

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FABRICACION DEL PAPEL

T E S I S

que presenta el alumno  
JORGE R. ROLDAN  
en su  
Examen Profesional  
para obtener el  
Título de Químico

147

MCMXLVIII



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

A MI SRA. MADRE  
CARIÑOSAMENTE.-

#### H.H. MIEMBROS DEL JURADO:

Esta sencilla tesis que a vuestra consideración presento, es el resultado de cuatro años de estudios básicos en nuestra muy -- querida Escuela y tres años de contacto con la industria, buscando siempre aplicar mis conocimientos en beneficio de aquélla.

En el corto curso de mi vida profesional he aprendido la importancia de la práctica, pero no esa que enseña el fracaso, sino la que da el conocimiento racional y hace ser cauto. El problema del material humano que con su ignorancia y prácticas erróneas dificultan el progreso. La desconfianza del industrial a todo adelante y la enconada lucha del profesionista ante los intereses -- crecidos.

Todo lo expuesto en este trabajo en su parte química lo constituyen nada más que rudimentos. Con gran sorpresa mía lo inmediatamente aplicable y provechoso lo proporciona lo elemental. Evité en lo posible llenar papel con oscura y vana teoría sin ninguna - utilidad y así lo que refiero en los cuatro capítulos ha rendido sus frutos en una u otra forma a esta hermosa industria del papel.

Me place también dedicar estas líneas a mis maestros y anticipar las más expresivas gracias por vuestra benevolencia y magna nimidad.

**DESARROLLO DEL TEMA:**

- 1.- AGUA Y SU TRATAMIENTO
- 2.- CELULOSA
- 3.- BREA Y SULFATO DE ALUMINIO
- 4.- LLENADORES
- 5.- DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LOS PAPELES
- 6.- CONCLUSIONES

## CAPITULO I

### AGUA Y SU TRATAMIENTO

El agua es utilizada en casi todas las operaciones de manufactura del papel y la cantidad total necesaria por unidad producida es relativamente grande. La calidad del agua es de primerísima importancia en la calidad del producto terminado, así como en la eficiencia del proceso.

El estado en que se encuentra el agua en la Naturaleza no es puro. Por ejemplo el agua de lluvia que podría ser la más pura, - al precipitarse disuelve gases como  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$ ; en solución estos gases hacen un activo solvente para los minerales terrestres como el calcio, magnesio, hierro, etc. Todas las aguas contienen en mayor o menos cantidad estos elementos y materia orgánica.

Las aguas se clasifican de acuerdo con su composición en --- aguas duras y aguas blandas. Los constituyentes que hacen una --- agua dura son las sales de calcio y magnesio y en menor grado --- otras sustancias disueltas. Se clasifican como aguas suaves, aquí ellas cuyo contenido en estos materiales es muy bajo. La dureza -- puede ser temporal cuando es debida a bicarbonatos de calcio y -- magnesio que se mantienen en solución por un exceso de ácido carbónico, la dureza es fácil removerla por calentamiento precipitán dose los carbonatos de calcio y magnesio insolubles. La dureza -- permanente se debe a la presencia de  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{CaCl}_2$  ó  $\text{MgSO}_4$ , esta dureza puede ser tratada por medios químicos.

Por varios años la Junta de aguas de la TAPPI ha realizado - trabajos y redactado artículos referentes al agua que se emplea - en la industria papelera reuniendo especificaciones como las in--



DUREZA TOTAL como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	51 p.p.m.
DUREZA POR CALCIO como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	22 "
DUREZA POR CALCIO como $\text{CaSO}_4$ . . . . .	14 "
ALCALINIDAD TOTAL como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	112 "
HIERRO como Fe . . . . .	--
MANGANESO como Mn . . . . .	--
COLOR RESIDUAL como $\text{Cl}_2$ . . . . .	3 "
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS . . . . .	264 "
DIOXIDO DE CARBONO LIBRE como $\text{CO}_2$ . . . . .	14 c.c.

Como se ve sólo la alcalinidad de esta agua muestra algún inconveniente en su uso. Sería fácil controlar este inconveniente - ajustándola con ácido sulfúrico.

El principal problema está en las aguas blancas o de fabricación. El objeto de cerrar el sistema de las aguas es aprovechar - los ingredientes que se han añadido y que de otra manera saldrían como desperdicio al río; recuperar la fibra que lleva en suspensión y en fábricas donde el consumo del agua es limitado por el - costo, emplearlas nuevamente abaratando el mismo.

El control de estas aguas es importantísimo, como se están - recirculando la concentración de sustancias aumenta, la dureza y el pH varían y el encolado sufre graves alteraciones.

La procedencia de esas aguas de fabricación fija el destino o empleo que se le dé en el proceso. Las que provienen del foso, pasan por un recuperador de fibras, luego por tanques de sedimentación y por último se almacenan para servir en la preparación de los molinos holandeses. Las que provienen de las artesas, cajas - de succión, cilindros de presión y que llevan gran cantidad de fi

bras van a diluir la preparaci3n en los cubos que regulan la consistencia y en los areneros.

Los daos que causan en el encolado se aprecian sobre todo cuando se utiliza resina; las sales minerales reaccionan formando un resinato insoluble que no tiene ninguna acci3n impermeable en las fibras, afectan la forma coloidal del jab3n, haciendo que 3sta se rompa y conglomere en grandes grumos reduciendo el 3rea cubriente.

Esas dificultades se solucionan de diversas maneras, aumentando la cantidad de sulfato de aluminio, cosa muy sabida por los pr3cticos "... aumentando la cantidad de sulfato de aluminio mejora el encolado"; aadiendo 3ste antes de la cola, parece tener -- una acci3n selectiva anulando los daos que pudiera ocasionar la dureza; o mejor a3n, seg3n los 3ltimos estudios que se han realizado, ajustando el pH de esas aguas blancas por medio de un 3cido y utilizando un coloide protector.

El an3lisis de una agua de fabricaci3n di3 los siguientes resultados:

DUREZA TOTAL como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	243 p.p.m.
DUREZA POR CALCIO como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	157 "
DUREZA POR CALCIO como $\text{CaSO}_4$ . . . . .	187 "
DUREZA POR MAGNESIO como $\text{MgO}$ . . . . .	30 "
ALCALINIDAD TOTAL como $\text{CaCO}_3$ . . . . .	80 "
DIOXIDO DE CARBONO LIBRE como $\text{CO}_2$ . . . . .	6 c.c.

Lo que ocasiona la dureza temporal del agua de fabricaci3n es el kaol3n cuyo an3lisis doy a continuaci3n de uno de los m3s empleados.

SiO <sub>2</sub> . . . . .	28.90	%
OXIDOS COMBINADOS en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.04	%
CaO . . . . .	48.03	%
HUMEDAD 110-120°C una hr . . . . .	4.92	%
PERDIDA POR CALCINACION . . . . .	19.36	%
Mg . . . . .	---	

Se puede apreciar el enorme contenido de sales de calcio, -- cuando el caolín empleado en esta industria debe contener sólo -- huellas de calcio y un elevado porcentaje de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. No creo aventurado suponer que ese "kaolín" era un producto secundario en la obtención de sulfato de aluminio.

Existen muchas fábricas que proclaman que el uso del sulfato de aluminio para ajustar las aguas duras es antieconómico y en -- aguas muy alcalinas es nocivo, hay otras que lo utilizan justamen -- te para este propósito. El ácido sulfúrico tiene que ser el mate -- rial más adecuado para tal ajuste y efectivamente es usado por mu -- chas fábricas. Aunque el mayor consumo de este ácido en la manu -- factura del papel se refiere al ajuste de las aguas se ha encon -- trado también que tiene gran importancia en el acondicionamiento de las pulpas y en la precipitación de la resina. Este material -- se ha mencionado frecuentemente en la literatura del encolado, -- particularmente en la literatura alemana; sin embargo, la mayoría de tales referencias no exponen datos o cuando los ilustran éstos son incompletos. Además se refieren a ensayos efectuados en la -- práctica donde no se puede controlar todas las variables que se -- podrían si hubieren sido llevados al laboratorio. Sin embargo, -- las conclusiones que se han sentado han sido por la reproducción

de los resultados si las condiciones en que se experimenta son su ficientemente controladas.

