas sulfuro de hidrógeno, el cual produce un precipitado blanco que indica la presencia de Zinc.



D).- Pigmentos Minerales.

Los pigmentos eran usados para darle coloración y presencia al papel. El esmalte fué usado alrededor de 1600 y mucho antes del azul ultramarino, su presencia indica una fecha posterior a la mitad del siglo XVI.

La inspección de las cenizas ayuda mucho en estos casos, porque la anilina o los colores vegetales se destruyen durante la ignición y dejan una ceniza blanca, mientras que los pigmentos minerales en general presentan color. Los papeles coloridos con pigmentos minerales siempre están endosados, un lado presenta un tinte con intensidad diferente al otro.

a).- Azul Ultramarino

El ultramarino fué el más comunmente empleado en fechas alrededor de 1790. Puede determinarse agregando ácido diluido, éste elimina el color produciendo sulfuro de hidrógeno. La prueba puede ser aplicada al papel original, siendo innecesaria la reducción a cenizas.

b).- Azul de Prusia

Las sales de fierro y el sulfocianuro de fierro reaccionaban con las fibras para producir el azul de Prusia, usado después de 1850. La prueba de identificación puede ser hecha sobre el mismo papel o en las cenizas. Agregando una solución alcalina al 1% de sosa, produciendo un color café sucio.

formación del azul Prusia  $\text{FeSO}_4 + [\text{K}_4 \text{Fe}(\text{CN})_6] \longrightarrow [\text{K}_2\text{Fe} \text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{SO}_4$

$4\text{K}_2\text{Fe} [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Identific:  $\text{Fe}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{NaOH} \longrightarrow 3\text{Na}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{Fe}(\text{OH})_3$  café sucio

### c).- Amarillo Cromo

El color del papel era por lo general azul, excluyéndose los demás colores, pero posteriormente se usaron los cromatos para producir el color amarillo. Los cromos se usaron durante la época de los Egipcios y luego durante los años siguientes a 1800.

Se puede eliminar el color del cromo con sosa al 1%.

Los ocre, vermellones, varios óxidos de fierro y cromo, no proporcionan evidencia de la edad del papel, pero son muy resistentes a la luz.

En sí el método de fecheo por medio de los pigmentos se ha usado en gran extensión ayudado con análisis de manuscritos.

### DETERMINACION DE LA ACIDEZ O ALCALINIDAD EN EL PAPEL.

Estas determinaciones se utilizan para saber por qué tipo de método (ácido o alcalino), fué elaborada la pulpa para hacer el papel. Aunque para esto es mejor el uso del método de la luz ultravioleta.

Esta prueba nos sirve además para conocer la posible existencia de agentes extraños que dañan al papel y que impiden su correcta conservación.

## 1).- Acidez

Se desintegran cinco gramos de papel y se le agregan --- 250 ml. de agua destilada, se deja reflujar durante una hora a 98--- 100°C. El extracto se filtra a vacio y las fibras se lavan. La solu- ción se enfría y se titula con sosa 0.01N estandarizada, en presencia de fenolftalefna. El resultado se acostumbra expresarlo en términos de SO<sub>3</sub>.

$$\% \text{ de SO}_3 = \frac{4NT}{W}$$

Donde N es la normalidad de la sosa.

T ml. de álcali usados

W peso del papel

## 2).- Alcalinidad

Si el papel es alcalino, al agregar la fenolftalefna apare- cerá un color rosado. La solución se titula entonces con ácido sul- fúrico 0.01 N. El resultado se expresa como Na<sub>2</sub>O

$$\% \text{ de Na}_2\text{O} = \frac{3NT}{W}$$

N es la normalidad del ácido

T ml. de ácido usados

W peso de la muestra

## DETERMINACION DE LA CELULOSA VERDADERA.

Esta determinación puede indicarnos si el papel fué hecho de trapos o de fibras vegetales.

Dos son los métodos para el análisis de la celulosa: uno- es el de cloración y el otro midiendo la cantidad de material insolu- ble en sosa, que es la alfa celulosa. Aunque los dos métodos son -

realmente empíricos solo se describirá el segundo.

#### Método de la Alfa Celulosa

Se pesan 1.5 gramos de papel y se desmenuzan en seco finamente, agregando luego 100 ml. de solución de sosa al 17.5% (en peso) libre de carbonatos; luego se agregan cuatro porciones adicionales de álcali en 10 minutos. Agitando con varilla de vidrio, después de 30 minutos se agregan 165 ml. de agua destilada y luego de agitar por 30 minutos se filtra en un goosh tarado dejando que la celulosa forme su propia capa filtrante; el residuo se lava con suficiente agua destilada y luego con 40 ml. de ácido acético al 10% dejando remojar cinco minutos antes de aplicar la succión. Se vuelve a lavar con agua destilada y se seca el residuo hasta peso constante.\*

Los resultados se calculan como porcentaje sobre papel -- seco, (haciendo las correcciones por humedad, cenizas, encolantes y otros materiales no fibrosos agregados) en la celulosa alfa final. El error por lignina en pulpa mecánica es permisible del 0.5%.

#### DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE PASTA MECANICA DEL PAPEL.

Este tipo de pasta contiene un 30% de lignina y se usa especialmente para papel periódico, el cual contiene un 70% de pasta -- mecánica.

#### Técnica:

Se pesan ocho gramos de papel y se extraen con 50 ml. -

de alcohol al 90% en un aparato Soxhlet durante tres horas mínimo y luego se secan y se determinan las cenizas. Un gramo del papel seco se agita en un frasco con tapón de vidrio (sellado con cera) -- con 50 ml. de solución al 0.5% de floroglucinol en ácido clorhídrico al 12%. Luego el frasco se mantiene 18 horas a 35°C (más, menos- 1°C) y el contenido se filtra a través de algodón, recibiendo el filtrado en otro frasco. La solución se enfría, y se toman 10 ml. de --- ella, adicionando 20 ml. de ácido clorhídrico al 12% y titulando con-- solución estándar de formalina al 0.2% (en ácido clorhídrico al 12%). La solución se calienta a 70°C y la formalina se agrega en porciones de 1 a 2 ml., cada dos minutos. Se llega al punto final cuando una gota de la solución ya no produce el color rojo al caer sobre un pedazo de papel periódico, puesto que ya no queda más floroglucinol.

Se hace una titulación en blanco con solución estándar de floroglucinol, y se puede calcular la cantidad de éste que ha reaccionado con la lignina de 100 gramos de pulpa.

Haciendo la corrección por cenizas, la cantidad de pasta-mecánica viene dada por:

$$\% \text{ de pasta mecánica} = 100 (x-1)/7$$

x es la cantidad de floroglucinol usado.

## PRUEBAS FISICAS

Estas pruebas se llevan a cabo por medio de una simple-inspección o realizando una serie de movimientos puramente mecánicos.

1).- Papel hecho a mano.

Es de gran importancia el conocimiento de la elaboración del papel ya sea que haya sido hecho a mano o a máquina, porque -- esto también nos proporciona una evidencia sobre la edad del mismo.

En el año de 1805 el mecánico Braham desarrolló una máquina redonda que fué mejorada por el papelerero Dickinson, con lo -- cual fué evitada la formación de la hoja a mano, lo que se había venido haciendo durante muchos años. Esta producía papel de varios -- metros de largo. Por eso, al encontrar un papel acabado a máquina, se puede asumir que fué elaborado posteriormente a 1805.

En la actualidad los papeles elaborados a mano están hechos de trapo y gelatina. Pero puede distinguirse un papel hecho a -- mano de uno a máquina realizando las siguientes pruebas:

a).- La resistencia en un papel hecho a máquina es mayor en una dirección que en otra. Esto se debe a que en estos papeles -- existen dos direcciones, la de la máquina y la dirección transversal a ella. Esto no ocurre en los papeles elaborados a mano pues solo -- tienen una apariencia homogénea en toda la hoja.