El propósito de este trabajo es presentar datos bajo los cuales puede ser utilizado el ácido sulfúrico ventajosamente en la - manufactura del papel, obteniendo tales datos en un laboratorio - experimental y eliminando con ello las variables que presentan las aplicaciones prácticas que hasta ahora se han llevado.

La manufactura del papel se efectuó en una máquina Noble and Wood de molde. Después de un estudio sistemático de las variables encontradas en el proceso se adoptó un procedimiento standard, el que explica la figura # 1. El pH se controló con un potenciómetro Beckman modelo comercial.

El molino fué lo más difícil de estandarizar, el equilibrio entre la acción de desfibrado y la acción cortante se midió por - el tiempo necesario para preparar una carga standard bajo una -- presión y un grado de hidratación fijado. Además el tiempo de ba - tido, así como otras variables y sus resultados se promediaron pa - ra 48 hojas. La explicación la da la tabla X.

TABLA I.- CONTROL EN LA MANUFACTURA DE LAS HOJAS:

VARIABLES:	VALOR ESTANDARD	PROMEDIO 48 Hjs.	LIMITES 48 Hjs.
TIEMPO DE BATIDO min.	...	33.7	29 -- 45 Maxm. 3.5 min. para c/prueba.
GRADO DE HIDRATACION ml. Shopper Riegler.	750	750	740 -- 760
PESO BASE lb/resma 24x36 - 500	40	39.4	38.2 -- 40.7
CONSISTENCIA DE LA HOJA HUMEDA PRENSADA %	33.6	33.6	32.8 -- 34.2
TEMPERATURA DE SECADO °C	100		

**SUSTANCIAS QUIMICAS EMPLEADAS:**

Sulfato de aluminio:-  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  libre de hierro su análisis dió:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.19%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.01;  $\text{SO}_3$  36.85%; sólidos insolubles: --- 1.40%

Agua: Destilada conteniendo apreciables cantidades de  $\text{CO}_2$  con un pH de 5.3 a 5.6

Agua de la llave: con una dureza de 50 p.p.m. como  $\text{CaCO}_3$  pH entre 7.0 y 8.0

Brea: "A" con 70% de sólidos de resina libre; diluída hasta formar una emulsión de 3.0% y "B".- Brea en polvo neutra y añadida seca a la pila.

**PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

Todas las muestras fueron acondicionadas de acuerdo con el método T 402 m-41

Peso base: método TAPPI 410 m-41 los resultados reportados son un promedio de cinco pruebas.

Permeabilidad al aire: método TAPPI T 460 m-43 los valores reportados como un promedio de cinco pruebas.

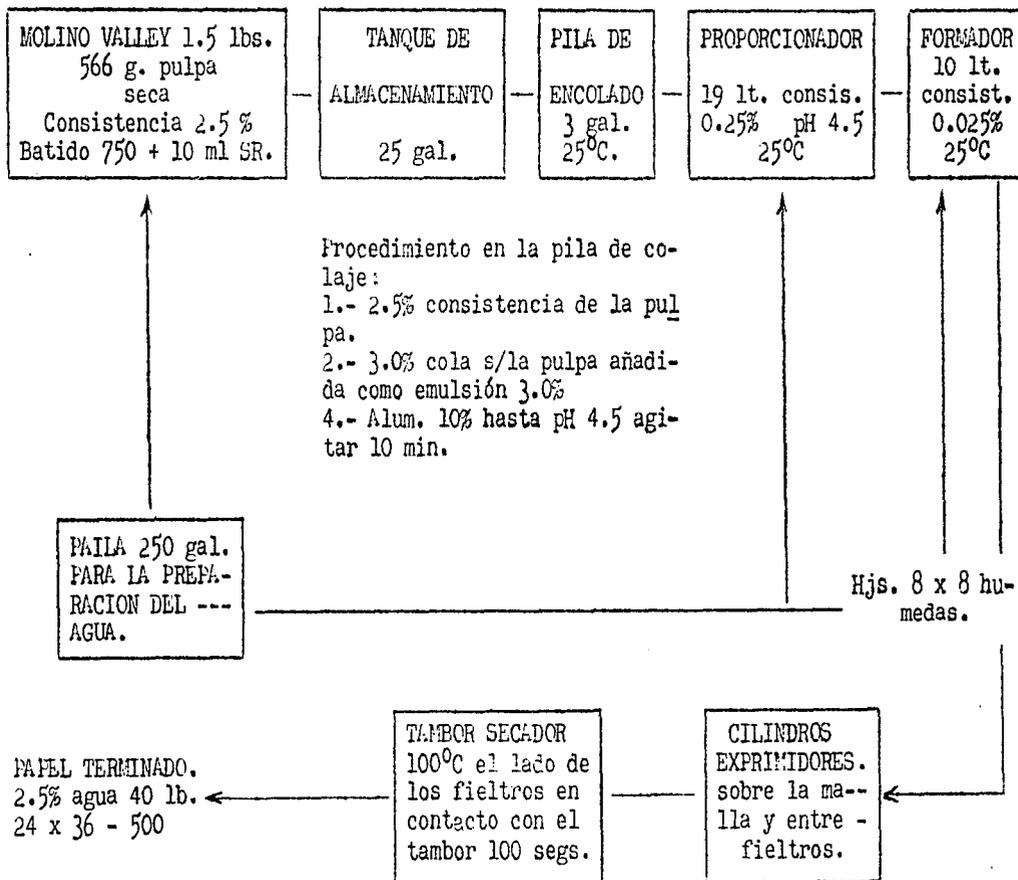
Resina extractable: método TAPPI T 408 m-39

Permeabilidad a la tinta: En general las pruebas para el encolado se promediaron de cinco muestras correspondientes a la parte central de las hojas 3, 5, 7, 9 y 11 de cada tirada.

Cuando los resultados eran altos (diferencia en el promedio de más o menos 10%) entonces se efectuaban diez o más ensayos y se promediaban.

Con respecto a los efectos que tiene la naturaleza del agua so-

Figura # 1



bre el entolado se clasificaron como suaves, duras no alcalinas y aguas duras alcalinas. Se hizo esta clasificación atendiendo al  $H_2SO_4$  con el cual se corrigió el agua. Los resultados ilustran -- que el mejor encolado se efectuó adaptando el agua a un pH de 5.0 antes de emplearla en la fabricación. Los resultados también expresan que la economía de crea y sulfato de aluminio fué mayor en aguas duras y menor en aguas suaves. En toda la investigación se empleó pasta sulfítica blanqueada Burgess standard, la cual posee la propiedad de adquirir el pH del agua con la que se trabaja. Por tal razón el ajuste ácido del agua en la pila de colaje podría efectuarse en presencia de esta pulpa. Todavía, si se efectuare alguna reacción entre la pulpa y el ácido, se considera tan lenta que puede ser despreciable. Por lo tanto la corrección del agua en presencia de la pulpa se consideró como si ésta estuviera ausente.

AGUAS SUAVES.- Su arreglo con ácido sulfúrico se experimentó -- con dos breas y varias pulpas al sulfito blanqueadas, el encolado fué mucho mejor cuando se utilizó agua destilada con pH de 4.5 o agua de la llave con pH de 5.0 que cuando se utilizó agua sin corregir con un pH de 8.0. El procedimiento que se siguió fué: emplear aguas suaves en la pila de colaje, ajustarlas, añadir la brea, luego una cantidad constante para cada experiencia de sulfato de aluminio, como al añadir la brea varía el pH, se mantuvo en 4.5 añadiendo sulfato de aluminio en el proporcionador cuando así se requería. Los resultados están contenidos en la tabla II.

TABLA II

RESULTADOS DE LA CORRECCION DE AGUAS SUAVES CON ACD. SULF.