Esto puede mostrarse rasgando la hoja en ambas direccio -- nes en sucesión rápida, hasta que se encuentre la mayor resistencia que será en la dirección transversal. Esta resistencia sin embargo, está ausente en los papeles elaborados a mano.

b).- Puede cortarse un cuadro de papel midiendo sus di -- mensiones exactas y sumergiéndolo en agua durante cinco minutos, -

luego se saca y se comprime entre papel absorbente, luego se vuelven a medir las nuevas dimensiones. El incremento en la dirección transversal es mayor que en la otra. Los papeles hechos a mano expanden similarmente en ambas direcciones.

c).- En un papel hecho a mano, las marcas de agua son menos prominentes y la superficie y contornos son más irregulares.

d).- Si se dobla la esquina de un papel, puede cortarse con más facilidad con un cuchillo un papel hecho a mano que uno hecho a máquina. En este punto el encolado se destruye con mayor facilidad en un papel hecho a mano.

## 2).- Batido

Es también importante el análisis de la naturaleza del batido en un papel, para poder ayudar a la determinación de la edad del mismo.

Antes de 1670 todo el papel se producía realizando a mano el batido de las fibras y fué hasta ese año cuando se usó un invento que hasta la fecha sigue usándose en todo el mundo. Esta fué la pila Holandesa que llegó a sustituir al molino de mazos.

Por esto, un papel batido a máquina es posterior a 1670.- Aunque uno batido a mano no necesariamente es anterior a este año.

El papel batido a mano se puede reconocer en una preparación hecha con el reactivo de Hersberg. Estas fibras se reconocen porque están fibriladas y se observan dañadas con contornos no defini

dos y con gran cantidad de residuos.

Por otra parte, se debe tener cuidado en la determinación de las fibras, porque el batido cambia su apariencia. Por ejemplo, - el lino bien fibrilado, poco o nada se parece al original. Y el torcimiento natural de la fibra de algodón usado en la fabricación de textiles, raramente se presenta en fibras de papel, porque durante el proceso de batido, la fibra enroscada se endereza y se aplasta.

Por esto, las observaciones antes citadas deben de reali--zarse con la ayuda de preparaciones de origen conocido, observan fi--bras al natural y fibras preparadas después del batido. Esto en el--caso de no tener experiencia en ello.

### 3).- Uso de la Luz Ultravioleta.

El método de observación con luz ultravioleta también nos es útil para poder determinar la edad de un papel. Se basa en la--diferencia que existe en una sustancia cuando es observada con luz --natural, a cuando se observa con luz ultravioleta. Esa diferencia se--presenta frecuentemente como un brillo luminoso llamado fluorescen--cia.

El método nos ayuda a diferenciar los diversos tipos de --fibras, que no pueden determinarse por métodos ordinarios.

Preparación de la muestra.

a).- Para determinar el contenido de fibras, la muestra se prepara como si fuera a realizarse una de las tinciones anteriormente

descritas, pero en esta técnica no es necesario usar colorante, aunque sí podría hacerse; solo podrá apreciarse la llamada fluorescencia primaria bajo la lámpara de luz ultravioleta, esta fluorescencia primaria es específica de cada fibra, por lo que ésta podrá determinarse.

También es posible usar una solución al 0.05% de Rodamina-6GD y dejar teñir la fibra durante dos minutos, para luego observar la fluorescencia que se presenta.

El siguiente cuadro nos muestra los diferentes tipos de fluorescencia que presentan las diversas fibras al observarlas bajo luz ultravioleta.

<u>Tipo de pasta</u>	<u>Fluorescencia</u>	
	<u>Primaria</u>	<u>Secundaria</u>
Sulfito no blanqueado	azul-violeta oscuro	rojo vino
Sulfito blanqueado	amarillo a verde-azul	verde amarillo
Sulfato no blanqueado	amarillo	rojo vino
Sulfato blanqueado	blanco-azulado	rojo vino
Alfa Celulosa	violeta sucio	rojo vino
Paja	amarillo	
Yute	blanco azulado	
Algodón	rojo	rojo
Lino	blanco azulado	rojo en presencia de álcali.
Ramio	verde amarillo.	

La naturaleza de la pulpa es el factor más importante -- para determinar la fluorescencia del papel, aunque los demás cons-- tituyentes (materiales de carga, recubrimientos, pequeñas cantidades de colorantes, etc.) y el batido y el blanqueo también la modifican.

Generalmente las pulpas fuertes que necesitan gran can-- tidad de cloruro para ser blanqueadas muestran una vívida fluo-- res-- cencia blanco azulada. Las fibras completamente blanqueadas se -- observan en un tono amarillo sucio.

Esta técnica nos sirve para comparar las diferentes pul-- pas para aproximarse a la fecha en que éstas fueron usadas.

Otra información obtenida por este método es la relativa-- antigüedad del papel. La fluorescencia azul natural de muchas pul-- pas (especialmente de las de madera al sulfito de baja blanqueabili-- dad) se va perdiendo con la edad, tornándose amarilla. Aunque una-- fluorescencia en un papel blanco, sin embargo no es signo de edad -- ya que aquella puede ser provocada por encolados y materiales de -- carga. Pero su brillo azul sí indica que el papel no es viejo. Esta característica la muestran los papeles de madera y en menos grado-- los de trapo.

b).- Observación de la Marca de Agua.

Las marcas de agua que tienen algunos papeles pueden -- observarse con gran facilidad colocando la hoja de manera que pene-- tre a través la luz natural, de esta forma la marca de agua se dis-- tingue claramente. Pero esta observación también puede ser ayudada

con una lámpara de luz ultravioleta. En siglos anteriores las marcas de agua usadas eran características de cada época y de los fabricantes de papel. Por medio de estas marcas puede orientarse sobre la antigüedad de un papel, observando si aquella es original o falsificada.

1).- Cuando el papel que va a ser probado se humedece -- y luego se comprime, en las marcas genuinas el agua penetra con -- mayor rapidez en ellas que en las vecindades del papel. Mientras -- que en las marcas que tienen una presión que imite a las originales, dicha velocidad es la misma en toda la hoja.

Estas diferencias de velocidad pueden ser vistas con la -- ayuda de un colorante como la Rodamina, preferiblemente usando 0.5 gr. de éste y 100 gr. de azúcar glass.

2).- Se coloca el papel en la solución colorante, bajo una lámpara de luz ultravioleta. Tan pronto como el colorante se dispersa, si la marca de agua es genuina, éste podrá delinearse con un -- brillo dorado sobre un fondo oscuro, por poco tiempo antes que el papel brille uniformemente. Mientras en las marcas de agua no auténticas, toda la superficie tiene brillo uniforme al mismo tiempo. En lugar de colorante, puede usarse también una mezcla de vaselina y -- aceite mineral.

Otras imitaciones de marcas de agua existentes son hechas a base de aceites y cera, para producir la transparencia de la marca. En estas condiciones el agua no penetra a ella, delineándose bajo luz-

ultravioleta, de color oscuro sobre un fondo dorado, debido a la más rápida penetración del agua a través del papel. Además, si las marcas son hechas de materiales fluorescentes (aceites minerales, para fina o cera), presentarán fluorescencia con luz ultravioleta sin ningún tratamiento previo.

Esta fluorescencia puede destruirse, y por lo tanto también la marca de agua, con removedores de grasa, como éteres, álcalis o alterándola químicamente.

## CAPITULO V

ELABORACION DEL PAPEL EN LA ACTUALIDAD

Actualmente el papel se produce de una gran variedad de fibras vegetales, comenzando por el aserrín de madera, pasando por la paja y otros materiales y continuando con el esparto. Estas fibras fueron introducidas después de la escasez de trapos del siglo XIX. Los componentes y sustancias de relleno se usan desde hace varios años y algunas son las mismas que se usaron a partir de las fechas anteriormente citadas.

En capítulos anteriores he tratado lo referente a las fibras usadas en los siglos XVIII y XIX, su determinación y el año en que fueron usadas. Ahora solo queda por mencionar el tipo de fibras y materiales con que se elabora el papel en la actualidad para poder hacer una comparación entre ambos papeles.

1).- En nuestros tiempos, como constituyentes fibrosos se ha hecho mano de diversos materiales como los siguientes;

Fibras Liberianas (se encuentran en la porción subepidérmica de los tallos de las plantas dicotiledóneas) como el lino, cañamo, yute, ramio.

Gramíneas: Pajas de cereales, bagazo, bambú, esparto y carrizos.

Animales: Para calidades especiales de cartón se usan la seda, la lana y el cuero.

2).- Procesos usados para extraer la celulosa son: Proceso -

al Sulfato, al Sulfito, a la Soda, Cal, Madera Mecánica y Semiquímica - y procesos diversos de blanqueo.