Condiciones Experimentales: Muestras acondicionadas a 75°F y 50% humedad relativa 3.0% de brea experimental (1) y (2); agua de la llave con un contenido promedio de 50 p.p.m como CaCO<sub>3</sub>

MTRA.	pH	CALIDAD	Vol. 10%	RESI FESO BA	PERMEABILI-	PERMEABILIDAD	BREA	CELULOSA	
	agua.	Alum. al	NA - SE	lb/ft <sup>2</sup>	DAD AL AIRE	A LA TINTA	: EXP.		
		proporc.	EXTR	24 x 36	Curley	Valley			
		a un pH	%	500 Hjs	seg/100 c.c				
		de 4.5			sq.in.				
		c.c.							
1	8.0	Llave	48	1.10	38.9	25	54	20	1 Sulf. Bln. St.
2	4.5	Destil	0	1.50	39.6	30	181	50	1 id.
3	8.0	Llave	49	1.25	39.7	29	204	38	2 id.
4	4.5	Destil	0	1.40	39.6	31	289	50	2 id.
5	8.0	Llave	57	1.00	39.6	12	49	19	1 Holandeses Fábrica A
6	5.0	"	20	0.95	38.8	12	97	25	1 id.
7	8.0	"	57	0.75	39.3	17	60	25	1 Holandeses Fábrica B
8	5.0	"	20	1.30	39.3	20	130	39	1 id

AGUAS DURAS POR BICARBONATO. El arreglo de este tipo de aguas - se estudió entre pH comprendidos de 3.0 a 8.0 en la pila de colaje antes de la adición de brea para ver los efectos que tiene sobre el encolado. El consumo de sulfato de aluminio varió de 125 - c.c. 10% concentrado para un agua con un pH de 8.0 a 18 c.c. para agua con un pH ajustado a 4.5 con resultados similares en el encolado.

Es bien sabido que si no existe sulfato de aluminio en el -- sistema, no se produce ningún encolado. En el caso de las aguas a un pH de 3.0 la adición de la brea no elevó el pH arriba de 4.5, no se empleó sulfato de aluminio y no se obtuvo ningún encolado.

Recientemente se ha investigado el efecto del pH del agua de dilución sobre el conolado, utilizada en el proporcionador y en el formador sobre pulpas preparadas con aguas duras por  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  y a un pH comprendidos entre 4.5 y 8.0 el punto óptimo para estas aguas fué a pH de 5.5 ajustado con ácido sulfúrico, de aquí que -- como se dijo al principio se haya escogido un pH de 5.0 para las aguas de dilución.

AGUAS DURAS POR  $\text{CaSO}_4$ .- En esta investigación se prepararon las hojas con una serie de aguas suaves y otras con aguas duras - por sulfato de calcio. En cada caso el pH del agua en la pila de colaje se ajustó con ácido sulfúrico antes de la adición de la -- brea. El pH experimental fué entre 3.0 y 7.5. Los resultados muestran ligera ventaja con aguas duras a bajos pH pero fuerte perturbación a pH mayores de 6.0. En aguas más alcalinas el  $\text{CaSO}_4$  fué - perjudicial al encolado. De aquí la conveniencia de ajustar el pH

de un agua dura aunque ésta no sea alcalina. Para aguas suaves la cantidad de sulfato de aluminio requerido en la pila de colaje -- fué reducido de 25 c.c. 10% de concentración (pH del agua 7.5) a 5 c.c. (pH del agua 3.0) para aguas duras la reducción fué de 26 c.c. (pH del agua 7.5) a 17 c.c. (pH del agua 4.5). Como en el caso de las aguas con bicarbonato el ajuste de estas aguas a un pH de 3.0 no se añadió sulfato de aluminio en la pila de colaje y -- por lo tanto el papel fabricado en estas condiciones resultó permeable.

En ambas experiencias el método de trabajo que se siguió fué ajustar las aguas en la pila de colaje al pH deseado, añadir brea tipo "A" con 20% de resina libre y luego mantener un pH de 4.5 -- añadiendo sulfato de aluminio y que es el pH con el que se trabaja el papel en la práctica. Sólo se añadía sulfato de aluminio para bajar el pH a 4.5 cuando la adición de brea lo elevaba arriba de esa cifra.

El beneficio que reporta el ajuste de aguas duras y aguas -- suaves con ácido sulfúrico es muy provechoso y se piensa que cualquier ácido mineral habría sido efectivo, pero se escogió el sulfúrico por su bajo costo y facilidad de manejo.

En este capítulo que trata de las aguas como materia primera en la fabricación del papel no puede pasarse por alto la formación de limo que se acumula en el sistema donde circula la pulpa preparada. La importancia que tiene controlar este limo es proporcional a los daños que causa: azolve de tuberías, suciedad en la tela, mala formación de la hoja, hoyuelos en el papel, suciedad -

en las calandras, destrucción de los fieltros, horas-trabajo en la limpieza del equipo, putrefacción en los tanques de almacenamiento, etc., Si a esto se añade la rapidez de su proliferación se comprende la magnitud del daño ocasionado.

Durante los primeros años de la industria papelera, cuando se empleaba agua "fresca" en todo el proceso, la formación del limo era de escasa importancia y fácil de combatir. En la mayoría de los casos el uso de aguas frescas clorinadas era suficiente para controlar cualquier vegetación. Sin embargo la necesidad de disminuir los costos, recuperando las aguas con pasta y reingrándolas al sistema de aguas de fabricación, la adición de cloro se complicó agravándose la concentración de microorganismos. Actualmente la industria demanda la inmediata atención de sus técnicos por las enormes sumas que se pierden en papel, trabajo y materiales.

El origen del limo se atribuye principalmente al agua, sin embargo el uso de agua esterilizada no sería procedente ni eliminaría las vegetaciones, pues habría otras fuentes en los demás ingredientes que lleva el papel. Ya contaminada el agua, las aguas de fabricación constituyen un medio de cultivo ideal para su desarrollo.

Se dice que el limo es una masa heterogénea de bacterias, hongos, algas, organismos unicelulares y materia extraña que han entrado al sistema y se han desarrollado bajo condiciones favorables.

El problema del control del limo es específico para cada fá-

brica. Recientes investigaciones han demostrado que los microorganismos predominantes en el limo son: *Aerobacter cloacal*, *Aerobacter aerógenes* y *Escherichia coli*. A esta conclusión se llegó después de examinar 340 muestras de limo de distintas fábricas; correspondiendo el 52% a bacterias del grupo coli (*Bacteriology of Pulp Slims; Journal of Bacteriology*). No se niega la presencia de otros microbios, aun cuando muchos de ellos no son capaces de --- transformar carbohidratos en ese material untuoso al tacto que se denomina limo y por ello no tienen mayor importancia.

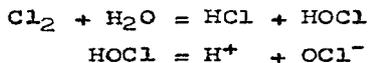
Dada la trascendencia del control del limo, no sólo desde el punto de vista científico, sino también práctico, habrá que buscar un agente inhibidor, cuya acción esté fijada por:

- 1.- La concentración a la cual es efectivo.
- 2.- Grado de colectividad.
- 3.- Efectos posteriores.
- 4.- Facilidad de manejo, solubilidad, color y olor.
- 5.- Toxicidad.
- 6.- Absortibilidad por la pulpa.

El primer agente que se empleó y que aun se emplea es el cloro, cuyo objeto primordial es la destrucción de los microorganismos. El mecanismo de esta acción ha sido motivo de muchas conjeturas y numerosas teorías. Una de las primeras suponía que el cloro reaccionaba con el agua dejando en libertad oxígeno nascente cuya acción bactericida está demostrada. Esta teoría se ha demostrado ser errónea ya que se ha comprobado que el efecto bactericida no es proporcional a la concentración del oxígeno nascente producido.

Después se aceptó que existe una reacción fisicoquímica por la -- que los constituyentes de la pared celular y los de la célula en sí, proteínas y grupos amígenos reaccionen alterando las características de la célula o se desintegre la pared celular. La teoría más reciente (1946) sustenta la acción del cloro como un proceso enzimático, quitando al microorganismo su potencia para oxidar -- glucosa. Una vez perdida esa potencia, la reacción no es reversible y el microorganismo muere. Cualquier cambio en el estado del cloro que reduzca su potencial de oxidación como por ejemplo su -- reacción con el amonio o sus derivados reduce la rapidez con la -- cual destruye las bacterias. La eficiencia bactericida del cloro y sus compuestos depende de los mismos factores que gobiernan su acción química propiamente dicha: período de reacción, temperatura, pH, concentración, etc.

El cloro reacciona con el agua para formar ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. El ácido hipocloroso a pH elevados se disocia en sus iones.