3).- Además al papel se le han agregado diferentes constituyentes que se han clasificado de la siguiente forma:

a).- Constituyentes Inorgánicos.

Estos quedan como cenizas después de incinerar el papel y se subdividen en:

Mayores; pigmentos blancos (cargas) y pigmentos de color.

Las cargas mejoran la textura, evitan superficies discontinuas obstruyendo cavidades, mejoran la impresión y producen opacidad variable, desde los transparentes a oscuros, a menudo produciendo blancura, aumentan la suavidad del papel y disminuyen la resistencia.

Entre estas sustancias se encuentran el silicato de calcio, sílice talco, sulfato de calcio y bario, sulfuro de zinc y bióxido de titanio.

Materias Colorantes: Azul de Prusia, azul ultramar, los ocreos y sienas. Todos estos son colorantes inorgánicos. Entre los orgánicos tenemos los compuestos del tungsteno. Los colorantes solubles son los naturales obtenidos de plantas y vegetales como el palo amarillo, el palo de Campeche (obtenido de la cochinilla y ciertas bayas).

Constituyentes Menores.

Se encuentran algunas sales minerales presentes debidas a un lavado inadecuado (ejem. acidez, residuos de blanqueo, metales y radicales ácidos). Unos provienen de las materias primas usadas, como las

sales de calcio del agua dura. Ejemplos de ellos tenemos los carbonatos, los sulfatos, el cloro, sosa cáustica, cloruro de sodio, hipoclorito de sodio, usados en el blanqueo.

b). - Constituyentes Orgánicos.

Se destruyen completamente por la ignición. Se subdividen en: Constituyentes Mayores: Alfa celulosa, celulosa, y sustancias conexas; - ligninas en papeles de pasta mecánica.

Constituyentes Menores:

Son sustancias agregadas al papel con fines especiales. Encolantes colorantes, almidones o provenientes de impurezas.

Materiales para encolado interno:

Brea, alumbre, cera, látex, siliconas, aluminato de sodio. - Estos encolantes internos se mezclan durante el batido con la pulpa, y está sujeto a la penetración del vapor en las fibras.

Materiales para encolado externo:

Los materiales encolantes se aplican a la hoja ya formada y parcialmente secada. Entre estos encolantes se encuentran la caseína, - la gelatina y el almidón, la cera también se usa como material externo.

El almidón mejora la resistencia al agua, endurece y mejora la resistencia de la hoja. También son usados jabones, aceites sulfonados y alúmina como agente estabilizador.

c). - Recubrimientos o Aditivos Especiales.

Se agregan para producir en el papel las propiedades deseadas y rellenar crestas y valles. Entre estos recubrimientos se encuentran: -

Resinas: resina de poliamidas, de urea de formaldehído.

Adhesivos: cola, caseína y almidón.

Gomas: Estas se agregan en la preparación de la pasta para mejorar la resistencia y la formación de la hoja, evitan que las fibras se aglomeren. Las gomas usadas son: la goma Karaya diacetilada (proviene de la India y es similar a la de tragacanto), goma Guar y goma de semilla de algarrobo. Su efecto es similar al almidón.

ELABORACION DEL PAPEL.

El proceso de elaboración del papel también ha cambiado considerablemente, debido a la introducción de máquinas que facilitan dicha operación, ya no es el proceso lento y manual que se usaba durante los siglos XVIII y XIX, ahora todo es muy práctico y rápido.

Solo para hacer una simple comparación del procedimiento actual con el que se usaba en esos siglos, se hará una breve exposición del mismo en la época actual.

El papel se elabora de diferente materia prima para producir las diversas clases de papeles, como el encerado, el carbón, el cartón, etc. Se produce el papel de madera, de paja o trapo viejo. El de madera con el tiempo se amarillea y contrae.

La madera primeramente se corta en trozos pequeños y si el papel va a ser de trapo, éste se blanquea y se lava perfectamente y tam

bién se corta en pedazos pequeños. Luego se desmenuza en fibras pequeñas y se prepara la pasta, ya sea mecánica o químicamente. Así, lo que era una masa lechosa, en la cuba va a ser transformado en papel; la pulpa viaja en forma de una fina película, sobre una banda de transmisión de veloz movimiento, hecha de una fina malla de alambre de cobre, que sustituye al antiguo molde que se usaba para el papel hecho a mano.

La banda lleva la pasta y deja escurrir el agua, que también la extrae por succión y sacude la pulpa de un lado a otro como lo hacía el obrero para que las fibras se juntaran firmemente.

Hacia el fin del viaje, la película pasa debajo de un cilindro y recibe una marca de agua. Luego pasa por varios rodillos donde se le extrae más el agua y el papel se une con más firmeza. Llega a varios secadores calentados y calandrias para darle el acabado, satinado o lustroso que se requiera. Finalmente se arrolla en grandes carretes para luego pasar a las máquinas cortadoras.

El apresto se puede agregar en la pasta, o en la máquina puede sumergirlo en una cuba de apresto, se agregan los rellenos para darle cuerpo según la clase de papel que se fabrique.

#### Métodos Preventivos de la Degradación del Papel.

Aún muy a pesar nuestro y ante el avance de la tecnología, como consecuencia de la manufactura y composición del papel, el producto nace con una serie de taras, y prescindiendo de las circunstancias externas está sentenciado a una muerte rápida.

Ahora, que se ha descrito el método de elaboración del papel usado en la actualidad, solo nos resta mencionar algunos métodos preventivos que nos ayudarán a conservar esa muestra de nuestra civilización para que perdure durante muchos años.

Analicemos las alteraciones importantes, tanto por causas externas como internas:

A).- Factores Internos: vicios congénitos.

a).- Acidez.

Los residuos ácidos empleados en la cocción, eliminación de lignina, blanqueado, encolado, etc, si no están bien controlados o neutralizados, se transforman en ácido sulfúrico produciendo una deshidratación que se verá en el papel por su aspecto quemado, amarillento y quebradizo. La celulosa se degrada por la corrosión del ácido.

El pH óptimo es de 7, pues la acidez es directamente proporcional a la destrucción.

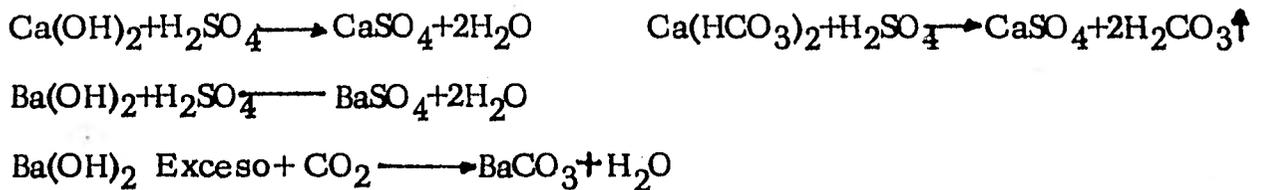


b).- Sales:

Las sales de hierro en el papel actúan como catalizadores del bióxido de azufre presente en la atmósfera y se transformará en ácido sulfúrico.

c).- La desacidificación y neutralización del papel puede realizarse aplicando la acción de un álcali y eliminando su exceso, utili-

zándose por ejemplo el hidróxido y bicarbonatos de calcio, para completar el proceso. También puede usarse el hidróxido de bario y el exceso de éste se combina con el bióxido de carbono de la atmósfera y se transforma en carbonato de bario que permanece en el papel y equilibra la acidez y alcalinidad.



B).- Factores externos.

a).- Humedad y Temperatura.

El alto grado higroscópico del papel hace que este tenga variaciones debidas al medio ambiente-humedad, desecación, frío y calor - produciendo contracción y rotura en las fibras, absorbiendo agua en un medio húmedo o desprendiendo en ambiente seco. Además de la variación de forma, el calor lo hace quebradizo y la excesiva humedad debilita la acción del apresto o encolado, motiva la unión de hojas entre sí, diluye las tintas y en contacto con el polvo se formarán las llamadas manchas de humedad.

Junto a estas alteraciones físico-químicas, también habrá alteraciones biológicas producidas por la humedad y el calor. Las bacterias, esporas y hongos existentes en la atmósfera degradan la celulosa y oxidan las sales de hierro y el papel queda altamente afectado e inicia su putrefacción.