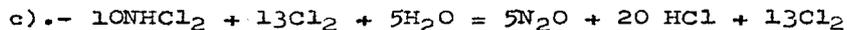
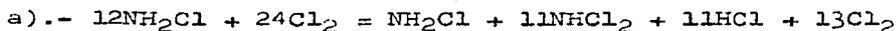


Reacciona con el amonio para formar cloraminas y con otras -- sustancias orgánicas. Es de interés la formación de cloraminas -- porque en este compuesto se vió la solución al problema de acumulación de materia orgánica en el sistema y los daños que ocasiona tener que utilizar cloro en grandes cantidades para contrarrestar ese efecto. La cloramina es fácil de formar dentro de la misma tubería por la que circula el agua, se inyecta cloro y amonio, aparentemente las verdaderas cloraminas se obtienen primero cuando --

el agua contiene amoníaco libre, pero como hay cloro en exceso se forman compuestos intermedios que van desapareciendo al adelantarse la reacción. Las cloraminas se formarán mientras haya exceso de amonio, pero al sobrepasar la concentración de cloro, es decir, cuando disminuye el amonio, se descomponen. La reacción se efectuará según las ecuaciones:

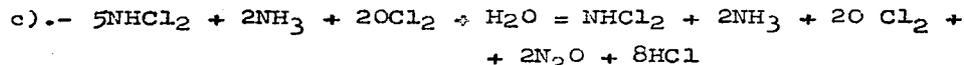
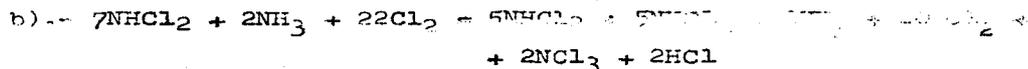
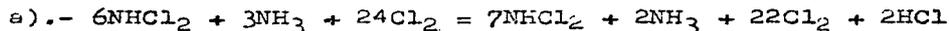
A un pH de 9.0 cuando un exceso de cloro reacciona con la monocloramina:

- I -



A un pH de 4.5 a 5.0 cuando un exceso de cloro reacciona con la dicloramina.

-II-



A pH comprendidos entre 4.5 y 9.0 cuando un exceso de cloro reacciona con una mezcla de monocloramina y dicloramina los productos formados son una mezcla de los segundos términos de las ecuaciones anteriores.

Cuando el valor del pH es relativamente alto los productos finales se expresan en la ecuación Ic consistiendo enteramente en cloro libre (representado como  $\text{Cl}_2$  en lugar de  $\text{HCl}$  y  $\text{Cl}_2$ ).

valor del pH es relativamente bajo, el resultado final de la reacción lo expresa la ecuación IIC consistiendo la mayor parte de -- cloro libre.

El empleo de cloro combinado formando cloraminas, necesita -- de un cuidado muy especial porque a pH elevados las monoclorami-- nas son el mayor compuesto que se forma, más o menos después de -- 2 a 3 minutos de la adición del cloro y el amonio a 70°F y a pH -- bajo se forman primeramente las dicloraminas necesitando para su -- combinación más o menos 20 minutos. Este tiempo de reacción es -- inconveniente porque puede reaccionar primero el cloro con las ma-- terias orgánicas. La dificultad principal que presenta esta apli-- cación es la variación irregular del pH por diferentes motivos y -- entre límites muy amplios.

Actualmente se estudian nuevas sustancias contra el limo, -- compuestos mercuriales, clorofenatos, etc.

Se ha experimentado con ellos especialmente recomendados pa-- ra la industria de la celulosa y el papel sobre tres tipos de mi-- croorganismos: Aerobacter aerogenes, Bacillus mycoides y Aspergi-- llus niger. El primero fué seleccionado como un representante es-- pecífico de bacterias no esporuladas; el segundo representa la es-- pecie de bacterias aerobias esporuladas, el último es una especie -- representativa de hongos que se encuentran sobre la cubierta de -- las pulpas y los papeles.

Sus resultados son muy alentadores y la importancia que creo -- tienen en el control del limo me induce a ampliar un poco más.

Por varios años el laboratorio de la General Dyestuff Paper-- había tenido dificultades serias por los deterioros en los fiel--

tros usados para exprimir el agua de los papeles teñidos. Después de un servicio prolongado se ponían duros y aparecían agujeros. - Se pensó que la causa eran las colonias de microorganismos que se desarrollaban sobre el fieltro. Se desinfectaron 12 con una solución al 1% de dihidroxi-dicloro-difenil-metano, 12 con un compuesto mercurial y 12 se dejaron sin tratar. Después de un tiempo de constante uso de los fieltros sin tratar y los tratados con el -- compuesto mercurial, se pusieron duros, perdieron su resistencia a la tensión y aparecieron agujeros en el área de contacto con el papel. Aquéllos impregnados con el compuesto orgánico continuaron suaves, manteniendo su resistencia a la tensión y no hubo evidencia de la acción de los microorganismos.

Esto se llevó a una fábrica de papel cuyas pérdidas en fieltros era muy elevada comprobándose que la causa se debía a la acción microbiana.

Los organismos causantes del deterioro de los fieltros, se encuentran generalmente en las aguas de suministro o en el aire que circunda la máquina. Cuando se eleva la temperatura o por otras causas, el medio favorece el desarrollo del organismo, como por ejemplo la acumulación de materiales sobre el fieltro, constituye un excelente alimento, de aquí que proliferen, otras veces no son los organismos del aire, sino el limo; se rompe una partícula y se va a depositar sobre el fieltro. Si no existe ningún tratamiento, ésta colonia continúa su crecimiento con el daño que ya se ha explicado.

No hay que creer que la acción microbiana no existe porque -

no se ven manchas verdes o grises en la superficie. La acción de los organismos sobre las fibras individuales gradualmente decrece su resistencia hasta que ocurre una desintegración completa.

Una desgarradura en el fieltro no siempre ha de atribuirse a desgaste mecánico o fal'as en la manufactura y la demostración más elocuente se realizó tratando los fieltros de una máquina durante siete meses, con un aumento en la duración de los mismos en un -- 20%.

## CAPÍTULO II

### C E L U L O S A

Constituye la parte primordial del papel y es al mismo tiempo estructura y relleno con sus fibrillas largas y cortas.

Paradójico sería suponer que de cualquier clase de fibras se puede fabricar papel, hay que considerar que no tiene semejanza con una tela, no tiene trama ni urdimbre sino que más bien es un plástico.

Una de las características de los materiales celulósicos es su gran capilaridad. Formada por verdaderos capilares o por espacios intercapilares. La superficie capilar de una madera con una densidad de 0.4 es de 2000 cm<sup>2</sup> por gramo. Ahora esta superficie es pequeña comparada con la que presenta este mismo material hinchado. La estructura cristalina en las paredes celulares secas, no presenta cavidades a los agentes externos, sin embargo existen algunos como el agua, los ácidos y las bases principalmente que crean estructuras capilares aumentando su superficie de 2000 cm<sup>2</sup> a 3.000.000 de cm<sup>2</sup> por gramo. Estas formas de capilaridad con responsables de muchas propiedades físicas de los materiales celulósicos.

Existen soluciones que son tomadas por las sustancias celulósicas sin un cambio perceptible en la concentración, mientras que en otros casos ya sea el soluto o el solvente son adsorbidos selectivamente. La adsorción selectiva puede ser acompañada por una -- reacción química y en casos especiales es posible que la reacción se verifique en proporciones estequiométricas.

En el caso de los sistemas formados por celulosa y soluciones alcalinas hay gran controversia diciéndose que la adsorción es acompañada por una combinación estequiométrica de celulosa y álcali. Esta controversia no sólo se refiere a la interpretación de resultados sino también a la diferencia obtenida en experimentos similares.

Las concentraciones necesarias para el máximo hinchamiento de la celulosa en diferentes álcalis es:

LiOH	9.5 %
NaOH	18.0 %
KOH	35.0 %
RbOH	38.0 %
CaOH	40.0 %

Las proporciones estequiométricas en las que los álcalis son tomados están en relación de una molécula de álcali por dos de glucosa para los tres primeros y una molécula de álcali por tres de glucosa para los dos últimos. El estado físico de la fibra influye grandemente en esta adsorción, por ejemplo con celulosa regenerada la adsorción de agua e hidróxido sódico se efectúa con una concentración de 9.0 % en cambio con algodón se necesita una solución de 17.5 %.

Los ácidos son ligeramente adsorbidos por la celulosa de sus soluciones diluidas. De una solución de 0.1 N la adsorción fue equivalente a la alcalinidad de las cenizas de la celulosa.

La máxima adsorción de los ácidos se obtiene a bajas concentraciones. Se ha demostrado que los iones hidrogeno son adsorbi-

dos selectivamente por la celulosa como resultado de un intercambio de cationes. Este intercambio es muy pequeño en las formas puras de la celulosa pero es apreciable en las formas impuras. La lignina y las sales inorgánicas del ácido urónico son las que ocasionan este intercambio.

Los fenómenos de hinchamiento y encojimiento son comunes a todas las sustancias celulósicas, siendo las características fundamentales: el aumento en ambas direcciones y en peso, las fases combinadas permanecen homogéneas vistas al microscopio, la cohesión de la parte sólida se reduce, pero no se elimina. También este fenómeno es característico de toda sustancia coloidal elástica difiriendo para los distintos tipos. La gelatina por ejemplo puede hincharse hasta el punto donde la cohesión del sólido llega a ser inapreciable cuando alcanza un estado disperso. La cohesión de la estructura sólida de la celulosa bajo cualquier condición práctica es suficientemente grande para limitar la distensión del sólido y embeber el líquido también muestra una estructura definida que hace difiera el hinchamiento en sus tres dimensiones, es difícil medir la turgencia de las fibras porque si esta medición se efectúa por un aumento de peso, la estructura capilar falsea los datos. Por ejemplo una pieza de madera puede tomar 30% de agua sufriendo un hinchamiento, o puede tomar hasta un 300% sin sufrir ninguna turgencia, depende de la estructura capilar y de la tensión superficial del líquido. Medir la turgencia por un aumento de volumen es difícil experimentalmente porque depende de los cambios dimensionales tanto internos como externos y los cam-

bios internos en las cavidades fibrilares no se pueden estimar. -

Debido a lo anterior existen dificultades para distinguir entre un encogimiento verdadero al disminuir la turgencia de las fibras y una dispersión al eliminar una de las fases. Esto es especialmente cierto en el caso del papel.

Generalmente los solutos que son positivamente adsorbidos de sus soluciones acuosas, originan un apreciable hinchamiento superior al que causa el agua. Se ha determinado la turgencia volumétrica externa de la madera en soluciones saturadas de una serie de sales, en orden decreciente están: Zn, Li, Ca, Mg, Mn, CNS, I, Br que tienen un efecto bastante marcado. En menor grado: Ba, Na,  $\text{NH}_4$ , K, Cl,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{ClO}_3$ . Es de interés notar que esta serie de aniones y cationes están en un orden parecido a la serie liotrópica.

Los ácidos minerales como el sulfúrico y el fosfórico que son solventes para la celulosa cuando tienen una concentración elevada, actúan primero como agentes hinchantes y se cree que forman compuestos de adición, claro es que a la turgencia le sigue una hidrólisis. Los ácidos minerales diluidos con pH entre 2 y 6 su acción hinchante no es superior a la del agua.

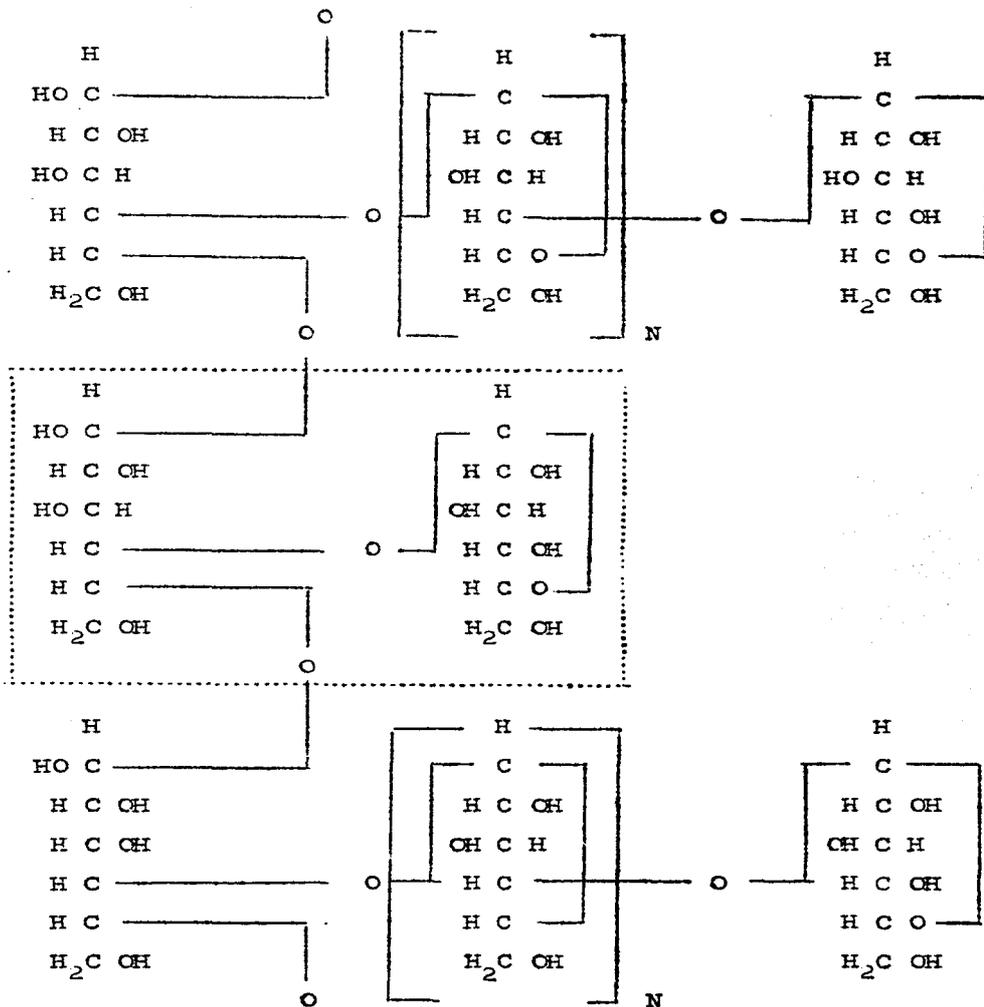
En cambio, los álcalis diluidos su acción es superior a la del agua y llega a ser considerable a un pH determinado.

Otro gran número de sustancias orgánicas no disociadas como la tiourea, clorhidratos, bencensulfonatos, resorcinol, etc., la turgencia que causan a los materiales celulósicos es superior a la del agua.

Existen teorías acerca del hinchamiento que experimenta la celulosa con las sustancias antes mencionadas, pero ninguna de ellas explica satisfactoriamente el fenómeno.

La celulosa se comporta como una sustancia coloidal en diversos aspectos. Se cree que sea un agregado de cadenas moleculares formado por unidades de glucosa sostenidas juntas por valencias primarias. Las cadenas varían considerablemente no sólo en el mismo material sino también de vegetal a vegetal y se reconoce que la distribución longitudinal de la celulosa tiene un gran significado sobre las propiedades físicas.

De las fórmulas más recientes dadas para la celulosa es la propuesta por Hiller y Pacsu en 1946:



La celulosa posee además de sus valencias primarias por medio de las cuales se unen las moléculas de glucosa, otro tipo de valencias residuales o secundarias. La evidencia de este tipo de valencias secundarias lo dan las diversas formas de degradación de la celulosa. No se comporta como si tuviera solamente uniones en los carbonos 1-4, nitréndola y acetilándola se llegó a la conclusión que en la celulosa virgen tal como la del algodón, hay eslabones en la cadena, los cuales se hidrolizan cinco o diez veces más aprisa de lo normal. La distancia media de estas cadenas sensibles es aproximadamente 500 residuos de glucosa los eslabones - se sugiere sean residuos de glucosa en cadena abierta.

Cuando la celulosa es metilada en una atmósfera de nitrógeno y subsecuentemente hidrolizada, no se obtiene nada de tetrametil glucosa, luego se presume que la celulosa tenga una cadena cerrada o anillo, sin ningún agrupamiento glucosídico terminal. La desintegración de la celulosa por un álcali en una atmósfera de nitrógeno tampoco produce unidades glucosídicas terminales. Así el almidón y la celulosa tienen diferentes características tal vez - por el hecho que el primero sea un alfa glucósido y la segunda beta glucósido.

Se ha observado un cambio en la región de la hidrólisis y en otras reacciones lo cual se atribuye a la estructura física de las fibras. Se notan dos formaciones, una cristalina y la otra -- amorfa. El mismo fenómeno ocurre en la hidrólisis enzimática, la reacción inicial se efectúa rápidamente y después en forma lenta. De la misma manera, en la hidrólisis ácida, la región amorfa se -

disuelve primero dejando la región cristalina para un ataque posterior.