La mejor profilaxis será el control riguroso del medio ambiente. De preferencia se estabilizará la humedad en un 50% y 18°C de temperatura máxima. Alcanzándose ese clima gracias a humidificadores y deshumidificadores, controlados por humidostatos y termostatos, o con focos caloríficos, más económicos pero que son más inseguros.

b). - Atmósfera Viciada.

Los humos y polvos ennegrecen el papel y lo manchan, llegando incluso a formar cuerpo del propio papel, además lo afectan otros compuestos como el bióxido de carbono y de azufre, cloruros, compuestos nitrogenados, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, etc.

Para controlar esto se pueden instalar acondicionadores de aire, con filtros de aceite, disoluciones ácidas o alcalinas que mitigarán la acción nociva de estos elementos.

c). - Los rayos ultravioleta e infrarrojos componentes de la luz natural y artificial aceleran el envejecimiento del papel por desintegración de las cadenas moleculares de la celulosa, perdiendo así sus propiedades mecánicas; amarillean por oxidación la lignina y producen decoloración por descomposición de las materias colorantes.

Filtros ultravioleta e infrarrojos pueden impedir el problema. Debe evitarse siempre la acción de la luz directa.

d). - Insectos.

La humedad favorece su presencia, descomponiendo colas, engrudos, y la misma celulosa. Como métodos preventivos contra estos se

res que solamente se perciben cuando la acción está consumada, es aconsejable la revisión periódica de los materiales almacenados y la fumigación con sustancias venenosas.

e). - Almacenamiento y uso.

El papel como cualquier otra materia tiende a su destrucción y las malas condiciones de instalación aceleran su fin. Estanterías de madera, ventilación defectuosa y el contacto con materias ácidas y resacas, la escasez de revisiones periódicas, imposibilidad económica y técnica de afrontar los problemas hacen que los depósitos no cumplan su misión.

En cuanto al uso, los papeles deben tratarse debidamente, prevenirlos contra manchas, fuego, guerras, etc, para que lleguen a durar por muchos años.

Día a día se crean nuevos centros y sistemas para luchar contra su destrucción para conservar y prevenir los posibles daños. Nuestros antepasados desde hace 35 000 años nos vienen transmitiendo consciente o inconscientemente sus documentos gráficos. Sin embargo, el papel el soporte responsable de transmitir la herencia del siglo XX, lleva en su origen el signo de la muerte. ¿Podremos ser capaces nosotros dentro de los avances científicos lograr otro tanto?. Sí, máxime que en esta época la tecnología se encuentra en gran avance y continuamente se crean nuevos métodos de desarrollo industrial.

## CONCLUSIONES

- 1.- Mediante este trabajo se demuestra que sí es posible determinar la edad aproximada de un documento siguiendo procedimientos Físicos, Químicos, Biológicos, etc.
- 2.- Se demuestra que es muy fácil el determinar rápidamente si un documento es antiguo o no.
- 3.- Para conocer la edad probable de un documento se requieren técnicas sencillas y equipos que se encuentran al alcance de todos los laboratorios.
- 4.- Para interpretar bien los resultados que se obtienen, es necesario que el personal que lo haga tenga experiencia, conocimientos y paciencia, como sucede con el personal de la División de Laboratorios del Instituto de Estudios y Documentos Históricos a. c.
- 5.- El conocimiento de las fechas en que se empezaron a usar los diferentes componentes de los papeles, es suficiente auxiliar para determinar si un papel es moderno o antiguo como se muestra a continuación en un cuadro cronológico de los componentes que se han empleado.

El almidón se usó desde la época de los Egipcios.

La seda fué empleada en el siglo III a. C.

El lino comenzó a usarse desde el 960 y después de 1249.

El algodón es posterior al lino, usado en 1049.

La gelatina nos muestra un papel elaborado después de 1350 y su ausencia en la segunda mitad del siglo XIX.

La materia prima más comunmente empleada fué el trapo solo hasta antes de 1860, cuando comenzaron a buscar nuevas fibras en sustitución de ésta.

El esmalte, un pigmento azul fué usado alrededor de 1600.

El papel batido a máquina es posterior a 1670.

El azul ultramarino fué empleado alrededor de 1790.

La cera se usó en la Edad Media cerca del siglo XIX.