La explicación del fenómeno es que ciertas valencias, una en cada 400 ó 500 unidades de glucosa tienen un rompimiento inicial más rápido, no se sabe nada exactamente sobre la naturaleza química de estos grupos. Y la accesibilidad o difusión sobre áreas fuertemente ordenadas.

El rendimiento más elevado de glucosa que se ha obtenido por hidrólisis de la celulosa es solamente 95% del teórico lo cual puede ser causado por una degradación de la glucosa o la presencia de pequeñas cantidades de otras unidades dentro de la cadena. La celulosa mejor purificada contiene un pequeño número de carboxilos los cuales probablemente están esterificados en el vegetal. Su formación puede obedecer a la oxidación del grupo aldehídico potencial al extremo de la cadena o de un grupo alcohólico primario en el carbón ó para formar derivados del ácido glucurónico. Ya se han aislado ácidos poliglucurónicos de la paja y de la madera.

El peso molecular de la celulosa no es fácil determinarlo por medios físicos. Los métodos más efectivos y sensibles que se han seguido son: presión osmótica, viscosidad (Staudinger) y la rapidez de sedimentación por medio de centrifugación (Svedberg). Las determinaciones efectuadas por el primer método necesitan varias determinaciones a fin de extrapolar a una dilución infinita donde el peso molecular sea inversamente proporcional a la presión osmótica. La prueba está limitada por las fracciones de bajo peso mole-

cular que ejercen mayor influencia que las fracciones de peso molecular elevado y además se circunscribe a pesos moleculares menores de 500 000.

En el de la viscosidad se emplean observaciones empíricas, - las cuales se están tratando de demostrar y establecen que la viscosidad de las soluciones de grandes cadenas moleculares va paralela a los pesos moleculares. Ya que las viscosidades se determinan fácilmente el método se usa con frecuencia, pero debido a ciertas consideraciones necesarias para interpretar los resultados, - los valores sólo son aproximados.

En el terreno teórico, las determinaciones efectuadas por ultracentrifugación son probablemente las más acertadas.

Los pesos moleculares obtenidos por los tres métodos dan un resultado promedio para la celulosa, entre 300.000 y 500.000.

La fórmula obtenida por medios químicos se ha confirmado de manera sorprendente con un examen de rayos X. La longitud de la unidad de celulosa es de 10.5 angstroms, siendo el mismo calculado aproximadamente para la unidad de colobiosa (10.25 angstroms). El ancho de una unidad micelar es aproximadamente de 60 angstroms, correspondiente a 100 a 200 cadenas de celulosa. La longitud de una cadena es de 600 angstroms que corresponde a una cadena mínima de 200 unidades de glucosa.

En detalle la estructura externa de la fibra está formada -- por dos capas, una externa aproximadamente de 0.1 de micrón y --- otra interna, las cuales se han apreciado siguiendo una técnica - especial. La capa externa no es celulosa o por lo menos no se pue

de afirmar que lo sea, es poco soluble en solución cuproamoniacal, compacta, densa y no se fibrila. La cubierta primaria es bastante frágil y no cuesta trabajo separarla, comúnmente, durante el proceso de su manufactura la pierden. Cuando se ha removido, las fibras toman cohesión unas con otras.

La estructura de la capa secundaria se presenta como fibrillas toscas, anastomosadas unas con otras y la superficie que presentan depende de la forma como esté cocida y de su naturaleza.

Si dos fibras se colocan juntas y el agua se elimina, sus fibrillas se atraen por fenómenos superficiales con una fuerza de 150 dinas por centímetro y mantienen una fuerza de cohesión de 0.5 ton. por pulgada cuadrada que hace se mantengan las fibras firmemente unidas.

Es posible que al secar la celulosa los grupos hidroxílicos opuestos en cadenas adyacentes reaccionen para formar éteres y se supone una reacción porque cuando se ha secado a temperaturas elevadas o por largo tiempo pierde su poder de turgencia.

Si dos grupos hidroxílicos están separados por una distancia de 4 angstroms, retendrán su reactividad; si están separados por 2.8 angstroms que es la distancia característica de las ligaduras del hidrógeno, podrán perder algo de su reactividad. Finalmente - si esas dos grupos están separados únicamente por 1.5 angstroms - reaccionarán entre sí para formar un éter tendiendo una ligadura transversal. Entre estos tres casos hay una gama de estados intermedios. Esto acontece para la elevada sensibilidad de todas las sustancias que se polimorizan, las cuales contienen muchos grupos

hidroxilos. Fenómenos muy interesantes tales como la "hidratación", batido, secado, etc., están relacionados con los grupos hidroxílicos de la celulosa.

El grupo de hidroxilos primarios (en el carbón 6) son más activos en su esterificación, la acetilación se efectúa dos veces más aprisa que en los secundarios pero esto está compensado por existir doble número de hidroxilos secundarios (en los carbonos 2 y 3).

Si se rompen las ligaduras de la celulosa por disolución en un medio apropiado, la reactividad del grupo hidroxílico primario llega a ser más efectiva.

En las reacciones de la celulosa siempre se requiera una cierta cantidad de agua, porque mantiene la estructura abierta y varios ensayos se han hecho utilizando líquidos orgánicos para fabricar papel, con malos resultados, de la misma manera se ha probado sustituir la celulosa con asbesto o seda artificial y se ha fracasado.

El concepto moderno de "hidratación" o "engrase" de la pulpa considera a las superficies expuestas cubiertas con grupos hidroxílicos, los cuales atraen moléculas de agua. Entre mayor sea el área expuesta (mayor fibrilación), mayor será el grado de hidratación.

### CAPITULO III

#### COLOFONIA Y SULFATO DE ALUMINIO

Hace poco más de 125 años, la industria del papel era tan la barrosa y complicada que llegó a constituir un arte. Las hojas -- terminadas eran humedecidas en cola animal, exprimidas y secadas. El proceso sólo resultaba satisfactorio en determinadas estaciones del año porque en otras o secaba tan rápidamente que la película se quebraba o secaba tan despacio que se formaban vegetaciones so bre ella.

Por el año de 1807 Illing, descubrió el encolado del papel -- con cola vegetal o colofonia y profundizó tanto en la materia que muy pocos adelantos se han hecho sobre el método general. El méto do de Illing consistía en batir la pulpa y añadir una solución de resina y carbonato de potasio, precipitando posteriormente la resina con una solución de sulfato de aluminio. Por la misma época hizo su aparición la máquina para fabricar papel en forma continua y nació una gran industria. (6a. en importancia E.E. U.U. de A.).

El descubrimiento vino acompañado de una serie de fallas que a la fecha no se solucionan.

Para dar una explicación a estos efectos y evitarlos aunque sea parcialmente, se han expuesto varias teorías sobre el encolado del papel.

La idea primitiva era que la resina debería ser utilizada so lamente en solución alcalina a efecto de obtener una mazcla com-- pleta con la pulpa, al añadir el sulfato de aluminio se ponía en libertad ácido abiético que encolaba la pulpa. Después se pensó --

que el sulfato de aluminio se combinaba para formar un compuesto de aluminio-resinato. Fue aceptado hasta que Wurster empleó resina libre 100% diciendo que el encolado del papel es más bien físico que químico. El principio fundamental de Wurster se basa en el grado de división de la resina y aquí es donde intervienen estudios complicados sobre Química Coloidal.

Posteriormente al descubrimiento de Illing se empezó a preparar una solución de jabón de brea con un elevado porcentaje de resina libre, encontrándose que era más eficiente y más barata. Este hecho y otros como el dejar una solución neutra de resina por largo tiempo y enturbiarse o mezclar esa solución con pulpa y la solución tomar aspecto lechoso indujeron a pensar que el agente encolante en realidad está constituido por resina libre. En el primer caso se efectuó una hidrólisis y en el segundo además de la hidrólisis, una adsorción. Las fibras de celulosa se ha dicho tienen afinidad por los iones OH y cuando éstos son removidos de la solución, se libera ácido abiótico. En las diluciones extremas como es el caso práctico en las pilas holandesas estas acciones se verifican rápidamente.

Wurster hace notar que aun cuando la hidrólisis podría anticiparse con algún ácido es necesaria la presencia de alguna sal de aluminio para encolar el papel.

Si la cola ha sido añadida con suficiente tiempo para que el ión OH sea adsorbido, si existe un exceso, éste se neutraliza por el ácido sulfúrico resultante de la hidrólisis del sulfato de aluminio acabando de reducir la estabilidad de la emulsión.

En el caso de que la adición de cola sea simultánea con la de sulfato de aluminio, es probable se forme un sulfato básico de aluminio o hidróxido de aluminio. El hidróxido de aluminio es un coloide cargado positivamente y se dirige a las fibras de celulosa cargadas negativamente floculando sobre ellas el caso es que siempre deberá haber un exceso de sulfato de aluminio durante el encolado para que éste sea eficiente.

La razón de empleo del sulfato de aluminio no es ni como precipitante de la brea ni para formar un resino-aluminato sino para bajar el potencial interfacial entre las fibras y las partículas de resina y hacer que ésta flocule sobre ellas. En estudios más avanzados creen que la pared celular de las fibras actúa como una membrana semipermeable y permite el paso de la sal de aluminio pero no permite que los productos hidrolizados como el hidróxido de aluminio se difundan al exterior de nuevo. Se ha comprobado que el hidróxido de aluminio sol, precipita las partículas de resina. Estas están cargadas negativamente como las de la celulosa, de aquí que el hidróxido de aluminio con su carga positiva actúa como un mediador, un adhesivo electrostático entre la resina y la celulosa.

Hay muchos tipos de emulsiones de resina. Todas ellas han tenido buenos resultados en ciertos casos pero ninguna ha sido universalmente aplicada. La emulsión normal de resina contiene alrededor de 20% de resina libre y el resto es jabón de resina. Esta emulsión parece trabajar mejor bajo diferentes condiciones de dureza del agua y diferentes temperaturas. Una de las emulsiones --

que han tenido también aceptación, está formada por resina libre y un coloide proteínico protector.

Con respecto a otro factor que influye en la eficiencia y calidad del encolado, son las pulpas, que tienen diferente receptividad a encolarse. Mucho de esto no ha podido ser explicado. En general las pulpas kraft son las más fáciles de encolar, tanto blanqueadas como semiblanqueadas. El orden creciente de resistencia al colaje es: sulfito blanqueada, trapo y pasta mecánica normal. La pasta mecánica con un tratamiento previo de vapor encola rápidamente.

Se ha encontrado que la celulosa pura, descompone al sulfato de aluminio aproximadamente 0.3% de su peso. Esta descomposición es independiente de la concentración de la solución. Si en lugar de utilizar celulosa pura se emplean pulpas comerciales, la adsorción del sulfato de aluminio es proporcional al contenido de cenizas de la fibra, luego es benéfico emplear las pulpas de más alto contenido natural de cenizas, lo cual va siendo cada día más difícil por la tendencia a fabricar celulosas puras aprovechando en otras industrias los subproductos de la purificación, con muy buenas perspectivas.

Con la modernización del equipo de batido y refinación que va desplazando las antieconómicas pilas holandesas, tal vez se tengan que emplear diferentes métodos de colaje y actualmente se busca la manera de producir el encolado a la entrada de la máquina.

Hay diversos accidentes mecánicos que destruyen el encolado:

las cajas de succión y los cilindros aspiradores, demasiada presión en las prensas; marcas de agua, pérdidas de fibra por una tela muy abierta y un secado sin precaución. Existe una curva tipo de secado, con una temperatura máxima, se va secando lentamente y en forma gradual ascende la curva sin alcanzar demasiado aprisa esa temperatura máxima. Manteniendo este máximo por un tiempo y bajando luego, se rehumedece la hoja para acentuar las características físicas necesarias y se pasa por las calandrias con la mínima presión. Un secado demasiado rápido causa una ruptura de la unión resino-alúmina-celulosa. Ahora si el papel no es secado suficientemente el encolado no es permanente.

#### CAPITULO IV

##### CARGA Y LLENADORES

La carga del papel con materias no celulósicas ha sido practicado desde hace mucho tiempo y se consideró como una adulteración, pero se ha comprobado que su uso se justifica, designándoseles con el nombre de llenadores, entre ellos se cuenta el kaolín, talco, sulfato de calcio, compuestos de bario, carbonato de calcio, dióxido de titanio, sulfuros y sulfatos de zinc sulfoaluminato de calcio, etc., etc.

Los llenadores en el papel le dan ciertas cualidades en la impresión: opacidad, "más cuerpo", mejor acabado, tersura y lustre. Demasiada cantidad baja la resistencia del papel y lo mancha, en cambio poca cantidad le da dureza. Los llenadores afectan el encolado en forma marcada cuando sobrepasa el 15%. La adición

a la pila se hace suspendiéndolo en agua con un agente dispersante como el silicato de sodio o el fosfato de sodio eliminando las partículas grandes y las impurezas al pasar por una malla.

Lo más frecuente es añadirlo tan pronto como sea posible, así asegura una mezcla completa pero algunos son demasiado solubles y otros como el carbonato de calcio son inestables en las condiciones de trabajo. Si el pH de la preparación no se baja de 7, el encolado es deficiente y si se baja el carbonato de calcio se destruye. Entonces se acostumbra añadirlo poco antes de la entrada de la máquina.

Se han efectuado estudios sobre la retención de los llenadores en el papel, concluyendo en la importancia de un sistema de aguas de fabricación bien planeado. Gran parte se pierde en la parte inicial húmeda de la máquina dependiendo en el grado de batedo de la pasta y la formación de la hoja.

El mecanismo de la retención no se ha comprendido bien y se consideran dos las maneras por las cuales se adhiere a las fibras: filtración y cofloculación.

Una fibra larga capaz de una buena fibrilación se considera la más favorable para una alta retención en su orden se cuenta el almidón, pulpas al sulfato, sulfito, paja y pasta mecánica.

Los accidentes mecánicos que alteran la retención de los llenadores son: velocidad de la máquina, succión, prensas y la malla de la tela.

Entre más elevadas sean las propiedades coloidales de un llenador, su tendencia a adherirse a las fibras es mayor. La cola y

el sulfato de aluminio. además de algunos agentes floculantes mezclados con la preparación ayudan en la retención.

La determinación del rendimiento de los llenadores se debe efectuar en forma cuidadosa tomando en cuenta los pesos de todos los materiales añadidos a las pilas, su contenido en cenizas y -- pérdida por calcinación. Con estos datos y una determinación de las cenizas de una muestra representativa de la preparación, es posible calcular qué cantidad de las cenizas provienen del llenador. Se llevan registros del papel y su contenido en cenizas. Corrigiendo por las cenizas de los otros ingredientes, se calcula el peso del llenador presente en el papel. Este peso dividido por el que se obtuvo en la preparación, da el porcentaje que se acepta corrientemente pero que no está exento de errores. De ahí que se haya sugerido una fórmula práctica:

$$\text{RETENCION} = \frac{0.94 B (100-C-A)}{A (100-C-B)}$$

En la cual: A = porcentaje de cenizas (air dry) en la preparación que va a la máquina.

B = porcentaje de cenizas (air dry) en el papel fabricado.

C = porcentaje (bone dry) perdido por calcinación del llenador.

## CAPITULO V

### DETERMINACION DE LA COMPOSICION DEL PAPEL

En la determinación de la composición del papel se emplea el microscopio y la función del microscopista es identificar las fibras que observa, la proporción relativa en que están mezcladas, proceso por el que se fabricaron, tratamiento químico posterior - que experimentaron, tratamiento mecánico a que la sometieron y ca lidad que le fije un costo.

Las fábricas de papel compran desperdicios de las imprentas, costales usados, archivo y papeles viejos, etc., aunque el precio de estos desperdicios es muy barato, el comerciante debe saber -- cuáles le convendrá comprar.

Las fibras que se utilizan en la manufactura del papel se -- han agrupado por su procedencia en cinco grupos:

- 1.- Fibras que proceden del fruto de un vegetal por Ej.: el algodón.
- 2.- Fibras que proceden del liber de vegetales como el lino y el yute.
- 3.- Fibras procedentes de las hojas o pedúnculos de las ho-- jas por Ej.: del áloe y la piña.
- 4.- Fibras procedentes de las vainas de los frutos del vege-- tal por Ej.: el cacahuate.
- 5.- Fibras procedentes del tronco del vegetal y que son la -- principal fuente de abastecimiento en la industria; coníferas, ca ña, bambú, etc.