Los cromos fueron usados durante la época de los Egipcios y luego durante los años siguientes a 1800.

El papel elaborado a máquina es posterior a 1805.

El sulfato de calcio y el de bario, nos indican una fecha posterior a 1825.

El trapo con pulpa de soda se usó después de 1845.

El Azul de Prusia es posterior a 1850.

La paja y el trapo juntos fueron comunes después de 1860.

El esparto se usó en 1861 a 1890 ya sea solo o mezclado con otras fibras, como trapo o madera a la soda.

La madera molida fué usada entre 1869 a 1880.

La paja fué común entre 1870 y 1890.

La madera química solamente es posterior a 1880 (1860 en los Estados Unidos de Norte América).

Luego vinieron usándose una serie de fibras de menor importancia, como el álamo usado a partir de 1911.

El Bambú se usó en 1919 y después de 1930.

Los hilos de algodón son posteriores a 1920.

El bióxido de Titanio y el óxido y sulfato de zinc, nos indican un papel subsecuente a 1930 y 1933 respectivamente.

- 6.- Como puede observarse fueron muchas las sustancias usadas en diferentes años, pero el cuadro podría ejemplificarse de una forma fácil.

Tomemos como muestra un papel de 1850. Este pudo haber sido hecho en aquel año de la siguiente manera:

Elaborado de fibra de trapo; como material de carga se hubiera empleado el sulfato de calcio y un encolado de resina y alumbre, o de cera. De esta forma, según como se fueran encontrando los componentes en un papel analizado, se determinarfa su fecha más aproximada de elaboración.

- 7.- Mediante la presente tesis se ha tratado de proporcionar también, un amplio panorama sobre la elaboración del papel y sus diferentes componentes usados, importante esto desde el punto de vista técnico, pues se puede asumir que la Industria-papelera ha logrado importantes avances.

- 8.- El papel que se produce en la actualidad ha mejorado en calidad, de acuerdo al fin que se le destine, pero ha disminuido -

en durabilidad si se le compara con el pergamino, el papiro - y el papel de trapo usados hace algunos años.

- 9.- A nosotros corresponde que este vehículo de comunicación se conserve durante mucho tiempo, para poder dar testimonio de nuestra cultura ante la humanidad venidera.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Books and Documents  
Julius Grant.  
London Grafton & Co. 1937.
- 2.- Enciclopedia Universal Ilustrada  
41-PAL-1  
ESPASA Editorial Barcelona e Hijos.
- 3.- Nueva Enciclopedia Temática  
Tomo 5 Editorial Cumbre S.A. México.
- 4.- Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel  
C. Earl Libby  
Editorial Continental México. 1968 2 Vol.
- 5.- El Papel  
Keim Karl  
Asociación de Investigación Técnica de la Industria  
Papelera Española.
- 6.- Filigranas o Marcas Transparentes en Papeles de  
la Nueva España en el Siglo XVI.  
Ramón Mena  
México: Secretaría de Relaciones Exteriores 1926.  
Colección Monogramas Bibliográficas Mexicanas.  
1a. Serie No. 5
- 7.- Degradación del Papel. Métodos Preventivos  
Viñas Torner  
Madrid. Instituto de Conservación y Restauración de  
Obras de Arte.
- 8.- El Papel en la Epoca Colonial  
Hanz. Lenz  
ATCP Julio 1965 5(4) 284-289.

- 9.- Historia de un Milagro Industrial: El Papel  
H. Lenz  
ATCP 1968 8(2) 124-129.
  
- 10.- El Papel Indígena Mexicano  
H. Lenz  
México. Secretaría de Educación Pública.  
SEP Setentas No. 65 1973.
  
- 11.- Química Analítica Cualitativa  
Arthur I. Vogel.  
Editorial Kapeluz S.A. Buenos Aires. 1953.
  
- 12.- Elementary Biochemistry  
Edwin T. Mertz  
Burgess Publishing Co.  
Third Edition. 1966 U.S.A.
  
- 13.- Chemical Calculations  
Sidney W. Benson  
John Wiley & Sons, Inc. 1963.
  
- 14.- Química General Aplicada  
Luis Póstigo  
Editorial Ramón Sopena S.A.  
Barcelona España 1965.