Ahora bien, la mayor parte de estas fibras se pueden teñir - con colorantes apropiados pero sólo me limitaré en forma genérica

a cuatro grupos diferenciables.

1.- Trapos: Blanqueados  
Sin blanquear.

2.- Yute.

3.- Pulpas Químicas.

4.- Pasta mecánica.

Las pulpas químicas por su procedencia y tratamiento se clasifican en:

CONIFERAS: A.- SULFITO:

Sin blanquear: Crudo  
Medio  
Bien cocido.

Blanqueado: Ordinario  
Preclorinado  
Alcalino.

B.- ALFA CELULOSA: Para papel  
Para nitración.

C.- SULFATO:

Sin blanquear: Crudo  
Medio  
Bien cocido.

Blanqueado: Semiblanqueado  
Completamente blanqueado.

MADERAS  
DURAS:

A.- SODA ALFA

B.- SULFITO:

Semiblanqueado.

Completamente blanqueado.

C.- SULFATO:

Sin blanquear.

Blanqueado.

La Distinción de las fibras por medio del microscopio y colo

rantes especiales, deberá ser complementado por una distinción morfológica de las fibras para saber el origen de las mismas, de qué vegetal y de cuál lugar del vegetal provienen.

El lino y el algodón toman un color rojo vino con una solución yodo-yodurada, ésta misma tinte de amarillo al yute y a la pasta mecánica, mientras que las fibras tratadas químicamente varían entre azul, gris y púrpura.

La solución de Herzberg que contiene cloruro de zinc, y solución yodo-yodurada tinte de amarillo la pasta de madera, yute, cáñamo - sin cocer y todas aquellas fibras que contengan grandes cantidades de lignocelulosa. De un color azul a las pulpas a la sosa, -- completamente cocidas y blanqueadas. Rojo vino al algodón y al lino.

TINTA "C".- Distingue las pastas químicas blanqueadas de las no blanqueadas, se utiliza también para reconocer ciertos tipos de pulpas al sulfato y sulfito blanqueadas. Contiene: sol. yodo-yodurada, cloruro de aluminio, cloruro de calcio y cloruro de zinc

Solución de Lofton-Marrillo:- Se emplea para diferencias pulpas al sulfato y al sulfito sin blanquear; las fibras al sulfito se teñirán de púrpura y las fibras al sulfato se teñirán de azul. Contiene: verde malaquita y fucsina básica.

Solución de Bright: Se emplea para determinar el grado de cocimiento y uniformidad en la manufactura de una pulpa. Las fibras que prácticamente están libres de lignocelulosa, se colorean de rojo y las que todavía contienen se tiñen de azul. Está formada por cloruro férrico; ferricianuro potásico y benzopurpurina 4B.

Solución de Alexander: Tiene aplicación principalmente para

diferencias fibras de coníferas de fibras de maderas duras. Las fibras de coníferas se tiñen de un color rosado, mientras que las - otras se tiñen de azul oscuro. Consta de tres soluciones: la de - Herzberg, solución de congo rojo y solución de nitrato de calcio.

La técnica y los métodos que se usan en el examen de fibras vegetales es rudimentario y existe un campo muy amplio donde in- vestigar, nótese que fuera de la solución yodo-yodurada caracterís- tica de la celulosa, los demás ingredientes de las soluciones son típicos para la lignina.

El análisis cuantitativo de las fibras constituyentes puede ser hecho de una manera directa, que requiere gran experiencia o por comparación con muestras previas. De los métodos más exactos y que me ha dado buenos resultados es contar cada una de las fi- bras al pasar por una retícula, considerar el total, más o menos 200 como el 100% y corregir los resultados con los siguientes fac- tores para encontrar el porcentaje por peso.

TRAFO	1.-
CONIFERAS: Kraft y sulfito blanqueada y sin blanquear	0.90
MADERAS DE HOJAS - CADUCAS:	
Sosa:	0.50
Sulfito:	0.60
Alfa:	0.55
Kraft:	0.70
PASTA MECANICA:	1.30
PAJA, ESPARTO, etc.	0.55

El peso específico de las fibras es distinto y depende de su naturaleza y del proceso químico, la diferencia entre estos facto

res puede dar idea del rendimiento de las pulpas.

Después de un examen físico de la muestra como su resistencia al rasgado, fatiga, torsión, opacidad, capilaridad, cenizas, peso y espesor se completa con un análisis microscópico por Ej.:

Pruebas físicas de un papel procedente de la Fábrica de Papel de "San Rafael".

	Calidad: Bond.		
	Tamaño de las hojas: 56 x 86-1/2		
	Peso: 34 kg. resma.		
Peso:		70.8	gr./m <sup>2</sup>
Espesor:		0.100	mm
Densidad:		0.708	gr./cc.
Tensión largo:		4.48	Kms.
" ancho:		2.91	"
Elmendorf largo:		68	gr.
" ancho:		62	"
Torsión largo:		5.8	vuelatas.
" ancho:		7.3	"
Múllen:		25.7	lb./in <sup>2</sup>
Capilaridad:		85	segs.
Tiempo penetración tinta:		60	"
Porosidad:		290	cc./seg.
Satinación:		41	%
Cenizas:		7	%
Composición:			
Sulfito blanqueada:		60	%
" cruda:		30	%
Desperdicio:		10	%

Observaciones:

Bien formada la hoja, resistencia al borraço buena, al microscopio las fibras se notan con extremos rasgados lo que indica que sólo se desfibró en las pilas o en hidrapulpers y todo el trabajo lo hicieron en Jordans.

## C O N C L U S I O N E S

1.- El ajuste y tratamiento de las aguas, sobre todo cuando éstas son duras, por la naturaleza de los llenadores o por el sistema de las aguas de fabricación, significa una gran economía en brea y sulfato de aluminio. El empleo de microbicidas se traduce en mayor duración de los fieltros, evita paros innecesarios por limpieza del equipo, menores roturas en el proceso, etc. por tanto mayor rendimiento.

2.- Un conocimiento físico y químico de la celulosa en sus diversos aspectos conduce a aprovechar mejor tan valioso material, controlar técnicamente cada paso de la elaboración del papel y -- destruir el empirismo que lacra esta industria.

3.- El encolado del papel con brea y sulfato de aluminio tiene grandísimas desventajas. Es un método anticuado y el adelanto de la industria depende de la investigación que se hace al respecto.

4.- Los llenadores que se emplean actualmente no llenan su cometido, por las pérdidas tan fuertes que experimentan, por la dificultad de alcanzar un estado coloidal y por su peso específico elevado que altera notablemente el peso y las cualidades de la hoja para obtener el efecto deseado.

5.- En el control de fabricación así como en la determinación de la composición de papeles extraños, el microscopio, la técnica ayuda y es objeto de especialización en el ramo de papel y celulosa.

## BIBLIOGRAFIA

ORGANIC CHEMISTRY an advanced treatise.  
by H. Gilman.

WOOD CHEMISTRY.

by Louis E. Wise.- 1946 - American Chemical Society Monograph Series.

CHEMISTRY OF PULP AND PAPER MAKING.

By E. Sutermeister - John Wiley & Sons, Inc.

NATURE OF THE CHEMICAL COMPONENTES OF WOOD.

TAPPI - Monograph Series No. 6 - 1948.

MODERN PULP AND PAPER MAKING.

By G. Witham, Sr. - Reinhold Publishing, Corp.

THE MANUFACTURE OF PULP AND PAPER

TAPPI - Canadian Pulp & Paper Association.

TECHNICAL ASSOCIATION PAPERES.- Series 29.

Studies of Rosin sizing.

by D. Frice and D. Cameron.

Some thoughts on Rosin Sizing.

by R. Misphey.

PAPER TRADE JOURNAL - Technical Section.

Identification and Characteristics of typical Slime-Forming Organisms.

by R. Martin and J. Dobson. Oct. 11-1945

Control of Bacteria and Fungi in Paper Mills.

by L. Rampel - Nov. 25 - 1945.

Modern Water Chlorination

by L. Hedgepeth. June 5 - 1946.

Mildewproofing of Paper Mills Felts.

by F. Soderberg. June 20 - 1946.

Studies in Slime Control - 1947.

by J. Appling, J. Mc. Coy, and B. Shema. May - 29 - 1947.